

**EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO NUTRICIONAL EN LA FINCA LECHERA LA  
MONTAÑITA**

**NATALIA ANDREA LÓPEZ ZAPATA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
INDUSTRIAS PECUARIAS  
CALDAS – ANTIOQUIA  
2009**

**EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO NUTRICIONAL EN LA FINCA LECHERA LA  
MONTAÑITA**

**NATALIA ANDREA LÓPEZ ZAPATA**

**Trabajo de grado para optar al título de Industrial Pecuaria**

**ASESOR  
JUAN CARLOS CÓRDOBA ARANGO  
ZOOTECNISTA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
INDUSTRIAS PECUARIAS  
CALDAS – ANTIOQUIA  
2009**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Caldas, 17 de Julio de 2009**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi gran abuela Ofelia por enseñarme la confianza en Dios y a luchar por las metas.

A mis padres, Amparo y Emilio agradeciéndoles la formación académica, personal y apoyo que he recibido de ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al docente Juan Carlos Córdova, Zootecnista, Docente de la Corporación Universitaria Lasallista, por la oportuna asesoría en mi desarrollo como practicante y generosidad con su conocimiento.

A Jorge Borda, Administrador de Empresas Agropecuarias, Admon. de la Finca La Montañita por la oportunidad de desarrollar la práctica empresarial y facilitarme los medios de aprendizaje en campo.

A Mario Patiño, Trabajador, Encargado del levante de terneras, por su colaboración y apoyo.

Al personal que labora en la Finca La Montañita, por compartir sus conocimientos y colaboración en las actividades diarias.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. JUSTIFICACIÓN	20
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3- GENERALIDADES DE LA FINCA LA MONTAÑITA	22
3.1 LOCALIZACIÓN	22
3.2 EXTENSIÓN	22
3.3 TOPOGRAFÍA Y SECTORIZACIÓN POR CALIDAD DE SUELOS	22
3.3.1 Resultado físico	23
3.3.2 Resultado químico	23
3.4 POTREROS	25
3.4.1 Reconocimiento y distribución de potreros	25
3.4.2 Sistemas de pastoreo utilizado	30
3.4.3 Carga animal	30
3.4.4 Lista de malezas predominantes y métodos de control	31
3.4.5 Bebederos, cercas y saladeros	31
3.4.6 Caminos y carreteras	31
3.5 INFRAESTRUCTURA ENCONTRADA	32
3.5.1 Sala de ordeño	32
3.5.2 Corrales	32

3.5.3 Sala de tanque de enfriamiento	32
3.5.4 Foso estercolero	32
3.5.5 Terneril	32
3.5.6 Bodega	32
3.5.7 Oficina	32
3.5.8 Establo	34
3.6 INVENTARIO Y GRUPOS GENÉTICOS	34
3.6.1 Clasificación del ganado de acuerdo a parámetros establecidos para la finca	34
3.7 SANIDAD	35
3.8 REGISTROS LLEVADOS	36
3.9 EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE LA EXPLOTACIÓN	37
3.9.1 Niveles críticos de productividad	37
3.9.2 Indicadores de manejo	38
3.10 POLÍTICAS Y METAS DE LA EMPRESA	38
3.10.1 Políticas de la empresa	38
3.10.2 Metas de la empresa	38
4. PERFILES METABÓLICOS, BASES METODOLÓGICAS PARA SU INSTRUMENTACIÓN	39
4.1 VENTAJAS	40
4.2 LIMITACIONES	40
4.3 METABOLITOS DEL PERFIL METABÓLICO	41
4.3.1 Metabolitos convencionales	41
4.3.2 Metabolitos no convencionales	41
4.4 INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES METABÓLICOS	42

4.4.1	Indicadores asociados al metabolismo energético del rumiante	42
4.4.2	Metabolitos asociados al metabolismo energético el rumiante	43
4.4.3	Metabolitos asociados al metabolismo proteico del rumiante	49
4.4.4	Indicadores asociados al metabolismo mineral	59
4.4.5	Análisis de hemogramas	63
4.4.6	Indicadores asociados al estado ácido-básico	66
4.5	USO DE LOS PERFILES METABÓLICOS EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES METABÓLICO-NUTRICIONALES EN RUMIANTES	76
4.5.1	Cetosis	76
4.5.2	Hipocalcemia ó fiebre de la leche	80
4.5.3	Hipomagnesemia	82
4.5.4	Síndrome de la vaca caída	83
5.	METODOLOGÍA	86
6.	RESULTADOS	89
6.1	RESULTADO DEL PERFIL METABÓLICO	89
6.2	RESULTADO DE LOS BROMATOLÓGICOS	89
6.3	RESULTADO DEL CONSUMO DE FORRAJE	93
6.3.1	Oferta forrajera	94
6.3.2	Remanente forrajero	96
6.3.3	Consumo de forraje	98
6.3.4	Consumo esperado de materia seca (CMS)	99
6.3.5	Consumo real de materia seca (CRMS)	99
6.3.6	Déficit de consumo de materia seca en forraje (DCMS)	100
7.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	101

7.1 INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES METABÓLICOS Y HEMOGRAMAS	101
7.1.1 Aspartato aminotransferasa (AST)	101
7.1.2 Bilirrubina total	102
7.1.3 Urea	103
7.1.4 Glicemia	104
7.1.5 Proteínas totales	105
7.1.6 Calcio	106
7.1.7 Magnesio	108
7.1.8 Fósforo	109
7.1.9 Relación entre minerales	110
7.1.10 Eritrocitos (hemoglobina y hematocrito)	110
7.1.11 Leucocitos	112
7.2 RESULTADOS DE ANIMALES FISIOLÓGICAMENTE CRÍTICOS	113
7.2.1 Análisis de los perfiles metabólicos	113
7.3 INTERPRETACIÓN DE EXÁMENES BROMATOLÓGICOS	115
7.3.1 Forraje verde	115
7.3.2 Silo de maíz	118
7.4 INTERPRETACIÓN DE LOS AFOROS	119
8. CONCLUSIONES	121
9. RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXOS	129

## LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1.	Descripción de los potreros destinados al ganado con problemas pódales	26
Tabla 2.	Descripción de los potreros destinados al ganado de alta producción	27
Tabla 3.	Descripción de los potreros destinados al ganado de baja producción	27
Tabla 4.	Descripción de los potreros destinados al ganado horro	28
Tabla 5.	Descripción de los potreros destinados a los animales enfermos, en cuarentena o próximos a parir	28
Tabla 6.	Descripción de los potreros destinados a las terneras en destete	29
Tabla 7.	Descripción de los potreros destinados a las terneras en pre servicio	29
Tabla 8.	Descripción de los potreros destinados a las novillas servidas	29
Tabla 9.	Descripción de los potreros destinados a las novillas preñadas	30
Tabla 10.	Clasificación del inventario de ganado	34
Tabla 11.	Parámetros indicadores de productividad de la explotación	37
Tabla 12.	Capacidad amortiguadora de la sangre frente a los desvíos ácido-básicos del organismo	67
Tabla 13.	Términos más empleados en el EAB	69
Tabla 14.	Descripción de las vacas muestreadas	87
Tabla 15.	Dieta diaria de las vacas muestreadas	88
Tabla 16.	Resultado de los perfiles metabólicos	90

Tabla 17.	Resultado de los hemogramas. Bovinos Cuadro Hemático Electrónico	91
Tabla 18.	Resultado del análisis bromatológico del forraje verde	92
Tabla 19.	Resultado del análisis bromatológico del silo de maíz	93
Tabla 20.	Escala de resultados del forraje en cada marco para la oferta forrajera	94
Tabla 21.	Escala de resultados para el lanzamiento de los marcos de acuerdo al peso para la oferta forrajera	95
Tabla 22.	Escala de resultados del forraje en cada marco para el remanente forrajero	96
Tabla 23.	Escala de resultados para el lanzamiento de los marcos de acuerdo al peso para el remanente forrajero	97
Tabla 24.	Interpretación de los resultados de los valores de AST	101
Tabla 25.	Interpretación de los resultados de los valores de Bilirrubina total	102
Tabla 26.	Interpretación de los resultados de los valores de urea	104
Tabla 27.	Interpretación de los resultados de los valores de glicemia	105
Tabla 28.	Interpretación de los resultados de los valores de proteínas totales	106
Tabla 29.	Interpretación de los resultados de los valores de calcio	107
Tabla 30.	Interpretación de los resultados de los valores de magnesio	108
Tabla 31.	Interpretación de los resultados de los valores de fosforo	109
Tabla 32.	Interpretación de los resultados de la relación calcio:fósforo	110
Tabla 33.	Interpretación de los resultados de los valores de eritrocitos (hemoglobina y hematocrito)	111
Tabla 34.	Interpretación de los resultados de los valores de leucocitos	112

Tabla 35.	Perfiles metabólicos de animales fisiológicamente críticos	113
Tabla 36.	Clasificación de los forrajes de acuerdo al FDN y FDA	115
Tabla 37.	Calificación del resultado bromatológico del forraje	116
Tabla 38.	Composición química del fertilizante Actyva 27 de Yara Mila™	130
Tabla 39.	Composición química del fertilizante Amidas de Yara Vera™	130
Tabla 40.	Composición de la mezcla de los fertilizantes aplicada en la Finca La Montañita	131
Tabla 41.	Composición del fertilizante foliar Pastos 5	131

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>pág.</b>
Grafico 1. Representación esquemática del metabolismo de los carbohidratos en los rumiantes.	44
Gráfico 2. Representación simplificada de la gluconeogenesis hepática	45

## LISTA DE FOTOS

	<b>pág.</b>
Foto 1. Potreros destinados al ganado de alta producción	26
Foto 2. Sala de ordeño de la Finca La Montañita	33
Foto 3. Sala de tanque de enfriamiento	33
Foto 4. Vacas de alto valor genético	34
Foto 5. Vaca del ható lechero de la Finca La Montañita con condición corporal muy deprimida	58
Foto 6. Vaca con sobre condición corporal del ható lechero de la Finca La Montañita	78
Foto 7. Remanente forrajero de un pastoreo del lote de alta producción de la Finca La Montañita	98
Foto 8. Pastoreo del lote de alta producción al momento de mover la cerca en la Finca La Montañita.	100
Foto 9. Residual del forraje consumido por las vacas	119
Foto 10. Pastoreo del lote de alta producción recién movida la cerca	120
Foto 11. Caso de laminitis acompañado de deformación ósea en la Finca La Montañita	123

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Descripción de los fertilizantes usados en la finca la montaña	130

## RESUMEN

El valor nutritivo de los alimentos suministrados a un hato lechero especializado guarda una estrecha relación con las condiciones bajo las cuales tiene lugar su proceso fermentativo en el rumen. De esta manera, la actividad microbiana sobre dicho sustrato y sus efectos en la fermentación ruminal, se constituyen en factores determinantes de la magnitud y relación de los productos finales de la digestión y por ende del estado nutricional de los animales.

Se realizó una evaluación y diagnóstico nutricional en la finca lechera La Montañita con el fin de originar un sistema de manejo alimentario que aporte en forma balanceada los distintos nutrientes requeridos por los animales de acuerdo a su estado productivo minimizando la patología metabólica y optimizando los resultados reproductivos mediante la aplicación de exámenes de laboratorio de perfiles metabólicos, los cuales permiten establecer por medio de análisis sanguíneos de un grupo representativo del hato lechero, su grado de funcionamiento de las principales vías metabólicas relacionadas con la energía, proteínas y minerales, además del estado de órganos vitales como el hígado.

Se complementó los perfiles metabólicos con exámenes bromatológicos del forraje pastoreado y del silo de maíz ofrecido como suplemento, y midiendo el consumo de forraje mediante aforos. El común de las vacas muestreadas indican un bajo consumo proteico asociado a la deficiencia del consumo de la materia seca aportada por el forraje, creando de esta manera un desbalance energía:proteína causando la aparición de laminitis.

## SUMMARY

The nutritional value of food provided to a specialized dairy farm is closely related to the conditions under which the process fermentative takes place in the rumen. In this way, the microbial activity on the substrate and their effects on rumen fermentation, constitute determinants of the magnitude and relationship of the end products of digestion and thus the nutritional status of animals.

Was performed a nutritional assessment and diagnosis at the dairy farm La Montanita in order to create a food management system that a balanced contribution to the various nutrients required by animals according to their productive state minimizing the metabolic pathology and optimize reproductive results through the application of laboratory tests of metabolic profiles, which allow set through blood tests from a representative group of the dairy herd, their level of functioning of the main metabolic pathways related to energy, protein and minerals, plus the vital organs state as the liver.

It complements the metabolic profiles with bromatological test of grazed forage and corn silage offered as a supplement, and measuring the consumption of forage by capacities. The common of the cows sampled indicate a low protein associated with the poor consumption of dry matter contributed by the forage, thus creating an unbalance energy: protein causing the onset of laminitis.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de práctica empresarial Evaluación y Diagnostico Nutricional en La Finca Lechera La Montañita fue realizado por la estudiante de Industrias Pecuarias aspirante a su título profesional, con el fin de complementar y afianzar sus estudios académicos desarrollando dicho trabajo en una empresa pecuaria. El trabajo consiste en estudiar la patología de la laminitis ocasionada desde el punto nutricional que ha afectado los niveles productivos y reproductivos del hato lechero.

La intensificación de los sistemas de producción lechera han llevado a un aumento en el riesgo de presentación de trastornos metabólicos en los hatos una vez que el desafío metabólico impuesto por la mayor demanda productiva favorece el desequilibrio entre el ingreso de nutrientes al organismo, la capacidad para metabolizar esos nutrientes y los niveles de producción alcanzados. Los desequilibrios metabólicos, especialmente en la relación energía:proteína que se presente en el organismo del bovino desencadena problemas pódales.

Los problemas del aparato locomotor en vacas de leche de alta producción son una enfermedad emergente y de alto impacto económico en la producción láctea. “Se ha sugerido a la laminitis como principal causa de cojeras, la cual es una inflamación aséptica del tejido laminar sensitivo (corium) de la pezuña. Se asocia a una baja calidad con reblandecimiento del tejido corneo, estimulación de la simetría de las uñas y generación de lesiones secundarias de tipo laminiticas (enfermedad de la línea blanca, úlceras soleares, absceso de pared y úlcera de la punta)”<sup>1</sup>.

Desequilibrios metabólicos y digestivos pueden predisponer a las vacas a la laminitis. Con la presencia de esta afección a nivel pódal en la Finca La Montañita y con el objeto de tener un instrumento de diagnóstico que permita estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos y evitar situaciones adversas producto de desequilibrios nutricionales del hato lechero estudiado, se implementó el uso de los perfiles metabólicos permitiendo la valoración nutricional de la ración, además de ser complementados con exámenes bromatológicos del forraje pastoreado por las vacas y el silo de maíz como suplemento alimenticio y la medición del consumo de forraje mediante aforos.

A continuación se encuentra plasmado el desarrollo del proyecto con el objetivo de realizar una evaluación de la dieta suministrada al inventario de ganado presente en la Finca la Montañita valorando el funcionamiento de las vías metabólicas y los distintos componentes de la ración suministrada al inventario de ganado en términos de calidad y cantidad.

---

<sup>1</sup> ACUÑA ALVARIZA, Roberto y RAMOS RAMA, Juan Manuel. Médicos Veterinarios y Podólogos. Laminitis en bovinos lecheros, descripción de un brote [monografía en CD-ROOM]. Florida, Uruguay: Julio, 1999. 1 cd-room.

Este trabajo comienza con la descripción general de la explotación, continuando con la base teórica de los perfiles metabólicos como herramienta para desarrollar su interpretación, seguida por los resultados de los análisis sanguíneos, bromatológicos del forraje y del silo de maíz y aforos para medir consumo. De allí se realizan las interpretaciones y posteriormente se plantean los posibles factores que están favoreciendo la aparición y continuidad de la laminitis, seguida de las recomendaciones a aplicar para disminuir la afección.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El hato lechero de la finca La Montañita esta conformado por vacas Holstein, con un alto potencial productivo fruto de un trabajo genético realizado durante varios años, el cual se expresa en animales con un excelente fenotipo y volumen promedio de producción.

Actualmente, todas estas características se están viendo opacadas por la presencia de laminitis, enfermedad metabólica, que se traduce en cojeras, en un 49% del total de las vacas productivas. Con la presencia de esta afección los animales vienen perdiendo condición corporal ya que se les dificulta su desplazamiento afectando esto el consumo de forrajes en las praderas. Consecuencia de esto es la merma en producción láctea y la presentación de problemas reproductivos por ausencia de calores afectando en forma conjunta el desempeño productivo de la finca.

Una correcta evaluación nutricional basada en el análisis en conjunto de los registros disponibles, la evaluación de las instalaciones y animales, el análisis de la ración y la realización de perfiles metabólicos, permitirá determinar la presencia de los factores de riesgo de las diferentes patologías metabólicas, para minimizarlas, corregirlas y optimizar con esto los resultados sanitarios, productivos y reproductivos de la explotación.

El análisis de las patologías metabólicas en una explotación lechera, es una de las pautas más importantes para la identificación de problemas nutricionales y uno de los índices a tener más en cuenta para confirmar una correcta alimentación. El perfil metabólico por si solo no representa la mejoría productiva y nutricional, debe establecerse todo un cambio en las diferentes condiciones en el hato, que conducirán finalmente al aumento de la productividad. Se tiene claro, que al conseguir un aumento en la producción, se disminuye el riesgo de perder empleados por la eficiencia que presenta la empresa al poder costearlos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una evaluación de la dieta suministrada al inventario de ganado presente en la Finca la Montañita mediante la aplicación de perfiles metabólicos con el fin de originar un sistema de manejo alimentario que aporte en forma balanceada los distintos nutrientes requeridos por las animales de acuerdo a su estado productivo y al mismo tiempo, minimizar la patología metabólica y optimizar los resultados reproductivos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Valorar los distintos componentes de la ración suministrada al inventario de ganado en términos de calidad y cantidad.
- Evaluar el funcionamiento de las vías metabólicas en un grupo de individuos homogéneos en cuanto a sus características productivas, sanitarias y nutricionales que representen al hato en sus diferentes divisiones (preparto, primer tercio y segundo tercio de lactancia) por medio de perfiles metabólicos.
- Establecer posibles desequilibrios nutricionales del hato lechero mediante el análisis de los resultados del perfil metabólico.
- Detectar posibles problemas sanitarios relacionados con la producción, problemas metabólicos latentes en el hato y alteraciones metabólicas que puedan afectar el comportamiento reproductivo.
- Realizar análisis bromatológicos del ensilaje de maíz suministrado y del forraje pastoreado por las vacas.
- Ajustar las raciones de suplementos dados a las vacas teniendo en cuenta los resultados arrojados por los bromatológicos del alimento base que es el pasto.
- Orientar a los empleados en el uso y la importancia de cada componente de la dieta.

### **3. GENERALIDADES DE LA FINCA LA MONTAÑITA**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

La finca La Montañita se encuentra ubicada en el Municipio de San Pedro de los Milagros perteneciente a Colombia, localizado en la subregión norte del departamento de Antioquia. Limita con los Municipios de Belmira y Entreríos al Norte, al Oriente con Don Matías, al sur con Bello, Girardota y Copacabana y al Occidente con San Jerónimo.

El municipio de San Pedro de los Milagros está situado sobre la cordillera Central del sistema Andino que forma la subregión del Altiplano Norte clasificándose como zona ecológica de bosque subandino.

Específicamente, la finca La Montañita está en latitud N 06°27,146' y en longitud WO 75°36,230', a una altura de 2.551 m.s.n.m., altura perteneciente a clima frío con una temperatura media de 14° C presentándose variaciones entre los 13°C y los 16°C, además posee una humedad relativa del 79%.

#### **3.2 EXTENSIÓN**

La finca La Montañita tiene una extensión de 170 hectáreas, de las cuales 41,9 Ha están destinadas a la ganadería de leche, 8,3 Ha al levante de terneras, en 1 Ha se encuentra la infraestructura: una sala de ordeño, la bodega, un establo para terneras, los corrales de entrada y salida de la sala de ordeño, un rancho para el tractor y la casa del mayordomo, y las 118,8 Ha restantes se encuentran en bosque natural.

#### **3.3 TOPOGRAFÍA Y SECTORIZACIÓN POR CALIDAD DE SUELOS**

La finca la Montañita presenta gran variedad en su topografía, pudiendo encontrar diferentes clasificaciones. A continuación se describe en forma de porcentaje la distribución que ocupa en la finca: zona ondulada 65%, zona plana 20% y zona pendiente 15%. Dadas estas condiciones, en la mayoría de las partes planas se encuentran casi permanentemente inundadas en épocas de invierno, en donde el ganado no puede entrar a pastorear fácilmente y se convierten en área perdida para la productividad.

La tipificación del suelo tiene las siguientes características, tanto en zona plana como en zona pendiente es muy ácido; la condición textural es arenoso-franco, esto hace que sea de una buena aireación y drenaje pero dificulta la retención de nutrientes ya que las arenas son inertes desde el punto de vista químico, los niveles de minerales presentes son bajos y un excesivo valor en aluminio. Los datos anteriores fueron arrojados por un análisis de suelo realizado en laboratorio en el año 2004. Se debe tener en cuenta que a partir de allí se han

realizado programas de fertilización que pueden cambiar los resultados químicos.

### 3.3.1 Resultado físico:

<i>TEXTURA ARENOSO - FRANCO</i>		
Arena	80	%
Limo	18	%
Arcilla	2	%

<i>PH</i>	<i>C.O %</i>	<i>CICE</i>
5,12	11,15	6,03

<i>Mg</i> (meq/100)	<i>Ca</i> (meq/100)	<i>Al</i> (meq/10)	<i>K</i> (meq/100)	<i>Na</i> (meq/100)
1,15	3,25	1,16	0,32	0,15

<i>Fe (ppm)</i>	<i>B (ppm)</i>	<i>Cu (ppm)</i>	<i>Mn (ppm)</i>	<i>Zn (ppm)</i>	<i>P (ppm)</i>	<i>S (ppm)</i>
37	0,04	0,40	10	5,10	12	32

<i>RELACIONES CATIONICAS</i>	
Ca/Mg	2,82:1
Ca/K	10,24:1
Mg/K	3,63:1
(Ca+Mg)/K	13,86:1

### 3.3.2 Resultado químico:

<i>pH: 5,12</i>	Muy ácido
-----------------	-----------

Significa que hay una limitada disponibilidad de elementos como el Fósforo, Magnesio, Calcio y Potasio y toxicidad de Aluminio.

<i>C.O%: 11,15</i>	Alto
--------------------	------

Indica limitada la descomposición y mineralización de la materia orgánica debida a las condiciones ácidas del suelo, la altitud y la baja temperatura. Se

recomienda aplicar correctivos como cales agrícolas para corregir esta situación.

---

*P: 12 ppm*      *Bajo*

---

Con estos valores se afecta procesos de radiculación, crecimiento y desarrollo del cultivo. Se afecta la absorción de elementos como el Calcio y el Magnesio.

---

*K: 0,32 meq/100*      *Medio*

---

Favorece la utilización de la luz en tiempo frío y nublado, por lo tanto aumenta la resistencia de la planta al frío, condiciones adversas y a enfermedades. Un valor deficiente, afecta procesos de fotosíntesis, metabolismo de carbohidratos y proteínas.

---

*Mg: 0,15 meq/100*      *Bajo*

---

Es un elemento importante en el metabolismo energético de las plantas, al igual que es un agente importante en la absorción del Fósforo.

---

*Ca: 3,25 meq/100*      *Medio*

---

Interviene en la radiculación de las plantas, la estructura de los tallos y la absorción de elementos como Fósforo y el Magnesio. Actúa como activador de las enzimas.

---

*Al: 1,16 meq/100*      *Excesivo*

---

Valores excesivos producen un limitado crecimiento y actividad de las raíces. Es necesario controlarla con enmiendas o correctivos. Además, esto afecta los valores de pH, Fósforo, Calcio y Magnesio.

---

*Fe: 37 ppm*      *Bajo*

---

Forma parte de muchas enzimas, es necesario para la síntesis de la clorofila y actúa como portador de oxígeno.

---

*B: 0,04 ppm*      *Deficiente*

---

Este valor afectaría los niveles de proteína, el nivel de carbohidratos de las plantas y el crecimiento radicular se atrofia.

---

*Cu: 0,40 ppm*      *Deficiente*

---

Elemento activador de enzimas y precursor de la vitamina A.

---

*Mn: 10 ppm*                      Medio

---

Tiene funciones en el sistema enzimático de la planta. Tiene un rol importante en la conversión del nitrógeno en forma de nitratos, también participa en la fotosíntesis al ayudar a la síntesis de la clorofila y aumenta la disponibilidad del P y el K.

---

*Zn: 5,10 ppm*                      Alto

---

Elemento altamente influenciado por el Hierro. En valores bajos llega a limitar el desarrollo de las pasturas jóvenes. Además, afecta la síntesis de proteína y el transporte de carbohidratos y contribuye a la utilización del P y N en las plantas.

### **3.4 POTREROS**

La finca La Montañita cuenta con 59 potreros, de los cuales 45 son destinados a la lechería especializada, 13 al levante de terneras y 1 restante al cultivo de alfalfa.

**3.4.1 Reconocimiento y distribución de potreros:** En la totalidad del área productiva de la finca se han establecido en un 75% pasto kikuyo, 15% falsapoa, 8% reygrass y el 2% restante se considera maleza.

Los potreros están divididos de acuerdo al grupo de los animales que los pastorean de la siguiente manera:

- **Destinados a las vacas de producción de leche:**
- ♦ *Ganado con problemas pódales:* por su estado de salud requieren de los potreros mas cercanos a la sala de ordeño, con el fin de no caminar largas distancias en el desplazamiento hacia a éste. Los potreros asignados son los siguientes: (véase tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción de los potreros destinados al ganado con problemas pódales.

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCU	DES	FERTILIZANTE	LORSBAN+FOLIAR
						# BULTOS	# BOMBAS
1	RIELES	9805,5	1,0	4	35	5	7
2	SALADEROS	6675,0	0,7	2	33	3	5
3	LOMA	5825,4	0,6	2	37	3	5
4	CANOA	8365,4	0,8	4	35	5	8
5	PINOS	10404,0	1,0	4	35	5	8
6	CIENAGA	10152,0	1,0	3	36	4	6
7	FILO	10000,0	1,0	3	36	4	6
8	ESQUINA	12000,0	1,2	3	36	5	6
9	COLMENA	5503,8	0,6	2	37	4	5
10	SINAI	7531,9	0,8	3	36	5	6
11	ESTABLO	6640,7	0,7	2	37	4	6
12	PERRERA	9448,3	0,9	4	35	5	6
12-A	CORRALES	8473,1	0,8	3	36	4	5
					ROT	39	
						Días	

OCU: Tiempo de ocupación del potrero.

DES: Tiempo de descanso del potrero.

ROT: Días que dura la rotación de ese lote de animales por los potreros.

- ♦ *Ganado de alta producción:* los potreros asignados a este lote de vacas son ondulados y en su mayoría se presentan partes planas. Se encuentran ubicados a una mediana distancia a la sala de ordeño ya que son pastoreados por los animales en preparto cercano (un mes antes del parto), recién paridos, en picos de lactancia y con altas producciones de leche. Los potreros asignados son los siguientes: (véase tabla 2).

**Foto 1.** Potreros destinados al ganado de alta producción.



**Tabla 2.** Descripción de los potreros destinados al ganado de alta producción.

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCU	DES	FERTILIZANTE	LORSBAN+FOLIAR
						# BULTOS	# BOMBAS
13	NACIMIENTO	22494,0	2,2	8	45	9	10
14	PAPERERA	8993,0	0,9	4	49	4	4
15	CURVA	13098,0	1,3	6	47	5	5
16	FALDON	7703,0	0,8	4	49	3	4
17	MONTAÑA	11858,0	1,2	4	49	5	7
18	LADERA	15548,0	1,6	7	46	6	9
19	QUIEBRA	12725,0	1,3	4	49	5	6
20	TANQUE	7081,2	0,7	2	51	3	5
21	BAJO	7687,9	0,8	2	51	3	5
22	RIACHUELO	5706,4	0,6	3	50	3	5
23	ROBLE	6032,4	0,6	2	51	3	5
24	LAGO	23510,0	2,4	7	46	8	5
					ROT	53	
						Días	

OCU: Tiempo de ocupación del potrero.

DES: Tiempo de descanso del potrero.

ROT: Días que dura la rotación de ese lote de animales por los potreros.

- ♦ *Ganado de baja producción:* los potreros asignados a éste lote de vacas son en tercer lugar los mas alejados a la sala de ordeño, teniendo que recorrer largas distancias todos los días. Se caracterizan por ser ondulados con mucha de su área plana que favorece la retención de agua siendo así más difícil el pastoreo. Los potreros son: (véase tabla 3).

