

CORRELACIÓN DE INDICADORES METABÓLICOS MINERALES Y QUÍMICOS  
CON EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS EN  
PERIPARTO EN LA FINCA CHIMANGUAL DEL MUNICIPIO DE SAPUYES,  
NARIÑO

DIEGO FERNANDO BURBANO ESPAÑA  
ARMANDO ENRIQUE LARA CABRERA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA  
PASTO – COLOMBIA  
2012

CORRELACIÓN DE INDICADORES METABÓLICOS MINERALES Y QUÍMICOS  
CON EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS EN  
PERIPARTO EN LA FINCA CHIMANGUAL DEL MUNICIPIO DE SAPUYES,  
NARIÑO.

DIEGO FERNANDO BURBANO ESPAÑA  
ARMANDO ENRIQUE LARA CABRERA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Médico  
Veterinario

Presidente  
BOLIVAR LAGOS FIGUEROA  
Médico Veterinario Zootecnista.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2012

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**BOLÍVAR LAGOS FIGUEROA**  
Presidente

---

**EDMUNDO ANDRÉS TIMARAN RIVERA**  
Jurado delegado

---

**ALBEIRO LÓPEZ RODRÍGUEZ**  
Jurado

San Juan de Pasto, octubre / 2012.

## **AGRADECIMIENTOS**

BOLÍVAR LAGOS FIGUEROA. Médico Veterinario Zootecnista, por su apoyo como director de este trabajo.

EDMUNDO ANDRÉS TIMARAN RIVERA. Médico Veterinario, por su Colaboración y asesoría.

ALBEIRO LÓPEZ RODRÍGUEZ. Médico Veterinario, por su colaboración y Asesoría.

KATIA BENAVIDES ROMO. Médico Veterinaria Esp, por su valiosa colaboración en el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ. Técnica Laboratorio Bromatológico, por su valiosa colaboración en el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

ARSENIO HIDALGO. Estadista, por su asesoría en metodología de la investigación, diseño y análisis estadístico.

LUÍS ALFONSO SOLARTE PORTILLA. Zootecnista Esp. Por su colaboración.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización y culminación de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

A nuestras familias por su apoyo, estímulo y comprensión para lograr avanzar en esta meta que nos propusimos.

**DIEGO FERNANDO BURBANO ESPAÑA**  
**ARMANDO ENRIQUE LARA CABRERA**

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la correlación de indicadores metabólicos minerales y químicos con el desempeño reproductivo en vacas holstein mestizas en periparto en la finca Chimangual del Municipio de Sapuyes, Nariño. Se evaluó un grupo de diez vacas, clínicamente sanas. Para la determinación de los perfiles minerales y metabólicos se tomaron 10 ml de sangre por venopunción coccígea, el muestreo se inició 4 semanas preparto hasta 8 semanas postparto, para esta determinación se usaron métodos de colorimetría y también métodos de absorción atómica. Adicionalmente, los animales fueron sometidos a pesaje mediante cinta bovométrica, evaluación de la condición corporal (CC) y ecografía ovárica para determinar el tamaño de los folículos y la presencia de cuerpos lúteos a los días 10, 20, 30, 40 y 50 días postparto.

Se realizaron comparaciones entre los dos perfiles metabólicos anteparto (30 días) y postparto (60 días), encontrándose diferencia significativa para el potasio y el manganeso ( $p < 0,05$ ), siendo el segundo muestreo en el que se observa esta diferencia con respecto a la primera. Respecto al peso, el mayor cambio se presentó en el periodo comprendido entre el anteparto y el día 10 de postparto con diferencia estadísticamente significativa, en el resto de periodos de muestreo no se encontraron diferencias significativas. Igualmente, las variaciones en la condición corporal los valores más altos se observaron en el mismo intervalo comprendido entre el anteparto y los 10 días de postparto, con diferencias significativas respecto a los demás intervalos de tiempo de observación. Los menores cambios se observaron en los periodos postparto 10 a 20, 30 a 40 y 40 a 50 que no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

El análisis de correlación, entre los factores del perfil metabólico y mineral y la condición corporal al postparto, se determinó únicamente una asociación inversa significativa ( $p$  valor  $\leq 0.05$ ) con el nivel de colesterol. No se observaron asociaciones entre los factores del perfil metabólico y mineral y la disminución (en %) del peso ( $p$  valor  $> 0.05$ ), por lo tanto, no hay una asociación entre estas variables. Para el análisis de los folículos y cuerpos lúteos se presentó diferencia significativa con respecto a los folículos de los periodos 20, 40 y 50, y para los cuerpos lúteos se encontraron diferencias significativas para los periodos 20 y 40 ( $p < 0,05$ ). En la correlación entre estructura ovárica postparto y CC no se encontró asociación entre estas variables.

Palabras claves: Perfil metabólico, condición corporal, peso, folículos y cuerpo lúteo.

## ABSTRACT

The aim of this work is to determine the correlation of metabolic mineral indicators and chemical indicators with reproductive performance in crossbred Holstein cows in antepartum at Chimangual's farm in the Sapuyes Township, in the Nariño department.

We evaluated a group of ten cows, clinically healthy. 10 ml of blood was taken by venipuncture coccygeal for the determination of minerals and metabolic profiles, the sampling started in 4 weeks antepartum until 8 weeks postpartum, colorimetric methods and atomic absorption methods were used for this determination. Additionally, the animals were subjected to weighing with a biometrical tape; the condition of body (BC) and ovarian ultrasound were evaluated to determine the size of the follicles and the presence of corpus luteums the days 10, 20, 30, 40 and 50 days postpartum.

The comparisons were made between two antepartum metabolic profiles (30 days) and postpartum (60 days), a significant difference was found for potassium and manganese ( $p < 0.05$ ), in the second sampling it observed this difference with relation to the first. With respect to the weight, the biggest change occurred in the period between antepartum and postpartum tenth day with significant difference statistically, in the other sampling periods there weren't significant difference. Similarly, the variations in body condition the highest values were observed in the same interval between the antepartum and 10 days postpartum, with significant differences compared to the other time intervals of observation. The minor changes were observed in the postpartum periods 10-20, 30-40 and 40 to 50 which didn't show significant differences statistically.

The correlation analysis between the metabolic profile factors and mineral and postpartum body condition was determined only a significant inverse association ( $p$  value  $< 0.05$ ) with cholesterol. Associations were not observed between metabolic factors and mineral profile and the decrease (in %) of the weight ( $p$  value  $< 0.05$ ), therefore, there is an association between these variables. For the analysis of the follicles and corpus luteums showed significant differences with respect to the follicles of the 20, 40 and 50 periods, and for the corpus luteums were found significant differences for the periods 20 and 40 ( $p < 0.05$ ). In the correlation between postpartum ovarian structure and CC it didn't find association between these variables.

Keywords: metabolic profile, body condition, weight, follicles and corpus luteum.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>19</b>
<b>1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>21</b>
<b>2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>22</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>23</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>23</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>23</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
<b>4.1 PERFIL METABÓLICO</b>	<b>24</b>
4.1.1 Diagnóstico de trastornos metabólicos.	24
4.1.2 Muestras e interpretación de los perfiles metabólicos.	24
4.1.3 Glucosa.	24
4.1.4 Colesterol.	25
4.1.5 Proteínas totales.	26
4.1.6 Nitrógeno ureico sanguíneo.	26
<b>4.2 MINERALES</b>	<b>27</b>
4.2.1 Macrominerales.	28
4.2.1.1 Calcio (Ca).	28
4.2.1.2 Fosforo (P).	28
4.2.1.3 Magnesio (Mg).	30
4.2.1.4 Potasio (K).	30
4.2.2 Microminerales.	31
4.2.2.1 Zinc (Zn).	31
4.2.2.2 Cobre (Cu).	32
4.2.2.3 Manganeso (Mn).	32
<b>4.3 CONDICIÓN CORPORAL</b>	<b>33</b>
<b>4.4 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO</b>	<b>35</b>
4.4.1 Control neuroendocrino del ciclo estral.	35
4.4.2 Hipotálamo.	36
4.4.3 Hipófisis.	36

4.4.4 Ovarios.	36
4.4.5 Útero.	37
<b>4.5 FASES DEL CICLO ESTRAL</b>	<b>37</b>
4.5.1 Fase folicular o de regresión lútea (Proestro).	37
4.5.2 Fase periovulatoria (Estro y Metaestro).	37
4.5.3 Fase luteal (Diestro).	38
<b>4.6 DINÁMICA FOLICULAR BOVINA</b>	<b>39</b>
4.6.1 Reclutamiento:	39
4.6.2 Selección:	39
4.6.3 Dominancia:	39
<b>4.8 ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO</b>	<b>40</b>
4.8.1 Aspectos fisiológicos del periodo posparto.	40
4.8.1.1 Involución uterina.	40
4.7.1.2 Examen de los ovarios.	41
<b>5. DISEÑO METODOLÓGICO</b>	<b>44</b>
<b>5.1 LOCALIZACIÓN</b>	<b>44</b>
5.1.1 Área de estudio	44
<b>5.2 Toma de muestras.</b>	<b>44</b>
5.2.1 Muestra de sangre	44
<b>5.3 ANALISIS ESTADISTICO</b>	<b>45</b>
<b>6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>46</b>
<b>6.1 PERFIL METABÓLICO Y MINERAL</b>	<b>46</b>
<b>6.2 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL</b>	<b>50</b>
<b>6.3 ESTRUCTURAS OVÁRICAS</b>	<b>52</b>
<b>6.4 ASOCIACIÓN ENTRE VARIABLES</b>	<b>53</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
<b>7.1 CONCLUSIONES</b>	<b>56</b>
<b>7.2. RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>