**Tabla 3.** Descripción de los potreros destinados al ganado de baja producción.

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCU	DES	FERTILIZANTE	LORSBAN+FOLIAR
						# BULTOS	# BOMBAS
25	PASO	7193,0	0,7	5	44	4	5
26	PAISAJE	8745,0	0,9	5	44	3	4
27	MIRADOR	11931,0	1,2	8	41	8	8
28	EL CHILCAL	8623,4	0,9	4	45	4	5
29	REPRESA	7390,0	0,7	3	46	3	4
30	CORRALEJA	5851,0	0,6	4	45	4	4
31	POSTE	6215,0	0,6	5	44	5	5
32	TALANQUERA	7968,5	0,8	3	46	3	5
33	RECREEO	9334,9	0,9	2	47	4	7
34	LINDERO	7897,7	0,8	4	45	5	7
35	PLAN	10775,0	1,1	4	45	5	5
36	EUCALIPTERA	9558,8	1,0	2	47	4	5
					ROT	49	Días

OCU: Tiempo de ocupación del potrero.

DES: Tiempo de descanso del potrero.

ROT: Días que dura la rotación de ese lote de animales por los potreros.

- ♦ *Ganado horro*: el ganado horro pastorea 6 potreros que son los más alejados de la finca, ya que estos animales después de secados son llevados allí y regresan un mes antes del parto. Tienen una rotación de 52 días, con una ocupación en promedio de cada uno de 7 días y un periodo de descanso de 45 días. Los potreros son los siguientes: (véase tabla 4).

**Tabla 4.** Descripción de los potreros destinados al ganado horro

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	FERTILIZANTE # BULTOS	LORSBAN+FOLIAR # BOMBAS
37	HORRO 1				
38	HORRO 2	11515,0	1,2	6	6
39	HORRO 3	11353,0	1,1	5	5
40	HORRO 4				
41	HORRO 5	36254,9	3,6	15	7
42	HORRO 6				

Cercano a la casa y con directa visibilidad están ubicados tres potreros pequeños destinados a los animales enfermos y en parto cercano para hacer seguimiento y cuidados especiales. Los potreros son: (véase tabla 5).

**Tabla 5.** Descripción de los potreros destinados a los animales enfermos, en cuarentena o próximos a parir

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	FERTILIZANTE # BULTOS	LORSBAN+FOLIAR # BOMBAS
43	RANCHO	3174,9	0,3	1,5	2
44	ENFERMERIA	1006,3	0,1	0,25	1
45	CUARENTENA	1097,1	0,1	0,25	2

- **Destinados al levante de terneras**

- ♦ *Terneras en destete*: a estos potreros llegan las terneras que después de restringirles totalmente la leche salen de los terneriles a balde estaca a los alrededores de casa para adaptarse a la intemperie y al consumo de pasto fresco para luego salir a potrero. Son de una topografía plana en su mayor parte del área para evitar accidentes ya que es la primera vez que se sueltan a pastorear. Para lograr obtener pastos con más

tiempo de descanso se trabaja con doble cerca por detrás del pasto ya consumido recientemente. Los potreros son los siguientes: (véase tabla 6).

**Tabla 6.** Descripción de los potreros destinados a las terneras en destete.

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCUPACIÓN	DESCANSO	FERTILIZANTE # BULTOS
5	BROCHE	9616,0	1,0	25	25	3
6	CORRALEJA			25	25	
ROTACIÓN					50 Días	

- ♦ *Terneras en pre servicio:* estos potreros son pastoreados por las terneras que se les están esperando la edad o el peso de servicio. Son lotes con una fuerte inclinación que favorece el desarrollo de la fortaleza de los animales. Los siguientes son los potreros destinados a las terneras en pre servicio: (véase tabla 7).

**Tabla 7.** Descripción de los potreros destinados a las terneras en pre servicio

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCUPACIÓN	DESCANSO	FERTILIZACIÓN # BULTOS
8	CARATE			22	44	
9	FALDA	23633,1	2,4	22	44	9
10	LOMA			22	44	
ROTACIÓN					66 Días	

- ♦ *Novillas servidas:* son los potreros que pastorean las novillas que ya han sido servidas y se les espera la confirmación de la preñez. Son potreros con una topografía plana en su mayoría de área. Son los siguientes: (véase tabla 8).

**Tabla 8.** Descripción de los potreros destinados a las novillas servidas

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCUPACIÓN	DESCANSO	FERTILIZACIÓN # BULTOS
11	TANQUE	4958,1	0,5	12	32	2
12	CORDILLERA	3796,9	0,4	10	34	2
13	COLORADO	5145,5	0,5	12	32	2
14	MONTE	4497,7	0,4	10	34	2
ROTACIÓN					44 Días	

- ♦ *Novillas preñadas:* estos potreros son los que están destinados a la ocupación por las novillas preñadas cuando los animales ya han alcanzado un mayor tamaño. Salen de este lote cuando les falta un mes para el parto. Los potreros son los siguientes: (véase tabla 9).

**Tabla 9.** Descripción de los potreros destinados a las novillas preñadas

#	NOMBRE	ÁREA	Ha	OCUPACIÓN	DESCANSO	FERTILIZACIÓN # BULTOS
1	QUEBRADA	12186,0	1,2	12	38	4
2	PAPERA	11601,0	1,2	9	41	3
3	PASTUZO			9	41	
4	ALFALFA	10000,0	1,0	10	40	3
7	UVO	7877,7	0,7	10	40	3

ROTACIÓN 50 Días

- Ver la descripción de los fertilizantes usados en el ANEXO A.

**3.4.2 Sistemas de pastoreo utilizado:** La finca La Montañita tiene establecido el sistema de pastoreo rotacional que permite mantener capacidades de carga alta, se puede hacer un mejor uso de fertilizantes, facilita el manejo del ganado y permite un control más integral de malezas y el esparcimiento adecuado del estiércol.

Los promedios para el sistema rotacional de la finca La montañita son: en la lechería el periodo de rotación es de 47 días, el periodo de ocupación es de 4 días y el periodo de recuperación o descanso es de 42 días; y en el levante el periodo de rotación es de 46 días, el periodo de ocupación es de 17 días y el periodo de recuperación o descanso es de 36 días

Se pretende garantizar que el forraje pastoreado por las vacas sea de la mejor calidad posible teniendo en cuenta que no se pueden consumir pasturas muy jóvenes bajas en fibra, con alta cantidad de agua y que además presentan residuos del fertilizante ni del insecticida; se busca que el forraje tenga un periodo de descanso entre 40 y 55 días para garantizar la mejor calidad de éste a los animales.

**3.4.3 Carga animal:** El área productiva de la finca La Montañita tiene una capacidad de carga de 3 vacas por hectárea. La carga animal actual en 41,4 Ha, área destinada a la lechería es de 2,5 vacas por ha.

**3.4.4 Lista de malezas predominantes y métodos de control:** En la explotación se presenta una mínima presencia de malezas, ya que son controladas con productos herbicidas según sea su clasificación en hoja angosta y hoja ancha para mayor eficacia. Las malezas predominantes son las siguientes:

- Lengua de vaca (*Chaptalia nutans*): se presenta en los potreros más cercanos a la sala de ordeño. Se controla con TORDON 50.
- Espartillo (*Scirpus sp.*): su presencia es en todos los potreros en una mínima cantidad. Se controla con RUNDAP ó PANCER.
- Mora: su presencia es mínima y se encuentra esporádicamente en los bordes de las cercas de los potreros. Su control se realiza con RUNDAP ó PANCER.
- Junco (*Juncus conglomeratus*): se encuentra en las partes bajas de la finca con presencia de encharcamiento permanente. No se hace ningún control para esta maleza.

**3.4.5 Bebederos, cercas y saladeros:** Los bebederos y saladeros son móviles siguiendo la rotación de cada lote de animales de la explotación siendo de la siguiente manera: los lotes de ganado cojo y alta producción cuentan con dos bebederos y un saladero cada uno; los lotes de ganado de baja producción, horro y enfermería tienen un bebedero y un saladero cada uno; los lotes de vacas supremamente cojas que están estabuladas y las de exposición cuentan solo con un bebedero cada uno. En el total de la lechería hay nueve bebederos y cuatro saladeros. Los animales en levante están divididos en cuatro lotes, cada uno con un bebedero y un saladero.

La división de los potreros de la explotación, tanto los de la lechería como los del levante están divididos por doble y triple cerca con alambre dulce de acero en calibre 18 usado para alto voltaje, con estacones en madera ubicados en un promedio a 5 metros de distancia. Las franjas que se disponen varias veces al día para el pastoreo son manejados con un solo alambre dulce en calibres 14 y 16 para facilidad de manejo.

**3.4.6 Caminos y carreteras:** El área dispuesta a la lechería cuenta con cuatro caminos hechos en cemento que se dirigen a la sala de ordeño permitiendo el acceso a todos los potreros para el desplazamiento de las vacas.

A la finca se tiene acceso por un desvío de la carretera de la vereda, que continua al interior de la explotación pudiendo tener un acceso de tractor hacia una zona de potreros que se encuentran alejados, permitiendo con esto el transporte de insumos como abonos, silo y concentrado hacia esos sitios.

## **3.5 INFRAESTRUCTURA ENCONTRADA**

**3.5.1 Sala de ordeño:** La sala cuenta con seis puestos de ordeño simultaneo, cada una con su comedero, pezoneras y medidores. Es abierta lo que favorece el secado después de la lavada y desinfectada. Se cuenta con dos entradas, cada una con pediluvio los cuales son llenados con agua, Formol y Sulfato de Cobre para el lavado y previa desinfección de las pezuñas. A la salida se encuentra colgada una Asuntolera por la que tiene que pasar cada vaca para el control de la mosca. (Véase foto 1).

**3.5.2 Corrales:** Son dos corrales, uno es el recibe las vacas previas al ordeño y otro que está ubicado a la salida de la sala de ordeño para recibier a las vacas.

**3.5.3 Sala de tanque de enfriamiento:** Se cuenta con dos tanques de refrigeración de la leche ordeñada, uno con capacidad de 1600 Litros de leche y el otro para 1800 Litros. (Véase foto 2).

**3.5.4 Foso estercolero:** Es un tanque hecho en cemento para almacenar los residuos de la sala de ordeño. Este tiene una capacidad de 1500 Litros aproximadamente y es evacuado cada 2 días como un fertilizante a potreros aledaños para no rebosarlo.

**3.5.5 Terneril:** Es un establo realizado en madera en el se mantienen estabulada terneras en leche y animales de exposición para cuidarlos de la intemperie. Cada corral cuenta con comedero, bebedero y saladero.

**3.5.6 Bodega:** Allí se guardan los fertilizantes, concentrados, silo, heno, sales mineralizadas y herramientas de trabajo.

**3.5.7 Oficina:** Es donde se mantiene almacenada toda la información escrita que hay de la finca, organizada por carpetas y donde se puede encontrar información pasada de la explotación. También se guarda allí todos los medicamentos, el tanque de semen, desinfectantes y sellantes de pezones.

**3.5.8 Establo:** Fue construido recientemente y temporalmente para vacas con un grado de laminitis muy avanzado, las cuales han perdido su condición corporal y no pastorean del dolor tan intenso. Se pretende alejar a estas vacas de la humedad en los potreros y alimentar constantemente para lograr una recuperación exitosa de la cojera.

**Foto 2.** Sala de ordeño de la Finca La Montañita.



**Foto 3.** Sala de tanque de enfriamiento.



### 3.6 INVENTARIO Y GRUPOS GENÉTICOS

La finca La Montañita se especializa en levantar, comprar o vender hembras de la raza holstein de alto valor genético, es decir, con certificados de pureza de todos los animales. Animales que nazcan en la finca que no sean de la raza son vendidos como descarte así sean hembras. (Véase tabla 10).

**Tabla 10.** Clasificación del inventario de ganado.

<i>INVENTARIO DEL GANADO</i>	<i># DE ANIMALES</i>
Vacas en ordeño	73
Vacas horas	20
Novillas en parto	5
Terneras en levante	43
Toros	1
<b>TOTAL</b>	<b>152</b>

**Foto 4.** Vacas de alto valor genético.



#### 3.6.1 Clasificación del ganado de acuerdo a parámetros establecidos para la finca.

- **Vacas:** Los parámetros son: buena producción de leche con picos altos y persistentes en el tiempo, buena conformación de la ubre y patas, que tengan mucha fortaleza, facilidad al parto y baja incidencia de mastitis, que retornen fácilmente al celo después del parto y que el intervalo entre partos sea el ideal, que la vida útil de los animales sea mas de cuatro partos como mínimo o que permanezca por más de 7 partos en el hato. Si la vaca no es muy buena se busca que para sus hijas haya potencial de mejoramiento.
- **Toro:** Los parámetros son: buena libido, que venga de un hato libre de tuberculosis y brucelosis y que sea virgen. Para el toro solo importan las características antes mencionadas ya que se introdujo recientemente a la explotación para que detectara calores silentes que están afectando los

parámetros productivos y reproductivos por la alta tasa de días abiertos, inseminaciones por concepción, y baja tasa de natalidad.

- **Novillas:** Los parámetros son: alta ganancia de peso teniendo en cuenta que no sean obesas, buena conformación del hueso, patas y ancas, que tengan mucha fortaleza y profundidad de barril, en conclusión que muestren el tipo lechero y que se puedan preñar a los 380 kg de peso vivo o a los 18 meses de edad.

- **Terneritas:** Los parámetros son: desarrollo precoz, en cuanto a tamaño, barril, presencia de calores, que sean amplias de pecho y que no junten los corvejones es lo ideal para la encontrar una buena conformación de patas desde que están en la edad joven.

### 3.7 SANIDAD ANIMAL

El manejo de la sanidad en la explotación se hace de acuerdo a la edad para el levante y para las vacas que ya han entrado a producción se hace de acuerdo a los eventos que se presentan, así se va a describir de la siguiente manera:

A los terneros recién nacidos se les desinfecta el ombligo y se le da el calostro de la madre. Cumplidos los tres meses de edad se purga por primera vez a las terneritas, se sigue cada dos meses y dependiendo de la condición corporal se decide aplicar vitamina.

Después del servicio a las novillas no se desparasita continuamente como se hacía antes y a los 5 meses de estar preñada a las mas quedadas del lote se les purga con un producto oral para no causar abortos y se les aplica vitamina. Las vacas adultas se desparasitan al momento parto y al secado. Los productos usados en la finca son Panacurt, Bayver y Hepadex. Para controlar la mosca se utiliza una Asuntolera de Bayer a la salida del ordeño diariamente y se bañan los animales cada seis meses con Cipermetrina o Tiguvon. En los animales jóvenes solo se utiliza Tiguvon para control de la mosca..

El plan de vacunación usado es el siguiente:

- Triple (3 carbonos): a los 3 meses de edad y se repite a los 15 días. Se revacuna cada año.
- Brucela: se vacuna en ciclo o desde los 3 meses de edad.
- Aftosa: se vacuna en ciclo. (El ciclo de la finca se encuentra un mes atrasado).
- IBR, Leptospira y DVB: cada año en enero.
- Estomatitis: cada año.

La finca La Montañita esta certificada como hato libre de brucelosis y tuberculosis.

Lo anterior es para lo que se tiene control en la explotación, los demás percances en cuanto a sanidad se tratan de acuerdo a indicaciones del Médico Veterinario.

La interrupción de la lactancia de una vaca o lo que llamamos comúnmente como el secado de las vacas se hace con Masticilina Secado. Cuando se encuentran casos de mastitis clínica en alguno de los cuartos de un animal, éste es retirado inmediatamente del cubículo de ordeño y se deja de última para así no contaminar las pezoneras e infectar otras vacas. La leche contaminada con mastitis se descarta inmediatamente. El tratamiento se realiza con Masticilina Lactación y Amoxisol o Baytril Max.

El tratamiento para la laminitis o cojera, la enfermedad que más se presenta en la explotación se trata con Tylan o Cefalexina 200 que son antibióticos, Flumevet o Butasinol para la inflamación y el dolor y podología clínica. También se realiza el secado de vacas con laminitis que estén preñadas y con baja producción de leche.

Otra enfermedad que tiene alta incidencia en la explotación es la Anaplasma. Para ésta se hace un tratamiento con Oxitetraciclina de 110' o 120' por 5 días, Dextrosa al 5% y vitaminas del complejo B.

### **3.8 REGISTROS LLEVADOS**

La finca La Montañita tiene un formato definido desde el nacimiento o una nueva llegada para cada animal, en donde se debe anotar cada eventualidad en la reproducción y la sanidad. Se maneja también una agenda diaria donde se anota por fechas todo lo que ocurrió en el día. Con los registros individuales y la agenda diaria se reportan sistemáticamente cada mes al software Interherd, manejado por la Corporación Antioquia Hosltein y estos llevan una información actualizada de la cual se puede hacer uso en cualquier momento al solicitarla. Aparte de la anterior sistematización de los datos, también se registra cada mes la información a la Asociación Holtein los cuales mensualmente envían un informe actualizado sobre los estados productivos y reproductivos del hato.

El trabajo conjunto de la toma de nota diaria de los eventos de la finca y la sistematización de la información da como resultado la tecnificación de la finca.

La finca La Montañita tiene un formato definido desde el nacimiento o una nueva llegada para cada animal, en donde se debe anotar cada eventualidad en la reproducción y la sanidad. Se maneja también una agenda diaria donde se anota por fechas todo lo que ocurrió en el día. Con los registros individuales y la agenda diaria se reportan sistemáticamente cada mes al software Interherd, manejado por la Corporación Antioquia Hosltein y estos llevan una información actualizada de la cual se puede hacer uso en cualquier momento al

solicitarla. Aparte de la anterior sistematización de los datos, también se registra cada mes la información a la Asociación Holtein los cuales mensualmente envían un informe actualizado sobre los estados productivos y reproductivos del hato.

El trabajo conjunto de la toma de nota diaria de los eventos de la finca y la sistematización de la información da como resultado la tecnificación de la finca.

### 3.9 EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE LA EXPLOTACIÓN

En la tabla 11 se describen los parámetros de productividad de la Finca La Montañita.

**Tabla 11** Parámetros indicadores de productividad de la explotación.

# VACAS	103
<i>ESTADO DE FERTILIDAD ACTUAL</i>	
Vistas en calor	75 (73%)
Servidas	74 (72%)
Confirmadas preñadas	50 (49%)
<i>PARÁMETROS DE FERTILIDAD</i>	
Días parto – 1° calor	123
Días parto – 1° servicio	137
Días parto – concepción	252
Días 1° servicio – concepción	112
<i>ESTADO DE LACTANCIA</i>	
Lactando	69 (67%)
Secas	34 (33%)
<i>PARÁMETROS DE LACTANCIA</i>	
Duración de la lactancia (días)	341
Producción por lactancia (Kg)	5936
Producción a 305 días (Kg)	5417
<i>PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN</i>	
Litros/vaca/día	15,8
Litros/hectárea/año	10070,16
Litros/hombre con ordeño mecánico	231

**3.9.1 Niveles críticos de productividad:** Para hablar de los niveles críticos de productividad en una lechería especializada, se deben establecer los puntos de equilibrio en la producción de la explotación. La finca La Montañita en algunos de los parámetros establecidos se encuentra por debajo, arrojando perdidas de la productividad. Los parámetros establecidos de producción en su punto de equilibrio son los siguientes:

- 17 Litros/vaca/día

- 5800 Litros a 305 días/vaca
- 17.000 Litros/Ha/año
- 350 Litros/hombre con ordeño mecánico

### **3.9.2 Indicadores de manejo:**

- Fecha de nacimiento
- Fecha de servicio
- Fecha de servicio efectivo
- Edad al primer servicio
- Edad al primer parto
- Fecha de parto
- Fecha de secado
- Fecha de inicio de preparación para el parto
- Producción de litros diarios por vaca
- Lactancias
- Estado de salud
- Vacas para palpación

## **3.10 POLÍTICAS Y METAS DE LA EMPRESA**

### **1.10.1 Políticas de la empresa:**

- Normatividad ISO 9001 de la versión 2000: Sistemas de gestión de la calidad en los procesos y Mejoramiento continuo.
- Normatividad ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.
- Política productiva con BPG (Buenas Prácticas Ganaderas), Decreto 616, febrero 2006: Inocuidad en la producción de leche.
- Manejo administrativo central con políticas definidas de remuneración, vinculación y capacitación.

### **1.10.2 Metas de la empresa**

- En producción alcanzar 1800 Litros con 100 vacas en ordeño.
- Ser un centro de genética reconocido.

#### 4. PERFILES METABÓLICOS, BASES METODOLÓGICAS PARA SU INSTRUMENTACIÓN

“Los análisis sanguíneos han recibido diferentes nombres desde hace varios años; se les conoce, entre otros, como valores hematoquímicos, cuadro hematoquímico, cuadro sanguíneo, composición química de la sangre, bioquímica sanguínea, y más recientemente, perfiles metabólicos.

No fue sino hasta 1970 cuando, en la ciudad de Crompton, un grupo de investigadores ingleses definió el término de “perfil metabólico” (Payne y cols., 1970), un método diagnóstico basado en las mediciones hematoquímicas en grupos representativos de animales, que permite la evaluación de los desórdenes metabólicos y el estado de salud y nutricional de los rebaños lecheros y explotación intensiva”<sup>2</sup>.

Según Ceballos<sup>3</sup> un perfil es un conjunto de determinaciones o análisis de laboratorio que permiten caracterizar un órgano o un sistema orgánico en particular, en el caso de rebaños lecheros, el perfil metabólico ofrece la posibilidad de evaluar el funcionamiento de las vías metabólicas en un grupo de individuos homogéneos en cuanto a sus características etarias, productivas, sanitarias y nutricionales”.

“En un sentido más amplio, se puede definir el 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 indicadores del balance de algunas vías metabólicas, y se *comparan sus resultados con los valores de referencia de la población*.

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 ello, a la definición de las alteraciones metabólicas. Su uso se proyectó, además, para la predicción de la conducta reproductiva de las vacas después del parto y el control de la hipofertilidad bovina.

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

---

<sup>2</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: El perfil metabólico. Bases metodológicas para su instrumentación. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 1.

<sup>3</sup> CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro. Interpretación de perfiles metabólicos en bovinos [monografía en CD-ROOM]. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas. 1 cd-room.

tanto en razas de leche como de carne, y algunos metabolitos del perfil están ya bajo el cierto control de la genética”<sup>4</sup>.

#### **4.1 VENTAJAS<sup>5</sup>**

Las ventajas que ofrece el desarrollo de un perfil metabólico en una población determinada son las siguientes:

- a) Entregan información sobre diversos problemas sanitarios relacionados con la producción.
- b) Permite determinar la funcionalidad de las vías metabólicas relacionadas con la ingestión de nutrientes en la ración.
- c) Es posible encontrar problemas metabólicos latentes en el hato.
- d) Es un indicador indirecto del aporte de nutrientes en la ración.
- e) Es posible establecer los períodos donde hay limitaciones de tipo cualitativo y cuantitativo en el aporte de nutrientes.
- f) Mediante su análisis es posible detectar alteraciones metabólicas que pueden afectar el comportamiento reproductivo.
- g) Se puede analizar si los cambios introducidos en una dieta determinada produjeron los cambios que se estaban esperando.
- h) Elimina la baja especificidad que tiene la producción de leche, cambios en la condición corporal, cambios de peso, etc. para el análisis de cambios de dieta.
- i) El perfil responde los siguientes interrogantes: ¿Hay fallas en el manejo nutricional? ¿Cuál es la falla? ¿Hay fallas que están latentes y no se han detectado?

#### **4.2 LIMITACIONES<sup>6</sup>**

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 cierto desarrollo tecnológico de los laboratorios para garantizar la confiabilidad de los análisis. En segundo lugar, se requiere la implantación y validación de técnicas que posibiliten la masificación del diagnóstico y, principalmente, que correspondan a la sensibilidad de las variables seleccionadas, es decir, que el metabolito objeto de estudio sea sensible al procedimiento analítico, y esté libre de la interferencia de otras sustancias que puedan falsear los resultados obtenidos.

Por otro lado, deben resolverse los problemas de especificidad del objeto de investigación, ya que diferentes alteraciones metabólicas presentan perfiles similares; se requiere entonces profundizar en la anamnesis, puesto que una misma variable se relaciona con más de un proceso metabólico particular.

---

<sup>4</sup> ALVAREZ CALVO, Jorge Luis, Op. cit., p. 1.

<sup>5</sup> CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro, Op. cit., p. 2.

<sup>6</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis, Op. cit., p. 1 y 2.

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 la sangre, fundamentalmente por los variados mecanismos homeostáticos que tienen lugar en el organismo y las interferencias en el metabolismo, en particular, aquellas que se presentan durante los procesos de absorción.

Una última consideración, no menos importante, tiene que ver con los costos del diagnóstico bioquímico, motivados fundamentalmente por los reactivos, el equipamiento, el personal especializado y las acciones de control de calidad requeridos, todo lo cual, no obstante, garantiza la confiabilidad de los resultados.

### **4.3 METABOLITOS DEL PERFIL METABÓLICO<sup>7</sup>**

La determinación del perfil metabólico no constituye un esquema rígido de trabajo, pues el número de indicadores que lo integran puede ser seleccionado por el médico veterinario, en función del problema que se vaya a evaluar.

Los metabolitos que se seleccionen deben tener concentraciones en el fluido biológico lo suficientemente estables para que ofrezcan confiabilidad en los muestreos; tiene que existir, además, basamento fisiológico de interpretación cuando se determinen concentraciones anormales.

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

**4.3.1 Metabolitos convencionales:** Son las constantes hematoquímicas comúnmente establecidas, tales 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 más importantes involucradas con la producción. Sus concentraciones sanguíneas, en la mayoría de los casos, están reguladas por el balance entre el aporte de la dieta y sus productos o vías de eliminación. Actualmente este grupo queda reducido, por lo general, a las determinaciones del B-OH butirato, las proteínas totales, la albúmina, la urea y el fósforo inorgánico, pues brindan una información rápida y precisa del metabolismo animal.

**4.3.2 Metabolitos no convencionales:** Son los indicadores hematoquímicos incluidos por el médico veterinario de acuerdo con la problemática que se sospecha. Así, entre otras variables, están los oligoelementos cobre y cinc, PBI (Proteína Breeding Iodine: proteína ligada al yodo) y tiroxina, y algunos

---

<sup>7</sup> Ibid., p. 2.

indicadores del funcionamiento hepático como las transaminasas y la bilirrubina, el colesterol, la glutatión peroxidasa y los cuerpos cetónicos.

#### **4.4 INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES METABÓLICOS**

**4.4.1 Indicadores asociados al metabolismo energético del rumiante<sup>8</sup>:**  
Para la correcta interpretación de los resultados obtenidos en los análisis de los indicadores bioquímicos, es indispensable un adecuado conocimiento de aquellos indicadores que constituyen los perfiles metabólicos.

Para poder establecer cualquier desvío nutricional o patológico en los indicadores del perfil metabólico hay que considerar, independientemente de la interrelación aportes-metabolismos-egresos, las cantidades que se ofertan de otros elementos con los cuales se establecen relaciones metabólicas, como sucede con la mayoría de los minerales y la urea, esta última dependiente tanto del aporte proteico como del aporte energético de la ración.

Cualquier alteración metabólica tiene que analizarse críticamente, considerando todos y cada uno de los elementos involucrados, a los cuales se suman otras fuentes de variación no menos importantes, tales como la época del año y su relación con la disponibilidad y calidad de los alimentos, la raza y la variabilidad entre individuos.

Como prerrequisito invariable, es necesario contar con una amplia anamnesis del hato, que refleje con claridad los antecedentes de alteraciones metabólicas y los datos de la química sanguínea actual, con el fin de responder si los valores sanguíneos para determinado nivel de producción son normales o no.

Hay que relacionar, entonces, los cambios en los indicadores bioquímicos con las variaciones que se producen en la condición corporal de las vacas, considerando algunos interrogantes como los siguientes: ¿Los resultados obtenidos en la bioquímica sanguínea son normales para producir 5 litros o para producir 20 litros de leche? ¿Resultan anormales para producir 10 litros y normales para 5 litros? ¿Anormales para grupo que recibió suplementos y normales para el grupo control? ¿Normales para una vaca a mitad de la lactancia y anormales para la lactancia temprana?

Especial significación cobra el concepto de *anormalidad*. Para definir la anormalidad de una variable hematoquímica, generalmente se acepta cualquiera de las siguientes situaciones:

---

<sup>8</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Interpretación de los perfiles metabólicos: indicadores asociados al metabolismo energético del rumiante. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 30 - 31.

1. Cuando el promedio del grupo es superior a dos desviaciones estándar del promedio de referencia, o sea, los valores de H superiores o inferiores a 2.
2. Cuando la desviación estándar o dispersión de los datos del grupo es superior a la desviación estándar de referencia.
3. Como tercera alternativa que se plantea en la actualidad, cuando la cantidad de individuos con varios valores alterados es superior al 19% de las muestras (Wittwer, 1994).

**4.4.2 Metabolitos asociados al metabolismo energético el rumiante<sup>9</sup>:** Los indicadores hematoquímicos que generalmente se asocian al metabolismo energético del bovino están representados por la *glucosa* y los *lípidos*. Dentro de los lípidos, tienen especial importancia los triglicéridos, fosfolípidos, esteroides, lipoproteínas y, como metabolitos asociados, los cuerpos cetónicos.

La glucosa es el principal representante del metabolismo energético. En el organismo animal todos los tejidos requieren de un mínimo de glucosa, pero para algunos, por ejemplo cerebro, eritrocitos, epitelio germinativo de las gónadas, retina y glándula mamaria, ésta es imprescindible.

La glicolisis es la vía principal de utilización de la glucosa y la realizan todas las células del organismo. La característica de la glicolisis de proporcionar ATP en ausencia de O<sub>2</sub> tiene gran importancia, pues permite al músculo esquelético realizar un trabajo eficiente, aun cuando la oxidación aeróbica –ciclo de los ácidos tricarbónicos (CAT)- se vuelva insuficiente. Los tejidos con actividad glicolítica importante pueden sobrevivir a episodios de anoxia; por el contrario, el músculo cardíaco que está adaptado al trabajo aeróbico tiene una capacidad glicolítica relativamente deficiente y escasa supervivencia bajo condiciones de isquemia.

La glicólisis no sólo es la ruta principal para el metabolismo de la glucosa, sino que también proporciona una vía importante para el de otros monosacáridos (fructosa y galactosa) derivados de los alimentos.

La oxidación de la glucosa hasta ácido láctico se lleva a cabo por la vía glicolítica en condiciones de anaerobiosis, y su oxidación completa hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O se realiza mediante el ciclo de ácidos tricarbónicos.

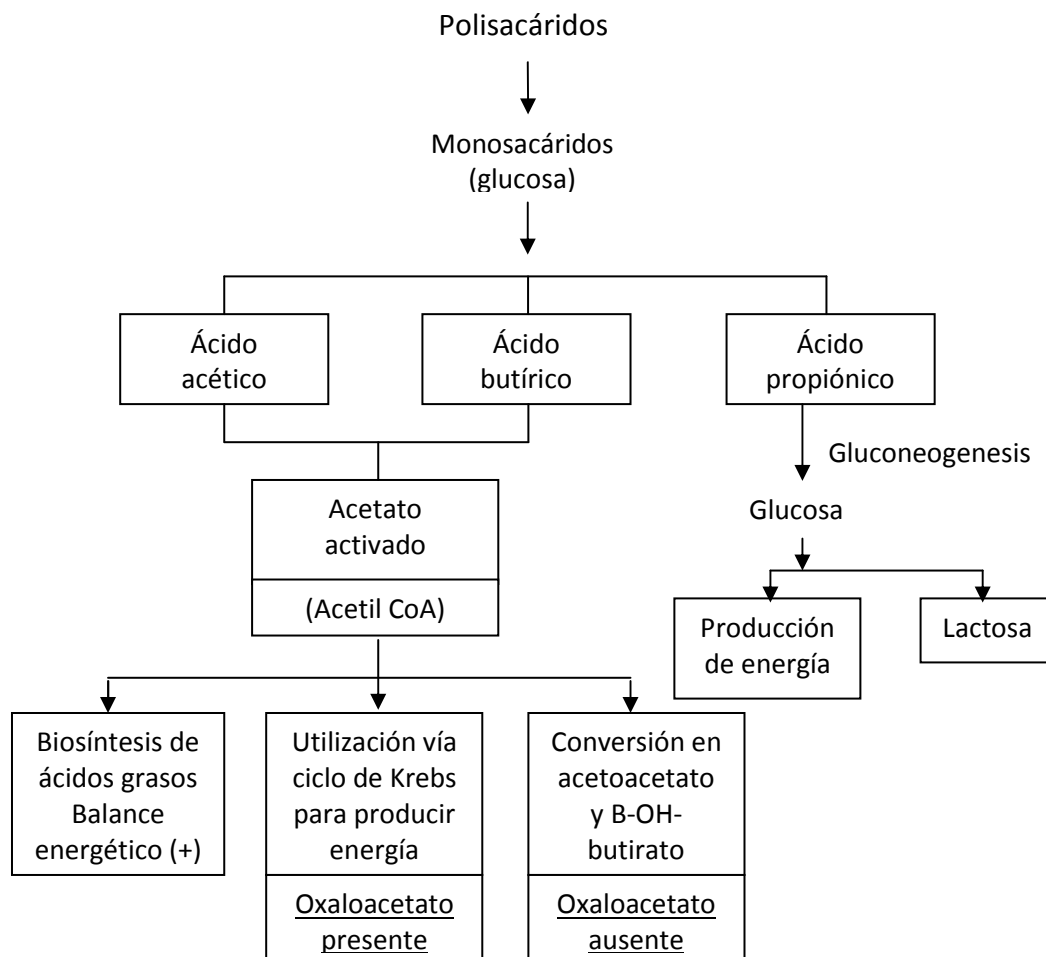
Algunas particularidades metabólicas hacen que los rumiantes sean más susceptibles al déficit de glucosa. La presencia de un preestómago con abundantes microorganismos les confiere la capacidad de emplear la celulosa, pero les es adversa para la utilización de la glucosa. La acción de los microorganismos ruminales transforman en AVG (ácidos grasos volátiles) los carbohidratos ingeridos en la dieta, por lo que la glucosa es pobremente absorbida en el sistema digestivo (véase el gráfico 1). El AGV que se produce

---

<sup>9</sup> Ibid., p 31-34.

mayoritariamente es el ácido acético (alrededor de un 70%), el propiónico se produce cerca de un 20% y el butirato en un 10%, aunque este patrón puede variar según la dieta que ingieran los animales.

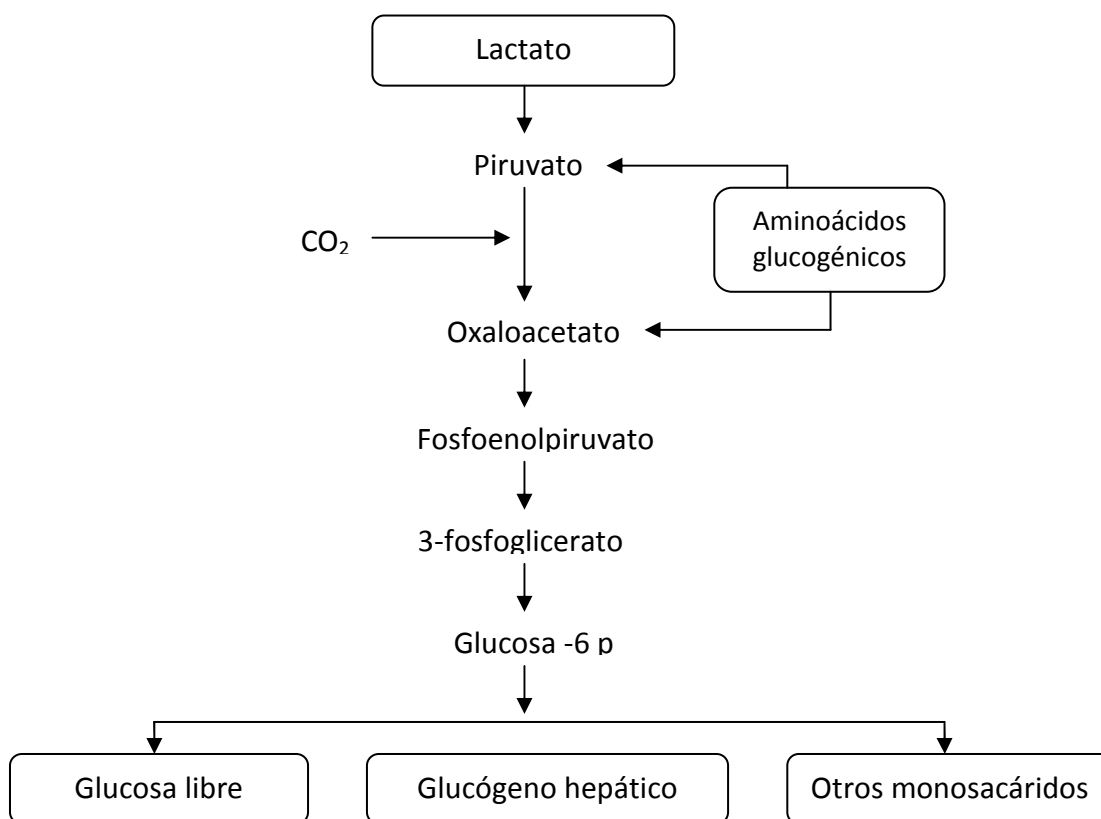
**Grafico 1.** Representación esquemática del metabolismo de los carbohidratos en los rumiantes.



Fuente: ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis., 2001. p. 33.

La glucosa es el principal biosintético de la lactosa que se segrega con la leche, componente lácteo de gran importancia nutritiva y determinante de la alta o baja producción. Sólo el ácido propiónico tiene la capacidad de formar glucosa *de novo* por medio de la gluconeogénesis hepática (véase gráfico 2). Las cantidades requeridas de glucosa para la síntesis de lactosa y otras necesidades metabólicas de los rumiantes, deben ser sintetizadas íntegramente por el hígado a partir del ácido propiónico y otros metabolitos glucogénicos, como el ácido láctico, el ácido pirúvico y los aminoácidos glucogénicos.

**Gráfico 2.** Representación simplificada de la gluconeogenesis hepática.



Fuente: ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis., 2001. p. 34.

Como puede observarse, los rumiantes deben cubrir sus necesidades energéticas fundamentalmente a partir de los AGV producidos en el rumen, ya que los lípidos juegan un papel secundario en el metabolismo energético de esta especie. Es por eso que la síntesis *de novo* de la glucosa, que necesariamente debe ser utilizada por la glándula mamaria en la lactación y por otros tejidos, produce un gasto energético adicional.

Los niveles sanguíneos de la glucosa y de ácidos grasos no esterificados (AGNE) o ácidos grasos libres (AGL) están asociados con la utilización de la energía e influenciados grandemente por las hormonas, principalmente la insulina y el glucagón. La insulina tiene un efecto hipoglicemiante, incrementa la entrada de glucosa a los tejidos periféricos (músculo y tejido adiposo) y disminuye la lipólisis en el tejido adiposo; mientras que el glucagón tiene un efecto hiperglicemiante, provee la gluconeogenesis y también, en pequeña medida, la lipólisis. Como consecuencia, la primera causa de variación en las concentraciones de estos indicadores la constituyen los cambios hormonales en la sangre.

Un periodo en el que se ven claramente afectadas todas estas vías metabólicas es el periodo postparto, el cual “se caracteriza por el inicio de la

producción de leche, la disminución en el consumo voluntario y el aumento de los requerimientos nutricionales, por lo que en las primeras semanas postparto se presenta un balance energético negativo obligando a la vaca a hacer uso de sus reservas corporales para mantener un equilibrio entre lo que necesita y lo que consume.

Las adaptaciones metabólicas a este estado de déficit energético consisten básicamente en el inicio en la depleción de las reservas de proteína y energía del organismo. El glicógeno es catabolizado para suplir la deficiencia de carbohidratos, éste es consumido rápidamente y se inicia el catabolismo de lípidos y proteínas. La lipólisis es iniciada por una disminución de la relación insulina:glucagón propiciando una movilización de ácidos grasos para oxidarlos en el ciclo de Krebs, mientras que el glicerol se emplea como fuente de glucosa<sup>10</sup>.

Los principales indicadores que se determinan en los perfiles metabólicos para establecer el estado energético son la glucosa y los diferentes metabolitos lipídicos.

- **Glucosa<sup>11</sup>:** Las determinaciones de glucosa se realizan normalmente en el plasma sanguíneo, pero se puede hacer a partir de sangre total y en el suero sanguíneo. El desproteinizado de sangre total que se realiza inmediatamente después de la toma de la muestra y los inhibidores de la glicólisis son métodos prácticos que aseguran la confiabilidad de los resultados del laboratorio. Ellos impiden la degradación de la glucosa presente en la muestra por parte de las células sanguíneas que mantienen su capacidad metabólica.

La glicemia no está sometida a un fuerte control homeostático y puede experimentar variaciones diurnas. Para muchos, este metabolito juega un papel fundamental en el organismo animal y está relacionado con la homeostasis energética, sobre la cual se ha discutido mucho debido a los múltiples factores que inciden sobre las concentraciones de glucosa sanguínea.

Durante el período de transición de la gestación a la lactancia y ocasionalmente, durante los primeros meses de gestación, se observan cambios de interés en las concentraciones de glucosa, asociados con el balance energético que caracteriza la lactancia temprana.

En vacas lecheras con disminución de la glicemia, ocurre frecuentemente una producción de leche con bajo contenido de sólidos no grasos. En cambio, 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.

---

<sup>10</sup> CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro, Op. cit., p. 5.

<sup>11</sup> ALVAREZ CALVO, Jorge Luis, Op. cit., p. 35 - 36.

Al estudiar los rebaños de alta producción en el inicio de la lactación, se han constatado signos de inestabilidad metabólica, representados por vacas hipoglicémicas con elevadas concentraciones de ácidos grasos libres plasmáticos, y por coeficientes de regresión de glucosa frente a cuerpos cetónicos negativos y significativos, un efecto negativo de los cuerpos cetónicos sobre la producción de leche.

En los rumiantes la primera señal bioquímica de hipofecundidad la constituye, sin duda alguna, la influencia de los bajos niveles de glucosa sobre la actividad diencefálica, principalmente por la inhibición o el retardo del factor generador de pulsos hipotalámicos para las hormonas LH y FSH.

Es decir, “la hipoglicemia consiste en la disminución de la concentración de glucosa por debajo del rango de referencia. Una alteración en la concentración de la glucosa en los rumiantes no sólo haría pensar en la disminución del balance energético sino en una posible falla hepática, ya que es en el hígado donde ocurre su formación a partir del ácido propiónico. En bovinos es posible encontrar hipoglicemia en los casos de cetosis bovina, afección que se presenta por desequilibrios en el suministro de energía, generalmente entre el periodo seco y en el inicio de la lactancia.

La hipoglicemia puede causar alteraciones de la fertilidad y se ha asociado con la presentación de algunas patologías reproductivas. Se han encontrado casos de anestro y retención de placenta en vacas holstein hipoglicémicas. Igualmente, la hipoglicemia se ha asociado con un retardo en la involución, además se ha observado que estas vacas presentan ovarios quiescentes, aumento de los días abiertos y el número de servicios por concepción”<sup>12</sup>.

- **Aspartato de aminotransferasa (AST):** “La aspartato aminotransferasa o AST, antes conocida como *transaminasa glutámico-oxalacética* o GOT, es una enzima aminotransferasa que se encuentra en varios tejidos del organismo de los mamíferos, especialmente el corazón, el hígado y el tejido muscular”<sup>13</sup>.

“Las aminotransferasas están presentes en la mayoría de los tejidos y muy especialmente en el hígado. Son enzimas intracelulares, cuyo papel biológico es la catalización de la interconversión de aminoácidos en  $\alpha$ -oxoácidos mediante la transferencia de grupos amino. Su concentración en plasma revela la liberación debida a la renovación celular biológica o a lesión celular, aunque no haya alteración de las funciones hepáticas.

---

<sup>12</sup> CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro, Op. cit., p. 6.

<sup>13</sup> WIKIPEDIA. Aspartato aminotransferasa [en línea].

<[http://es.wikipedia.org/wiki/Aspartato\\_aminotransferasa](http://es.wikipedia.org/wiki/Aspartato_aminotransferasa)> [Citado el 2 de Julio de 2009]

Las mediciones de la concentración de aspartato aminotransferasa y de la alanina aminotransferasa son unas de las que más comúnmente se llevan a cabo en el estudio de las enfermedades hepáticas<sup>14</sup>.

“Este examen se hace principalmente junto con otras pruebas (como la ALT, ALP y bilirrubina) para diagnosticar y vigilar enfermedad hepática. Las enfermedades que afectan las células del hígado incrementan los niveles de AST. Sin embargo, el aumento en los niveles de AST sólo no indica específicamente la presencia de enfermedad hepática. Los niveles de AST pueden elevarse durante la preñez y después del ejercicio”<sup>15</sup>.

“Su concentración se eleva en las necrosis de músculo esquelético y necrosis hepatocelular. En lesiones hepáticas, la actividad de la AST aumenta más lentamente que la de la ALT y es indicativa de una mayor alteración celular. A nivel molecular se reconocen dos isoenzimas, la citoplasmática que se considera marcadora de sufrimiento o de lesión funcional o déficit energético celular, y la mitocondrial (forma parte de la estructura proteica de la mitocondria por lo tanto es indicadora de necrosis y aparece en circulación cuando la mitocondria se ha destruido). La muestra ideal es el suero”<sup>16</sup>.

- **Bilirrubina**<sup>17</sup>: Es un producto que resulta de la descomposición de la hemoglobina. Por lo general, se mide la bilirrubina total y la directa para explorar o controlar problemas hepáticos o de la vesícula biliar. Este examen sirve para determinar si se presenta una enfermedad hepática o una obstrucción en las vías biliares.

El metabolismo de la bilirrubina comienza con la descomposición de los glóbulos rojos en muchas partes del cuerpo. Los glóbulos rojos contienen hemoglobina, la cual se descompone en hem y globina; el hem se transforma en bilirrubina, la cual luego es transportada por la albúmina en la sangre hasta el hígado.

En el hígado, la mayor parte de la bilirrubina se adhiere químicamente a otra molécula antes de ser liberada en la bilis. Esta bilirrubina "conjugada" (adherida) se denomina bilirrubina directa; mientras que la bilirrubina no conjugada se llama bilirrubina indirecta. La bilirrubina total en el suero equivale a la bilirrubina directa más la bilirrubina indirecta.

---

<sup>14</sup> FUENTES ARDERIU, X. et al. Bioquímica clínica y patológica molecular: Concentración de alanina-aminotransferasa y aspartato aminotransferasa en plasma. 1 ed. p. 867.

<sup>15</sup> MEDLINE PLUS. Aspartato aminotransferasa [en línea].  
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003472.htm>> [Citado el 2 de Julio de 2009]

<sup>16</sup> LABORATORIO CLÍNICO VETERINARIO, ZOOLAB. Exámenes de clínica [en línea].  
<<http://www.zoolabcolombia.com/quimica.htm#g8>> [Citado el 2 de Julio de 2009]

<sup>17</sup> MEDLINE PLUS. Bilirrubina [en línea].  
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003472.htm>> [Citado el 2 de Julio de 2009]

La bilirrubina conjugada es excretada en la bilis por el hígado y almacenada en la vesícula biliar o transferida directamente al intestino delgado. La bilirrubina es descompuesta posteriormente por bacterias en los intestinos y esos productos de la descomposición contribuyen al color de las heces. Un pequeño porcentaje de estos compuestos es reabsorbido de nuevo por el cuerpo y finalmente aparece en la orina.

La ictericia es la coloración amarillenta de la piel y de la esclerótica del ojo, que ocurre cuando la bilirrubina se acumula en la sangre a un nivel mayor a 2,5 mg/dL aproximadamente. La ictericia se presenta porque los glóbulos rojos se están descomponiendo demasiado rápido para que el hígado los procese, lo cual podría suceder debido a una enfermedad hepática o a una obstrucción de las vías biliares.

Si hay una obstrucción de las vías biliares, la bilirrubina directa se acumulará, escapará del hígado y terminará en la sangre. Si los niveles son lo suficientemente altos, una parte de ella aparecerá en la orina. Sólo la bilirrubina directa aparece en la orina. El aumento de la bilirrubina directa generalmente significa que las vías biliares (secreción hepática) están obstruidas.

El aumento de la bilirrubina indirecta ocurre generalmente en equinos y rumiantes aún en asociación con obstrucción ductal biliar extrahepática.

Los factores que interfieren con los exámenes de bilirrubina son:

- La hemólisis (descomposición) de la sangre incrementará falsamente los niveles de bilirrubina.
- Los lípidos en la sangre disminuirán falsamente los niveles de bilirrubina.
- La bilirrubina es sensible a la luz y se descompone en presencia de ésta.

**4.4.3 Metabolitos asociados al metabolismo proteico del rumiante<sup>18</sup>:** Las proteínas son constituyentes esenciales de los organismos vivos. Todas las células sintetizan proteínas durante una parte a lo largo de toda su existencia; sin esa función, la vida no resulta posible. Son las biomoléculas más abundantes y las de mayor significación y complejidad entre todas las que se encuentran a nivel celular.

Las funciones de toda la estructura celular y subcelular están identificadas con la presencia de proteínas. Muchos de estos elementos tienen carácter de enzimas y actúan como proteínas de reserva, biocatalizadores, transportadoras de sustancias, contráctiles; algunas protegen el organismo por su participación en importantes reacciones inmunes, otras poseen un carácter tóxico específico, y muchas son elementos estructurales de gran importancia

---

<sup>18</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: Metabolitos asociados al metabolismo energético del rumiante. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 45.

para los seres vivos. En términos prácticos, las proteínas constituyen la expresión genética de las características heredables de cada especie.

Los aminoácidos son las bases estructurales sobre las cuales se identifican las proteínas. A pesar de su diversidad, solamente 20 aminoácidos son predominantes en la mayoría de las proteínas conocidas, y 10 de ellos requieren ser suministrados en la dieta, ya que la síntesis resulta inadecuada para asegurar las necesidades metabólicas. Las múltiples funciones que realizan las proteínas en el organismo están determinadas por las características estructurales de los aminoácidos, específicamente la presencia de un grupo carboxilo, la cadena carbonada en el radical y el grupo amino en el carbono adyacente al carboxilo.

“El perfil metabólico también puede colaborar en el estudio del balance nutricional proteico de los rebaños, una vez que en algunas situaciones los desbalances nutricionales pueden influir en las concentraciones sanguíneas de algunos metabolitos. Para esto, fue necesario estudiar y definir los metabolitos sanguíneos que, de la mejor forma, puedan representar el metabolismo proteico. Sin embargo, para la selección de ello se requiere tener presente algunas consideraciones:

- Es necesario que exista un procedimiento analítico que no presente gran dificultad para su diagnóstico.
- El procesamiento de las muestras debe tener un costo razonable para ser utilizado en grupos de animales.
- Sus componentes sanguíneos utilizados no deben presentar variaciones intensas en su concentración durante el día, para que los resultados no sean muy influenciados por la hora del día en que las muestras de sangre son obtenidas.
- El desvío patrón de los valores poblacionales de los metabolitos debe ser pequeño, para que pueda ser utilizado el modelo estadístico, desarrollado y probado en Compton (Inglaterra) por Rowlands y Pocock (1976) para la interpretación de los perfiles metabólicos.

Generalmente, los metabolitos más utilizados son: urea, albumina, hemoglobina y adicionalmente, para algunos casos particulares son consideradas las globulinas, cuyo valor es obtenido por diferencia entre las concentraciones de proteínas totales y albumina.

La urea presenta la misma secuencia de eventos que llevan a su síntesis:

- Proteólisis y formación de aminoácidos
- Desaminación de aminoácidos y formación de amoníaco;
- Condensación de dos moléculas de amoníaco con  $\text{CO}_2$

Los valores de concentración sanguínea de la urea no son determinados únicamente por la velocidad de desintoxicación, pero también influye en la concentración sanguínea, la cantidad y la velocidad de su síntesis hepática.

La albumina es la proteína más abundante en el plasma sanguíneo, correspondiendo aproximadamente a 50% de las proteínas circulantes. Otras de estas proteínas globulares son las globulinas. Con la utilización de la electroforesis fue comprobado que en la sangre existe solamente un gran grupo de albuminas y muchos grupos de globulinas, que son clasificadas como alfa, beta y gama globulinas.

La albumina es sintetizada en el hígado y su concentración puede ser modificada por el aporte de proteína en la ración. Sin embargo, como fue señalado, lo que determina en mayor medida los valores de su concentración sanguínea es la capacidad del hígado para sintetizarla.

La hemoglobina es un pigmento transportador de oxígeno, constituida por una proteína, la globina es una protoporfirina heme, grupo que contiene cuatro aneis pirrólicos y hierro<sup>19</sup>.

• **Particularidades del metabolismo del rumiante. El ciclo de la urea<sup>20</sup>:** Los rumiantes ocupan una posición nutricional única y ventajosa. Gracias a microorganismos presentes en la panza, principalmente bacterias, pueden sintetizar proteínas de alto valor biológico a partir de sustancias de baja calidad o de fuentes no proteicas. El proceso gana en eficiencia y economía, ya que les permite reciclar, vía saliva, cantidades de urea excedente del metabolismo proteico que se reutiliza como fuente de proteínas en el rumen.

El objetivo fundamental del ciclo de la urea es transformar el amoníaco en urea, lo cual constituye un importante proceso de detoxificación para el organismo. Una vez formada la urea en el hígado, pasa a la circulación y se difunde por todo el organismo. Al particularizar en este proceso, podemos observar que la urea que ingresa al rumen proviene de una fuente exógena, la dieta, y una fuente endógena, el hígado; llega a la panza ya sea por la saliva o por difusión a través de los vasos sanguíneos de la pared ruminal. En el rumen se hidroliza por la ureasa bacteriana presente en el contenido ruminal o en el estrato corneo de la panza, y produce grandes cantidades de amoníaco, el cual es utilizado para la síntesis de aminoácidos. Otra parte retorna al hígado, como amoníaco o aminoácidos, para su conversión a urea por medio del ciclo de Krebs, y regresa al rumen por la circulación o la saliva. Parte de la urea formada se elimina por el riñón.

El proceso de síntesis y degradación de los compuestos nitrogenados por parte de la microflora ruminal, es el resultado de varios procesos: de la *desaminación oxidativa* de los aminoácidos, con liberación de amoníaco y la posterior conversión de la cadena carbonada en ácidos grasos volátiles (AGV); de la *aminación*, que garantiza la síntesis de nuevos aminoácidos incorporando el

---

<sup>19</sup> CONTRERAS, Pedro A. Indicadores de metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. En: Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutricao e doencas nutricionais. Porto Alegre, Brasil, 2000. P. 23 y 24.

<sup>20</sup> ALVAREZ CALVO, Jorge Luis, Op. cit., p. 45-49.

aminoácido a diferentes cetoácidos; y de *descarboxilación*, que produce determinadas cantidades de aminas biógenas que se metabolizan amoniaco y AGV.

Las proteínas bacterianas formadas y las de los protozoos pasan finalmente al cuajar para la digestión final; de allí adquiere el animal los diferentes aminoácidos para cubrir sus necesidades metabólicas.

Con estos antecedentes y desde el punto de vista teórico, cabe pensar que los rumiantes podrían tener éxito en el consumo de dietas carentes de proteínas; pero bajo estas condiciones, en la práctica, se presentan tres grandes problemas metabólicos:

- 1) Los microorganismos del rumen requieren, al menos, de determinadas cantidades de proteína para poder multiplicarse y mantener su vida. Estas funciones cesan cuando falla el aporte proteico en la ración.
- 2) El proceso de reciclaje de la urea a través de la saliva rumen no es del todo eficiente, ya que algunas cantidades de amoniaco y urea inevitablemente se excretan por la orina, mientras que otras, especialmente asociadas a ácidos nucleicos, son captadas por las bacterias ruminales que resisten a la digestión. Además las vacas de alta producción de leche, que dependen de altas cantidades de concentrado para mantener su nivel productivo, precisan uniformar la degradación proteica y su paso por el rumen, para asegurar determinadas cantidades de proteína no degradable a nivel intestinal.
- 3) Cuando en la ración predominan la urea o proteínas fácilmente digestibles, las cantidades de amoniaco producidas superan la capacidad del hígado para convertirlas a urea; el resultado es un aumento del amoniaco y la urea en sangre, y con ello, envenenamiento o intoxicación del organismo.

• **Las interrelaciones metabólicas y su reflejo en los perfiles metabólicos**<sup>21</sup>: En el ganado vacuno, del 50 al 80% del pasto ingerido se degrada en el rumen a amoniaco, y éste se convierte a proteína microbiana. La velocidad del proceso está condicionada, entre otros factores, por la cantidad de energía que requieren las bacterias y que obtienen de la fermentación de los carbohidratos, con lo cual también se garantiza el esqueleto carbonado indispensable para la síntesis de los aminoácidos bacterianos. Así, el metabolismo proteico y el energético se encuentran muy relacionados, por lo que la deficiencia primaria de uno se traduce en la deficiente utilización del otro. El balance del sistema se logra satisfactoriamente cuando los aportes de forraje resultan estables y de buena calidad.

---

<sup>21</sup> Ibid., p. 49.

- **Urea sanguínea<sup>22</sup>:** El amoníaco que escapa de los procesos de síntesis microbiana pasa directamente a través de la pared ruminal y por el sistema porta llega al hígado para su conversión en urea. En condiciones normales, este proceso se desarrolla con relativa eficiencia, pues las concentraciones de amoníaco en la circulación periférica permanecen muy bajas, pero, al depender del consumo de proteínas, la variabilidad de la uremia es bien manifiesta.

Una vaca que efectúa bajos consumos de proteínas refleja una baja concentración de urea plasmática (2 mg/100 ml), que se incrementa cuando la ingestión de proteínas es alta (30 mg/100 ml). Todo lo expresado demuestra que el organismo no dispone de un fuerte mecanismo de homeostasis para mantener constantes los niveles de urea en la sangre, con lo que se dificulta la definición de valores normales o de referencia.