**BIBLIOGRAFÍA**

**59**

**ANEXO**

**65**

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Clasificación de los folículos por tamaño y sus características Fisiológicas.	44

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Variaciones en el perfil metabólico y minerales en los periodos de parto y posparto.	47
Tabla 2. Peso vivo y condición corporal cambios en los periodos de muestreo.	51
Tabla 3. Folículos y cuerpos lúteos en función de los periodos de muestreo.	53
Tabla 4. Correlación entre perfil metabólico y mineral y CC.	54
Tabla 5. Correlación entre perfil metabólico y mineral y PV.	55
Tabla 6. Correlación entre estructura ovárica posparto y CC.	56

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Control neuroendócrino del ciclo estral.	36
Figura 2. Esquema de la dinámica folicular durante un ciclo estral bovino.	41
Figura 3. Variaciones del peso en los periodos de muestreo.	51
Figura 4. Variaciones de la condición corporal en los periodos de muestreo.	52

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>Anexo A.</b> Encuesta Caracterización de Animales Objeto de Estudio.	66
<b>Anexo B.</b> Suministro de alimento balanceado granja lechera Chimangual.	67
<b>Anexo C.</b> Estructuras ovaricas mediante ultrasonografia.	69
<b>Anexo D.</b> Condición corporal anteparto.	73
<b>Anexo E.</b> Condición corporal postparto.	76
<b>Anexo F.</b> Dieta suplementaria.	78
<b>Anexo G.</b> Resultados e interpretación análisis de suelos.	80
<b>Anexo H.</b> Valores de referencia para los análisis de suelo.	81
<b>Anexo I.</b> Análisis químico proximal de muestra de praderas próximas al pastoreo.	81

## GLOSARIO

**BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO:** periodo en el cual la vaca supe sus necesidades nutricionales básicamente energéticas, mediante la movilización de grasas (Lipomovilización). Esto se da por un desequilibrio entre el balance de proteína – energía básicamente durante el pico de lactancia en las vacas.

**CONDICION CORPORAL:** es un método utilizado para determinar el grado de reservas corporales independientemente de la estructura, peso vivo y tamaño del animal. Es una herramienta valiosa para predecir el desempeño productivo y reproductivo.

**CUERPO LÚTEO:** es una glándula temporal que se desarrolla a partir del folículo ovulatorio, proceso conocido como luteinización. Esta estructura secreta la progesterona, hormona que actúa básicamente sobre los órganos genitales de la hembra para la preparación del útero para el establecimiento y mantenimiento de la gestación.

**ENFERMEDADES METABÓLICAS:** enfermedad causada por algún defecto en las reacciones químicas de las células del cuerpo. Son enfermedades en las cuales los procesos metabólicos normales están alterados y dan como resultado una deficiencia o ausencia de metabolitos normales produciéndose la enfermedad.

**ENZIMA:** sustancia capaz de acelerar procesos químicos sin sufrir alteraciones.

**FOLÍCULOS OVÁRICOS:** son las unidades básicas de la biología reproductiva de la hembra. Consisten en una acumulación de células haploides que se encuentran en el interior del ovario, rodeando un ovocito. Estas estructuras se activan periódicamente e inician el proceso de crecimiento y desarrollo para culminar, generalmente, en la ovulación de un solo ovocito viable.

**GLUCONEOGENESIS:** cuando se produce glucosa siendo el origen diversas moléculas.

**HIPERCALCEMIA:** aumento de Calcio en sangre.

**HIPOCALCEMIA:** disminución de calcio en sangre.

**HIPERFOSFATEMIA:** niveles elevados de fosfato en sangre.

**HIPÓFISIS:** parte anatómica del sistema central nervioso que está situada detrás de los ojos controlando la producción de la mayoría de las hormonas.

**HIPOPROTEINEMIA:** disminución de proteínas en sangre.

**LACTANCIA:** periodo comprendido entre el parto de la vaca y el secado, durante el cual se da la producción de leche.

**METABOLISMO:** es el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo, por los cuales se mantiene y se sostiene la sustancia viva organizada (anabolismo) y por el que las macromoléculas se rompen en moléculas más pequeñas, aportando energía al organismo (catabolismo).

**METABOLITO:** es cualquier molécula utilizada o producida durante el metabolismo.

**PERFIL METABÓLICO:** es un conjunto de determinaciones de laboratorio que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos y tienen por objeto aportar una ayuda paraclínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos en los animales. Examen paraclínico, empleado en el diagnóstico de las enfermedades de la producción, mediante el cual, se evalúan en grupos representativos de animales, determinaciones que constituyen dicho perfil, las cuales, se comparan con valores de referencia según la especie, edad y estado fisiológico.

**PERIODO DE TRANSICIÓN:** tiempo que transcurre entre los 30 días preparto a los 70 días después del parto donde la vaca experimenta una serie de cambios metabólicos lo cual convierte este periodo en la etapa más crítica del animal. Cualquier error durante este periodo puede arriesgar toda la lactancia y afectar la longevidad de la vaca en la lechería.

**PERIPARTO:** es el período de tiempo que va de 3 - 4 semanas antes a 3 - 4 semanas después del parto.

**SUERO:** líquido al cual se le han separado sus elementos más sólidos.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería ocupa un lugar importante en la economía nacional. Según el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019, publicado por FEDEGAN en el año 2006, con base en datos del DANE (año 2000 a 2005), se estima que la ganadería participa con menos del 3.6 % del PIB nacional. Ya dentro del sector pecuario su importancia es relativa, con una participación del 27% del PIB agropecuario y del 64% del PIB pecuario. En Nariño según estudio realizado por el Comité Directivo Nacional, en el informe de coyuntura económica regional del departamento de Nariño año 2008 (ICER), el sector agropecuario representa el 2.31% de la economía departamental<sup>1</sup>.

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

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

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

Por lo anterior, el estudio de la química sanguínea ha ganado importancia en los últimos años y actualmente sea definido como perfil metabólico<sup>2</sup>.

Según Roldán, V. P., *et al* (2005), los problemas de infertilidad, se definen como una de las causas principales de los altos costos de producción bovino, los cuales pueden afectar los aportes de este sector al PIB, de ahí la importancia de

---

<sup>1</sup> SEVERINI C, *et al*. Pla estratégico de la ganadería colombiana 2019, Primera edición. Santafé de Bogotá D. C. Editorial Sanmartín Obregón, 2006. p. 23.

<sup>2</sup> LÓPEZ RODRÍGUEZ, Alejandra. Perfil metabólico del hato lechero del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano-Honduras, 2000. p.1.

implementar diagnósticos paraclínicos, que permite estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos que pueden incidir en el desempeño reproductivo y evitar situaciones adversas producto del desequilibrio nutricional en un rebaño. Los desordenes nutricionales postparto se relacionan con el manejo nutricional durante el periodo seco, así, los desordenes metabólicos pueden ser minimizados con una apropiada dieta y correcto manejo durante esta etapa, es por esto que hay una justificación muy importante de la utilización del perfil metabólico relacionándolo con el desempeño reproductivo<sup>3</sup>.

Osorio menciona que, debido a que el estado nutricional se ve reflejado en las variaciones de peso y condición corporal que son indicadores fácilmente medibles a un bajo costo, su seguimiento puede ser utilizado como una guía para determinar el inicio de la actividad reproductiva. Los mecanismos fisiológicos por los cuales la subnutrición y la pérdida de peso causan la prolongación del anestro postparto son poco conocidos; sin embargo, la falla en la actividad ovárica se atribuye a una deficiencia en la secreción de gonadotrofinas que causan fallas en el desarrollo folicular, ausencia de estro y falta de la ovulación<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> ROLDÁN V.P, *et al.* Estudio comparativo de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región centro de Santafé, Revista electrónica REDVET. Vol. 4, N° 12 de Diciembre de 2005. [Consultado el 23 de febrero de 2012]: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205.html>. p. 2.

<sup>4</sup> OSORIO M, *et al.* Variación en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Vol. 57, N° 2, 2004. [Consultado el 23 de abril de 2012]: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=179914073006>. p. 3 y 4.

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Ceballos, citado por López, menciona que el éxito en el logro de producciones lecheras elevadas depende de la interacción entre factores como el manejo, sanidad, genética, reproducción y nutrición; esta última, y el adecuado manejo de la alimentación, son tal vez los factores que más inciden para la prevención o presentación de enfermedades metabólicas. Una correcta evaluación diagnóstica nutricional está basada en el análisis en conjunto de los registros disponibles, la evaluación de las instalaciones y animales, el análisis de la ración y el análisis del perfil metabólico.

En la realización del perfil metabólico se determinan los diferentes metabolitos sanguíneos relacionado con el estado funcional de las vías metabólicas (biotransformación), las que están determinadas por el consumo de nutrientes al seguir diferentes vías después de su ingestión en el organismo; el estado de estas vías puede verse afectado por los desbalances en el ingreso, transformación o egreso de los ingredientes de la ración consumida por los animales<sup>5</sup>.

Por esta razón es necesario utilizar técnicas que permitan determinar el grado de desequilibrio metabólico, con el fin de realizar los ajustes de la alimentación acorde al rendimiento de la vaca lechera de acuerdo a su estado productivo y reproductivo, para que esta sea capaz de soportar no solamente un nivel alto de producción lechera sino también mantener un buen estado general y un óptimo desempeño reproductivo.

Lo anterior indica que la determinación de los perfiles metabólicos son una herramienta efectiva para establecer el balance nutricional de las raciones del ganado lechero así como un apoyo para conocer si el balance energía – proteína en las dietas es el adecuado en los diferentes sistemas de alimentación.