En resumen, la interpretación de este indicador, principalmente cuando son altas sus concentraciones en el monitoreo metabólico se puede relacionar con los siguientes factores:

- 1) Aumento del consumo proteico.
- 2) Suministro de proteínas fácilmente digestibles o alto nivel de nitrógeno no proteico, los cuales motivan una mayor absorción de amoníaco en el rumen y por consiguiente, un aumento en la síntesis de urea por el hígado.
- 3) Aumento del catabolismo tisular producido por ayunos prolongados.
- 4) Reducción en el consumo de energía que provoca una disminución en la síntesis de proteína microbiana y favorece la elevación del pH ruminal con incrementos en la absorción de amoníaco.

“La concentración de urea también puede aumentar en los casos de afecciones renales, ya que esta es excretada por esta vía; igualmente, la deshidratación puede elevar la concentración de urea y la albumemia en forma relativa.

El aumento de la concentración de urea puede conducir a alteraciones de la fertilidad, ya que la urea pasa a los tejidos y fluidos reproductivos siendo un compuesto tóxico para el espermatozoide y el ovocito; además, puede causar abortos, catarros genitales y cambios en el contenido de minerales en las secreciones uterinas (Dehning, 1988; Chalupa y Ferguson, 1989). El pH uterino se disminuye en respuesta al elevado consumo de proteína cruda en la ración y ha sido asociado a la disminución en la fertilidad (Elrod y col., 1993)<sup>23</sup>.

- **Proteína plasmática<sup>24</sup>:** Las proteínas de la sangre tienen una extraordinaria importancia en la evaluación del metabolismo proteico. Por su alta frecuencia de presentación dentro de los perfiles metabólicos, son

---

<sup>22</sup> Ibid., p 49 y 50.

<sup>23</sup> CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro, Op. cit., p. 9.

<sup>24</sup> ALVAREZ CALVO, Jorge Luis, Op. cit., p. 51-53.

consideradas como metabolitos convencionales, principalmente la hemoglobina y las proteínas totales, y dentro de estas últimas la albúmina.

♦ *Albúmina*: la albúmina constituye una fracción importante de las proteínas del suero sanguíneo. Está relacionado con el poder coloidosmótico y la capacidad amortiguadora de la sangre, así como con el transporte de sustancias. Se sintetiza en el hepatocito a partir de aminoácidos, por lo que la hipoalbuminemia puede resultar no sólo de la deficiencia de proteínas sino también de la disfunción del hígado, como ocurre en la degeneración o los cambios grasos de éste órgano. Ambas situaciones se presentan al mismo tiempo con gran frecuencia durante la lactancia temprana.

Por fortuna, la albúmina sérica se cataboliza lentamente; sólo fallas persistentes en el aporte proteico de la dieta o alteraciones hepáticas ocasionan un desbalance entre el nivel de síntesis y el catabolismo, que se manifiesta en una baja de los niveles sanguíneos de esta proteína. Para que sea significativa esta disminución, la noxa debe permanecer en el organismo al menos durante 1 mes, es decir, un tiempo equivalente al de su vida media.

♦ *Globulinas*: las globulinas constituyen una fracción muy compleja de las proteínas del plasma sanguíneo; incluyen las llamadas alfa, beta y gamma globulinas, según su migración electroforética.

Las globulinas carecen de significado como indicadores del estado nutricional. En cambio, están muy relacionadas con procesos inmunológicos y, por tanto, tienen un gran valor químico como elementos de predicción de diferentes procesos morbosos.

Tomando en consideración lo anterior, la hiperglobulinemia se asocia, comúnmente, con la respuesta humoral reciente del organismo a infecciones o vacunación, mientras que la hipoglobulinemia puede indicar una baja respuesta o un deficiente estado inmunológico.

“El balance de la proteína en el alimento modifica la concentración de algunos metabolitos sanguíneos, los que pueden emplearse para el establecimiento de situaciones asociadas con desajustes nutricionales en cualquier momento del ciclo productivo de la vaca lechera. Estos desequilibrios son más frecuentes durante el inicio de la lactancia, siendo éste el periodo donde mayor utilidad presenta el perfil metabólico. Considerando que algunos factores no relacionados con la nutrición pueden producir variaciones en los resultados para urea y la albúmina, éstos son indicadores que pueden emplearse en animales clínicamente sanos para conocer el balance proteico en la ración”<sup>25</sup>.

“Cuanto mayor sea la ingestión de proteínas en la ración, mayor es la concentración de urea sanguínea y cuando la ingestión de proteínas es insuficiente, la concentración de urea disminuye. También ha sido observado

---

<sup>25</sup> CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro, Op. cit., p. 10.

que cuando existe deficiencias de proteínas en la ración, también disminuyen las concentraciones sanguíneas de la albumina, la hemoglobina y el hematocrito. Todavía, el efecto sobre estos últimos parámetros es de menor magnitud que el efecto sobre la urea y se presenta más tardíamente<sup>26</sup>.

- **Hemoglobina<sup>27</sup>**: La mayoría de los perfiles metabólicos reportados por la literatura incluyen las determinaciones de la hemoglobina (Hb) y el volumen globular aglomerado (VGA) a causa, entre otros factores, de las interrelaciones que establecen con la mayoría de los metabolitos convencionales, cuyas necesidades metabólicas exigen de un óptimo nivel de células rojas de la sangre. Otra razón es la gran variedad de métodos simples y baratos, de los que se dispone en la mayoría de los laboratorios de bioquímica clínica.

La hemoglobina constituye una molécula muy compleja, que resulta de la unión del hemo a la fracción proteica globina. El grupo hemo proviene de la incorporación de un átomo de hierro ( $Fe^{2+}$ ) a la molécula protoporfirina, específicamente a los nitrógenos pirrólicos, y sustituye dos de sus hidrógenos a través de la acción de la enzima hemosintetaza, y además por valencia de coordinación.

El hierro contenido en la hemoglobina representa el 50% del total de ese mineral en el organismo, ya que el resto se encuentra distribuido en los citocromos (16%), almacenado en los órganos de reserva (15%), en la mioglobina (7%) y en otros tejidos (5%).

La hemoglobina se sintetiza, principalmente, en las células rijas del tejido medular de los huesos largos. Está relacionada con los eritrocitos de los vertebrados, por lo que muchos autores consideran que los valores de Hb reflejan el estado y función de los mismos. Las células rojas son las encargadas de transportar el oxígeno del aparato respiratorio a los tejidos periféricos y recoger de éstos el anhídrido carbónico para llevarlo hasta el árbol respiratorio y ser excretado.

Los valores de hemoglobina constituyen un buen indicador del consumo proteico, aunque los cambios que se deriven en uno por efecto del otro se producen, generalmente, de forma lenta. Así, cuando existe deficiencia de proteínas disminuyen las concentraciones sanguíneas de hemoglobina y el resultado 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, ya que éstos son indispensables para la síntesis de hemoglobina.

---

<sup>26</sup> CONTRERAS, Pedro A., Op. cit. p. 26.

<sup>27</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: hemoglobina y volumen globular aglomerado (VGA). 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 53-56.

La edad, el parto y las variaciones diurnas y estacionales son algunas de los principales factores que hacen variar los valores de la Hb. Con respecto a la edad, se postula una baja de las concentraciones Hb en los primeros meses de vida, con un incremento posterior. La influencia de la gestación, el parto y la lactación sobre los valores de Hb está relacionada con las menores concentraciones que aparecen en la última etapa de la gestación y en la lactancia temprana, con valores mínimos en los 30 a 120 días posparto. La variabilidad estacional tiene que ver con los cambios dietéticos que se producen en las diferentes épocas y el tipo de alimento existente.

♦ *Deficiencias:* el tiempo de vida media del hematíe normal en sangre es de 100 días, por lo que la reducción en el conteo celular puede instaurarse durante ese período cuando ocurren alteraciones en los procesos de síntesis o ausencia de éstos.

La baja en el contenido de Hb o del hematocrito indica un cuadro de anemia. Los principales tipos que pueden ocurrir están relacionados con una deficiencia nutricional, la hemólisis debida al consumo de alimentos tóxicos o defectos metabólicos, las parasitosis y las infecciones.

• **Deficiencia de proteínas<sup>28</sup>:** La deficiencia de proteínas es uno de los casos típicos de enfermedades de la producción, ya que responde al desbalance que se produce entre el ingreso de proteínas al organismo y las alteraciones en su biotransformación o en sus egresos.

La disminución de las proteínas corporales se instaura por diversas rutas. En vacas lecheras la más importante es la que ocurre en la ubre para la síntesis de la caseína en la leche. Se confirma que las vacas con producción de 30 Kg de leche diaria con un contenido promedio de 3.5% de grasa, las pérdidas equivalen a 1 Kg de proteínas. Otros escapes de consideración se producen a través de las secreciones digestivas (las cuales en parte se recuperan en el intestino delgado), y por la acción expoliadora de sangre que hacen los ectoparásitos y endoparásitos o por la lisis de los hematíes. En su conjunto, estas alteraciones causan un deterioro considerable del organismo frente a las demandas de proteínas para la producción y el crecimiento.

Las dietas pobres en proteínas pueden cubrir las necesidades de mantenimiento de los animales improductivos, no así los de alta producción de leche o las demandas de crecimiento. Las razones de ello no responden a una simple causa, es un problema complejo y multifactorial.

En primer lugar, se ha definido que un bajo consumo de proteínas deprime la actividad de los microorganismos ruminales, con lo cual se afecta la digestión de los carbohidratos a ese nivel. De forma similar, una dieta pobre en carbohidratos priva a la flora de una importante materia prima para sus

---

<sup>28</sup> Ibid., p. 56-58.

funciones vitales, incluso su multiplicación, al limitar la energía y los modelos estructurales necesarios para la fabricación de los aminoácidos. Entonces, la deficiencia energética puede ser resultado de una deficiencia en el consumo de proteínas, y viceversa. En segundo lugar, la funcionalidad del rumen y su flora requiere de ciertas cantidades de minerales trazas, entre ellos es azufre y el cobalto, que se necesitan para la síntesis de lisina o metionina. En otras palabras, resulta extremadamente difícil poder separar la deficiencia simple de proteínas de la subnutrición en general.

La expresión de los síntomas de deficiencia proteica en la producción de leche también resulta difícil, excepto cuando la misma se prolonga durante largos períodos. Por ejemplo, dietas que aseguren un 75% de las necesidades nutritivas de la vaca lechera permiten mantener su producción de forma satisfactoria, pero pueden observarse fallas en las concentraciones de urea sanguínea y, eventualmente, de la albúmina y la hemoglobina, las cuales, probablemente, estén indicando la prevalencia del catabolismo tisular para compensar el balance negativo.

Algunas vacas tienen una mayor capacidad adaptativa que otras para mantener la producción durante un balance negativo oferta-demanda, pero, en general, todas las vacas en lactancia priorizan la demanda metabólica de la ubre y usan eficientemente sus reservas musculares y óseas. Resulta oportuno profundizar que nos estamos refiriendo a vacas que presentan una condición corporal óptima al inicio de la lactancia (3 a 4 en la escala de 5 puntos); es decir, animales que terminaron este período en el tiempo reglamentado y fueron sometidos a un plan de alimentación adecuado, lo cual a de permitir, entre otros aspectos, la recuperación del desgaste producido durante la lactancia, la acumulación de suficientes reservas para enfrentar un nuevo ciclo productivo y la exitosa culminación de la gestación para garantizar un buen parto y la viabilidad de la cría.

En vacas con una condición corporal muy deprimida (véase foto 3) al inicio de la lactancia o bajo ciertas condiciones experimentales, donde el nivel proteico de la dieta esté por debajo de un 15%, base seca, para niveles de producción de 20 Kg de leche o más por día, se afectan considerablemente tanto la producción como el contenido de proteínas de la leche.

**Foto 5.** Vaca del hato lechero de la Finca La Montañita con condición corporal muy deprimida.



La deficiencia de proteínas tiene también un efecto perjudicial sobre la salud. Los bajos consumos prolongados deterioran las estructuras musculares, declinan los niveles de proteínas en la sangre, cambian la osmolaridad del plasma, alteran el metabolismo hídrico y producen además en las regiones declives del organismo. Además, en estos estados disminuye la síntesis de hormonas relacionadas con eventos reproductivos, particularmente la secreción 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, pueden presentarse desórdenes de los huesos aun cuando el consumo de minerales resulte adecuado. Igualmente, resultan frecuentes alteraciones en patas, pezuñas y pelo. Por su íntima relación con el metabolismo energético, aparecen fallas en la fermentación ruminal, y a una mayor susceptibilidad al hígado graso y la cetosis, al estar comprometida la síntesis de lipoproteínas.

La necrosis cerebrocortical o poliencfalomalacia, con todo el complejo sintomático que la caracteriza, se presenta como consecuencia del déficit específico de tiamina. Predominan los síntomas nerviosos y la alta mortalidad en los animales jóvenes cuando se consumen dietas con alta densidad energética, especialmente alimentos concentrados, con predominio de mieles finales de la caña de azúcar en la ración y con insuficientes cantidades de forraje.

El diagnóstico diferencial debe definir con exactitud los efectos secundarios que producen otras alteraciones, principalmente las deficiencias de energía y de minerales traza, el parasitismo y la tuberculosis.

La prevención y el tratamiento más efectivo de este trastorno es tratar de precisar exactamente el consumo real de las proteínas. Para esto es necesario conocer las particularidades del metabolismo en cada especie animal, el tipo y las fuentes de proteínas suministradas, la degradabilidad en el rumen y la velocidad de pasaje, su relación con la energía y los porcentajes más adecuados para determinado nivel de producción y categoría animal.

- **Exceso de proteínas<sup>29</sup>:** Los excesos de urea y de otros alimentos capaces de producir grandes cantidades de amoníaco, que sobrepasan la capacidad umbral de detoxificación hepática, provocan graves problemas de toxicidad, que, en la mayoría de los casos resultan de pronóstico fatal para los animales.

**4.4.4 Indicadores asociados al metabolismo mineral<sup>30</sup>:** Además de las biomoléculas orgánicas los tejidos animales también poseen elementos inorgánicos que hacen parte de los tejidos y se encuentran en una proporción de 2 a 5% del peso total de los animales. Entre esos elementos, los minerales tienen funciones esenciales tanto en la estructura de tejidos y biomoléculas, como en el propio metabolismo animal, participando como cofactores enzimáticos, activadores de la acción hormonal, y como responsables de la presión osmótica y por el equilibrio ácido-básico.

Los minerales pueden ser divididos en: a) macrominerales, aquellos que están en mayor concentración en el organismo animal y cuyos requerimientos son expresados en porcentaje (%), los cuales son: calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K) y azufre (S); b) microminerales o oligoelementos, aquellos que están en concentraciones menores y cuyos requerimientos son expresados en partes por millón (ppm) y entre los cuales están: cobre (Cu), zinc (Zn), yodo (I), selenio (Se), hierro (Fe), cobalto (Co), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y flúor (F).

Las deficiencias más frecuentes de macrominerales en los animales son las de fósforo y las de sodio, principalmente en los animales mantenidos en pastoreo. Las deficiencias de calcio, son menos frecuentes, pero cobra importancia en los bovinos de leche. En cuanto a los oligoelementos, las deficiencias más comúnmente observadas son las de cobre, cobalto y cinc, seguidas del selenio y yodo (Tokarnia et al., 1988). Los grados de deficiencia, sin embargo, varían bastante, desde estados carenciales leves o subclínicos

---

<sup>29</sup> Ibid., p. 58.

<sup>30</sup> GONZÁLES, Felix H. D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. En: Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, 2000. p. 31-38.

que afectan principalmente la productividad y la fertilidad hasta estados graves con sintomatología específica (Tokarnia, 1998).

- **Calcio:** El calcio está íntimamente asociado al metabolismo. En el plasma, existe en dos formas, la forma libre ionizada (cerca de 45%) y la forma orgánica, asociada a moléculas tales como proteínas, principalmente albúmina (cerca de 45%) o a ácidos orgánicos (cerca de 10%).

Los niveles de calcio en el plasma sanguíneo de la mayoría de las especies animales son bastante constantes. El sistema endocrino envolviendo la vitamina D<sub>3</sub>, el paratohormona (PTH) y la calcitonina, responsables de la manutención de los niveles sanguíneos de calcio, actúa de forma bastante eficiente para ajustarse a cantidades de calcio disponibles en el alimento y las pérdidas que acontecen, principalmente en la gestación y la lactación. El nivel sanguíneo de calcio no es buen indicador del estado nutricional, en cuanto que los niveles de fósforo y magnesio revelen mejor el balance nutricional con relación a estos minerales.

La hipocalcemia es frecuente es frecuente en las vacas lecheras de alta producción, pudiendo causar fiebre de leche o paresia del parto. La cantidad total de calcio en una vaca adulta, está en torno de 6000 g, 90% de los cuales son almacenados en los huesos. Cerca de 1% (60 g), está en la sangre en los tejidos, siendo que en la corriente circulatoria hay cerca de 8 g. Una vaca que produce 30 kg de leche diario pierde cerca de 36 g de calcio, es decir, más de 4 veces la cantidad de calcio en la sangre. Se estima que durante el período de lactancia, aproximadamente un 18% de minerales del esqueleto se pierde. Por lo tanto, la tasa de recuperación debe ser lo suficientemente rápido para satisfacer la demanda y evitar la hipocalcemia. Cualquier interferencia con la absorción intestinal y la movilización Ca de hueso puede ser fatal.

La absorción de calcio en el intestino disminuye con la edad. A mayor edad sufren más de reducción en la capacidad de movilizar las reservas de Ca cuando se producen desequilibrios y, por tanto, es más susceptible de sufrir hipocalcemia.

La absorción de calcio en el intestino también se ve afectada por otros factores (una buena relación es 2:1)(b) la cantidad de proteína en la dieta, puesto que la deficiencia de proteínas es causa de la disminución de la absorción de calcio; c) la ingesta excesiva de magnesio, interfiere con la absorción de calcio, por la competencia en las células intestinales; (d) la suplementación excesiva de vitamina D que aumenta la absorción de calcio y pueden causar la calcificación de los tejidos blandos.

La hipercalcemia es rara. Puede presentarse con la intoxicación por vitamina D, neoplasias, hiperparatiroidismo primario y las dietas ricas en Ca.

- **Fósforo:** La deficiencia de fósforo es el trastorno mineral más común y económicamente más importante en bovinos mantenidos en régimen de campo, debido a múltiples funciones en el organismo y la deficiencia generalizada en suelos y forrajes, además de alta costo en la suplementación.

El fósforo se encuentra en combinaciones orgánicas dentro de las células pero el interés principal en el perfil metabólico reside en el fósforo inorgánico que aparece en el plasma. Mantener el nivel de P de la sangre se rige por los mismos factores que promueven la asimilación de Ca. Sin embargo, la interpretación de los dos minerales indica diferentes problemas. Por otro lado, el control de la concentración de calcio endocrino es más riguroso y el nivel de fósforo en el plasma sanguíneo en el bovino y, en general, oscila más que el nivel de calcio.

Los niveles de P también varían en función de la gran cantidad que se recicla a través de la saliva y su absorción en el rumen e intestino. La interrupción del ciclo conduce a la hipofosfatemia. Por lo general, la pérdida de P en las secreciones digestivas llega a 10 g/día. Además, el P en el rumen es necesaria para la actividad normal de la microflora y por tanto, para la normal digestión.

La disponibilidad de P alimenticio disminuye con la edad (90% en los terneros, el 55% en las vacas adultas). Por lo tanto, los niveles en sangre de P son más bajos en los animales más viejos. Deficiencias en el fósforo, no tienen efectos inmediatos, como el caso del calcio, pero con el tiempo puede causar el retraso del crecimiento, la osteoporosis, la baja producción y la infertilidad. Una deficiencia severa de fósforo, lleva a la perturbación del apetito (pica).

La hipofosfatemia se observa en las dietas deficientes en P, más comúnmente en los suelos deficientes en fósforo, principalmente durante el otoño/invierno y en las vacas de alta producción.

En la leche la proporción Ca: P es de casi 1:1. Sin embargo, la relación en los alimentos para una absorción óptima es 2:1, la misma que en el hueso. Así, en el metabolismo normal sería una deficiencia de P, especialmente en las vacas en producción. En estos animales, una alimentación con concentrados rica en P, puede evitar los problemas de la deficiencia. En general, los pastizales son abundantes en Ca y produciendo una deficiencia relativa de P por el exceso de Ca. Sin embargo, los rumiantes están muy adecuadas para compensar las altas relaciones Ca: P (más de 3:1). Además, el exceso de extra en la suplementación con Ca y P puede disminuir la absorción intestinal de otros minerales: Mg, Zn, Cu y Mn. Las dietas con exceso de cereales, especialmente trigo, que contiene altos niveles de P, puede causar la hiperfosfatemia en el ganado ovino y caprino. Lo mismo puede pasar con el ganado sobrealimentado con concentrados.

Dado que la deficiencia de fósforo puede confundirse con otros estados debido a la deficiencia de los signos clínicos y que deficiencias marginales no son

fácilmente detectables, el factor determinante para caracterizar la deficiencia de este mineral es una respuesta favorable en el desempeño del animal frente a la suplementación con fuentes de fósforo.

- **Magnesio:** No hay ningún control homeostático del Mg, por lo tanto, su concentración en la sangre refleja directamente el nivel de la dieta. El control renal de Mg es más dirigido a prevenir hipermagnesemia, mediante la excreción del exceso de Mg por la orina. Frente a una deficiencia de Mg, sus niveles en orina se reducen prácticamente a cero. Por lo tanto, los niveles de Mg en la orina son indicadores de la ingesta de minerales en los alimentos.

La hipomagnesemia tiene graves consecuencias para el rumiante, pudiendo condicionar a la muerte, aunque la hipermagnesemia no causa mayor trastorno. La hipomagnesemia y la tetania hipomagnesémica es una enfermedad de la producción, generalmente causada por baja ingesta de magnesio en la dieta. El Mg se absorbe en el intestino mediante un sistema de transporte activo que puede ser interferido por la relación Na: K y aun por la cantidad de energía, de Ca y P presentes en el alimento.

La hipomagnesemia también puede ser una consecuencia de lipólisis excesivo debido a una deficiencia de la energía.

El Mg no es un mineral esencial para el crecimiento de pastos. Tiene potasio, que es esencial, y es a menudo excesiva en los fertilizantes. Ese K en exceso inhibe la absorción intestinal de Mg y asociado a la deficiencia de éste puede llevar a la hipomagnesemia. El nivel de Mg en el perfil metabólico, puede indicar estados subclínicos antes de sugerir un problema, siendo especialmente útil antes del parto para evitar la tetania postparto, generalmente complicado con fiebre de leche.

La hipomagnesemia puede causar, además de tetania de la hiperexcitabilidad, la retención de placenta y también anomalías de la digestión ruminal y la reducción de la producción de leche. También predispone a la producción de fiebre de la leche de vaca después del parto debido a que los bajos niveles de Mg reducen drásticamente la capacidad de la movilización de las reservas de Ca desde el hueso. El Mg está más disponible en forrajes secos y en concentrados (10 – 40%) que en pastos frescos (5 – 33%). Pasturas jóvenes con altos niveles de proteína y de K inhiben la absorción de Mg.

**4.4.5 Análisis de hemogramas:** “El hemograma es un análisis de sangre en el que se mide en global y en porcentajes los tres tipos básicos de células que contiene la sangre, las denominadas tres series celulares sanguíneas:

- Serie eritrocitaria o serie roja
- Serie leucocitaria o serie blanca
- Serie plaquetaria

Cada una de estas series tiene unas funciones determinadas, y estas funciones se verán perturbadas si existe alguna alteración en la cantidad o características de las células que las componen.

La *serie roja* está compuesta por los hematíes o glóbulos rojos. Su función primordial es transportar el oxígeno desde los pulmones (a donde llega a través de la respiración) a todas las células y tejidos del organismo.

En el hemograma se cuantifica el número de hematíes, el hematocrito, la hemoglobina y los índices eritrocitarios:

- El hematocrito mide el porcentaje de hematíes en el volumen total de la sangre.
- La hemoglobina es una molécula que forma parte del hematíe, y que es la que transporta el oxígeno y el dióxido de carbono; se mide su concentración en sangre.
- Los índices eritrocitarios proporcionan información sobre el tamaño (VCM), la cantidad (HCM) y la concentración (CHCM) de hemoglobina de los hematíes; el más usado es el VCM o volumen corpuscular medio.

Todos estos valores varían dentro de la normalidad según la edad y el estado productivo.

La *serie blanca* está formada por los leucocitos o glóbulos blancos. Sus funciones principales son la defensa del organismo ante las infecciones y la reacción frente a sustancias extrañas.

El recuento de leucocitos tiene dos componentes. Uno es la cifra total de leucocitos en  $1 \text{ mm}^3$  de sangre venosa; el otro, la fórmula leucocitaria, mide el porcentaje de cada tipo de leucocitos, que son: segmentados o neutrofilos, monocitos, linfocitos, eosinófilos y basófilos. El aumento del porcentaje de un tipo de leucocitos conlleva disminución en el porcentaje de otros.

Estos valores varían dentro de la normalidad según la edad, el estado productivo y reproductivo a excepción de los monocitos y los basófilos.

La *serie plaquetaria* compuesta por plaquetas o trombocitos, se relaciona con los procesos de coagulación sanguínea.

En el hemograma se cuantifica el número de plaquetas y el volumen plaquetario medio (VPM). El VPM proporciona información sobre el tamaño de las plaquetas.

El recuento de plaquetas también varía con la edad”<sup>31</sup>.

“Los valores hematológicos resultan de gran interés en el laboratorio, ya que ellos constituyen una referencia adicional para el clínico que debe valorar los cambios cuantitativos y cualitativos que sobre estos provocan sustancias las cuales influyen en el fisiologismo animal, ya sea de forma favorable o indeseable.

Varios son los factores que pueden provocar alteraciones no patológicas en hematología veterinaria entre los cuales se encuentran: toma de la muestra, excitación o temor del animal en el momento de la extracción, velocidad de extracción, sujeción química, ejercicio previo, especie, raza, sexo, estado fisiológico y edad.

En la actualidad unas de las técnicas más empleadas en la clínica para precisar procesos patológicos o fisiológicos en el organismo animal es el hemograma. Varios autores han reportado el cuadro hematológico para el ganado bovino.

Es de imprescindible importancia conocer los valores normales fisiológicos en que se pueden mover estos parámetros sanguíneos para diferenciarlos de procesos patológicos que pueden estar afectando y aumentar la calidad en la interpretación de los resultados del hemograma.

En la serie eritrocítica se ha encontrado variaciones fisiológicas causadas por la edad. En relación con el sexo estas variaciones se presentan sobre todo en los animales adultos con los mayores valores en el macho.

En cuanto a la serie leucocítica se muestran variaciones fisiológicas en el conteo de los leucocitos totales según la raza, sexo y estado fisiológico que tenga el animal.

Los menores valores de hemoglobina y hematocrito se han reportado en las vacas mayores de 10 años de edad. Se ha considerado con respecto a la edad, que los animales mayores de 10 años disminuyen su capacidad de utilización de los alimentos ofrecidos, lo que es influenciado por el desgaste fisiológico tanto en la capacidad de absorción como en la prensil en el momento de corte de los pastos. En el caso del estado productivo, los menores valores lo han mostrado las vacas secas, ya que es conocido que estos animales reciben un suplemento nutricional de acuerdo a su actitud productiva y al secarse no se tienen los cuidados de preparación para el

---

<sup>31</sup> SALUDALIA. Pruebas diagnosticas en análisis clínico de hemogramas [en línea]  
<[http://www.saludalia.com/Saludalia/web\\_saludalia/pruebas\\_diagnosticas/doc/hemograma.htm](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/pruebas_diagnosticas/doc/hemograma.htm)  
> [Citado el 2 de Julio de 2009]

próximo período productivo, lo que puede acarrear deficiencias en su contenido de hemoglobina y como consecuencia una disminución en el valor del hematocrito. Los valores de hemoglobina y hematocrito pueden estar disminuidos por deficiencias alimentarias.

Los eosinófilos varían según la edad y el estado productivo. Se han observado los mayores valores en las vacas de 10 o más años de edad concordando con . En las vacas de mayor producción (alta) se distinguió también por tener sus mayores valores. Como se demostró que el aumento de estas células se acompaña a los aumentos de parasitismo es probable que los animales más afectados sean las vacas con mayores edades por aumento de la susceptibilidad y en las de alta por ser animales que no se desparasitan para aprovechar por completa su estado de producción de leche. Se debe comentar que no se descarta la posibilidad de que las vacas sufran de estados alérgicos o de enfermedades cutáneas donde es característico el aumento de este tipo celular.

Los neutrófilos varían significativamente según el estado productivo y reproductivo. En el estado productivo se han encontrado los mayores valores en las vacas de alta producción (1° fase de la curva de lactancia) y según el estado reproductivo en las vacas recién paridas. En ambos casos se le atribuyó a que los animales son propensos a situaciones estresantes, para el caso de las vacas de alta producción un estrés productivo mientras que en las vacas recién paridas plantean la existencia un estrés post-parto que se normaliza para el 5-6 días post- parto, como es sabido estas situaciones estresantes aumentarían el nivel de glucocorticoides circulando en sangre que tiene una acción de leucopoyética aumentado el número de este tipo celular, además los estados estresantes producen un aumento de la frecuencia cardíaca con la que se eleva la presión sanguínea provocando la salida de los neutrófilos de los pequeños vasos sanguíneos hacia la circulación mayor. No se descarta la posibilidad de que las vacas puedan estar bajo la influencia bacteriana donde aumenta este tipo de células.

Los linfocitos varían significativamente según edad y el estado productivo. Los menores valores se encuentran en vacas de 10 o más años de edad y en las de alta producción (1° etapa de la curva de lactancia), esto puede estar influenciado en el primer caso por la poca respuesta celular a los desafíos del medio debido al desgaste fisiológico que sufren los animales con el paso de la edad, sobre todos aquellos que son explotados, además las edades avanzadas se caracterizan por una atrofia progresiva de los órganos del sistema inmune con una hipofunción del mismo. En el segundo caso se puede atribuir a la neutrofilia registrada debido a una posible situación estresante donde el aumento de los glucocorticoides en sangre disminuye el número de linfocito.

Los leucocitos totales se ven influenciado por la edad, el estado productivo y reproductivo del animal. En edades de 2-10 años las variaciones de estos elementos celulares son mínimas. Para el estado productivo y reproductivo se encuentran los mayores valores en las vacas de alta producción y en las recién

paridas respectivamente. El aumento de los leucocitos totales se le atribuye a las situaciones estresantes existentes en estas etapas donde el número de leucocitos totales aumentan a expensas del aumento el número de los neutrofilos.<sup>32</sup>.

**4.4.6 Indicadores asociados al estado ácido-básico<sup>33</sup>:** Para que la vida se desarrolle dentro de límites normales, es preciso que el medio interno permanezca invariable. Para ello, el organismo dispone de un sistema de autorregulación conducente a la conservación de la temperatura corporal, la presión osmótica y la concentración de hidrogeniones.

El mantenimiento de la homeostasis ácido-básica asegura, entre otros aspectos, los procesos variados y complejos del metabolismo y sus interrelaciones, el óptimo funcionamiento de las glándulas de secreción interna y la actuación de los sistemas orgánicos, todo en íntima relación con el medio ambiente, para garantizar la salud y la máxima producción animal.

Los sistemas de regulación, para mantener la homeostasis, se oponen de manera automática a las variaciones de pH. Se denominan sistemas buffer, tampón o amortiguadores, y están representados por ácidos débiles con bases fuertes y sus sales.

Las sustancias amortiguadoras pueden estar dentro o fuera de la célula. Extracelularmente, tenemos los sistemas ácido carbónico-bicarbonato de sodio, el fosfato monosódico-fosfato disódico y el proteína-hemoglobina de las proteínas anfóteras; mientras que, intracelularmente, los más representativos son las proteínas y los complejos orgánicos del fosforo.

El grado de participación de estos sistemas en la capacidad amortiguadora total de la sangre se presenta en la tabla 12:

---

<sup>32</sup> ÁLVAREZ, Julio Laurencio. et al. Hemograma en vacas lecheras de la raza Holstein [en línea]. <<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEVpuAVpuEpZTOLMia.php>> [Citado el 2 de julio de 2009]

<sup>33</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: Indicadores asociados estado ácido-básico. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 93-106.

**Tabla 12.** Capacidad amortiguadora de la sangre frente a los desvíos ácido-básicos del organismo.

<i>Sistema amortiguador</i>	<i>Participación del sistema tampón en sangre total</i>
Hemoglobina–oxihemoglobina	35
Bicarbonato de los eritrocitos	18
Bicarbonato del plasma	25
Proteínas plasmáticas	7
Fosfatos orgánicos	3
Fosfatos inorgánicos	2

Fuente: ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis., 2001. p. 93.

En los líquidos corporales, los principales sistemas amortiguadores están representados por bicarbonatos, fosfatos y proteínas, y en estas últimas por las variantes hemoglobina-oxihemoglobina, y las proteínas plasmáticas. Las funciones respiratoria y renal tienen una estrecha relación con estos sistemas, y juntos, una importancia decisiva para el mantenimiento del estado ácido-básico del organismo.

La función respiratoria no consiste únicamente en asegurar el oxígeno necesario para las combustiones hísticas. La excitabilidad del centro respiratorio no sólo se alcanza con el aumento de la tensión con el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), sino que cualquier ácido puede lograrla; de ahí que esta función se encuentre en gran medida subordinada al pH sanguíneo. El CO<sub>2</sub> producido por el metabolismo celular, y el derivado de la disociación del ácido carbónico producido por la aceptación del hidrogenión (H) por parte del ión bicarbonato del sistema carbonado, se encuentran en estrecha relación con el CO<sub>2</sub> atmosférico, por intermedio del CO<sub>2</sub> gaseoso que se encuentra en el aire alveolar. Si se aumenta la concentración de hidrogeniones se estimula el centro respiratorio y aumenta la frecuencia respiratoria, con lo cual se elimina más anhídrido carbónico.

El riñón defiende al organismo de H, eliminando ácidos en estado libre o interviniendo en el sistema tampón de la orina. Pueden reducirse a tres los mecanismos por los cuales se realiza esta función: el intercambio de hidrogeniones con iones sodio, la excreción de bicarbonato y la formación de amoniaco, cuyo principal precursor es la vitamina formada extrarenalmente, la cual, por la acción de la enzima glutaminasa, se desdobla en ácido glutámico y amoniaco.

La participación del sistema digestivo, debido a la actividad ruminal, tiene también una función importante en la regulación del estado ácido-básico. La síntesis de ácidos grasos volátiles y las grandes cantidades de saliva segregadas hacia el rumen constituyen valiosos mecanismos que defienden al organismo de las variaciones de pH. El hígado hace parte también de este

proceso, ya sea por medio de la función biliar, o gracias a su capacidad de transformar el ácido láctico en carbohidratos y a su intervención activa en la etapa oxidativa de los ácidos grasos.

De no existir los mecanismos antes mencionados, y en condiciones normales, la propia respiración, el metabolismo intermediario, el trabajo muscular y el ayuno prolongado, podrían alterar el estado ácido-básico (EAB).

Cuando la capacidad orgánica para mantener la homeostasis es sobrepasada, se presentan desvíos hacia la acidosis y la alcalosis, bien de tipo metabólica o respiratoria, compensada o descompensada.

- **Trastornos del equilibrio ácido-básico:** Las actividades celulares tienen lugar únicamente en un medio de reacción apropiado y pueden detenerse si éste es más ácido o más alcalino. Una característica importante de los diferentes comportamientos líquidos del organismo es su concentración hidrogeniónica. El pH se mantiene dentro de límites muy próximos, generalmente 7,35 y 7,45, aunque las variaciones compatibles con la vida son algo más amplias.

Como se señaló anteriormente, la integridad del medio interno se asegura mediante líneas defensivas: la primera son los sistemas amortiguadores, la segunda línea de defensa orgánica son la función renal y la pulmonar, que garantiza la eliminación de ácidos y bases resultantes de la acción compensatoria de los sistemas tampón. Cuando fallan las acciones de estas dos primeras líneas de defensa de la homeostasis, aparecen las alteraciones ácido-básicas.

Los adelantos alcanzados en la fisiología, la bioquímica, la fisiopatología y los medios y métodos del diagnóstico clínico, han generado una gran variedad de términos y definiciones para las alteraciones del estado ácido-básico (EAB) (véase tabla 13).

**Tabla 13.** Términos más empleados en el EAB

<i>INDICADOR</i>	<i>DEFINICIÓN</i>	<i>TÉRMINO DIAGNÓSTICO</i>
pH disminuido	Exceso total de ácido o déficit de base Estado normal de la sangre con pH bajo Reacción de sangre normal ácida	Acidosis total Acidemia Acidemia
pH aumentado	Exceso total de bases o déficit de ácido Estado anormal de la sangre con pH alto Estado anormal alcalino de la sangre	Basemia total Alcacemia Alcalemia
pCO <sub>2</sub> aumentada	Excesos de H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> por aumentos de pCO <sub>2</sub>  Proceso normal con hipoventilación pulmonar relacionada a la producción de CO <sub>2</sub> Exceso primario de CO <sub>2</sub>	Acidosis total respiratoria Acidosis respiratoria  Acidosis gaseosa respiratoria
pCO <sub>2</sub> disminuida	Déficit de H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> causada por disminución de pCO <sub>2</sub> Proceso anormal con aumento primario de la ventilación pulmonar relacionada con la producción de CO <sub>2</sub> Déficit primario de CO <sub>2</sub>	Alcalosis respiratoria Alcalosis respiratoria  Alcalosis gaseosa respiratoria
BE negativa	Excesos de ácidos no volátiles o déficit de bases Acumulación primaria de ácidos fuertes o pérdida primaria de bicarbonato en LEC Exceso primario de ácidos	Acidosis no respiratoria Acidosis metabólica  Acidosis metabólica
BE positiva	Exceso de bases o déficit de ácidos no volátiles Acumulación primaria de bases fuertes o bicarbonato exógeno LEC o pérdida primaria de ácidos fuertes en LEC	Alcalosis no respiratoria Alcalosis metabólica

---

BE: Bicarbonato en exceso.

Fuente: ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis., 2001. p. 93.

- **Acidosis metabólica:** La acidosis metabólica es el estado patológico que se caracteriza por ganancia de ácidos fuertes o pérdida de bicarbonato en líquido extracelular (LEC). El origen de los excesos de ácidos pueden ser endógenos derivados del metabolismo proteico y la oxidación incompleta de glúcidos y grasa; y oxígeno, como consecuencia de alimentos acidificantes

como pueden ser la ingestión de demasiado concentrado y poco forraje y de ensilajes con elevada acidez, abundantes carbohidratos fácilmente fermentables, proteínas, cloruros y nitrato de calcio. Las pérdidas de bicarbonato pueden ocurrir por afecciones renales e intestinales.

El diagnóstico de la acidosis metabólica requiere una cuidadosa investigación, donde se integren, con igual nivel de profundidad los datos de la anamnesis y del laboratorio.

Con el desarrollo alcanzado en los medios y métodos para el diagnóstico, y muy especialmente con la hemogasometría se ha podido constatar que no existe una total correspondencia de la excreción de ácidos por la orina, o aciduria, con el estado de acidosis metabólica. Se concluyó que la orina brinda información incompleta y, en ocasiones, contradictoria: ella es útil para orientar sobre posibles desequilibrios del estado ácido-básico, mientras que la confirmación diagnóstica solo se logra mediante la hemogasometría.

Es necesario tener en cuenta la situación contradictoria que se presenta en la llamada aciduria paradójica con las alcalosis concomitante, o la aciduria que se desarrolla como reacción compensatoria para mantener el EAB del organismo. Este hecho se explica por la excesiva producción de hidrogeniones a causa, fundamentalmente, del consumo de dietas con un alto contenido de carbohidratos, que, al fermentarse, acumulan ácido láctico en el rumen, el cual pasa a la sangre, y sus excesos se regulan por la excreción renal, siempre y cuando no se sobrepase la capacidad reguladora del organismo.

“La producción excesiva de lactato ruminal (indigestión ácida) es provocada por la acción del *Streptococcus bovis*. Este microorganismo fermenta anaeróbicamente, de manera rápida, los carbohidratos solubles, llevando a la acumulación y absorción de lactato. La producción de lactato en el rumen supera la cantidad que puede ser absorbida. Como consecuencia, el pH ruminal cae por valores debajo de 5,0, causando atonía del rumen y ruminitis química. La osmolaridad del rumen aumenta, provocando el acumulo de fluidos corporales en este, causando deshidratación y hemoconcentración.

Además, el pH sanguíneo y el bicarbonato se disminuye, con la consiguiente acidosis metabólica, ya que el ácido láctico es 10 veces más fuerte que los ácidos grasos volátiles. En la acidosis se vera en el mismo, que las reservas bicarbonato en plasma son agotadas, la presión sanguínea disminuye afectando también el suministro de oxígeno a los tejidos. Así, el metabolismo se ve obligado a aumentar la tasa de la glicólisis anaerobia, lo que exacerba la producción de lactato. La orina se vuelve más ácida, de modo que los valores normalmente pH alcalino de la orina de los rumiantes cae alrededor de 5,0. Las secuelas de la acidosis láctica en los rumiantes incluyen ruminitis, que puede ser complicada por una micosis secundaria, generalmente mortal.

El grado de deshidratación es un parámetro de la gravedad del problema, y los mejores indicadores para este evento son el hematocrito y la albúmina. Los

valores de estos indicadores podrían aumentar en 60 o 70% del valor normal, dependiendo de la gravedad de la deshidratación. Este mismo parámetro se puede utilizar para controlar la eficacia del tratamiento. Una forma práctica de seguimiento de juego adicionales a la enfermedad es mediante la medición de pH de la orina, lo que indica el estado de acidosis”<sup>34</sup>.

- **Alcalosis metabólica:** Es el proceso que causa o tiende a causar déficit del hidrogenión junto a un aumento en el LEC. Del bicarbonato de origen no respiratorio, como consecuencia de una mayor excreción del H<sup>+</sup> con las secreciones orgánicas, la administración en exceso de bicarbonato o el déficit de la reserva de potasio.

En la práctica ganadera, la alcalosis metabólica se asocia con la excesiva ingestión de proteínas y bicarbonatos, la oxidación de sales orgánicas, los trastornos en la digestión de proteínas, las alteraciones ruminales y de glándulas suprarrenales, y los estados de estrés.

La disminución de los cloruros y el incremento de sodio en el suero sanguíneo, podrían deberse al elevado contenido de bicarbonato. El bajo nivel de los cloruros es un síntoma característico de la alcalosis metabólica en las vacas que presentan desplazamiento del cuajar.

“En nuestro medio se aumenta el riesgo de esta patología en la zona lechera del país por la excesiva fertilización, tanto con los abonos orgánicos como inorgánico. A ello contribuye el consumo de pastos jóvenes y bajos en fibra, como también la suplementación en concentrados ricos en proteína y bajos en carbohidratos altamente solubles.

Los rebrotes de los pastos con las lluvias, después de un verano intenso con o sin fertilización, pueden conducir a los animales a sufrir el problema, situación que se puede presentar también en las ganaderías de carne. Además alcalinizan en la panza dietas ricas en pastos muy maduros, difíciles de digerir por el exceso de fibra. La alcalosis ruminal se presenta además, cuando no se realizan los procesos de fermentación. Sería entonces durante la inapetencia por patologías diferentes, sobre todo las que llevarías a un aumento de temperatura, o por ayuno en las épocas de escasez de alimentos en los veranos intensos, así como en los animales estabulados. El riesgo de alcalosis se presenta porque la saliva producida normalmente al se deglutida aumenta más el pH por su contenido de bicarbonato de sodio y porque en las indigestiones, al morir las bacteria, estas liberan proteína al líquido ruminal.

En el medio ruminal las bacterias proteolíticas aumentan cuando hay exceso de proteína en la dieta, siendo mayor ese aumento cuando el nitrógeno es muy soluble. Dentro de los germenos proteolíticos que más aumentan están las

---

<sup>34</sup> GONZÁLES, Felix H. D. Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólicas-nutricionais em ruminantes. En: Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutricao e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, 2000. p. 94.

bacterias gram negativas (G-), como la *Escherichia coli*, *Proteus sp* y el *Fusobacterium necrophorum*. Cuando el aumento es bastante y la mucosa del rumen está alterada, se pueden absorber y por vía sanguínea, llegar a cualquier otro órgano o sistema orgánico, donde pueden originar abscesos. Al realizar necropsias es frecuente hallarlos en el hígado y, a veces en el pulmón.

Otro efecto importante de la alcalosis sobre la flora ruminal es la disminución de las bacterias celulolíticas y de las transformadoras del lactato o propionato, como en caso de la *Selenomona ruminantium* y la *Megaesphaera elsdenii*, situación que puede, en un momento determinado y en ciertos animales, desencadenar acidosis ruminal por acumulación de ácido láctico. Al disminuir tanto la flora celulolítica, como la amilolítica se origina un estancamiento de la celulosa a nivel del saco ventral del rumen.

Cuando la rica en N<sub>2</sub> soluble se acompaña de una deficiencia de fibra y carbohidratos altamente fermentables, estos últimos necesarios para transformar la proteína del alimento en proteína bacteriana, el nitrógeno soluble se metaboliza a través de los procesos de la fermentación de la panza, originando altas concentraciones de NH<sub>3</sub> y aumentando el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>S). Estas sustancias pueden aportar hidrogeniones (H<sup>+</sup>) al medio ruminal, lo cual puede ser un factor para desencadenar la acidez del rumen. También, por el metabolismo de nitrógeno no proteico (NNP) a través de la fermentación, se puede originar aumento en la concentración de ácido láctico y alterar la proporción de los AGV, produciéndose más ácido butírico que propiónico y acético.

El exceso de amoníaco ruminal se absorbe y llega al hígado por medio de la sangre, donde se transforma en urea; esta regresa de nuevo al rumen por medio de la saliva donde es fuente de nitrógeno para las bacterias. El exceso de amoníaco aumenta el pH del rumen desde lo normal, 6-7 a 7,5-8,5, e incluso más, situación que es más común en la vaca en transición.

En este proceso también se producen sustancias aminadas derivadas de la descarboxilación de ciertos aminoácidos, entre los cuales está la histamina, serotonina, tiramina, cadaverina, triptamina, putresina. Se destaca que la producción de estas sustancias se da más en las vacas en transición.

Es de suma importancia tener en cuenta la histamina, pues las altas producciones generadas en el rumen y absorbidas a través de la mucosa ruminal pueden originar manifestaciones de hipersensibilidad tipo 1, a lo que Tizard reporta como reacciones anafilactoides. Una u otra incluyen laminitis, urticaria, hipertensión pulmonar, epifora, accemas en piel de pezón y algunas otras.

También es importante la tiramina, derivada de la tirosina, porque predispone al organismo a sufrir cuadros tóxicos al inhibir la actividad antotóxica del mismo.

Los protozoos sufren alteración en cuanto al número y al tipo disminuyendo en cantidad cuando hay cambios en el pH, ya que ellos son muy sensibles a los cambios en el equilibrio ácido.básico bien sea cuando aumenta o disminuye eñ pH. En cuanto al tipo, desaparecen primero los grandes, luego los medianos y por último los pequeños.

♦ *Fase aguda:* Durante esta fase el animal presenta disminución del apetito, aumento del consumo de agua; la rumia está ausente o es irregular; mucosas rojo-parduzcas, lo que algunos autores llaman mucosas tóxicas; hay alteraciones cardiovasculares: taquicardia, pulso débil y filiforme, taquipnea; merma en la producción de leche y de su porcentaje de grasa; adelgazamiento muy manifiesto, que es un signo clásico porque disminuye el volumen abdominal; se pueden encontrar parálisis o cóleras.

♦ *Fase crónica:* En esta fase se observa pelo opaco y erizado, falta de elasticidad de la piel, erupciones ponfoideas del tipo urticaria, heces blandas y con moco brillante. El flanco hundido y el rápido enflaquecimiento se deben a complicaciones hepato-renales.

El curso agudo como el crónico pueden dejar las siguientes secuelas:

- a) Hipoglicemia (Cetosis), por disminución de los compuestos gluconeogénicos, como también por el aumento del ácido butírico y de la proteína bruta.
- b) Putrefacción de la panza.
- c) Hipocalcemia e hipomagnesemia.
- d) Intoxicación por nitraos y nitritos.
- e) Intoxicación por amoniaco (Hiperamonemia), que puede a su vez alterar al pulmón y al riñón, por ser sitios de eliminación del amoniaco. Esta condición conjuntamente con los nitratos y los nitritos puede originar neumonía intersticial, hallazgo frecuente en estudios de histopatología.
- f) Trastornos reproductivos, como ovarios quísticos, infertilidad que se manifiesta como repeticiones de servicios, endometritis y metritis.
- g) En gestación avanzada, el amoniaco puede traspasar la barrera feto-materno placentaria, provocando un aumento de terneros débiles y expuestos a infecciones.

Los animales que sufren de alcalosis de la panza pueden sufrir estados de inmunosupresión, permitiendo que sea propensos a iinfecciones, como es el caso de la Rinotraqueitis Bovina Infecciosa (IBR), ya que el virus se puede multiplicar y diseminar a través de los animales, principalmente cuando se producen grandes cantidades de 3 metil-indol (3MI), metabolito inmunosupresor cuando en la dieta hay exceso de proteína o sustancias nitrogenadas.

El exceso de amoniaco se elimina también en leche, lo cual puede causar irritación en el parénquima mamario originando un aumento en el número de células que dan positividad al California Mastitis Test (C.M.T.) y ser una de las causas del catarro mamario inespecífico.

La mejor manera de diagnosticar la alcalosis ruminal es analizando el líquido del rumen, donde se determina: color, pH, flotación, sedimentación, el tiempo de reducción del azul de metileno, extendido para Gram y la presencia de protozoos.

Al determinar el pH, éste se encuentra por encima del rango normal, 6-7, encontrándose de 7,5 a 9.

El color que se observa es verde-negruczo, el último color principalmente cuando hay putrefacción de la panza; además, con esta complicación el líquido ruminal puede ser espumoso.

Se encuentra poca sedimentación de partículas alimenticias, por tener pocas bacterias, que no metabolizan los alimentos, lo cual provoca, su vez, flotación de las partículas. Al realizar el extendido del líquido y teñirlo con Gram, se corrobora la disminución de las bacterias, con predominio de las Gram negativas. Esta situación también la confirma el tiempo de reducción del azul de metileno, ya que si el resultado está por encima de los 15 minutos indica que hay pocas bacterias, y si el líquido no se decolora es un signo de que ellas están ausentes.

El número de protozoos se encuentra disminuido, porque son muy sensibles al cambio del pH, bien sea hacia lo básico o a lo ácido, primero desaparecen los grandes, luego los medianos y por último los pequeños.

También se pueden realizar pruebas seroquímicas para diagnosticar un exceso de proteína, determinando las concentraciones de urea y de glucosa para analizar el estado de la relación de energía:proteína (E:P). Si la relación está a favor de la segunda, bien sea en forma absoluta o relativa, se puede pensar en una dieta con exceso de proteína o en nitrógeno no proteico (NNP). Los posibles hallazgos de la relación energía:proteína, son los siguientes:

- Glucosa normal: Proteína normal, sin manifestación de alteración metabólica.
- Glucosa normal: Proteína alta, mostrando que posiblemente hay deterioro metabólico, originado por el aumento de la proteína.
- Glucosa baja: Proteína normal, donde posiblemente se tiene el cambio metabólico anterior, desencadenado por la baja de glucosa.
- Glucosa normal: Proteína baja, que puede originar también trastornos metabólicos.
- Glucosa baja: Proteína alta, donde existe un trastorno más intenso del metabolismo, y es el caso más frecuente hallado en fincas donde se

fertilicen los pastos con abonos nitrogenados y además, se dan suplementos ricos en proteína.

La urea alta puede indicar alcalosis ruminal, principalmente cuando los datos epidemiológicos así lo confirmen y se descarten otras patologías que lleven a un aumento de la urea sanguínea. Se debe recordar que la alcalosis ruminal puede provocar alteración renal, que a su vez, puede contribuir al aumento de la urea en la sangre.

Las pruebas de funcionamiento hepático por medio de la valoración de los pigmentos biliares, como la bilirrubina total, y la medición enzimática principalmente en el bovino, la aspartato aminotransferasa (AST) y la glutamato láctico deshidrogenasa (GLDH), también sirven para confirmar el exceso de amoníaco, que es nocivo para el hígado. Esta situación es bastante común en vacas en transición, en las cuales por el cambio brusco de alimentación, o por falta de tiempo en la preparación del rumen durante el cambio de dieta del periodo seco al de lactancia presentan desarreglos ruminales que afectan el funcionamiento del hígado, por muchas causas entre ellas, la sobreproducción de  $\text{NH}_3$ .

En el tratamiento en los casos agudos es importante restaurar el pH aplicando soluciones ácidos como ácido acético (vinagre blanco), 50 cc en 2 litros de agua, vía oral. Si no está a la mano el ácido, se puede remplazar por zumo de limón.

Se deben recomendar antibióticos del tipo aminoglicósidos, generalmente estreptomina o gentamicina; también sirve la oxitetraciclina, con el fin de controlar las bacterias gram negativas.

Aplicar un litro de azul de metileno al 1-2% ayuda a restaurar la flora ruminal y evita complicaciones con los nitratos y los nitritos.

Para controlar los efectos de las secuelas se recomiendan los antihistamínicos en los casos de hipersensibilidad y las vitaminas del complejo B como protector hepático y restaurador de la flora ruminal.

En los casos crónicos, además del tratamiento anterior, es fundamental aportar fibra con base en la ración total; ojala la fibra larga como la cascarilla de algodón o el heno de buena calidad. También se deben recomendar suplementos minerales para ayudar en el metabolismo enzimático en el sector gástrico anterior”<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> TAMAYO PATIÑO, Carlos. Alcalosis ruminal bovina. En: Despertar lechero. Edición N° 19 (2001); p. 5-12.

#### 4.5 USO DE LOS PERFILES METABÓLICOS EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES METABÓLICO-NUTRICIONALES EN RUMIANTES<sup>36</sup>

El perfil metabólico en rumiantes puede ser usado no solamente para monitorear la adaptación metabólica y diagnosticar desequilibrios de la homeostasis de los nutrientes, sino también para revelar las causas que están por detrás de la manifestación de una enfermedad nutricional o metabólica. En cuanto herramienta de laboratorio, el perfil metabólico será útil considerándose junto con el examen clínico y el histórico del rebaño como un todo o de los animales individualmente. Además de subsidiar el diagnóstico, el perfil metabólico puede servir para monitorear la efectividad del tratamiento y pronosticar el problema.

Lo siguiente tiene como objetivo revisar la forma como el perfil metabólico puede ayudar en el diagnóstico y pronóstico de algunos trastornos metabólico-nutricionales en rumiantes.

**4.5.1 Cetosis<sup>37</sup>:** La cetosis bovina es uno de los trastornos metabólicos que con más frecuencia se presenta en las vacas lecheras. Esta enfermedad se manifiesta en las vacas de producción, en las primeras semanas de la lactancia, generalmente entre los 10 y 50 días posparto, con su punto crítico a los 20 días y junto con la manifestación del pico productivo. Está relacionada con un déficit absoluto o relativo de los componentes energéticos de la ración. El déficit relativo se refiere a que algunas vacas, debido a su alta especialización, requieren mayor cantidad de alimentos a los que son capaces de ingerir para respaldar la producción de leche.

Los rumiantes deben cubrir sus necesidades energéticas a partir de los AGV producidos en el rumen fundamentalmente, mientras que la síntesis de novo de la glucosa, que necesariamente debe ser utilizada en la lactación, produce un gasto energético adicional.

Según González<sup>38</sup> la cetosis ocurre en vacas lecheras en función del enorme drenaje de glucosa sanguínea para la glándula mamaria con el objetivo de sintetizar lactosa. El trastorno ocurre generalmente en las primera semanas de la lactancia, en animales que no consiguen adaptar su metabolismo a la nueva situación fisiológica.

Los principales síntomas de esta enfermedad son: disminución de la producción de leche y aumento del contenido graso; disminución del apetito o apetito depravado (pica), donde resulta significativo el rechazo de las vacas al pienso; trastornos del sistema nervioso como excitabilidad o depresión, y trastornos digestivos como diarrea o constipación con heces encartonadas.

---

<sup>36</sup> GONZÁLES, Felix H. D, Op. cit., p. 89-101.

<sup>37</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: Cetosis bovina. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 53-56.

<sup>38</sup> Ibid., p. 133.

Puede notarse, además, un aliento cetónico cuando la concentración de cuerpos cetónicos es alta.

Este trastorno fue clasificado en diferentes formas. Desde el punto de vista clínico sólo se consideran tres tipos: la cetosis primaria (espontánea), la cetosis primaria nutricional y la cetosis secundaria. Otra clasificación algo más amplia subdivide la cetosis primaria en clínica y subclínica, esta última como asintomática, y considera la cetosis secundaria como consecutiva de alguna enfermedad, tal como el caso de las infecciones genitales relacionadas con el parto. En la secundaria, además, la cetosis nutricional es la que se produce por una alimentación insuficiente, mientras que la alimentaria se instaura por excesos en la ingestión de alimentos cetogénicos, como ciertos ensilajes.

Normalmente, la mayor parte de la energía utilizada proviene de los carbohidratos, y en las vacas al inicio de la lactancia, por la alta demanda energética, pueden ocurrir depleciones fisiológicas de los carbohidratos por exceso de utilización.

Existen otros factores asociados a la aparición de la cetosis, como son la ingestión de dietas altas en proteínas con bajos niveles energéticos y dietas carentes de forraje verde en general, así como la estabulación permanente.