---

<sup>5</sup> LÓPEZ Erika; ORTIZ O., Jorge y SALAS R., Sandra. Estudio comparativo de perfiles metabólicos de vacas lecheras en tres etapas de producción, en dos fincas con diferentes sistemas de fertilización de praderas en el municipio de Guachucal departamento de Nariño, Especialización en salud y Producción Sostenible del hato lechero, Universidad de Nariño, Pasto – Colombia, 2009. p. 18.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la correlación de indicadores metabólicos minerales y químicos con el desempeño reproductivo en vacas holstein mestizas en periparto en la finca Chimangual de la Universidad de Nariño, Municipio de Sapuyes, Nariño?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinación de indicadores metabólicos y minerales, y su correlación con el desempeño reproductivo en vacas Holstein mestizo en periparto en la finca Chimangual de la Universidad de Nariño en el Municipio de Sapuyes, Nariño.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mediante pruebas de química sanguínea medir las concentraciones séricas de glucosa, colesterol total, proteínas totales, nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y minerales como calcio, fosforo, magnesio, potasio, zinc, cobre, y manganeso con el desempeño reproductivo.
- Mediante ecografía rectal determinar estructuras ováricas post- parto y su correlación con la condición corporal.
- Correlacionar el perfil metabólico y mineral con la condición corporal y el desempeño reproductivo.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 PERFIL METABÓLICO

El perfil metabólico se define como un método diagnóstico, que basado en las mediciones hematoquímicas en un grupo representativo de animales, permite la evaluación de los desórdenes metabólicos que inciden en el desempeño reproductivo, el estado de salud y nutrición de los rebaños lecheros, en una explotación intensiva y extensiva.

**4.1.1 Diagnóstico de trastornos metabólicos.** López *et al*, (2009) reporta que el uso de los diferentes metabolitos sanguíneos con fines diagnósticos tiene una sustancial diferencia con sus usos como biomarcadores del balance nutricional de una vaca o de cualquier otro animales, La variación patológica o anormal del metabolito es mucho mayor que la variación fisiológica o normal, en el caso de las evaluaciones nutricionales es justamente esta variación del rango fisiológico (llamado normal) el que reviste interés. Al comparar los resultados individuales de una vaca donde se observa varios de los metabolitos con concentraciones por fuera del rango de referencia, podrían llevar al profesional a recomendar el ajuste nutricional de la dieta, lo que sería un error considerando que sólo son los resultados de un animal y se estarían tomando medidas para el resto del rebaño. Es claro entonces que el enfoque en la interpretación del perfil metabólico es diferente al enfoque clínico que se tiene para animales en forma individual, en este caso se trata de una herramienta de evaluación nutricional de utilidad en análisis grupales más que individuales<sup>6</sup>.

**4.1.2 Muestras e interpretación de los perfiles metabólicos.** Según López *et al*, (2009), las muestras para el perfil metabólico deben tomarse en lo posible de animales aparentemente sanos y que no presenten signos de alteraciones sanitarias o nutricionales. De esta forma se eliminan las variaciones debidas a factores patológicos, facilitando la oportunidad de hacer una correcta interpretación debida a cambios relacionados con la nutrición. El muestreo de varios animales que pertenezcan al mismo grupo productivo y manejado bajo condiciones similares, elimina la posibilidad de error de interpretación debida a variaciones genéticas y al azar biológico<sup>7</sup>.

**4.1.3 Glucosa.** Correa menciona “que los esfuerzos realizados para incrementar el aporte de glucosa, ya sea por gluconeogenesis o por absorción intestinal,

---

<sup>6</sup> CORREA CARDONA, Héctor J. La vaca en transición metabolismo y manejo nutricional. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Producción Animal. Medellín. [Consultado el 25 de marzo de 2011].: < <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/Manejo.pdf> >. 12 p.

<sup>7</sup> LOPEZ. Op. cit., p. 23.

influirá positivamente el comportamiento productivo y reproductivo de las vacas de alto potencial genético al inicio de la lactancia”<sup>8</sup>.

Dehning, Hincapié, citado por López afirma que, una glicemia baja se encuentra en animales con involución uterina retardada, en los cuales puede haber riesgo de la aparición de catarrros genitales puerperales y post-puerperales. La primera señal bioquímica de hipofecundidad es, sin duda, la influencia de los bajos niveles de glucosa sobre la actividad diencefálica, al inhibir o retardar la liberación del factor generador de pulsos hipotalámicos para la FSH y LH. Valores de glucosa sanguínea por debajo de 40 mg/100ml se relacionan con ausencia de la ovulación, estados degenerativos de los óvulos, aumentos en el intervalo parto-concepción, quistes ováricos, calores prolongados y ovulaciones retardadas. Los valores normales para la glucosa dependen del estadio de gestación y del estadio de lactancia en el cual se encuentren los animales y se sitúan en los siguientes rangos: antes del parto y a partir de la sexta semana post-parto 50 mg/ ml (2.78 mmol/L) y entre la primera y quinta semana post-parto > 40 mg/ml (2.22 mmol/L)<sup>9</sup>.

**4.1.4 Colesterol.** Según Álvarez, “el colesterol, es el principal representante de los esteroides en el organismo, se considera esencial por realizar importantes funciones como precursor de las hormonas esteroideas y de los ácidos biliares y elemento estructural de las lipoproteínas”<sup>10</sup>.

Dehning citado por López reporta que, la concentración de colesterol es importante por su relación directa con la glándula tiroides, la cual regula a su vez el metabolismo del calcio. Se debe tener en cuenta los valores que se sitúan por encima como los que están por debajo de lo normal fisiológicamente. Es frecuente observar hipocolesterolemia en vacas caídas por fiebre de leche y la disminución de valores por debajo de los fisiológicos normales, se puede detectar ya antes del parto<sup>11</sup>.

Dehning, Hincapié, citado por López menciona que, “de la misma manera, se han encontrado niveles correspondientes a hipo o hipercolesterolemia relacionados con alteraciones quísticas en los ovarios, así como con otros trastornos ováricos (Dehning, 1988a; Hincapié, 1995)”<sup>12</sup>.

---

<sup>8</sup> CORREA. Op. cit., p. 12.

<sup>9</sup> LOPEZ, RODRÍGUEZ, Alejandra, 2000. Perfil metabólico del hato lechero del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano-Honduras. p. 3.

<sup>10</sup> ALVAREZ, J. L. Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA. La Habana, Cuba. 1999a p. 197.

<sup>11</sup> LOPEZ. Op. cit., p. 4.

<sup>12</sup> Ibid., p. 4.

Dehning citado por López afirma que “entre los valores dependiendo del estadio de gestación y lactancia, se consideran los siguientes: hasta la cuarta semana antes del parto  $130 \pm 30$  mg/100 ml ( $3 - 4 \pm 0.8$  mmol/L); tres semanas antes del parto hasta dos semanas post-parto  $85 \pm 15$  mg/100 ml ( $2.2 \pm 0.4$  mmol/L); a partir de la tercera semana post-parto  $160 \pm 15$  mg/100ml ( $4.1 \pm 0.4$  mmol/L) (Dehning, 1988a)<sup>13</sup>.

**4.1.5 Proteínas totales.** Schroeder menciona que, “los valores se ven influenciados dependiendo de la edad del animal, este elemento es un buen indicativo de estatus nutricional del rebaño, reflejando la administración y el metabolismo; valores mayores de proteínas circulantes indican una proteína mayormente utilizada, es decir, mejor eficiencia utilizable. Los valores normales son de 6,8 - 8,5 g/dl<sup>14</sup>.

**4.1.6 Nitrógeno ureico sanguíneo.** Dehning, citado por López, afirma que “en cuanto al nivel de urea sanguínea, este constituye un indicador muy sensible del suministro de proteína a los animales. A medida que aumente el nivel de proteína en el alimento se eleva la concentración de urea sanguínea. Los valores normales en el suero sanguíneo oscilan entre 18 - 35 mg/dl ( $3.0 - 5.8$  mmol/L) (Dehning, 1988a)<sup>15</sup>.

Dehning, Hincapié, citados por López, señalan que el exceso de proteína, conlleva a una intensa producción de amoníaco que provoca sobrecarga del hígado y alteraciones hepáticas subclínicas. Por consiguiente, los trastornos reproductivos que se observan son ocasionados por cambios en el funcionamiento hepático. Los animales que muestran incrementos en las concentraciones de urea durante el anteparto y desde este mismo tiempo se muestran con frecuencia afectados por acetonemias subclínicas y trastornos de la fertilidad (Dehning, 1988b; Hincapié, 1995)<sup>16</sup>.

---

<sup>13</sup> Ibid., p. 4.

<sup>14</sup> SCHROEDER, Weisbach Hans. Tratado de obstetricia veterinaria comparada. Quinta edición. Santa fe de Bogotá. Editorial Celsus librería medica. 1993. p. 405.

<sup>15</sup> LOPEZ. Op., cit., p. 5.

<sup>16</sup> Ibid., p. 5.

Según Hall los niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS o BUN) o en leche (NUL) indican cómo está siendo utilizada la proteína cruda proveniente del alimento. Altos niveles de urea (>16 mg/dl) indican una sobrealimentación de proteína o una relación entre la energía de los carbohidratos y la proteína. Bajos niveles (<12 mg/dl) indican una subalimentación de proteína total o una inadecuada relación proteína a energía tanto a nivel ruminal como a nivel tisular<sup>17</sup>.

Según Álvarez, cuando el nivel de este indicador es alto, se puede relacionar con los siguientes factores: a) aumento del consumo proteico; b) suministro de proteínas fácilmente digestibles o alto nivel de nitrógeno no proteico que motivan mayor absorción de amoníaco en el rumen y, por consiguiente, aumento en la síntesis de urea por el hígado; c) aumento del catabolismo tisular producido por ayunos prolongados; d) consumo reducido de energía que provoca una disminución en la síntesis de proteína microbiana y favorece la elevación del pH ruminal con incremento en la absorción de amoníaco (Álvarez, 1999b)<sup>18</sup>.

## 4.2 MINERALES

Botana menciona que, los minerales son elementos químicos inorgánicos, sólidos y cristalinos. Son micronutrientes esenciales para las células vivas, puesto que estos no pueden sintetizarlos ni degradarlos. Constituyen aproximadamente el 4% de peso corporal, y según su concentración tisular se clasifican en: a) macroelementos ( $\geq 100$  ppm), y b) microminerales ( $\leq 100$  ppm). Desempeñan innumerables funciones como soporte estructural de los tejidos, como electrolitos en los líquidos orgánicos y como catalizadores en los sistemas enzimáticos y hormonales. Si bien los trastornos nutricionales más importantes están relacionados con la energía y las proteínas, los minerales ejercen una influencia marcada sobre la salud y la producción de los animales<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> HALL, M. B. Stinking a balance: protein feeding and performance. 1997. [Consultado el 26 de marzo de 2011]. <http://dps.ufl.edu/dairy%20conference/balance.pdf>. p. 8.

<sup>18</sup> ALVAREZ, J. L. Sistema Integral de Atención a la Reproducción. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA La Habana, Cuba. 1999b. p. 129.

<sup>19</sup> BOTANA L. M. Farmacología y terapéutica Veterinaria. Editorial Mc-GRAW-HILL. Segunda edición. Madrid España. 2002. p. 664.

## 4.2.1 Macrominerales.

**4.2.1.1 Calcio (Ca).** Botana “afirma que este mineral constituye el 46% de los minerales orgánicos y el 1.3% del peso vivo, por tanto es el mineral más abundante”<sup>20</sup>.

Corbellini, Hove y Lincoln, citados por, Ceballos, corrobora que entre las enfermedades metabólicas asociadas con desequilibrios minerales cabe destacar la hipocalcemia, también conocida como Paresia Puerperal o mal llamada Fiebre de Leche, trastorno que suele presentarse poco después del parto y que se caracteriza por una severa hipocalcemia, hipofosfatemia y parálisis muscular, y en los casos graves, coma y muerte del animal. Es importante destacar que la hipocalcemia es causada por un desequilibrio entre el egreso de calcio en el calostro en relación con las reservas extracelulares, en conjunto con una inadecuada respuesta por parte de los tejidos a la acción de las hormonas reguladoras del metabolismo del calcio<sup>21</sup>.

Según Bondi, “el exceso de calcio en la ración reduce la absorción y la utilización de los minerales, especialmente del fósforo y los minerales traza como el zinc que compiten en los puntos de absorción y en consecuencia se afectarían procesos primarios del metabolismo proteico y división celular, de esta manera un menor rendimiento en la reproducción”<sup>22</sup>.

**4.2.1.2 Fósforo (P).** Botana afirma que “el P es el segundo mineral por orden de abundancia en el organismo (29% del total de minerales) y constituye alrededor del 0.7% del peso”<sup>23</sup>.

Según McDonald, existen en el mundo extensas áreas deficientes en este mineral, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales. La ingestión insuficiente de fósforo se ha relacionado con una baja fertilidad por una aparente disfunción de los ovarios determinando la disminución, inhibición o irregularidad en la presentación del celo<sup>24</sup>. En las vacas, la deficiencia de este elemento puede

---

<sup>20</sup> Ibid., p. 665.

<sup>21</sup> CEBALLOS. Alejandro. MVZ, MSc. *et al.* Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec. Vol. 17:2, 2004. [Consultado el 26 de febrero de 2011].: < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357> >. p. 125 – 133.

<sup>22</sup> BONDI, A. Nutrición Animal. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 1989. p. 187, 203.

<sup>23</sup> BOTANA. Op. cit., p. 667.

<sup>24</sup> CEBALLOS. Alejandro. MVZ, MSc. *et al.* Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec. Vol. 17:2,

producir una baja en la producción de leche. Sin embargo, en los últimos años se han realizado varios estudios donde se destaca el riesgo de la sobrealimentación con fósforo en vacas lecheras y su impacto en el medio ambiente, afectando de manera indirecta la vida acuática, ya que al realizar el abonado con P se sobrecargara al suelo, que en el momento de lluvias estas escorrentías que se forman son trasladadas hacia los mares, donde producen crecimiento desmedido de algas y otras plantas reduciendo los niveles de oxígeno y bióxido de carbono<sup>25</sup>.

Un nivel elevado de P reduce la eficiencia de utilización del Ca y también puede reducir la utilización de otros minerales como el Mn. En sistemas de producción de ganado bovino de mayor concentración, como en los cebaderos y las grandes lecherías, la aplicación de estiércol en los suelos ha sido el principal método de eliminación de desechos, empleado por su valor fertilizante. Esto tiene potencialmente como resultado un impacto ambiental por la acumulación excesiva de P en el suelo y la contaminación por exceso de este mineral mediante los escurrimientos y la erosión del suelo a los ríos, lagos y arroyos. Los excesos de P causan el crecimiento desmedido de las algas y otras plantas acuáticas, lo cual reduce y/o cambia los niveles de oxígeno y bióxido de carbono en el agua y perjudica la vida acuática (Knowlton y Herbein, 2002). Este tipo de contaminación no presenta ningún problema en regiones de climas cálidos, ya que las áreas de pastoreo son extensas y los suelos muy deficientes en P<sup>26</sup>.

Según Bondi, "la deficiencia en fósforo es común en los rumiantes que pastan en praderas carentes de este elemento, retrasa la pubertad, suprime el celo y reduce notablemente el número de terneros, aunque el efecto suele complicarse con otras deficiencias y una menor ingestión. Los niveles de fosforo inorgánico en plasma se sitúan entre 4 y 9 mg por 100 ml"<sup>27</sup>.

Bondi menciona que, "la función en el metabolismo energético como componente de sustancias ricas en energía como Adenosin Difosfato (ADP), Adenosin Trifosfato (ATP) y la fosfocreatina. Las reacciones metabólicas de los carbohidratos, proteínas y lípidos se realizan a través de compuestos intermediarios fosforilados. El fósforo forma parte de los fosfolípidos que son

---

2004. [Consultado el 26 de febrero de 2011].: <  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357> >. p. 125 – 133.

<sup>25</sup> MC DONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J. y MORGAN, C. Nutrición Animal, Quinta edición, Zaragoza, España. Editorial Acribia. 1997. p. 395.

<sup>26</sup> MC DOWELL, Lee R. y ARTHINGTON, John D. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta edición, Universidad de Florida, editorial Mosaic, 2005. p. 18.

<sup>27</sup> BONDI. Op. Cit., p. 180.

importantes en el transporte de lípidos y su metabolismo, y como componente de las membranas celulares<sup>28</sup>.

**4.2.1.3 Magnesio (Mg).** Botana menciona que “el Mg es el cuarto catión en importancia del organismo y constituye el 0.05% PV<sup>29</sup>”.

Según Bondi, aproximadamente un 75 % del magnesio de la sangre se encuentra en los eritrocitos; el suero sanguíneo contiene 2 – 4 mg de magnesio ionizado por 100 ml, así como cantidades menores de magnesio ligado a proteínas. Los iones de magnesio del suero sanguíneo están intercambiándose continuamente con el magnesio absorbido en la superficie de los huesos.

Este mineral es necesario para la fosforilación oxidativa que conduce a la formación de ATP, por consiguiente, participa en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y en la síntesis de proteínas. Los rumiantes requieren raciones que contengan 0.20 % de magnesio en la materia seca y su absorción es principalmente en el retículo y rumen. La absorción en el rumen puede reducirse por los altos niveles de potasio, amoníaco y fosfatos, así como ácidos orgánicos que se encuentran en los vegetales. El nivel de magnesio en la leche es bajo y dependiendo de las reservas previas de magnesio, el hueso puede aportar cantidades variables al comienzo de la lactancia<sup>30</sup>.

Para Ceballos<sup>31</sup>: “La concentración foliar de magnesio en los pastos de zonas lecheras en Colombia se encuentra en bajas concentraciones (Ceballos A, datos sin publicar), las que no son suficientes para satisfacer el requerimiento de bovinos en pastoreo según lo indicado”.

Lloyd, Martens y Sandoval, citados por, Ceballos, señala que, “un aporte insuficiente unido a los egresos por producción de leche, la interacción antagónica con otros minerales y por la presencia de factores que interfieren su absorción, puede causar deficiencias de magnesio especialmente en el inicio de la lactancia<sup>32</sup>”.

**4.2.1.4 Potasio (K).** Mc Dowell menciona que, el K es el tercer elemento mineral de mayor abundancia en el cuerpo animal y el principal catión de los fluidos intracelulares. También es un constituyente del fluido extracelular mediante el cual influye la actividad muscular. El K es esencial para la vida, ya que es requerido para una variedad de funciones corporales como el balance osmótico, el equilibrio ácido-base, varios sistemas

---

<sup>28</sup> Ibid., p. 184.

<sup>29</sup> BOTANA. Op. cit., p. 668.

<sup>30</sup> BONDI. Op. cit., p. 188 y 473.

<sup>31</sup> CEBALLOS. Op. Cit., p. 126.