El signo característico que da el nombre a la enfermedad es el aumento de los cuerpos cetónicos, los cuales se excretan por la orina y la leche; otros signos bioquímicos encontrados son el aumento de ácidos grasos libres plasmáticos que provienen del exceso de la lipólisis tisular, hipoglicemia y depleción del glucógeno hepático. En los indicadores hematoquímicos, es frecuente encontrar las concentraciones de urea y de los minerales dentro de rangos normales, aunque puede haber hipocalcemia concomitante. En las vacas cetóticas no necesariamente tienen que encontrarse alterados estos indicadores bioquímicos, pues ello depende de la intensidad del trastorno y de la fase en que se encuentre.

“Los eventos metabólicos mas importantes que ocurren en la cetosis son manifestados en el perfil metabólico por hipoglicemia y por acetonemia (elevación de los cuerpos cetónicos). Estos últimos se encuentran aumentados tanto en la sangre y en la leche como en la orina. El nivel de ácidos grasos libres y de colesterol también se eleva y el hígado puede sufrir alteraciones lípidicas. La severidad del síndrome es proporcionar al grado de hipoglicemia y de acetonemia.

Una información importante para evaluar la evolución de la enfermedad y la actividad plasmática de las enzimas hepato-específicas, tales como ornitina carbanil transferasa, sorbitol deshidrogenasa y glutamato deshidrogenasa o de otras enzimas menos específicas además igualmente importantes, tales como aspartato aminotransferasa (AST) y fosfatasa alcalina (ALP). Los niveles de albúmina y colesterol y, en menor grado de glucosa también pueden esperar cuando la función hepática esta comprometida.

Antes de los síntomas de cetosis aparecer, puede ser detectado aumento en el nivel de los cuerpos cetónicos, entre ellos lo más importante el beta-hidroxibutirato (BHB).

La cetosis clínica puede, en tesis, ser previsible combinando los valores de cuerpos cetónicos y glucosa. Es posible también acompañar la evolución de la enfermedad después que ella se presenta a través de los niveles de cuerpos cetónicos en la leche o en la orina. Se considera que los niveles de cuerpos cetónicos en la leche corresponde a 35-50% de los valores en la sangre.

En todos los tipos de cetosis ocurre acidosis metabólica, casos en el que el bicarbonato de la sangre puede caer a niveles bajos y el pH para menos de 7,2 (normal 7,4).

Sin embargo, no siendo parte del los componentes del perfil metabólico, la condición corporal es un indicador muy usado para efectos de su prevención, debido a su practicidad. La recomendación es que la vaca debe llegar al parto en condición corporal equivalente a un puntaje de 3,0 a 3,5 (en la escala de 1 a 5). Esto implica la observación de la condición corporal en el inicio del periodo seco para tomar las medidas necesarias con relación al manejo alimenticio antes del parto<sup>39</sup>.

**Foto 6.** Vaca con sobre condición corporal del hato lechero de la Finca La Montañita.



El exceso de movilización lipídica que ocurre en las vacas con cetosis provoca, de manera conexas, cambios grasos en el hígado, ya que este órgano no alcanza a sintetizar las cantidades de lipoproteínas que lo liberen del exceso de

---

<sup>39</sup> GONZÁLES, Felix H. D, Op. cit., p. 89-101.

ácidos grasos que llegan a él. La degeneración grasa, si es mantenida, puede ocasionar cambios irreversibles en el parénquima hepático, lo que afectaría la capacidad productiva y reproductiva de la futura vaca.

Las hembras cetóticas presentan con frecuencia trastornos reproductivos, representados por endometritis, retención placentaria, repetición en el número de servicios por gestación, celos poco manifiestos y anestro posparto. Si no existe complicación, las vacas pueden recuperarse espontáneamente de la cetosis; de todos modos, es importante realizar el diagnóstico, ya que el trastorno metabólico ocasiona pérdidas económicas por la disminución en la producción de leche y los gastos del tratamiento; además, el animal puede quedar afectado por un daño hepático crónico.

En el tratamiento de la cetosis se utilizan medicamentos que corrigen el déficit energético y coadyudan al aumento de la glucosa circulante, como soluciones de glucosa al 50%, glucocorticoides, ACTH y aditivos glucogénicos en la ración, del tipo de los lactatos y propionatos. Los principales glucocorticoides usados han sido la dexametasona (10 mg) y la flumetasona (2,5 mg). También se ha utilizado la protamina-Zn-insulina en dosis de 200 UI por vía intramuscular para estimular el uso de la glucosa sanguínea, el propilen-glicol y la niacina, esta última por su efecto inhibitorio de la lipólisis. El antibiótico monensina ha sido empleado en el tratamiento de la cetosis por su efecto anticetogénico.

La profilaxis para este trastorno incluye un balance alimentario de la ración, sobre todo en las primeras semanas después del parto, para no dejar engordar mucho las vacas durante el período seco (mantener de 3 a 4 puntos la condición corporal, en una escala de 1 a 5, en el momento del parto); es necesario suministrar forraje siempre y permitir a los animales que caminen y pastoreen.

Se ha empleado con éxito la metionina protegida en el suplemento, ya que este aminoácido, además de ser esencial para la producción de leche, es imprescindible para la biosíntesis de las lipoproteínas por el hígado.

Dentro de la profilaxis ha dado también buenos resultados el incremento de los concentrados inmediatamente después del parto, dentro del período de adaptación, para aumentar la energía disponible y evitar cambios bruscos en la ración en el período de mayor susceptibilidad a la enfermedad.

A las vacas reincidentes en la enfermedad se les puede administrar propionato de sodio como preventivo hasta las 6 semanas después del parto. Las sustancias buferantes (zeolitas, magnesita y bentonita), pueden emplearse en dosis del 2% de la materia seca consumida diariamente.

**4.5.2 Hipocalcemia ó fiebre de la leche<sup>40</sup>:** La hipocalcemia es una enfermedad típica de las vacas de alta producción. Es de curso agudo y se presenta durante los tres primeros días después del parto. Como su nombre lo indica está relacionada con la disminución del calcio plasmático, la cual a su vez es responsable de la sintomatología.

La fuerte homeostasis en las vacas lecheras, sobre todo las de alta producción, puede ocurrir desordenes en el metabolismo del calcio por la excesiva demanda de la producción de leche. Cuantitativamente expresado, una vaca que produzca 30 Kg de leche en un día, a razón de 1,2 g de Ca/Kg de leche, necesita 36 g de este mineral; el calcio en la leche es 10 veces superior al calcio plasmático. Hay que tener en cuenta, además, que la parte metabólicamente activa, del calcio plasmático es el calcio iónico, el cual es, aproximadamente la mitad del calcio circulante.

Los principales factores que predisponen al animal a la hipocalcemia son: la alta producción de leche que provoca un exceso en la salida del calcio; la edad avanzada, cuando se hace mas difícil la absorción intestinal del elemento por disminución de los receptores del calcitrol y por la lentitud de los movimientos intestinales; la ingestión de altas concentraciones del mineral, lo cual interfiere los mecanismos de movilización del mismo, y los desequilibrios ácido-básicos, ya que la alcalinidad es nociva para la absorción del calcio, y la acidez relativa beneficiosa en la prevención del desorden. También la raza es un factor importante en su aparición.

Uno de los nombres dados a la hipocalcemia es “fiebre de leche”; en realidad, la temperatura de las vacas durante la enfermedad es generalmente normal, si no existen afecciones secundarias. Este trastorno es de curso agudo, y sus síntomas pueden comenzar con temblores musculares y excitabilidad; se presentan también rupturas de tendones y ligamentos y fracturas cuando el animal cae en posiciones incómodas y trata de levantarse; muy pronto comienza la parálisis y la caída de las vacas, casi siempre en posición externa; se manifiesta, además, con depresión, inconciencia, colapso circulatorio, hipotermia y éstasis ruminal. La incidencia llega a ser ínfima si se instaura inmediatamente la terapia con calcio.

El diagnóstico clínico de la enfermedad se realiza de una manera relativamente sencilla, ya que la sintomatología es bastante clara y bien conocida, tanto por los médicos veterinarios como por los criadores. El diagnóstico más difundido es la medición de calcio total que da la proporción de calcio iónico; sin embargo, para otros autores el descenso significativo de la calcemia, sólo ocurre momentos antes de la muerte; por tanto recomiendan, como diagnóstico de certeza la determinación de calcio óseo. Sin embargo, por el perfil metabólico se puede detectar factores predisponentes de las enfermedades, y sufrida la enfermedad, el pronóstico puede ser evaluado.

---

<sup>40</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: Hipocalcemia (fiebre de la leche). 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 137-140.

Se debe realizar el diagnóstico diferencial para distinguir la hipocalcemia de la hipofosforemia y de otros trastornos musculares que impiden al animal sostenerse en pie; puesto que, entre los factores predisponentes para la fiebre de la leche, los desequilibrios minerales pueden medirse por el perfil metabólico, especialmente la deficiencia de magnesio (Mg) y el desequilibrio de la relación calcio / fósforo (Ca/P).

La deficiencia de Mg es la causa más importante de predisposición para la fiebre de la leche. Dietas deficientes en magnesio causa inhibición de la movilización de Ca por efecto directo sobre el metabolismo, interfiere con la absorción intestinal de calcio y estimulando la secreción de calcitonina.

La mayoría de veces, la hipomagnesemia no se presenta clínicamente, sino de forma crónica subclínica atacando a las vacas luego del parto. La incidencia de hipomagnesemia aumenta en las épocas en que el pasto es fertilizado con K, pues ese mineral inhibe la disponibilidad de Mg en el animal. Además, en tiempos de la producción de los pastos y forraje de mala calidad como en el invierno, los niveles de Mg caen peligrosamente. Mediante el perfil metabólico puede ser acompañado el estado magnesémico del rebaño, a fin de mantener niveles seguros y suplementar si es el caso.

El desequilibrio de la relación Ca/P se refiere al aumento de esta relación, o por la deficiencia de P o Ca. Un aumento en la relación Ca:P mayor de 3,8:1 puede causar: a) la inhibición de la secreción de hormonas del paratiroidiano (PTH), lo que provoca la falla en la movilización de calcio de los huesos y la absorción de calcio en el intestino, y b) el aumento de la secreción de calcitonina, la hormona que causa la disminución de la concentración de calcio en la sangre al estimular la entrada de Ca, en las reservas hueso. Así pues, el efecto sobre el metabolismo de una relación Ca/P alta es la disminución de la alta movilización de las reservas de Ca y el aumento de predisposición que sufren de fiebre de la leche cuando la demanda de calcio aumenta, como el principio de la lactancia. Conocer el estado de minerales, a través del perfil metabólico, pueden tomarse medidas del caso antes del parto.

El tratamiento elegido es la inyección intravenosa de una solución de borogluconato de calcio al 25% hasta completar 9 gramos de calcio; pero, si existen algunas complicaciones u otras deficiencias energético-minerales asociadas, éstas también deben corregirse. La vitamina D<sub>3</sub> es usada tanto en el tratamiento como en la prevención del trastorno.

En las vacas afectadas por la fiebre de la leche, el perfil metabólico puede ayudar en el pronóstico. Sabiendo que el daño muscular es el principal responsable de la falta de recuperación de la fiebre de la leche y el factor clave que hace que el síndrome de la vaca caída, se pueden determinar los nacimientos en los niveles plasmáticos de actividad de las enzimas musculares, principalmente la creatinquinasa (CK) y aspartato transaminasa (AST). Altos niveles de enzimas muestran un amplio daño muscular con pocas posibilidades de recuperación. La relación de la recuperación de las

vacas con fiebre de la leche en el tratamiento clásico de una sola vía intravenosa en HICK borogluconato de calcio es de alrededor del 65%. La recuperación de los demás dependerá de la respuesta metabólica y, principalmente, el daño muscular.

Otros factores predisponentes para la fiebre de la leche, tales como la alimentación, la alcalosis, la raza, el peso y la producción de leche, no puede ser evaluado por el perfil metabólico. Las dietas consideradas alcalinas, es decir, con exceso de cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) predisponen a la hipocalcemia. Dietas ricas en fósforo ( $> 80$  g/día) también tienen el mismo efecto. Esto es debido a la alta concentración de P en sangre que inhibe  $\alpha$  1-hidroxilasa, disminuyendo la producción de 1,25-dihidroxi-colecalciferol (vitamina  $\text{D}_3$  activa) y, por tanto, la disminución de la absorción intestinal de Ca.

La profilaxis de la hipocalcemia se realiza mediante diferentes procedimientos: el suministro de pequeñas cantidades de calcio ( $< 50$  g al día) a las vacas en las semanas anteriores al parto; el suministro de dosis masivas de vitamina  $\text{D}_3$  (10 a 20 millones UI/día) una semana antes del parto con el fin de movilizar las reservas de calcio; el uso de derivados hidroxilados, como el 1-alfa hidroxilo, con la inducción del parto antes de los siete días posteriores a la administración, para aprovechar los días de máxima movilización del calcio.

Una de las medidas preventivas propuestas recientemente es la adición de cloruros a las dietas de las vacas antes del parto, pues se ha observado que de esta forma mejora la respuesta de la hidroxivitamina  $\text{D}_3$  a la hipocalcemia. También se ha constatado que el correcto equilibrio ácido básico antes y después del parto es una medida eficaz contra la aparición de la hipocalcemia.

Los tratamientos preventivos, en general, tienen sus inconvenientes, son costosos y la aplicación de algunos de ellos no es práctico por no poderse suministrar a todas las vacas del rebaño.

**4.5.3 Hipomagnesemia<sup>41</sup>:** La hipomagnesemia es otro de los trastornos metabólicos carenciales que padecen los rumiantes. La mayor parte del magnesio corporal se encuentra depositado en los huesos, y en los casos de deficiencia no parece haber ningún mecanismo fisiológico capaz de movilizarlo, aunque los excesos ingeridos son rápidamente eliminados por la orina. A diferencia del calcio, el magnesio no posee mecanismos reguladores de sus niveles plasmáticos, y su deficiencia puede ser ocasionada solamente por una baja ingestión o dificultades en la absorción. Uno de los factores que conspira contra la absorción del magnesio es la alta concentración de potasio en los pastos con nuevos brotes intensamente fertilizados, lo que ocurre principalmente en la primavera.

---

<sup>41</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: Hipomagnesemia. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 140 y 141.

- **Hipomagnesemia aguda (tetania de la hierba):** La hipomagnesemia aguda, conocida también como “tetania de la hierba”, es un trastorno típico del ganado en pastoreo de las regiones templadas del mundo. La forma más usual del trastorno es el síndrome tetánico que ocurre al principio de la primavera cuando los animales salen a pastear después del invierno. Los síntomas característicos son de tipo nervioso, representados por espasmos musculares clónico-tónicos, ataxia, convulsiones, opistótonos e incluso la muerte por insuficiencia respiratoria. La hipocalcemia puede ser un síntoma asociado a la hipomagnesemia, ya que en el tracto intestinal ambos minerales pueden unirse a sustancias orgánicas que dificultan su absorción.

El tratamiento es la administración parenteral de sales de magnesio y calcio en combinaciones variadas. Éstas deben administrarse rápidamente para que sean efectivas, debido al curso sobreagudo de presentación de la enfermedad, aunque de toda manera la respuesta al tratamiento es larga y poco segura; se plantea, además, que un 30% de los animales tratados mueren.

Se afirma que en las regiones tropicales es poco probable que ocurra el trastorno debido al alto contenido de magnesio en los pastos.

- **Hipomagnesemia crónica:** Los rebaños que reciben un bajo aporte de magnesio en la alimentación, además de ser más propensos a desarrollar el cuadro agudo de la tetania de la hierba, pueden presentar alteraciones productivas y reproductivas, por disminución de la eficiencia alimentaria, principalmente en el rumen, la cual se traduce en una reducción de la producción láctea y de su contenido de grasa, proteína y lactosa, y en un aumento en la tasa de retención placentaria. Los bajos niveles plasmáticos de magnesio interfieren en la rápida movilización del calcio, lo que hace a las vacas más propensas a la hipocalcemia. Por ello se enfatiza en la necesidad del monitoreo del calcio, el fósforo y el magnesio en las etapas tempranas de la lactancia como una de las principales medidas de prevención.

**4.5.4 Síndrome de la vaca caída<sup>42</sup>:** El “síndrome de la vaca caída” responde a un complejo etiológico que lo convierte en una de las alteraciones más difíciles de diagnosticar para el médico veterinario. En realidad se trata de la complicación de cualquier alteración que provoque la caída de la vaca y que cursa decúbito prolongado: tiene una alta frecuencia de presentación de casos.

La variedad de agentes causales que lo pueden provocar le dan dimensión internacional a este síndrome; la etiología de la enfermedad puede dividirse en tres grandes grupos:

---

<sup>42</sup> ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico: Síndrome de la vaca caída. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. p. 142 y 143.

- 1) Enfermedades metabólicas o de producción, que incluyen las enfermedades descritas anteriormente: cetosis, hipocalcemia, hipomagnesemia, hipofosforemia e hipopotasemia.
- 2) Problemas de tipo físico, representados por paresia obstétrica o por compresión, lesiones físicas ocasionadas al parto, accidentes y agotamiento físico.
- 3) Enfermedades sistémicas, entre las que se consideran los tóxicos graves, las enfermedades en fase terminal, la hemoparasitosis y la leucosis viral bovina.

El decúbito prolongado constituye el síntoma básico de la enfermedad. En el decúbito externo las extremidades posteriores resultan las más afectadas; ocurren alteraciones vasculares por la compresión y por la liberación de mediadores químicos de la inflamación: histamina, serotonina, prostaglandinas, quininas y radicales libres; todo ello determina la aparición de la isquemia y la necrosis celular. Igualmente, son frecuentes la miositis o la neuritis con edemas perineural debido a la compresión directa; producen dolor, entumecimientos o calambres que originan dificultad para pararse. Las complicaciones más frecuentes son las mastitis coliforme y las úlceras por decúbito. El pronóstico es reservado y puede considerarse malo cuando las vacas permanecen echadas por más de 4 días. La mortalidad varía entre un 20 y un 65%.

Cuando se aplican la terapia intravenosa de soluciones de calcio sin un diagnóstico preciso, la respuesta desfavorable se manifiesta con arritmias y taquicardias como expresión de miocarditis focal aguda en un 10% de los casos de vacas caídas e incluso con la muerte.

Las vacas afectadas se ven despiertas y alertas, y a pesar de que existe reducción en el consumo de alimentos por lo general comen y beben moderadamente, siempre y cuando se les pongan agua y alimentos a su alcance.

El tratamiento va dirigido a la causa primaria que determina la aparición del síndrome, mientras que la terapia de apoyo se establece de acuerdo con el nuevo problema que genera el decúbito prolongado. Algunas etiologías no justifican el tratamiento; tales casos comprenden la leucosis viral bovina y la fractura de la pelvis. Otros, de pronóstico reservado, quedan a consideración del clínico e incluyen peritonitis, neumonía y algunas intoxicaciones.

El tratamiento involucra el uso de soluciones simples de electrolitos y de dextrosa en las cuales es fundamental la presencia de calcio, magnesio y fósforo.

Cuando se cuenta con un diagnóstico certero, la hidroterapia se justifica solo cuando el animal tiene dificultades para beber. La fisioterapia y los cambios de posición del animal son beneficiosos para reducir la necrosis, la isquemia, la inflamación y el dolor que genera el decúbito prolongado.

Los tónicos cardiacos se recomiendan solamente cuando el tratamiento específico incluye sales simples de magnesio. Los corticoides son muy similares y los recomendados para los casos de cetosis; deben ser de acción rápida y potencia glucogénica alta. Se utilizan, además, con cierta frecuencia antiinflamatorios no esteroideos, vitamina E y selenio.

Los tónicos cardiacos, catecolaminas, junto con la terapia con calcio son una rutina errónea que puede conducir a consecuencias fatales en caso de que existan alteraciones cardiacas. Ello se debe a que la contracción cardiaca depende de la entrada de calcio del LEC a través de los canales de calcio a la célula cardiaca. Dentro de la célula cataliza una serie de reacciones que activan el complejo actina miosina, y por lo tanto, la contracción. Estos tónicos incrementan la entrada de calcio a la célula cardiaca. La asociación de calcio con los tónicos produce un aumento de la toxicidad, pues intensifica la conducción, la fuerza de contracción, la presentación de arritmias, la fibrilación ventricular, y llega a ocasionar la muerte.

## 5. METODOLOGÍA

En el hato lechero “Finca La Montañita” se viene presentando en gran parte de los animales, procesos patológicos de laminitis y cojeras afectando con esto procesos productivos.

Del total del inventario, el 49% de las vacas sufren afecciones pódales. Estas afecciones son causadas por desbalances fisiológicos relacionados con la nutrición con un agravante físico por las extensas jornadas de desplazamiento hacia la sala de ordeño.

Para corregir dicha situación, se evalúan posibles causas que pudieran ayudar a desencadenar los problemas pódales. Se inicia este trabajo con la valoración de caminos y sitios de tránsito del ganado, encontrándose en buen estado.

De acuerdo a lo anterior, se decidió evaluar los factores nutricionales que favorecen la aparición y continuidad de la laminitis, la cual ha tenido graves consecuencias dentro del hato como son: baja de producción láctea, disminución en condición corporal, ausencia de calores, aumento de los servicios por concepción y por ende los días abiertos que son limitantes de la productividad en una lechería especializada.

Se plantea la necesidad de realizar perfiles metabólicos en las vacas, con el fin de identificar los diferentes problemas metabólicos latentes en el hato y reconocer aquellos factores nutricionales que desencadenan dichas afecciones pódales.

Se envían al laboratorio las muestras de 12 vacas al azar, divididas en tres grupos de acuerdo a la clasificación de su estado fisiológico y productivo. El primer grupo lo constituyen vacas en parto, el segundo grupo son las vacas que se encuentran en los primeros 100 días de lactancia (primer tercio) y el último grupo son las vacas con más de 100 días en producción (segundo tercio). La tabla 13 representa el hato muestreado.

**Tabla 14.** Descripción de las vacas muestreadas.

ESTADO	NOMBRE	#	ULT. PARTO	DÍAS EN LECHE	PRO. PXN. Kg/día	COJA	PALPACIÓN	PROXIMO PARTO
Preparto	FANTASIA	553				X		31/03/09
	ESNEDA	334						15/04/09
	MARTHA	514				X		31/03/09
	ELIANA	021						24/04/09
1° Tercio de lactancia	DEVORA	290	28/02/09	30	22	X		
	NADIA	520	25/03/09	5	16	X		
	GAVIOTA	566	22/03/09	8	26			
	HORMIGA	558	08/01/09	81	13	X		
2° Tercio de lactancia	CANDIDA	471	21/10/08	160	11			
	CANNEY	435	10/10/08	171	14	X	Vacía	
	CARMEN	508	26/10/08	155	22	X	Vacía	
	GENELA	295	26/11/08	124	16	X	Servida	

Los análisis del perfil metabólico son acompañados de bromatológicos realizados a muestras de forraje verde de pasto kikuyo de 48 días de recuperación y al silo de maíz, con el fin de conocer sus componentes nutricionales.

Se estima el consumo de forraje en pastoreo mediante aforos, uno antes de entrar las vacas al potrero y el segundo al momento de salida, para hallar el consumo por diferencia (consumo = oferta – remanente).

En la Finca La Montañita las vacas pastorean las siguientes especies forrajeras: falsa poa, raigras y kikuyo en un 70% de la proporción. La dieta se completa a través de concentrados, silo de maíz, pre mezcla mineral, sal calci-leche, y levadura. Los suplementos se suministran en la dieta de manera individual de acuerdo a su condición, dependiendo de:

1. Estado fisiológico: seca en preparto, recién parida, y preñada.
2. Productivo: inicio de lactancia, pico de producción y kg de leche diarios.
3. Reproductivo: sin presentar celo, servida sin confirmar preñez y preñada.
4. Presenta laminitis.

En la tabla 14 se describe la cantidad de suplementos de acuerdo a la clasificación anterior.

**Tabla 15.** Dieta diaria de las vacas muestreadas.

NOMBRE	CONCENTRADO					SUPLEMENTOS						
	TIPO	Kg DIARIOS	RACIONES			Kg DIARIOS	SILO DE MAIZ			CALCI - LECHE	MICROMIN	LEVADURA
			AM	MEDIO DÍA	PM		AM	MEDIO DÍA	PM			
										gramos DIARIOS		
FANTASIA	Especial 4	3		3		2		2				
ESNEDA	Especial 4	2		2		2		1	1			
MARTHA	Especial 4	3		3		2		1	1			
ELIANA	Especial 4	1		1		2		2				
DEVORA	Especial 4	8	3	2	3	4	1	2	1	50	20	10
NADIA	Especial 4	4	2	1	1	4	1	2	1	50	20	10
GAVIOTA	Especial 4	4	2	1	1	2	1		1	50	20	10
HORMIGA	Especial 4	6	3		3	4	1	2	1	50	20	10
CANDIDA	Maxileche	2	1		1	4	1	2	1	50	20	10
CANNEY	Maxileche	3	2		1	4	1	2	1	50	20	10
CARMEN	Especial 4	4	2		2	4	1	2	1	50	20	10
CENELA	Maxileche	4	2		2	4	1	2	1	50	20	10

## **6. RESULTADOS**

Este capítulo muestra los resultados de los exámenes de laboratorio de los perfiles metabólicos, los bromatológicos del forraje y del silo de maíz y los aforos de la oferta forrajera y el remanente forrajero como medición de consumo.

### **6.1 RESULTADO DEL PERFIL METABÓLICO**

Los análisis de laboratorio a las muestras sanguíneas tomadas a 12 vacas del hato lechero de la Finca La Motañita se muestran en la tabla 15 los resultados de los perfiles metabólicos y en la tabla 16 los resultado del hemograma.

### **6.2 RESULTADO DE LOS BROMATOLÓGICOS**

Los resultados de los análisis de laboratorio a las muestras de forraje pastoreado por las vacas se verán en la tabla 17 y los del silo de maíz en la tabla 18.

**Tabla 16.** Resultado de los perfiles metabólicos.

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo
FANTASIA	72	0,2	0,5	39	71	7,0	6,0	1,7	4,2
ESNEDA	69	0,2	0,2	35	63	6,9	6,5	1,7	4,8
MARTA	84	0,3	0,1	24	75	12,6	7,0	1,8	5,0
ELIANA	70	0,2	0,3	20	74	12,6	6,3	1,9	5,4
DEVORA	59	0,3	0,4	38	64	10,1	6,1	1,7	5,5
NADIA	167	0,4	0,6	42	56	9,8	6,0	1,89	8,2
GAVIOTA	128	0,5	0,4	35	60	10,4	6,2	1,84	7,8
HORMIGA	90	0,3	0,6	59	67	9,4	6,4	0,67	2,5
CANDIDA	54	0,4	0,3	32	70	10,9	6,8	1,69	5,8
CANNEY	77	0,2	0,3	36	69	9,4	7,0	1,89	5,8
CARMEN	84	0,5	0,3	36	68	8,6	6,5	1,89	5,0
CENELA	93	0,3	0,2	42	74	10,4	6,0	1,63	5,9
<b>Valores de ref.</b>	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl

Técnica / Enzimatica/colorimetrica. RA 1000 BAYER

**Tabla 17.** Resultado de los hemogramas. Bovinos Cuadro Hemático Electrónico.

PARÁMETRO	Unidades	IDENTIFICACIÓN												Vr. DE REFERENCIA
		FANTASIA	ESNEDA	MARTA	ELIANA	DEVORA	NADIA	GAVIOTA	HORMIGA	CANDIDA	CANNEY	CARMEN	CENELA	
Eritrocitos	Eri/ $\mu$ l	6.550.000	6.390.000	6.140.000	6.040.000	6.210.000	6.980.000	6.810.000	6.490.000	7.150.000	7.030.000	6.100.000	7.150.000	5.000.000 - 10.000.000
Hemoglobina	g/dl	12,2	11	11,3	11,3	9,9	12,2	12,1	11,1	11,8	11,8	10,4	11,2	10,6 - 15
Hematocrito	%	33,4	29,9	31,3	30,7	26,6	33	33,2	29,6	31,6	32,8	28,9	30,2	32 - 45
VCM	fl	51	47	51	51	43	47	49	46	44	47	47	42	50 (40 - 60)
HCM	pg	18,7	17,3	18,5	18,7	15,9	17,5	17,8	17	16,5	16,8	17	15,7	14,8 - 18,6
CHCM	g/dl	36,6	37	36	36,7	37	36,9	36,5	37,5	37,4	36	36	37,2	30 (26 - 34)
Plaquetas	Plt/ $\mu$ l	437.000	502.000	541.000	178.000	535.000	582.000	506.000	765.000	532.000	516.000	457.000	797.000	100.000 - 800.000
Leucocitos	Leu/ $\mu$ l	14.600	9.300	8.600	15.800	13.600	24.100	13.500	10.500	20.600	14.400	8.100	11.400	4.000 - 12.000
Neutrofilos	%	32	26	22	17	22	16	33	35	37	48	31	30	15 - 45
Eosinofilos	%	6	21	7	9	8	6	22	17	25	5	29	16	2 - 20
Linfocitos	%	62	50	66	73	68	73	45	46	36	47	39	53	45 - 70
Monocitos	%	0	3	5	1	2	5	0	2	2	0	1	1	2 - 7
Bandas	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prot. Plasmatica	g/dl	6,5	6,1	6,5	5,9	6,3	6	5,8	6,2	6,7	6,4	5,3	5,4	7,0 - 8,5
<b>Observaciones al frotis sanguíneo</b>		Morfología de las células con apariencia normal	Morfología de las células con apariencia normal	Morfología de las células con apariencia normal	Trombocitopenia ligera.	Hipocromia +. Agregados plaquetarios	Agregados plaquetarios en cantidad media	Agregados plaquetarios en cantidad abundante	Agregados plaquetarios abundantes Hipocromia +	Morfología de las células con apariencia normal	Agregados plaquetarios abundantes. +	Hipocromia +	Morfología de las células con apariencia normal	

**Tabla 18.** Resultado del análisis bromatológico del forraje verde.

<i>PARÁMETRO</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>MÉTODO DE ANALISIS</i>
ENERGÍA BRUTA cal/g	4385,5	Calorimetría (Basado en ISO 9831)
FIBRA CRUDA %	28,0	Weende
FIBRA DETERGENTE ACIDO %	30,5	VAN SOEST (Basado en AOAC 973.18 Cap. 4, P. 37)
FIBRA DETERGENTE NEUTRA %	59,3	VAN SOEST (2002.04 Cap. 4, P. 38)
PROTEÍNA INSOLUBLE EN DETERGENTE ÁCIDO %	1,4	Kjeldqhl (NTC 4657)
PROTEÍNA INSOLUBLE EN DETERGENTE NEUTRO%	5,5	Kjeldqhl (NTC 4657)
CALCIO %	0,31	Espectrofotometría A.A (Basado en NTC 5151)
FÓSFORO %	0,47	Espectrofotometría U.V. VIS.
MAGNESIO %	0,37	Espectrofotometría A.A (Basado en NTC 5151)
POTASIO %	4,10	Espectrofotometría A.A (Basado en NTC 5151)
AZUFRE EN PASTOS %	0,11	Gravimetría
SODIO ppm	184,79	Espectrofotometría A.A (Basado en NTC 5151)
COBRE ppm	10,78	Espectrofotometría A.A (Basado en NTC 5151)
ZINC ppm	46,20	Espectrofotometría A.A (Basado en NTC 5151)

**OBSERVACIONES**

Resultados expresados en base seca.