<sup>32</sup> Lbid., p. 126.

enzimáticos y el balance del agua. Existe un balance iónico entre el K, Na, Ca y Mg. Se estima que para las especies rumiantes el requerimiento oscila entre 0.5 y 1.0%, y para las vacas lecheras en lactación bajo estrés por calor el requerimiento se estima ser mayor a 1.2%. El requerimiento de K también se estima ser mayor para los animales bajo otros tipos de estrés. La deficiencia de K en los rumiantes resulta en signos no específicos, tales como la reducción del crecimiento, la reducción del consumo de alimento y agua, la disminución de la eficiencia de utilización del alimento, debilidad muscular, trastornos nerviosos, rigidez, falta de plegabilidad de la piel, demacrado, acidosis intracelular, y la degeneración de los órganos vitales<sup>33</sup>.

#### 4.2.2 Microminerales.

**4.2.2.1 Zinc (Zn).** Forero, afirma que, es un componente integral de un amplio número de metaloenzimas, además de servir como cofactores para la RNA y DNA polimerasas, enzima de vital importancia en células de alta tasa mitótica como las encontradas a nivel de piel, epitelios y células reproductivas. Igualmente, el Zinc es esencial para la biosíntesis de ácidos grasos, producción de proteínas y el funcionamiento del sistema inmunológico. Algunos sistemas enzimáticos que dependen del zinc incluyen los complejos que protegen a las células de los daños provocados por la oxidación en diferentes procesos metabólicos y/o patológicos<sup>34</sup>.

Forero, menciona que, las deficiencias de este mineral provocan alteración en el metabolismo de los carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos y especialmente la síntesis de prostaglandinas lo que afecta directamente la función luteal. Tanto en los machos como en las hembras, el zinc es un componente esencial de las enzimas envueltas en la esteroidogénesis y en la síntesis de testosterona. Por esta razón las deficiencias del mineral pueden provocar retardo en el crecimiento testicular, reducción en la secreción de gonadotropina hipofisiaria, disminución en la secreción de andrógenos, producción de óvulos no viables o fallas en la ovulación y maduración de oocitos, retardo en el inicio de la pubertad y anomalías fetales<sup>35</sup>.

Según, Mc Dowell, “los requerimientos de Zn sugeridos para los rumiantes varían de 20 a 40 ppm”<sup>36</sup>.

---

<sup>33</sup> MC DOWELL, Lee R. y ARTHINGTON, John D. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Cuarta edición, Universidad de Florida, editorial Mosaic, 2005. p. 21 - 22.

<sup>34</sup> FORERO Luis E. *Fallas reproductivas asociadas a deficiencias de microminerales: caso Colombiano*. Universidad Nacional de Colombia. Dirección Científica Laboratorios Provet S.A. 2004. [Consultado el 20 de septiembre de 2011]: < [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/12-deficiencias\\_microminerales\\_colombia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/12-deficiencias_microminerales_colombia.pdf)>. p. 5.

<sup>35</sup> *Ibid.*, p. 4.

<sup>36</sup> MC DOWELL. *Op cit.*, p. 46.

- **Zinc y regulación hormonal.** Forero, dice que, el zinc (Zn) ha demostrado ser un micro elemento fundamental para la unión de la mayoría de las hormonas esteroidales con sus receptores en órganos y tejidos blanco. Se ha determinado que la región de unión entre las hormonas y su receptor exhiben una secuencia de aminoácidos altamente conservada, y es común a todos los receptores hormonales. Esta estructura posee ocho moléculas de cisteína unidas por dos iones de Zinc formando estructuras denominadas “zinc finger”, cuya función es estabilizar la unión con el DNA y permitir que se generen las sustancias activas (proteínas reguladoras)) para modular el efecto de la hormona. El Zinc es un elemento esencial para esta reacción, por lo que puede asegurarse que regula muchos de los efectos relacionados con la acción de hormonas reproductivas y metabólicas dentro del organismo<sup>37</sup>.

**4.2.2.2 Cobre (Cu).** Flórez menciona que este elemento hace parte de múltiples sistemas enzimáticos en el cuerpo. Es importante para el crecimiento adecuado, el correcto funcionamiento de los glóbulos rojos, el desarrollo del colágeno, la reproducción y la inmunidad. En conjunto con el molibdeno (Mo) y el azufre inorgánico hace parte de sistemas enzimáticos relacionados con el metabolismo de vitaminas y nucleótidos; por esto para bovinos en pastoreo, es importante mantener un balance de cobre molibdeno de 2:1 a 4:1. Si los bovinos se exponen a niveles elevados de zinc, hierro y fósforo, la absorción de cobre disminuye. Los signos de deficiencia de cobre incluyen anestros posparto, reabsorción embrionaria, disminución de las tasas de concepción, diarrea severa y disminución de la respuesta inmune. Como el cobre interactúa con muchos minerales (Fe, Mo, S, Se, Zn) se puede presentar deficiencia cuando la concentración de estos elementos supera los siguientes valores: S (> 0.4%), Zn (> 500 ppm) y Mo (> 150 ppm) ya que afectan la absorción de cobre en el intestino<sup>38</sup>.

**4.2.2.3 Manganeso (Mn).** Según Flórez, el manganeso cumple un papel importante en el crecimiento y la reproducción. A medida que la concentración en la dieta aumenta, el contenido del mineral se incrementa en los tejidos reproductivos, sugiriendo una relación directa entre el Mn y la fertilidad. Este mineral se relaciona con el crecimiento mediante su función como componente de sistemas enzimáticos relacionados con los cartílagos esqueléticos. Cuando se suministran en exceso, el calcio y el fósforo, pueden inhibir la absorción de Mn. Los requerimientos varían dependiendo del estado fisiológico y de producción. Por ejemplo, en crecimiento y ceba los bovinos requieren 20 ppm en la dieta, mientras que las vacas gestantes y lactantes requieren 40 ppm. El máximo límite tolerable es de 1000 ppm; sin embargo el Mn interactúa con otros minerales que pueden afectar su límite tolerable o afectar a otros minerales. La deficiencia de Mn se relaciona con bajas tasas de concepción y crecimiento, bajo peso al nacimiento y el incremento en los abortos<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> FORERO. Op. cit., p. 4.

<sup>38</sup> FLOREZ D. Hernando, Velásquez P. José, et al. La suplementación mineral en los programas de reproducción bovina. [Consultado el 15 de agosto 2011] <<http://mvz.unipaz.edu.co/textos/preproduccion/articulos/seminario-bucaramanga/la-suplementacion-mineral-en-los-programas-de-reproduccion-bovina.pdf>>. 4 p.

<sup>39</sup> Ibid., p. 5.

Según Forero, el manganeso funciona en el organismo como componente importante dentro del sistema antioxidante formando parte de la enzima manganeso-súper oxido dismutasa. El manganeso es importante en los procesos reproductivos debido a que aportes insuficientes del elemento en la dieta se han relacionado directamente con anestro, retorno irregular al estro, pobre desarrollo folicular, quistes ováricos, retraso en la ovulación, celos silentes y de corta duración, reducción en tasas de concepción, incremento en tasas de aborto, atrofia ovárica, retraso en la pubertad, nacimiento de terneros débiles o con alteraciones del aparato locomotor o parálisis.

Existen evidencias in vivo e in vitro de la significativa interacción entre los oligoelementos y la síntesis, activación y regulación de hormonas sexuales. El manganeso, forma parte primordial de la superóxido dismutasa, enzima ubicada nivel mitocondrial de gran actividad antioxidante dentro de los organismos. Esta enzima aumenta su actividad paralelamente con la producción de progesterona en el cuerpo lúteo de los mamíferos razón por la cual, se considera que ejerce un papel fundamental en el mantenimiento de la función, estoroidogénesis e integridad de esta estructura en muchas especies animales. El carácter antioxidante de estas moléculas se ha evidenciado también a nivel de endometrio durante el curso normal de los ciclos estrales, lo que favorece la regulación de los mismos y la preparación de estos tejidos para soportar y mantener una preñez<sup>40</sup>.

### 4.3 CONDICIÓN CORPORAL

Según Edmonson y colaboradores, citado por López, define, la condición corporal (CC) es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca. Otros autores, definen la condición corporal como un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas en vacas lecheras<sup>41</sup>.

Correa menciona que, la energía es el nutriente que más frecuentemente limita la reproducción. Se ha descrito una relación inversa entre el balance energético (BE) negativo, el reinicio de la actividad ovárica y la fertilidad (Randel 1990, Butler y Smith 1989), ya que el BE puede ser evaluado por medio de calificación de condición corporal (Edmonson *et al.* 1989) ha sido posible establecer ensayos que demuestran

---

<sup>40</sup> FORERO. Op cit., p. 6.

<sup>41</sup> LÓPEZ Fredy J. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Vol 4, No.1. Marzo 2006. [Consultado el 19 de septiembre de 2011]. < <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol4/9.pdf> >. p. 78.

que vacas con mayores pérdidas de condición, tienen menor desempeño reproductivo (Domec *et al.* 1997b, Delgado *et al.* 2004)<sup>42</sup>.

Según Wrigth IA, citado por, López, el sistema típico usa una escala de 1 a 5 para el registro de la condición corporal en vacas lecheras. Una vaca con una condición de 1 es considerada emaciada, 2 delgada, 3 promedio, 4 grasosa y 5 obesa. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso y la consecuente reducción en la producción de leche y tasa de preñez<sup>43</sup>.

Según Ferguson, Galligan y Thomsen, citados por, López, “la frecuencia con la que se debe ejecutar la estimación de la CC depende del desempeño reproductivo de las vacas, ya que los momentos claves para la evaluación son, el parto, la monta o servicio y el destete. Otros, incluyen en los parámetros de evaluación las vacas al inicio del período seco”<sup>44</sup>.