**Tabla 19.** Resultado del análisis bromatológico del silo de maíz

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MÉTODO DE ANALISIS</b>
CALCIO %	0,16	ESPECTROFOTOMETRÍA A.A. (NTC 5151)
CENIZAS %	8,0	INCINERACIÓN DIRECTA
FIBRA DETERGENTE ACIDO %	41,4	VAN SOEST
FIBRA DETERGENTE NEUTRA %	63,1	VAN SOEST
FÓSFORO %	0,11	ESPECTROFOTOMETRÍA U.V. VIS.
GRASA BRUTA%	1,7	EXTRACCIÓN SOXHLET CON INMERSIÓN (NTC 668)
HUMEDAD Y OTRAS MATERIAS ORGÁNICAS %	71,9	TERMOGRAVIMETRICO POR SECADO
Ph	4,0	POTENCIOMETRIA
PROTEÍNAS %	6,7	KJELDAHL (NTC 4657)

**OBSERVACIONES:**

Factor de conversión para la proteína: 6,25.

Resultados expresados en base seca.

### **6.3 RESULTADO DEL CONSUMO DE FORRAJE**

Se realizaron dos aforos de una pastura, para obtener el consumo en forraje verde del lote de alta producción de la Finca La Montañita. El método usado para la medición fue el No Destructivo con el tipo de muestreo de doble rango visual, ya que éste no afecta la pradera y de acuerdo al número de veces que es lanzado el cuadro tienen mayor precisión los resultados.

Potrero # 13

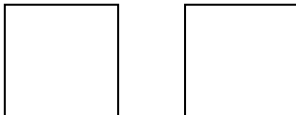
Área: 7.713 m<sup>2</sup>

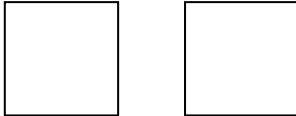
Días de ocupación: 3

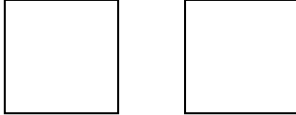
Carga animal: 30 vacas

Especies forrajeras: 80% kikuyo, 17% falsapoa y 3% maleza.

### 6.3.1 Oferta forrajera:

Cuadro # 1:  360 gramos

Cuadro # 2:  640 gramos

Cuadro # 3:  1280 gramos

Se hicieron 45 lanzamientos:

1. 3	11. 2,5	21. 2,5	31. 3	41. 2
2. 1,5	12. 2,5	22. 3	32. 3	42. 2,5
3. 2,5	13. 1	23. 2,5	33. 3	43. 1
4. 1,5	14. 1	24. 3	34. 3	44. 1
5. 2,5	15. 2	25. 2,5	35. 2,5	45. 2,5
6. 1	16. 1,5	26. 3	36. 2,5	
7. 1	17. 1	27. 3	37. 1	
8. 1,5	18. 2,5	28. 3	38. 1,5	
9. 2,5	19. 2	29. 3	39. 1,5	
10. 2,5	20. 2	30. 3	40. 1	

**Tabla 20.** Escala de resultados del forraje en cada marco para la oferta forrajera.

ESCALA	<i>gramos/0,25 m<sup>2</sup></i>		<i>SUBMUESTRA EN</i>		% MS
	<i>FORRAJE POR MARCO</i>		<i>GRAMOS PARA SECAR</i>		
	<i>Peso verde</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Verde</i>	<i>Seca</i>	
1	360	57	100	57	16
2	640	102	100	102	16
3	1280	204	100	204	16

**Tabla 21.** Escala de resultados para el lanzamiento de los marcos de acuerdo al peso para la oferta forrajera.

<i>ESCALA</i>	<i>PESO SECO</i> <i>gramos/0,25 m<sup>2</sup></i>	<i>FRECUENCIAS DE</i> <i>RENDIMIENTO</i>	<i>DISPONIBILIDAD</i> <i>DE FORRAJE</i>
1	57	10	570
1,5	79	6	474
2	102	4	408
2,5	153	13	1989
3	204	12	2448
<i>gramos TOTALES</i>			<i>5889</i>

$$\text{Gramos MVS} = \frac{\text{Rendimiento del forraje}}{\text{Frecuencia total}}$$

$$\text{MVS} = \frac{5889 \text{ g}}{45}$$

$$\text{MVS} = 130,8 \text{ g}$$

$$0,1308 \text{ Kg} \quad \text{---} \quad 0,25 \text{ m}^2 \quad \text{X} = 5232 \text{ Kg MS/ha}$$

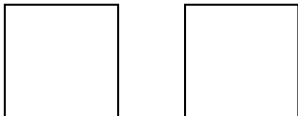
$$\text{X} \quad \text{---} \quad 10.000 \text{ m}^2$$

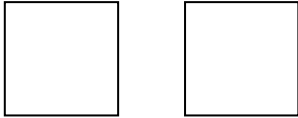
El potrero mide 0,78 hectáreas

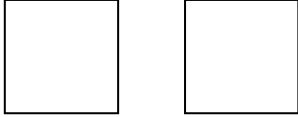
$$\text{Oferta forrajera} = 5232 \text{ Kg/ha} * 0,78 \text{ ha}$$

$$\text{OF} = 4080,96 \text{ Kg}$$

### 6.3.2 Remanente forrajero:

Cuadro # 1:  380 gramos

Cuadro # 2:  440 gramos

Cuadro # 3:  1000 gramos

Se hicieron 60 lanzamientos:

1. 1	13. 2	25. 2,5	37. 1	49. 2,5
2. 1	14. 1	26. 2,5	38. 2,5	50. 2,5
3. 1,5	15. 1,5	27. 1	39. 2	51. 3
4. 1	16. 2,5	28. 3	40. 2	52. 3
5. 2	17. 1,5	29. 1	41. 1,5	53. 3
6. 2,5	18. 2	30. 3	42. 3	54. 3
7. 1	19. 3	31. 2,5	43. 3	55. 2,5
8. 3	20. 2	32. 2,5	44. 2,5	56. 3
9. 1	21. 3	33. 2	45. 2,5	57. 2,5
10. 1,5	22. 2,5	34. 3	46. 3	58. 1
11. 2,5	23. 3	35. 3	47. 3	59. 3
12. 2	24. 3	36. 1,5	48. 3	60. 2,5

**Tabla 22.** Escala de resultados del forraje en cada marco para el remanente forrajero.

ESCALA	<i>gramos/0,25 m<sup>2</sup></i>		<i>SUBMUESTRA EN</i>		% MS
	<i>FORRAJE POR MARCO</i>		<i>GRAMOS PARA SECAR</i>		
	<i>Peso verde</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Verde</i>	<i>Seca</i>	
1	380	60	100	60	16
2	440	70	100	70	16
3	1000	160	100	160	16

**Tabla 23.** Escala de resultados para el lanzamiento de los marcos de acuerdo al peso para el remanente forrajero.

<i>ESCALA</i>	<i>PESO SECO</i> <i>gramos/0,25 m<sup>2</sup></i>	<i>FRECUENCIAS DE</i> <i>RENDIMIENTO</i>	<i>DISPONIBILIDAD</i> <i>DE FORRAJE</i>
1	60	10	600
1,5	65	6	390
2	70	8	560
2,5	115	16	1840
3	160	20	3200
<i>gramos TOTALES</i>			<i>6590</i>

$$\text{Gramos MVS} = \frac{\text{Rendimiento del forraje}}{\text{Frecuencia total}}$$

$$\text{MVS} = \frac{6590 \text{ g}}{60}$$

$$\text{MVS} = 109,8 \text{ g}$$

$$0,1098 \text{ Kg} \quad \text{---} \quad 0,25 \text{ m}^2 \quad \text{X= 4392 Kg MS/ha}$$

$$\text{X} \quad \text{---} \quad 10.000 \text{ m}^2$$

El potrero mide 0,78 hectáreas

$$\text{Remanente forrajero} = 5232 \text{ Kg/ha} * 0,78 \text{ ha}$$

$$\text{RF} = 4080,96 \text{ Kg}$$

### 6.3.3 Consumo de forraje:

**Consumo** = Oferta - Remanente

**% Desperdicio** = 4080,96 Kg — 100%  
3425,76 Kg — X

**C** = 4080,96 Kg MS - 3425,76 Kg MS

**%D** = 83,90%

**C** = 655,2 Kg MS

**Consumo Diario** =  $\frac{\text{Consumo}}{\text{Días de ocupación}}$

**CD** =  $\frac{655,2 \text{ Kg MS}}{3 \text{ días}}$

**CD** = 218,4 Kg MS

**Foto 7.** Remanente forrajero de un pastoreo del lote de alta producción de la Finca La Montañita.



**6.3.4 Consumo esperado de materia seca (CMS):** 30 vacas con peso vivo (PV) promedio de 600 Kg con una producción promedio de 26,9 Kg de leche diario, se les estima un consumo de MS de la siguiente manera:

$$\text{CMS} = (\text{PV} * 0,0185) + (\text{Kg Leche} * 0,305)$$

$$\text{CMS} = (600 \text{ kg} * 0,0185) + (26,9 \text{ Kg/día} * 0,305)$$

$$\text{CMS} = 19,3 \text{ Kg MS/vaca/día}$$

Se descuenta la MS consumida en el silo y el concentrado:

♦ *Concentrado:*

Relación Kg leche:[ ] es 3,6:1

$$26,9 \text{ Kg}/3,6 \text{ Kg} = 7,47 \text{ Kg [ ]}$$

El [ ] tiene 12% de humedad:

$$7,47 \text{ Kg [ ]} * 0,88 \text{ MS} = 3,9 \text{ Kg MS [ ]}$$

♦ *Silo de maíz:*

4 Kg/vaca/día con humedad del 71,9%

$$4 \text{ Kg/día} * 0,281 \text{ MS} = 1,124 \text{ Kg MS silo}$$

Descontando los suplementos, ¿cuánto se debe consumir en forraje cada vaca?

$$\text{CMS forraje} = \text{CMS total} - (\text{CMS [ ]} + \text{CMS silo})$$

$$\text{CMS forraje} = 19,3 \text{ Kg MS/vaca/día} - (3,9 \text{ Kg MS [ ]} + 1,124 \text{ Kg MS silo})$$

$$\text{CMS forraje} = 14,28 \text{ Kg MS/vaca/día}$$

**6.3.5 Consumo real de materia seca (CRMS):** El potrero aforado fue pastoreado por 30 vacas, el forraje consumido fueron 655,2 Kg MS en 3 días.

$$\text{CRMS forraje} = \text{Kg MS consumidos}/\# \text{ animales/ocupación}$$

$$\text{CRMS forraje} = 655,2 \text{ Kg MS}/30 \text{ vacas}/3 \text{ días}$$

CRMS forraje = 7,28 Kg MS/vaca/día

### 6.3.6 Déficit de consumo de materia seca en forraje (DCMS):

DCMS forraje = CMS forraje - CRMS forraje

DCMS forraje = 14,28 Kg MS/vaca/día - 7,28 Kg MS/vaca/día

DCMS forraje = 7 Kg/vaca/día

**Foto 8.** Pastoreo del lote de alta producción al momento de mover la cerca en la Finca La Montañita.



## 7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES METABÓLICOS Y HEMOGRAMAS

**7.1.1 Aspartato aminotransferasa (AST):** Cuando los valores están dentro del rango, muestran una normalidad en el metabolito de aminotransferasa (AST/GOT), lo que significa que la síntesis energética es normal, es decir, no hay déficit ni exceso de energía en la dieta. Se muestra también, un balance energético adecuado sin formación de cuerpos cetónicos.

Este examen se hace principalmente junto con otras pruebas (como la ALT, ALP y bilirrubina) para diagnosticar y vigilar enfermedad hepática. Las enfermedades que afectan las células del hígado incrementan los niveles de AST. Sin embargo, el aumento en los niveles de AST no sólo indica específicamente la presencia de enfermedad hepática. Los niveles de AST pueden elevarse durante la preñez y después del ejercicio.

**Tabla 24.** Interpretación de los resultados de los valores de AST.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>AST/GOT</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	72	Normal	La síntesis energética es normal
ESNEDA	69	Normal	La síntesis energética es normal
MARTA	84	Normal	La síntesis energética es normal
ELIANA	70	Normal	La síntesis energética es normal
DEVORA	59	Normal	La síntesis energética es normal
NADIA	167	Aumentado	Lesión hepato-celular secundaria por excesiva movilización lipídica
GAVIOTA	128	Aumentado	Lesión hepato-celular secundaria por excesiva movilización lipídica
HORMIGA	90	Normal	La síntesis energética es normal
CANDIDA	54	Normal	La síntesis energética es normal
CANNEY	77	Normal	La síntesis energética es normal
CARMEN	84	Normal	La síntesis energética es normal
CENELA	93	Normal	La síntesis energética es normal
<i>REFERENCIA</i>	48-100 UI		

**7.1.2 Bilirrubina total:** Es un índice de la síntesis de AGV a partir de ácidos grasos no esterificados. Los valores normales representan a los ácidos grasos no esterificados, los cuales están asociados a la regulación que hace el ganado de sus depósitos de grasa como precursores energéticos con el fin de compensar el déficit energético. Los valores aumentados son un índice de los lípidos en forma de ácidos grasos no esterificados que no se sintetizan en AGV. Cuando se aumenta el nivel de lípidos en sangre aparecen valores de bilirrubina disminuidos de acuerdo a los valores de referencia.

**Tabla 25.** Interpretación de los resultados de los valores de Bilirrubina total.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Bil total</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	0,2	Normal	La síntesis de AGV es normal
ESNEDA	0,2	Normal	La síntesis de AGV es normal
MARTA	0,3	Normal	La síntesis de AGV es normal
ELIANA	0,2	Normal	La síntesis de AGV es normal
DEVORA	0,3	Normal	La síntesis de AGV es normal
NADIA	0,4	Aumentado	Lípidos en forma de ácidos grasos no esterificados que no pasan a ser AGV Riesgo de acidosis ruminal
GAVIOTA	0,5	Aumentado	Lípidos en forma de ácidos grasos no esterificados que no pasan a ser AGV Riesgo de acidosis ruminal
HORMIGA	0,3	Normal	La síntesis de AGV es normal
CANDIDA	0,4	Aumentado	Lípidos en forma de ácidos grasos no esterificados que no pasan a ser AGV
CANNEY	0,2	Normal	La síntesis de AGV es normal
CARMEN	0,5	Aumentado	Lípidos en forma de ácidos grasos no esterificados que no pasan a ser AGV
CENELA	0,3	Normal	La síntesis de AGV es normal
<i>REFERENCIA</i>	0,1-0,3 mg/dl		

**7.1.3 Urea:** Los valores normales indican que no hay exceso ni deficiencia de proteína, no existiendo también daños hepáticos por sobrecargas. Esa concentración de urea está relacionado con la energía mostrando con este que hay un correctos balance energía:proteína.

Cuando existe una ingestión de energía deficiente se da una reducción en la proteína microbiana, elevando con esto la concentración de urea en sangre cuando se encuentra altos niveles de urea en sangre, muestra un gasto de energía extra en el animal para su eliminación a nivel hepático y renal.

Con lo anterior se afecta el comportamiento en el animal como la disminución del apetito, por ende baja en el consumo de materia seca afectando la producción.

Si hay un valor elevado de urea revela excesos de proteína cruda en la dieta, lo que conlleva a falta de síntesis de proteína microbiana. Se asocia con problemas reproductivos ya que se da un desbalance energía:proteína afectando el inicio de la actividad ovárica, una disminución en la fertilidad debido al efecto tóxico porque se afecta el ambiente uterino por reducción de pH, afectando con esto la vida del espermatozoide y del embrión en caso de existir fertilización. Además, puede causar abortos, catarros genitales y cambios en el contenido de minerales en las secreciones uterinas.

**Tabla 26.** Interpretación de los resultados de los valores de urea.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Urea</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	39	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
ESNEDA	35	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
MARTA	24	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
ELIANA	20	Disminuido	Déficit de proteínas relacionado con bajo consumo de materia seca
DEVORA	38	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
NADIA	42	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
GAVIOTA	35	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
HORMIGA	59	Aumentado	Exceso aporte de proteína con déficit de energía Insuficiencia renal Deshidratación Hemorragia gastrointestinal
CANDIDA	32	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
CANNEY	36	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
CARMEN	36	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
CENELA	42	Normal	Balance ruminal de energía y proteína degradable
<i>REFERENCIA</i>	21-55 mg/dl		

**7.1.4 Glicemia:** Este metabolito presenta una elevada variación, ya que puede ser fácilmente alterada por condiciones ambientales, balances energéticos, estrés y por el fuerte control homeostático que realiza el animal, manteniendo sus concentraciones muy constantes independientes de factores dietarios.

Para ver el balance energético son más recomendadas la evaluación de B-hidroxibutiratos, condición corporal, colesterol y AST.

Los resultados del cuadro proyectan valores por encima del rango normal, en vacas que al momento del análisis se encontraban secas, sin el déficit

energético por efecto de la lactación temprana o en pico, lo que implica unos menores requerimientos energéticos ya que no hay producción y no hay una disminución marcada de consumo de materia seca de carácter hormonal y la inclusión de fuentes energéticas de rápida disposición como es el silo y el concentrado en el parto. Se evidencia también, valores aumentados en las vacas en segundo tercio de la lactancia, mostrando que se exceden los valores energéticos, evidenciando menores requerimientos de energía en esta fase de la lactancia.

**Tabla 27.** Interpretación de los resultados de los valores de glicemia.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Glicemia</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	71	Aumentado	Estrés
ESNEDA	63	Normal	Adecuados niveles de glucosa
MARTA	75	Aumentado	Estrés
ELIANA	74	Aumentado	Estrés
DEVORA	64	Normal	Adecuados niveles de glucosa
NADIA	56	Normal	Adecuados niveles de glucosa
GAVIOTA	60	Normal	Adecuados niveles de glucosa
HORMIGA	67	Normal	Adecuados niveles de glucosa
CANDIDA	70	Aumentado	Estrés
CANNEY	69	Aumentado	Estrés
CARMEN	68	Normal	Adecuados niveles de glucosa
CENELA	74	Aumentado	Estrés
<i>REFERENCIA</i>	44-68 mg/dl		

**7.1.5 Proteínas totales:** Indica el consumo de proteínas en la dieta. El balance de la proteína en el alimento modifica la concentración de éste metabolito, lo que puede emplearse para el establecimiento de situaciones asociadas con desajustes nutricionales en cualquier momento del ciclo productivo de la vaca lechera.

Estos desequilibrios son más frecuentes durante el inicio de la lactancia, pues se muestran los valores disminuidos. También se considera que algunos factores no relacionados con la nutrición pueden producir variaciones en los resultados como es la presencia de parásitos, estrés, afecciones hepáticas y en algunos casos se da también por déficit de calcio.

Cuando los valores están aumentados son indicativo de excesos de proteína en la ración, además de mostrar en ocasiones deshidratación e infecciones crónicas.

**Tabla 28.** Interpretación de los resultados de los valores de proteínas totales.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Prot. Totales</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	6,0	Disminuido	Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
ESNEDA	6,5	Disminuido	Afecciones hepáticas Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
MARTA	7,0	Normal	Afecciones hepáticas No hay déficit ni exceso de proteína en la dieta
ELIANA	6,3	Disminuido	Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
DEVORA	6,1	Disminuido	Afecciones hepáticas Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
NADIA	6,0	Disminuido	Afecciones hepáticas Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
GAVIOTA	6,2	Disminuido	Afecciones hepáticas Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
HORMIGA	6,4	Disminuido	Afecciones hepáticas Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
CANDIDA	6,8	Normal	Afecciones hepáticas No hay déficit ni exceso de proteína en la dieta
CANNEY	7,0	Normal	No hay déficit ni exceso de proteína en la dieta
CARMEN	6,5	Disminuido	Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
CENELA	6,0	Disminuido	Afecciones hepáticas Déficit de proteína en la dieta Parasitismo
<i>REFERENCIA</i>	6,7-7,46 Mg/dl		Afecciones hepáticas

**7.1.6 Calcio:** El calcio total, contiene una fracción ionizada y fisiológicamente activa, que está en equilibrio con la forma no ionizada o estructuralmente unida a proteínas, en especial la albúmina. Cuando el aporte proteico y los mecanismos de síntesis son normales y constantes, el calcio total es un índice

valido de la calcemia orgánica; por el contrario si estos mecanismos fallan, su determinación nos brinda un estimado falso de concentración baja.

**Tabla 29.** Interpretación de los resultados de los valores de calcio.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Calcio</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	7,0	Disminuido	Hipocalcemia Bajo consumo de Ca en dieta Bajo consumo de proteína en la dieta
ESNEDA	6,9	Disminuido	Hipocalcemia Bajo consumo de Ca en dieta Bajo consumo de proteína en la dieta
MARTA	12,6	Aumentado	Adecuado consumo de Ca en la dieta Movilización preparto
ELIANA	12,6	Aumentado	Adecuado consumo de Ca en la dieta Movilización preparto
DEVORA	10,1	Aumentado	Adecuado consumo de Ca en la dieta Movilización por parto
NADIA	9,8	Normal	Aporte adecuado de Ca en la dieta
GAVIOTA	10,4	Aumentado	Adecuado consumo de Ca en la dieta Movilización por parto
HORMIGA	9,4	Normal	Aporte adecuado de Ca en la dieta
CANDIDA	10,9	Aumentado	Adecuado consumo de Ca en la dieta
CANNEY	9,4	Normal	Aporte adecuado de Ca en la dieta
CARMEN	8,6	Normal	Aporte adecuado de Ca en la dieta
CENELA	10,4	Aumentado	Adecuado consumo de Ca en la dieta
<i>REFERENCIA</i>	7,9-10 Mg/dl		

**7.1.7 Magnesio:** La concentración de Mg plasmático es uno de los indicadores más comunes y de fácil interpretación en los perfiles metabólicos, porque la deficiencia se establece con relativa rapidez y facilidad: depende del aporte que haga la dieta, pocos elementos interfieren su absorción y no existe un mecanismo de regulación eficiente; con todo ello el desbalance se manifiesta rápidamente en concentraciones sanguínea subnormales.

Varios factores determinan la susceptibilidad del rumiante a la deficiencia de magnesio, pero la naturaleza de su dieta y la presencia del mineral como constituyente de la clorofila son los más importantes. Por tanto, el estado de magnesio en rumiantes depende casi enteramente del contenido de éste en los forrajes.

**Tabla 30.** Interpretación de los resultados de los valores de magnesio.

IDENTIFICACIÓN	Magnesio	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
FANTASIA	1,7	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
ESNEDA	1,7	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
MARTA	1,80	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
ELIANA	1,90	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
DEVORA	1,7	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
NADIA	1,89	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
GAVIOTA	1,84	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
HORMIGA	0,67	Disminuido	Bajo consumo de Mg en la dieta Posible desbalance de nutrientes en procesos de fertilización en especial el K Lipólisis excesivo debido a deficiencia de energía Peligro de ocurrencia de tetania
CANDIDA	1,69	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
CANNEY	1,89	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
CARMEN	1,89	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
CENELA	1,63	Normal	Adecuado consumo de Mg en la dieta
REFERENCIA	1,0-3,0 mEq/lit		

**7.1.8 Fósforo:** El mantenimiento de las concentraciones de Ca y P depende de la sinergia y el equilibrio entre las proporciones de ambos minerales que ingresan al organismo con las proporciones que se excretan. La continua absorción desde el sistema digestivo es vital para el ingreso. La estabilidad de las concentraciones de P inorgánico depende, además, de la gran cantidad que se recicla por medio de la saliva y el rumen para la reabsorción intestinal.

**Tabla 31.** Interpretación de los resultados de los valores de fosforó.

IDENTIFICACIÓN	Fosforo	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
FANTASIA	4,2	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
ESNEDA	4,8	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
MARTA	5,0	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
ELIANA	5,4	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
DEVORA	5,5	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
NADIA	8,2	Aumentado	Adecuado consumo de P en la dieta Posible antagonismo con Mg
GAVIOTA	7,8	Aumentado	Adecuado consumo de P en la dieta Posible antagonismo con Mg
HORMIGA	2,5	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
CANDIDA	5,8	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
CANNEY	5,8	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
CARMEN	5,0	Normal	Adecuado consumo de P en la dieta
CENELA	5,9	Normal	Buen aporte de P en la dieta
<i>REFERENCIA</i>	2,4-6,1 Mg/dl		

**7.1.9 Relación entre minerales:** La relación óptima de calcio:fosforo se establece como 2:1, pero es común encontrar que la relación en ganado de leche Ca:P es de 1:1. La mayoría de pastos de clima frío son abundantes en Ca y deficientes en P implicando una relativa deficiencia de P por exceso del Ca.

**Tabla 32.** Interpretación de los resultados de la relación calcio:fósforo.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Ca:P</i>	<i>RESULTADO</i>
FANTASIA	1,67:1	Disminuido
ESNEDA	1,44:1	Disminuido
MARTA	2,52:1	Aumentado
ELIANA	2,33:1	Aumentado
DEVORA	1,84:1	Disminuido
NADIA	1,06:1	Disminuido
GAVIOTA	10,4:1	Aumentado
HORMIGA	3,76:1	Aumentado
CANDIDA	1,88:1	Disminuido
CANNEY	1,62:1	Disminuido
CARMEN	1,3:1	Disminuido
CENELA	1,76:1	Disminuido
<b>REFERENCIA</b>	<b>2:1</b>	

**7.1.10 Eritrocitos (hemoglobina y hematocrito):** Los valores de hemoglobina constituyen un buen indicador del consumo proteico, aunque los cambios que se deriven en uno por efecto del otro se producen, generalmente, de forma lenta. Así, cuando existe deficiencia de proteínas disminuyen las concentraciones sanguíneas de hemoglobina y el resultado 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, ya que éstos son indispensables para la síntesis de hemoglobina.

**Tabla 33.** Interpretación de los resultados de los valores de eritrocitos (hemoglobina y hematocrito).

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Eritrocitos</i>	<i>Hb</i>	<i>Ht</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	6.550.000	12,2	33,4	Normal	No hay déficit ni exceso de proteínas.
ESNEDA	6.390.000	11	29,9	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
MARTA	6.140.000	11,3	31,3	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
ELIANA	6.040.000	11,3	30,7	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
DEVORA	6.210.000	9,9	26,6	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
NADIA	6.980.000	12,2	33	Normal	No hay déficit ni exceso de proteínas.
GAVIOTA	6.810.000	12,1	33,2	Normal	No hay déficit ni exceso de proteínas.
HORMIGA	6.490.000	11,1	29,6	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
CANDIDA	7.110.000	11,8	31,6	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
CANNEY	7.030.000	11,8	32,8	Normal	No hay déficit ni exceso de proteínas.
CARMEN	6.100.000	10,4	28,9	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
CENELA	7.150.000	11,2	30,2	Disminuido	Anemia Déficit de proteínas Déficit de: Co, Cu, Fe Parasitismo Infección
<i>REFERENCIA</i>	5.000.000- 10.000.000 Eri/ $\mu$ l	10,6- 15 g/dl	32- 45 %		

La baja en el contenido de Hemoglobina o del hematocrito indica un cuadro de anemia. Los principales tipos que pueden ocurrir están relacionados con una deficiencia nutricional, la hemólisis debida al consumo de alimentos tóxicos o defectos metabólicos, las parasitosis y las infecciones.