Para López, “los cambios en la CC es reflejo de la utilización de la energía en vacas Holstein, lo cual sirve para hacer mediciones en campo acerca del manejo energético del animal. En estos animales, la pérdida de condición corporal es máxima de 4 a 6 semanas posparto con un promedio cerca de ½ a 1 punto de condición corporal. La condición corporal comienza a incrementarse a las 12 semanas posparto”<sup>45</sup>.

Según Otto, Ferguson y Sniffen, citados por López, “las vacas grasosas tienen mayor riesgo de presentar problemas metabólicos después del parto (5). Una condición corporal razonable al parto debería ser aquella que provea las reservas suficientes para el parto y la lactación. Una condición corporal óptima en vacas secas debe ser de 3.0a máximo 3.75, el riesgo de problemas posparto puede ser abolido cuando las vacas tienen una condición corporal de 3.25 a 3.50”<sup>46</sup>.

---

<sup>42</sup> CORREA Guillén, Elmer E., Alvarado Panameño Juan F., Leyton Barrientos Ludwing V. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 19(2): 251-259. 2008. ISSN: 1021-7444. Aceptado: 25 de agosto, 2008. Departamento de Zootecnia, Facultad Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. [Consultado el 19 de septiembre de 2011].: < [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v19n02\\_251.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_251.pdf) >. p. 252.

<sup>43</sup> LÓPEZ. Op. cit., p. 78.

<sup>44</sup> Ibid., p. 79.

<sup>45</sup> Ibid., p. 79.

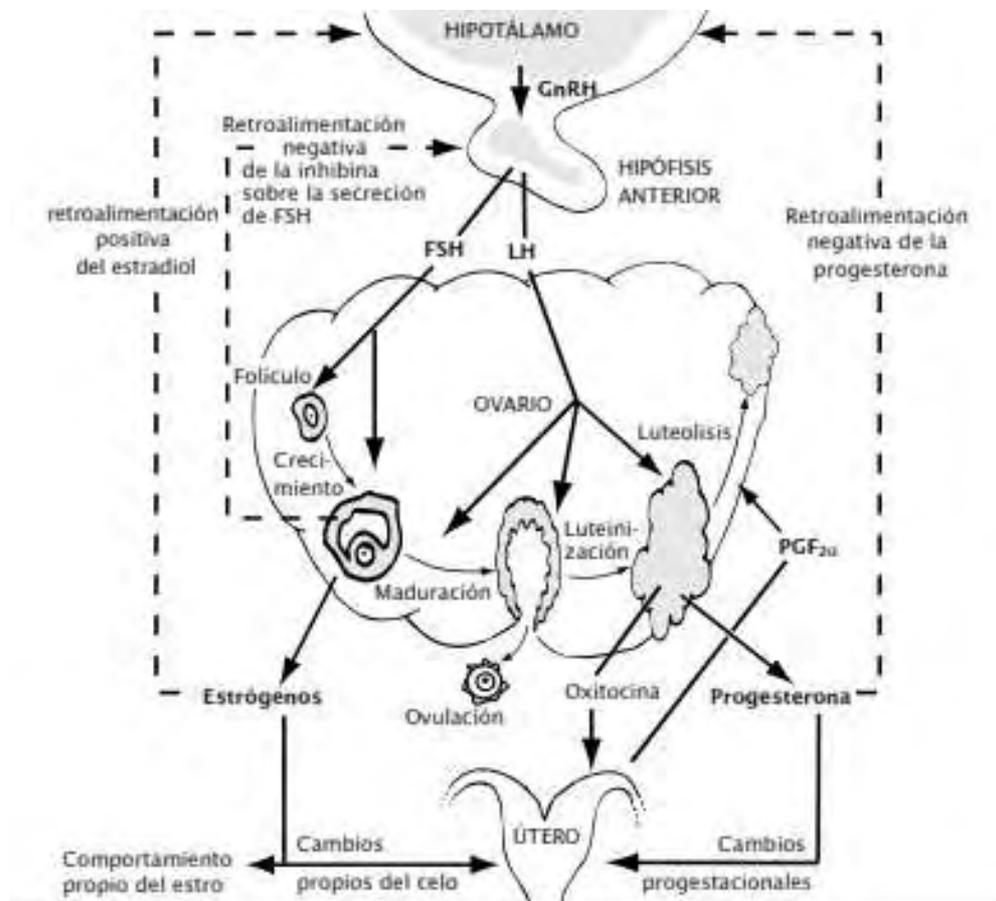
<sup>46</sup> Ibid., p. 80.

Para Morrow, Hillman, Dade y Kitchen, citados por, López: “Una baja condición corporal en el período seco está asociada con incrementos en distocias”<sup>47</sup>.

#### 4.4 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO

**4.4.1 Control neuroendocrino del ciclo estral.** “El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero (Figura N° 1)”<sup>48</sup>.

Figura 1. Control neuroendócrino del ciclo estral.



Fuente. Adaptado de compendio de reproducción animal Intervet, Uruguay 2007, novena edición.

<sup>47</sup> Ibid., p. 80.

<sup>48</sup> INVESTIGACIÓN DESEMPEÑO INTEGRIDAD - INTERVET, Sinervia Uruguay / Paraguay, Diciembre 2007. [Consultado el 10 de marzo de 2012]; <http://www.biblioteca MVZ>. p. 6.

**4.4.2 Hipotálamo.** “Forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH. La GnRH, en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema porta hipofisiario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisiarias, FSH y LH”<sup>49</sup>.

**4.4.3 Hipófisis.** Está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente, de hormonas hipofisiarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteólisis<sup>50</sup>.

**4.4.4 Ovarios.** Son glándulas exócrinas (liberan óvulos) y endócrinas (secretan hormonas). Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico. La progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH<sup>51</sup>.

Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a la estimulación de los estrógenos. Esta preparación por los estrógenos conduce a un efecto sinérgico. Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación. A nivel hipotalámico ejerce un efecto feed back negativo sobre el centro tónico. La inhibina, hormona proteica, es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH. Ejerce un feed back negativo a nivel hipofisiario, produciendo una menor secreción de FSH<sup>52</sup>.

---

<sup>49</sup> Ibid., p. 1.

<sup>50</sup> Ibid., p. 1.

<sup>51</sup> Ibid., p. 1.

<sup>52</sup> Ibid., p. 2.

**4.4.5 Útero.** Produce la prostaglandina F2a (PGF2a), la cual interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto<sup>53</sup>.

## 4.5 FASES DEL CICLO ESTRAL

A continuación se realizará una descripción de los principales acontecimientos del ciclo estral.

El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

- 1) Fase folicular o de regresión lútea (proestro).
- 2) Fase periovulatoria (estro y metaestro).
- 3) Fase luteal (diestro).

El día 0 del ciclo estral es el día del celo, signo visible a simple vista; sin embargo desde el punto de vista fisiológico, la descripción se realizará a partir de la destrucción del cuerpo lúteo y finalizará en la destrucción del cuerpo lúteo del próximo ciclo<sup>54</sup>.

**4.5.1 Fase folicular o de regresión lútea (Proestro).** Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la PGF2a de origen uterino el principal luteolítico en los animales domésticos y en la mayoría de los roedores. Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el feed back negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro<sup>55</sup>.

**4.5.2 Fase periovulatoria (Estro y Metaestro).** Esta fase comienza con la receptividad al macho (se deja montar por vacas y toros), e involucra todos los cambios que permiten la ovulación y comienzo de la formación del cuerpo lúteo. Durante el estro, cuya duración es de 18±6 hs, la vaca manifiesta inquietud, ansiedad, brama con

---

<sup>53</sup> Ibid., p. 2.

<sup>54</sup> Ibid., p. 2.

<sup>55</sup> Ibid., p. 2.

frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas lecheras, se reciente su producción. Las vacas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad (filante), cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal. Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH. Posteriormente, 4 a 12 hs después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular<sup>56</sup>.

Luego de 12 a 24 hs de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo. El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación de la vaca, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 hs de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH. A la ovulación sigue hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre convirtiéndose en cuerpo hemorrágico. En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células lutéales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional<sup>57</sup>.

**4.5.3 Fase luteal (Diestro).** Esta fase se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo. El mantenimiento del cuerpo lúteo, así como la síntesis de progesterona está ligada a la hormona LH que es progesterotrófica y luteotrófica. Otras hormonas que intervendrían en la síntesis de progesterona, son la FSH y la PGI<sub>2</sub>. La FSH se uniría a receptores ubicados en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona. En lo referente a la PGI<sub>2</sub> además de estimular a las células lutéales para producir progesterona, aumentaría el flujo sanguíneo a nivel ovárico con el efecto positivo que esto significa sobre la síntesis y secreción de progesterona. Si el huevo no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15-20, después del cual comienza la regresión y preparación para un nuevo ciclo estral<sup>58</sup>.

---

<sup>56</sup> Ibid., p. 2.

<sup>57</sup> Ibid., p. 3.

<sup>58</sup> Ibid., p. 3.

## 4.6 DINÁMICA FOLICULAR BOVINA

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última<sup>59</sup>.

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

**4.6.1 Reclutamiento:** Es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación.

**4.6.2 Selección:** Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

**4.6.3 Dominancia:** Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos.

La causa por la cual regresión del folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular<sup>60</sup>.

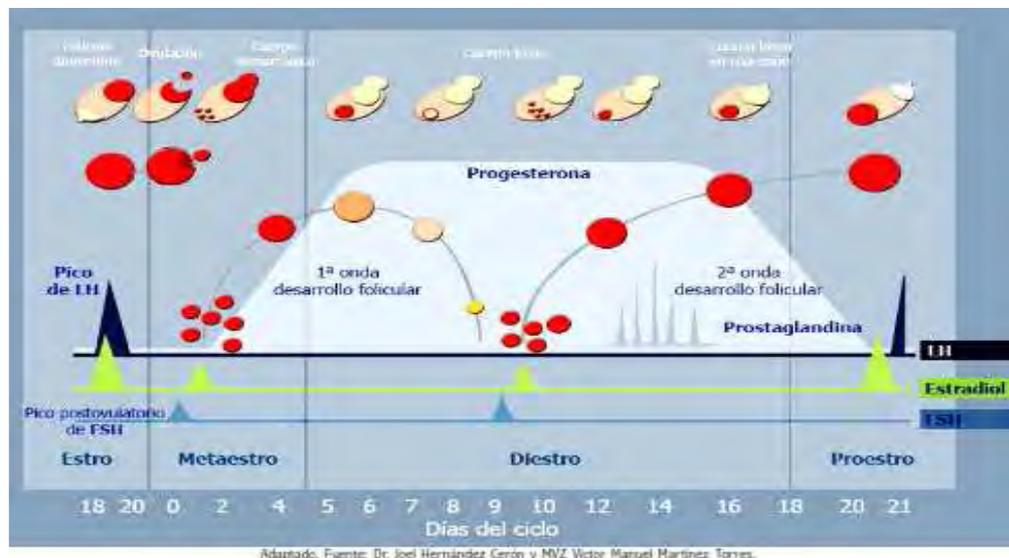
En la siguiente figura se puede observar un esquema de la dinámica folicular durante un ciclo estral bovino, surgido de estudios realizados por medio de ultrasonografía.

---

<sup>59</sup> Ibid., p. 3.

<sup>60</sup> Ibid., p. 3.

Figura 2. Esquema de la dinámica folicular durante un ciclo estral bovino.



Fuente. Adaptado de la fuente Doctor Joel Hernández Cerón MVZ y Víctor Manuel Martínez Torres.

## 4.8 ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO

### 4.8.1 Aspectos fisiológicos del periodo posparto.

**4.8.1.1 Involución uterina.** Según Zemjanis, el útero suele llevarle 3 semanas en volver a su tamaño normal no gestante. El tiempo necesario para la involución fisiológica completa (incluyendo la regeneración del epitelio del endometrio) varía entre los 40 y los 50 días. El proceso de involución uterina comienza a ser aparente cerca del 3 ° o 4 ° día después del parto. La involución de los cuernos antecede en mayor proporción a la del cérvix. Los cuernos se acortan, pero permanecen engrosados hasta el final de la segunda semana, en que se completa la involución de los cuernos detectable clínicamente. Mientras tanto la pared es gruesa y edematosa y puede simular ciertos casos de metritis aguda o útero bajo efecto estrogénico. El cérvix tiene una involución más lentamente y su mayor tamaño se utiliza en el diagnóstico diferencial. La involución del cérvix se completa al final de la tercera semana<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> ZEMJANIS R. D. Reproducción animal diagnóstico y técnicas terapéuticas, Editorial Limusa, México, 1966. p. 69.

Además el mismo autor menciona que, los niveles endógenos de metabolitos de la prostaglandina F2 $\alpha$  son elevados durante los primeros 7-13 días tras el parto, lo que favorece una involución uterina rápida. Durante los primeros 7-10 días tras el parto suele haber una pérdida notable de fluidos y de desechos tisulares (loquios)<sup>62</sup>.

**4.7.1.2 Examen de los ovarios.** “Los ovarios deben examinarse de rutina en todos los animales que no estén preñadas. El tamaño promedio de los ovarios en vacas adultas, que no tienen cuerpo amarillo funcional son las siguientes: longitud de polo a polo; 3.5 – 4 cm, grosor, de 1.5 - 2 cm y de borde fijo a borde libre, de 2 a 2.5 cm”<sup>63</sup>.

El tamaño varía incluso entre ambos ovarios del mismo animal. También varía con la edad. Las vacas tienen ovarios más grandes que las terneras. La gran cantidad de ciclos estruales da como resultado una mayor cantidad de cuerpos amarillos involucionados y es responsable del gran tamaño que muestran los animales más viejos. La presencia en ovarios de un cuerpo amarillo totalmente desarrollado es la única razón fisiológica para que haya un marcado aumento de tamaño. La forma de los ovarios que no tienen estructuras funcionales como cuerpo amarillo o folículos de graaf desarrollado, tiene aspecto de almendra. La presencia en ovario de un cuerpo amarillo provoca gran distorsión de forma<sup>64</sup>.

Robson afirma que, el anestro posparto o intervalo parto primer estro puede definirse como el período de ausencia de ovulación y estro que sigue al parto (Short *et al.*, 1990) y es uno de los factores que más negativamente afecta la eficiencia reproductiva. El reinicio de la actividad ovárica ocurre tempranamente y el primer folículo dominante puede ser detectado a los 10-20 días de ocurrido el parto. Sin embargo, la incidencia de ovulación de este primer folículo dominante es baja (Murphy *et al.*, 1990), debido a que en este período existe una baja concentración sérica de LH (Stagg *et al.*, 1998) producto de la alta sensibilidad del hipotálamo al feed-back negativo de los estrógenos en asociación con altos niveles de péptidos opioides endógenos (Williams, 1990). De esta manera, la baja frecuencia de pulsos de LH en el período posparto conduciría a la atresia de los folículos dominantes por falta de estímulo, y por ello, a la falta de ovulación (Murphy *et al.*, 1990). Un número variable de folículos dominantes se desarrollan antes de la primera ovulación, la cual, raramente está asociada con comportamiento de estro y es común que la misma sea seguida de ciclos estrales cortos por luteólisis temprana (Savio *et al.*, 1990)<sup>65</sup>.

---

<sup>62</sup> Ibid., p. 69.

<sup>63</sup> Ibid., p. 69.

<sup>64</sup> Ibid., p. 70.

<sup>65</sup> ROBSON, C.; J.F. Aller; S. Callejas y R.H. Albeiro. Dinámica folicular posparto y comportamiento del amamantamiento en razas angus y criolla Argentina. Sitio argentino de producción animal. Arch. Zootec. 57 (220). 2008 [Consultado el 26 de febrero de 2011]:

Henao reporta que, la actividad ovárica postparto de las vacas parece estar relacionada directamente con el consumo de nutrientes y con la producción de leche (Bean and Butler, 1997; Lucy et al., 1992), aunque algunos estudios no encuentran esta relación (Lammoglia et al., 1996; Harrison et al., 1990). La dinámica folicular postparto se relaciona con el balance energético. El número de folículos en cada onda folicular, el diámetro máximo alcanzado por el folículo dominante, el período parto-primera ovulación y la cantidad de progesterona producida por el primer cuerpo lúteo, parecen depender de la cantidad de nutrientes ingeridos y de la capacidad homeorrética de las vacas (Staples et al., 1998; Bean and Butler, 1997; Senatore et al., 1996; Lucy et al., 1992). El mismo autor menciona que, después del parto las vacas tienen cambios fisiológicos importantes que conducen a la involución uterina, la reanudación de la secreción pulsátil de gonadotropinas hipofisarias, el restablecimiento del desarrollo de ondas foliculares, la manifestación del estro y la ovulación (Nett, 1987). La remoción de la unidad fetoplacenteria es acompañada de un descenso dramático en la concentración de progesterona y de estradiol en la circulación, de manera que se termina el efecto de retroalimentación negativa prolongada y como consecuencia el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas inicia su recuperación (Short et al., 1990).

La primera fase de recuperación se puede iniciar desde la primera semana postparto en vacas que han tenido parto normal, se nutren equilibradamente y poseen una buena condición corporal, pero se retarda en las que han presentado distocia, retención de placenta, enfermedades metabólicas peripartales y desbalances nutricionales. Esta fase se caracteriza por la liberación de pulsos de baja frecuencia (un pulso cada 4 a 8 horas) de GnRH a la circulación portahipofisaria (Nett, 1987). La frecuencia de liberación de GnRH cambia bajo varias condiciones fisiológicas y las variaciones en la frecuencia de liberación de pulsos de GnRH regula diferencialmente la secreción de FSH y de LH y la expresión de genes para las subunidades, LH y FSH *in vivo* (Vizcarra et al., 1997).

Durante las primeras semanas del período postparto no parece existir limitaciones del desarrollo folicular a causa de una deficiencia de FSH, pero sí de LH, y en vacas lecheras con BEN (Beam and Buttler, 1997). La liberación de pulsos de GnRH con baja frecuencia estimula la síntesis y liberación de FSH desde la primera semana postparto (Vizcarra et al. 1997; Karsch et al., 1997; Beam and Buttler, 1997; Braden et al., 1983) para favorecer el reclutamiento temprano de la primera cohorte de folículos<sup>66</sup>.

---

[http://produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/16-DinamicaRobson.pdf](http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/16-DinamicaRobson.pdf). p. 478.

<sup>66</sup> HENAO R. Guillermo. Reactivación Ovárica Postparto en bovinos. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 54, N° 1 y 2. P 1285-1302. 2001. [Consultado el 20 de septiembre de 2011]: <<http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/reactivacion.pdf>. p. 19.

Galvis constata que, “los folículos fueron clasificados por tamaño en cuatro grupos siguiendo la metodología propuesta por Lucy *et al.* El periodo del parto a la primera ovulación, se determinó por la desaparición del folículo dominante entre dos exámenes consecutivos y la subsiguiente formación del cuerpo lúteo”<sup>67</sup>.