Los eritrocitos normales van a tener una función de transporte de oxígeno adecuada, lo que es vital para el transporte de oxígeno.

**7.1.11 Leucocitos:** Son un índice del sistema de defensa del organismo hacia los agentes patológicos internos y externos que estén causando principalmente una infección.

**Tabla 34.** Interpretación de los resultados de los valores de leucocitos.

<i>IDENTIFICACIÓN</i>	<i>Leucocitos</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
FANTASIA	14.600	Aumentado	<b>Estrés</b> <b>Infección y líneas de defensa a nivel podal</b>
ESNEDA	9.300	Normal	La línea de defensa del organismo no está alterada
MARTA	8.600	Normal	La línea de defensa del organismo no está alterada
ELIANA	15.800	Aumentado	<b>Estrés</b> <b>Infección</b>
DEVORA	13.600	Aumentado	<b>Estrés</b> <b>Infección y líneas de defensa a nivel podal</b>
NADIA	24.100	Aumentado	<b>Estrés</b> <b>Infección y líneas de defensa a nivel podal</b>
GAVIOTA	13.500	Aumentado	<b>Estrés</b> <b>Infección</b>
HORMIGA	10.500	Normal	La línea de defensa del organismo no está alterada
CANDIDA	20.600	Aumentado	<b>Infección</b>
CANNEY	14.400	Aumentado	<b>Infección y líneas de defensa a nivel podal</b>
CARMEN	8.100	Normal	La línea de defensa del organismo no está alterada
CENELA	11.400	Normal	La línea de defensa del organismo no está alterada
<i>REFERENCIA</i>	4.000- 12.000 Leu/ $\mu$ l		

## 7.2 RESULTADOS DE ANIMALES FISIOLÓGICAMENTE CRÍTICOS

**Tabla 35.** Perfiles metabólicos de animales fisiológicamente críticos.

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO	LEUCOCITOS
FANTASIA	72	0,2	0,5	39	71	7,0	6,0	1,7	4,2	12,2	33,4	14600
Valores de ref.	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl	10,6-15 g/dl	32-45 %	4.000 -12.000 Leu/ $\mu$ l

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO	LEUCOCITOS
ELIANA	70	0,2	0,3	20	74	12,6	6,3	1,9	5,4	11,3	30,7	15800
Valores de ref.	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl	10,6-15 g/dl	32-45 %	4.000 -12.000 Leu/ $\mu$ l

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO	LEUCOCITOS
NADIA	167	0,4	0,6	42	56	9,8	6,0	1,89	8,2	12,2	33	24100
Valores de ref.	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl	10,6-15 g/dl	32-45 %	4.000 -12.000 Leu/ $\mu$ l

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO	LEUCOCITOS
GAVIOTA	128	0,5	0,4	35	60	10,4	6,2	1,84	7,8	12,1	33,2	13500
Valores de ref.	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl	10,6-15 g/dl	32-45 %	4.000 -12.000 Leu/ $\mu$ l

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO	LEUCOCITOS
HORMIGA	90	0,3	0,6	59	67	9,4	6,4	0,67	2,5	11,1	29,6	10500
Valores de ref.	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl	10,6-15 g/dl	32-45 %	4.000 -12.000 Leu/ $\mu$ l

IDENTIFICACIÓN	AST/GOT	Bil total	Bil Dir	Urea	Glicemia	Calcio	Prot. totales	Magnesio	Fosforo	HEMOGLOBINA	HEMATOCRITO	LEUCOCITOS
CANDIDA	54	0,4	0,3	32	70	10,9	6,8	1,69	5,8	11,8	31,6	20600
Valores de ref.	48-100 U/L	0,1-0,3 mg/dl	0,06-0,12 mg/dl	21-55 mg/dl	44-68 mg/dl	7,9-10 Mg/dl	6,7-7,46 Mg/dl	1,0-3,0 mEq/L	2,4-6,1 Mg/dl	10,6-15 g/dl	32-45 %	4.000 -12.000 Leu/ $\mu$ l

### 7.2.1 Análisis de los perfiles metabólicos:

- **AST/GOT:** valores aumentados en la *Gaviota* y la *Nadia* indicando esto enfermedad hepática, posible formación de cuerpos cetónicos. Las otras vacas presentan una síntesis energética normal donde no hay déficit ni exceso de energía.
- **Bilirrubina total:** valores aumentados en la *Gaviota*, la *Nadia* y *Candida*. Indica este valor una movilización de lípidos en forma de ácidos grasos no esterificados como un método de regulación energética para suplir

déficit. Este mecanismo puede llegar a generar en los animales síndrome de hígado graso. Animales con valores en el rango expresan una síntesis de ácidos grasos volátiles normales, precursores de glucosa como fuente energética.

- **Urea:** valor aumentado en la *Hormiga*, indicando un desbalance energía:proteína. Éste valor revela excesos de proteína cruda en la dieta, lo que conlleva a falta de síntesis de proteína microbiana generando problemas reproductivos resultado del desbalance, afección toxica en el ambiente uterino y catarros vaginales.

El valor disminuido en la *Eliana* muestra un deficiente consumo de proteína asociado a bajos consumos de materia seca.

Valores normales indican que no hay excesos ni de deficiencia de proteína, no generando daño hepático por sobre carga.

- **Glicemia:** valores aumentados en la *Fantasia*, la *Eliana* y la *Candida* indicando un elevado consumo de carbohidratos solubles (concentrados y silo de maíz) sin el déficit energético por efecto de la lactación temprana o en pico de producción en donde los requerimiento energéticos son mayores. Los valores normales se traducen en un adecuado balance de energía de acuerdo al estado fisiológico y productivo.

- **Calcio:** valores aumentados en la *Eliana*, la *Gaviota* y la *Candida* lo que indica un adecuada movilización de las reservas de calcio corporal en el parto, condicionada por el suministro de sales horro en esta etapa.

El valor disminuido en las *Fantasia* indica un a posible falla del aporte de proteína asociado a al bajo consumo de materia seca y sus mecanismos de síntesis normales. Esta condición predispone a la presentación de enfermedades metabólicas (hipocalcemia e hipomagnesemia).

Valores normales del calcio son muestra del adecuado consumo de éste mineral y su homeostasis.

- **Magnesio:** valor disminuido en la *Hormiga* indicando bajo aporte de éste mineral en la dieta posiblemente por bajo consumo de materia seca aportada por el forraje puesto que el magnesio es un mineral constituyente de la clorofila, con posible presentación de tetania y causada por probable desbalance de nutrientes en procesos de fertilización en especial el K. Valores normales en las otras vacas se dan por un adecuado consumo de magnesio.

- **Fosforo:** valores aumentados en la **Nadia** y la **Gaviota** indicando un adecuado consumo pero influyendo en su nivel la homeostasis por el parto. Valores normales resultan de la estabilidad de las concentraciones de fosforo inorgánico por la gran cantidad que se recicla de la saliva y el rumen para la reabsorción intestinal.
- **Eritrocitos (hemoglobina y hematocrito):** los valores disminuidos de la **Esneda**, la **Eliana**, la **Hormiga** y la **Candida** de hemoglobina son indicadores de posibles anemias, déficit de consumo proteico. Estos valores se asocian a los de proteínas totales los cuales se califican como bajos en la mayoría de las vacas monitoreadas. Los valores normales de estos metabolitos hacen la referencia a una buena nutrición, en donde el aporte proteico de la dieta no cae en déficit ni en exceso. Los eritrocitos normales van a tener una función de transporte de oxígeno adecuada, lo que es vital para el transporte de oxígeno.
- **Leucocitos:** Valores aumentados en la **Fantasia**, la **Eliana**, la **Nadia**, la **Gaviota** y la **Candida** son indicador de infección y líneas de defensa, posiblemente a nivel pódal, retenciones de placenta ó parasitismo. Los valores se muestran normales cuando no hay algún agente externo que pueda alterar el sistema de defensa.

### 7.3 INTERPRETACIÓN DE EXÁMENES BROMATOLÓGICOS

#### 7.3.1 Forraje verde:

**Tabla 36.** Clasificación de los forrajes de acuerdo al FDN y FDA.

<i>Clasificación</i>	<i>FDN</i>	<i>FDA</i>	<i>VRF</i>
Excelente	<41	<31	>151
Primera	40 – 45	31 – 35	151 – 125
Segunda	47 – 53	35 – 40	124 – 103
Tercera	54 – 60	41 – 42	102 – 87
Cuarta	51 – 65	43 – 45	86 – 75
Quinta	>65	>45	<75

**Tabla 37.** Calificación del resultado bromatológico del forraje

<i>PARÁMETRO</i>	<i>RESULTADO</i>				<i>CALIFICACIÓN</i>
ENERGÍA BRUTA cal/g	4385,5				
FIBRA CRUDA %	28,0				
FIBRA DETERGENTE ACIDO %	30,5				EXCELENTE
FIBRA DETERGENTE NEUTRA %	59,3				EXCELENTE
<i>VALORES DE REFERENCIA</i>					
		<i>ALTO</i>	<i>MEDIO</i>	<i>BAJO</i>	
CALCIO %	0,31	>0,77	0,24-0,77	<0,24	MEDIO
FÓSFORO %		0,47	>0,44	0,21- 0,44	ALTO
MAGNESIO %	0,37	>0,42	0,26-0,42	<0,26	MEDIO
POTASIO %	4,10	>3,08	1,96-3,05	<1,96	ALTO
AZUFRE EN PASTOS %	0,11	>0,54	0,25-0,54	<0,25	BAJO
SODIO ppm	184,79				
COBRE ppm	10,78	>31	10-31	<10	MEDIO
ZINC ppm	46,20	>70	26-70	<26	MEDIO

- **Fibra cruda (28%):** entendida como la fracción indigestible de los alimentos, muestra un valor donde no se ve limitada la digestibilidad del pasto.
- **Fibra Detergente Neutra (59,3%):** *Excelente:* valor asociado al consumo de materia seca no presentando de acuerdo a resultados limitación en la ingesta.
- **Fibra Detergente Ácido (30,5%):** *Excelente:* valor asociado a la digestibilidad, de acuerdo al análisis bromatológico se califica como un pasto altamente digestible.

Asociando los valores de FDN y FDA daría unas pasturas con una alta velocidad de paso y de disolución a través de rumen. Esto implica menos acción de los microorganismos del rumen sobre la base forrajera consumida,

conduciendo a cuadros diarreicos que afectan la salud del animal, siendo la condición corporal la más afectada.

El bajo aporte de fibra, es un desencadenante de acidosis metabólica por la disminución en la rumia del forraje y los altos contenidos de carbohidratos no estructurales en donde se disminuye el efecto tampón por acción de la saliva, causando una baja en el pH del rumen.

Esta caída de pH provoca una muerte masiva de gérmenes ruminales gran negativos y la consiguiente liberación de grandes cantidades de endotoxinas bacterianas vasoactivas. Tanto el ácido láctico como las endotoxinas han sido identificadas en la patogénesis de la laminitis.

- **Calcio (0.31%):** *Medio:* al ser un elemento vital en la función metabólica, se debe asegurar el consumo óptimo por parte del animal mediante el suministro de suplementos minerales calificados de acuerdo a requerimientos y estado fisiológico del animal.
- **Fósforo (0.47%):** *Alto:* elemento no limitante en el aporte mineral a través de las pasturas. Se cumple la relación Ca:P y se cumple el sinergismo entre elementos.
- **Magnesio (0,37%):** *Medio:* como mineral constituyente de la clorofila, no se encuentra limitado en el forraje en donde pueda provocar hipomagnesemias. Su deficiencia en los animales está más asociada con bajo consumo de materia seca.
- **Potasio (4,10%):** *Alto:* un valor alto de éste mineral actúa como antagonico de otros elementos como el magnesio, por lo que se debe tener cuidado en la fertilización al usar fuentes con altos contenidos de potasio.
- **Azufre (0,11%):** *Bajo:* se limita el aporte de proteínas azufradas a través del forraje y de biotina y tiamina.
- **Cobre (10,78 ppm) y Zinc (46,20 ppm):** *Medio:* no hay limitantes de estos elementos, lo que indica un adecuado aporte por parte del forraje. El cobre y el zinc son componentes vitales de la dotación enzimática en los organismos vivos. Uno de los ejemplos más notables son las enzimas relacionadas en la formación del tejido epitelial.

### 7.3.2 Silo de maíz:

- **Calcio (0,16%):** *Bajo:* aporte limitado del mineral.
- **Fósforo (0,11%):** *Bajo:* limitado aporte del mineral
- **Fibra Detergente Neutra (63,1%):** *Cuarta:* valor asociado al consumo de materia seca presentando de acuerdo a resultados limitación en la ingesta. El FDN corresponde a paredes celulares y estará asociado negativamente con ingestión de materia seca.
- **Fibra Detergente Ácida (41,4%):** *Tercera:* valor asociado a la digestibilidad, de acuerdo al análisis bromatológico se califica como un pasto con baja digestibilidad.
- **Grasa bruta (1.7%):** aporte adicional de energía a la dieta.
- **Humedad y otra materias volátiles (71,9%):** la alta humedad está asociada con la presencia de hongos y aumento del pH favoreciendo el crecimiento de peligrosas colibacterias. El valor ideal de humedad en un silo es de 68%, considerándose de mala calidad en el parámetro de humedad en un rango de 71 a 78%.
- **pH (4,0):** presencia de un valor con ventaja, puesto que a ese pH mueren las peligrosas colibacterias.
- **Proteínas (6,7%):** valor que indica buena calidad sin ser limitante en la utilización de un silo porque niveles altos de ésta se traducen en mala fermentación. Además el silo de maíz tiene la finalidad nutricional de aportar energía.

En el análisis de la calidad del silo quedan factores importantes sin evaluar como son los indicadores de calidad fermentativa. En estos parámetros se evalúa características como: nitrógeno amoniacal, nitrógeno soluble total, azúcares residuales, alcoholes, AGV y ácido láctico. Sería importante que en un próximo análisis se solicitara dichos valores.

#### 7.4 INTERPRETACIÓN DE LOS AFOROS

Se evidencia falta de consumo de forraje del total requerido por las vacas con altas exigencias productivas. Se asocia a la deficiencia de proteína observada en el perfil metabólico de las vacas muestreadas de la Finca La Montañita.

El bajo consumo de forraje limita la proteína degradable en rumen, necesaria para alimentar las bacterias y asegurar una adecuada proteína microbiana la cual es de alta calidad y lo ideal es tener una buena producción en el rumen para no caer en el desbalance de energía:proteína. Se hace necesaria también para el crecimiento microbiano y por ende la digestión de la fibra por parte de éstas.

**Foto 9.** Residual del forraje consumido por las vacas.



**Foto 10.** Pastoreo del lote de alta producción recién movida la cerca.



## 8. CONCLUSIONES

A raíz de las sucesivas crisis de cojera en gran parte del inventario del ganado productivo en la Finca La Montañita afectando índices productivos y reproductivos se inicia un trabajo de diagnóstico encaminado a encontrar las posibles causas y orígenes del problema. Se toman muestras de sangre para elaborar los distintos perfiles metabólicos y a través del análisis de éstos reconociendo los distintos problemas metabólicos latentes en el hato. Una vez interpretado los análisis se emiten las siguientes conclusiones.

Las lesiones pódales presentes en el hato están asociadas a procesos de laminitis. El principal factor desencadenante de esta enfermedad es la acidosis láctica, que se produce cuando la dieta aporta altas concentraciones de carbohidratos fácilmente degradables (azúcares, almidones, melazas). El origen de los excesos de ácidos pueden ser endógenos derivados del metabolismo proteico y la oxidación incompleta de glúcidos y grasa; y oxígeno, como consecuencia de alimentos acidificantes como pueden ser la ingestión de demasiado concentrado y poco forraje y de ensilajes con elevada acidez, abundantes carbohidratos fácilmente fermentables y proteínas. Las pérdidas de bicarbonato pueden ocurrir por afecciones renales e intestinales.

Relacionando los factores alimenticios y de manejo de la Finca La Montañita se puede concluir como agentes causantes de la patología las altas cargas de fertilización nitrogenada en ausencia total de encalado complementada con pocos días de descanso de los potreros (30-35 días), la acción de despunte de los forrajes por parte del ganado dejando de consumir la fibra que el pasto proporciona, altas cantidades de concentrados y sensación de llenado energético al consumir silo de maíz produciéndose un disturbio ruminal que cursa con caída del pH ruminal al proliferar microorganismos ruminales productores de ácido láctico.

La baja en el consumo de forraje influye directamente en la síntesis de proteína microbiana estando en función, no solo de la cantidad de proteína y carbohidratos que se degraden en rumen, sino de la sincronía que exista tanto en la cantidad, como en la velocidad de degradación y el momento en que se suministren al animal; de tal modo que la sincronía de estos tres niveles permita una alta eficiencia en el uso, tanto de los carbohidratos como de la proteína que se degrada en rumen.

Como lo muestran dos de los resultados de las vacas evaluadas, las cuales al momento de la valoración se encontraban recién paridas, se da un déficit energético. Éste déficit es una condición normal en el estado fisiológico en que se hallaban; cuando esta condición persiste diez días posparto, puede desencadenar procesos de cetosis. Es necesario bajo esta condición la suplementación con fuentes energéticas.

La suplementación energética de las dietas basadas en forrajes frescos ha resultado en un incremento del flujo de nitrógeno al intestino, una reducción de las concentraciones de amoníaco a nivel ruminal y a un mejoramiento del desempeño animal. Sin embargo, es necesario considerar la adecuada suplementación energética en cuanto a calidad y cantidad de sus fuentes por los comúnmente carbohidratos inapropiados que tienen un efecto negativo en la fermentación ruminal.

Al suministrar ensilado de maíz, se están suministrando compuestos solubles además de carbohidratos fácilmente fermentables de tal manera que la ingestión de dicho ensilado conduce a un rápido incremento de la concentración de productos fermentativos en el rumen induciendo la sensación de saciedad. Ésta sensación lleva al ganado disminuir los tiempos de pastoreo, con un menor consumo de materia seca y menores aportes de fibra generando alteraciones químicas en el microambiente ruminal y causando descenso en el pH del rumen, generando condiciones para la acidosis láctica y para procesos de laminitis.

De acuerdo a los perfiles metabólicos estudiados, se plantea como constituyentes de un buen indicador del consumo proteico los valores disminuidos de proteínas totales, con hemoglobina y hematocrito, aunque los cambios que se originen en uno por efecto del otro se producen generalmente de forma lenta. Es decir, los niveles que aparecen disminuidos en la parte de eritrocitos están indicando que la deficiencia proteica en la dieta del hato lechero de la Finca La Montañita no es de ahora, presentándose desde hace un largo período. Se concluye que ha sido causado por un consumo excesivo de carbohidratos solubles en rumen de rápida disolución, generando sensación de llenado energético disminuyendo el consumo de forraje verde al momento del pastoreo, limitando el aporte de proteína y fibra en la ración.

La etiología de la laminitis es multifactorial. El manejo nutricional es particularmente importante en el desarrollo de la laminitis, especialmente las raciones que conducen a la acidosis ruminal. Exceso de carbohidratos solubles, baja relación fibra:concentrado, mala calidad de la fibra, silos enmohecidos, cambios bruscos en la ración, falta de adaptación ruminal y excesos de dominancias o jerarquías de vacas sobre novillas son pautas claves en el desarrollo de la enfermedad. Por otra parte se debe considerar aspectos de confort y bienestar animal. Largas caminatas, suelos duros y excesivamente abrasivos, exceso de humedad y barro predisponen a los animales a daños mecánicos, particularmente importantes en pezuñas debilitadas por la enfermedad. Los valores de leucocitos altos en la mayoría de las evaluaciones realizadas a las muestras sanguíneas indicando a la línea de defensa activada, con probable incidencia de infección pódal.

Las cojeras en el ganado deben integrar el esquema sanitario del hato y tener pautas específicas de manejo, tratamiento, control y prevención, destinadas a minimizar su impacto económico.

**Foto 11.** Caso de laminitis acompañado de deformación ósea en la Finca La Montañita.



## 9. RECOMENDACIONES

Cuantificar los aportes minerales que realiza el suelo a través de análisis de laboratorio. Realizar toma de muestras y conociendo los minerales presentes y sus proporciones desarrollar programas de enmiendas y fertilización teniendo en cuenta: áreas de los potreros, fuentes, dosis y programación de abonadas.

Programar en época de verano, renovación de pasturas, buscando mejorar la aptitud física de los suelos. Acompañar este trabajo con la aplicación de enmiendas y cales buscando la incorporación de estas.

Con la renovación, se debe hacer una fertilización de choque aplicando principalmente calcio, magnesio y sílice buscando separar las estructuras, airear el suelo y profundizar raíz. Se recomienda hacer aplicaciones de fósforo para dar sistema radicular y potasio para dar estructura teniendo en cuenta de no secuestrar el magnesio. La dosis, fuentes y frecuencia de aplicación deben partir de los análisis de laboratorio.

Estandarizar la edad ideal de consumo de los pastos, buscando que no sean ni muy jóvenes ni muy maduros, evitando así los problemas que traen consumirlos: tiernos (acidosis e intoxicación con nítricos y nitratos) o lignificados (disminución de consumo y producción láctea).

Al evidenciarse la falta de consumo de la materia seca aportada por el forraje, se recomienda presionar la ingestión de sustrato mediante el manejo de la cerca abriendo espacios más pequeños y más veces al día. Tomar las medidas necesarias para cambiar la etología y consumo de forrajes de tal manera que se asegure un mayor consumo de fibra al consumir los ganados sustratos inferiores de forraje.

La suplementación con concentrado se debe realizar de acuerdo al estado productivo y fisiológico, adecuando pacientemente los cambios que se hagan en los insumos, como podría ser el cambio de marcas o líneas de concentrados. Para asegurar una buena ingestión de nutrientes la concentración de proteína no debe superar el 16%, se debe basar en la fase fisiológica.

Cambio en la rutina de suplementación con el silo. Nunca ofrecer sin que los animales hayan consumido pasto en forma previa buscando aportes de fibra y tampones o buffer naturales. El aporte de fibra principalmente debe de provenir de los potreros con adecuados días de descanso acompañado de suministro de heno.

Limitar el uso de carbohidratos no estructurales, entre los cuales se encuentra el silo de maíz. Los carbohidratos no estructurales no deben superar el 35 al 40% del total de la ración. Suprimir el silo de maíz de la dieta no debe generar el incremento en la dosis de concentrado, es ideal el concentrado que se oferta

actualmente, y en la medida de lo posible distribuirlo en mas de dos dosis al día a vacas con altas cargas para disminuir y prevenir problemas de acidosis. Lo ideal es sustituir la oferta del silo de maíz por una fuente de fibra que no afecte negativamente el pH ruminal, por ejemplo semilla de algodón o heno.

Implementar fertilizaciones foliares mediante la aplicación de ácidos húmicos buscando que los aportes de nitrógeno a través de abonos químicos y orgánicos no generen acumulación de nitritos y nitratos.

Acompañar el manejo nutricional de los ganados, con un arreglo apropiado y oportuno de pezuñas.

Estimular el consumo de forraje en los animales. Para ello se recomienda la aplicación de complejo B.

## BIBLIOGRAFIA

ACUÑA ALVARIZA, Roberto y RAMOS RAMA, Juan Manuel. Médicos Veterinarios y Podólogos. Laminitis en bovinos lecheros, descripción de un brote [monografía en CD-ROOM]. Florida, Uruguay: Julio, 1999. 1 cd-room.

ÁLVAREZ CALVO, Jorge Luis. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001. 201 p.

ÁLVAREZ, Julio Laurencio. et al. Hemograma en vacas lecheras de la raza Holstein [en línea].  
<<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEVpuAVpuEpZTOLMia.php>>  
[Citado el 2 de julio de 2009]

CEBALLOS MARQUEZ, Alejandro. Interpretación de perfiles metabólicos en bovinos [monografía en CD-ROOM]. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas. 1 cd-room.

CONTRERAS, Pedro A. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. En: Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutricao e doencas nutricionais. Porto Alegre, 2000. p. 23 - 24.

FUENTES ARDERIU, X. et al. Bioquímica clínica y patológica molecular: Concentración de alanina-aminotransferasa y astartato aminotransferasa en plasma. 1 ed. Chile : [s.n], p. 867.

GONZÁLES, Felix H. D. Indicadores sangüineos do metabolismo mineral em ruminantes. En: Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutricao e doencas nutricionais. Porto Alegre, Brasil, 2000. p. 31-38.

LABORATORIO CLÍNICO VETERINARIO, ZOOLAB. Exámenes de clínica [en línea]. <<http://www.zoolabcolombia.com/quimica.htm#q8>> [Citado el 2 de Julio de 2009]

MEDLINE PLUS. Aspartato aminotrnasferasa [en línea].  
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003472.htm>> [Citado el 2 de Julio de 2009]

\_\_\_\_\_. Bilirrubina [en línea].  
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003472.htm>> [Citado el 2 de Julio de 2009]

SALUDALIA. Pruebas diagnosticas en análisis clínico de hemogramas [en línea]<[http://www.saludalia.com/Saludalia/web\\_saludalia/pruebas\\_diagnosticas/doc/hemograma.htm](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/pruebas_diagnosticas/doc/hemograma.htm)> [Citado el 2 de Julio de 2009]

TAMAYO PATIÑO, Carlos. Alcalosis ruminal bovina. En: Despertar lechero. Edición N° 19 (2001); p. 5-12.

WIKIPEDIA. Aspartato aminotrasferasa [en línea].  
<[http://es.wikipedia.org/wiki/Aspartato\\_aminotrasferasa](http://es.wikipedia.org/wiki/Aspartato_aminotrasferasa)> [Citado el 2 de Julio de 2009]

# **ANEXOS**

**ANEXO A.  
DESCRIPCIÓN DE LOS FERTILIZANTES USADOS**

Los productos comerciales usados en la fertilización de la Finca La Montañita se describen en la tabla 38 y 39.

**Tabla 38.** Composición química del fertilizante Actyva 27 de Yara Mila™.

<b>Yara Mila™ Actyva 27</b>		
Grado: 27-5-5		
Fertilizante complejo N-P-K		
Composición garantizada:		
NITROGENO TOTAL		27 %
N. Amoniacal	15,2 %	
N. Nítrico	11,8 %	
FÓSFORO ASIMILABLE (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		5 %
PÓTASIO SOLUBLE EN AGUA (K <sub>2</sub> O)		5 %
AZUFRE TOTAL (S)		3 %

Fuente: Empaque del producto.

**Tabla 39.** Composición química del fertilizante Amidas de Yara Vera™.

<b>Yara Vera™ Amidas</b>		
(úrea - Sulfato de amonio)		
Grado: 40-0-0-6(S)		
Fertilizante simple de amonio		
Composición garantizada:		
NITROGENO TOTAL		40 %
N. Amoniacal	5 %	
N. Uréico	35 %	
AZUFRE TOTAL (S)		5 %
BIURET MÁXIMO		0,9 %
HUMEDAD MÁXIMA		0,25 %
SOLUBILIDAD		99,5 %
Ph EN SOLUCIÓN SATURADA		4,5

Fuente: empaque del producto.  
 Con estos dos fertilizantes se hace una mezcla de 1:1, cada bulto de la mezcla contiene la composición vista en la tabla 40.

**Tabla 40.** Composición de la mezcla de los fertilizantes aplicada en la Finca La Montañita.

<b>COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA</b>	
BULTO	50 Kg
NITROGENO TOTAL	16,75 Kg
N. Amoniacal	
N. Nítrico	
N. Uréico	
FÓSFORO ASIMILABLE	1,25 Kg
PÓTASIO SOLUBLE	1,25 Kg
AZUFRE TOTAL	2 Kg

El foliar se aplica junto con el insecticida en la fumigación a razón de 100 gramos por bomba. La composición del foliar se muestra en la tabla 41.

**Tabla 41.** Composición del fertilizante foliar Pastos 5.

<b>FOLIAR PASTOS 5</b>	
Fertilizante para aplicación foliar	
Polvo soluble de uso agrícola	
Peso Neto: 1 Kg	
Composición garantizada:	
NITROGENO	2 %
FÓSFORO	1 %
PÓTASIO	14 %
AZUFRE	11 %
MAGNESIO	3 %
CALCIO	4,1 %
BORO	3,1 %
COBRE	1,3 %
MANGANESO	2,6 %
ZINC	1,8 %
HIERRO	0,1 %

Fuente: empaque del producto.