Cuadro 1. Clasificación de los folículos por tamaño y sus características fisiológicas.

<b>Tipo de Folículo</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Función dentro de la onda folicular</b>
Folículos tipo I (Fol I)	3 a 5	Total de folículos pequeños en reclutamiento
Folículos tipo II (Fol II)	6 a 9	Folículos reclutados y seleccionados
Folículo tipo III (Fol III)	10 a 15	Folículo dominante
Folículo tipo IV (Fol IV)	>15	Gran folículo dominante u ovulatorio

Fuente. Lucy *et al* 1992b.

<sup>67</sup> GALVIS D., Rubén; AGUDELO, Digo y SAFFON, Andrés. Condición Corporal, Perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 20:1, 2007. Universidad de Antioquia. [Consultado el 15 de agosto 2011] <<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/254/252> >. p. 18.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El desarrollo del proyecto se efectuó en la granja Chimangual ubicada en la vereda, Verbena del Municipio de Sapuyes, Nariño, encontrándose en el kilometro 80 de la carretera Pasto - Tumaco, situada a una altitud de 3150 msnm, con una temperatura promedio de 10 grados centígrados, una precipitación promedio anual de 920 mm y una humedad relativa del 75%, localizada, a 1° 03' 4.00" de latitud Norte; y 77° 44' 57.50" de longitud Este.

**5.1.1 Área de estudio.** El estudio se realizó en la granja Chimangual, propiedad de la Universidad de Nariño, los animales rotan por praderas de raigrases, trébol blanco, falsa poa y además se les suplementa la dieta con: papa, zanahoria, maíz, pluma de cebada, caña molida, sal mineralizada y carbonato de calcio.

**5.2 Toma de muestras.** De acuerdo a los registros revisados y al examen físico efectuado, se escogieron 10 animales entre 3 y 7 años con 1 a 3 partos y una edad gestacional de 8 meses según el registro reproductivo. Se desparasito los animales antes de comenzar el estudio con albendazol.

**5.2.1 Muestra de sangre.** Para evaluar los cambios en el metabolismo en el periparto en vacas de la granja Chimangual, se tomaron 10 ml de sangre por venopunción coccígea, el muestreo se inicio 4 semanas preparto y hasta las 8 semanas postparto para determinar el perfil metabólico. La sangre se centrifugo(3000 rpm) por 10 minutos en la finca para extraer el suero, el cual fue transportado refrigerado hacia el laboratorio de la Universidad de Nariño, en donde se analizo, mediante pruebas de colorimetría, refractómetro y absorción atómica. Además se realizó el pesaje, determinación de la condición corporal y ecografías de las estructuras ováricas, determinando un cuerpo lúteo funcional y el folículo de mayor tamaño a los días 10,20,30,40 y 50 postparto.

### **5.3 ANALISIS ESTADISTICO**

Los resultados obtenidos se evaluaron utilizando el paquete estadístico S.A.S, por medio de la prueba t - student, donde se correlacionaron diferencias para determinar la asociación entre los factores de la estructura ovárica y del perfil metabólico y mineral con la condición corporal al parto y el peso, además se utilizó un análisis de correlación lineal.

A través de un análisis de ANOVA se determinó las variables para el peso vivo y la condición corporal, complementariamente se realizó un rango de pruebas múltiples de mínima diferencia significativa (LSD), complementariamente se realizó la prueba de t - student para la muestra relacionada.

## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 PERFIL METABÓLICO Y MINERAL

Tabla 1. Variaciones en el perfil metabólico y minerales en los periodos de parto y posparto.

VARIABLES	Valores de referencia	N	Ante parto	Posparto	p-valor
Glucosa	40 - 60 mg/dl	10	52.50	54.00	.703
Colesterol	95 - 155 mg/dl	10	137.56	170.60	.099
Proteínas Totales	6,0 - 7,4 mg/dl	10	7.26	7.50	.463
BUN	15 - 25 mg/dl	10	20.57	25.71	.470
Calcio	9 - 11 mg/dl	10	9.05	8.10	.337
Fosforo	3,5 - 5,5 mg/dl	10	5.41	4.56	.313
Magnesio	1,5 - 3,2 mg/dl	10	2.33	2.36	.967
Potasio	15,6 - 22,6 mg/dl	10	15.02	16.07	.031*
Zinc	0,1 - 0,13 mg/dl	10	0.64	0.66	.764
Cobre	0,7 - 1,3 ug/dl	10	0.76	0.68	.289
Manganeso	1,55 - 4,85 ng/dl	10	2.40	1.10	.006*

(\*)Valores con diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

En la tabla 2 se encuentran las variaciones en el perfil metabólico y mineral, en el periodo de parto (4 semanas) y posparto (8 semanas), encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para el potasio que se encuentra disminuido en el anteparto, de igual manera se encontró diferencia significativa para el manganeso en el postparto ( $p < 0.05$ ). La disminución del potasio y del manganeso se atribuye a una baja concentración de estos elementos en el suelo, los cuales, se reportaron en un análisis de suelos realizados en la granja de Chimangual en el año 2010 (Anexo G), el potasio tiene un valor promedio de 0,5 y el manganeso 4,7; que según valores de referencia reportados por la literatura (Anexo H) se encontraron bajos para estos minerales<sup>68</sup>.

<sup>68</sup> Valores de referencia para análisis de suelos. 2006 [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < [www.cetabol.bo/pdf/vr\\_ana\\_suelos.pdf](http://www.cetabol.bo/pdf/vr_ana_suelos.pdf). p. 3 y 4.

MC DOWELL y ARTHINGTON mencionan que, los valores bajos en los análisis de suero tienen algo de valor en el diagnóstico de una deficiencia pero también pueden ser causados por la desnutrición, un balance negativo de nitrógeno, pérdidas gastrointestinales y mal funcionamiento endocrino. La reducción del consumo de alimentos parece ser uno de los primeros signos de un nivel inadecuado de potasio (K) en la dieta. Debido a la falta de evaluaciones confiables de una deficiencia de K basada en los análisis de tejidos, las concentraciones de K en la dieta parecen ser el mejor indicador del estado del K, además la disminución de este elemento puede relacionarse a la oleada invernal, ya que esta es una de las causas, para que el potasio este en bajas concentraciones a nivel de los pastos, por ser este muy solubles, o también por el exceso de maduración de los pastos<sup>69</sup>.

Según Andresen<sup>70</sup>:

“La disminución en el consumo de materia seca (MS) durante la gestación avanzada influye en el metabolismo”. Siendo este otro factor que afecta la disponibilidad de este mineral en el organismo.

Los resultados para la glucosa están dentro de los rangos normales, comparándolos por los reportados por la literatura. En el estudio realizado por Ceballos *et al* (2001), reporta que la energía desde un mes preparto hasta la quinta semana posparto alcanzan su equilibrio metabólico bien sea en vacas de baja o alta producción<sup>71</sup>.

Para el colesterol se encontró aumentado en el segundo muestreo, lo cual, se atribuye a una mayor movilización de lípidos como respuesta al estado productivo en el que se encontró el grupo de animales objeto de estudio, además este aumento se relacionó como respuesta a la suplementación. Estudios realizados por Ceballos *et al* (2001)<sup>72</sup> y Jaramillo - Jaimes (2008)<sup>73</sup>, reportan un aumento a

---

<sup>69</sup> MC DOWELL, Lee R. y ARTHINGTON, John D. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Cuarta edición, Universidad de Florida, editorial Mosaic, 2005. p. 22.

<sup>70</sup> ANDRESEN Hans. Vacas secas y en transición. *Rev Inv Vet*. 12(2): 36 – 48. Perú. 2001. [Consultado el 11 de agosto de 2012].: < <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a08v12n2.pdf>>. p. 36.

<sup>71</sup> CEBALLOS, Alejandro. MVZ, MSc, *et al*. Variación de los indicadores bioquímicos del balance energía según el estado productivo en bovinos lecheros. *Manizales Colombia. Rev Col Cienc Pec* Vol. 17: 2, 2001 [Consultado el 26 de febrero de 2011].: < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357> >. p. 1.

<sup>72</sup> Op cit., p. 18.

partir de la segunda semana, alcanzando la máxima concentración en la octava semana.

Además Ramírez (2001.), en un estudio realizado en Venezuela concluyó que los valores hematológicos del perfil lipídico aumentan en el postparto, por consiguiente estos tres autores obtuvieron similares resultados en sus investigaciones, comparándolos con el presente estudio<sup>74</sup>.

Con relación a las proteínas totales, se encuentran aumentadas en el postparto, que según lo mencionado por Schoroeder, los mayores valores de proteínas circulantes indican una proteína mayormente utilizada o sea mejor eficiencia utilizable<sup>75</sup>.

Para el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), se encuentra aumentado en el segundo muestreo, el cual es atribuido al aumento de proteínas en la dieta, encontrándose similar al estudio realizado por Dehning citado por López<sup>76</sup>. Otra investigación realizado por Ceballos reporta un aumento de las concentraciones séricas para la urea alcanzando variaciones hasta de un 60 % de nivel en sangre en el postparto<sup>77</sup>. Jiménez reporta que, a través del tiempo en el postparto el nitrógeno ureico presenta una disminución de los niveles séricos gradualmente a partir de la segunda semana hasta la sexta semana y en adelante se presenta un incremento en los niveles séricos<sup>78</sup>, coincidiendo con lo encontrado para este estudio.

Para el calcio no se presento diferencias significativas, pero si se observo una disminución para él postparto, que se relaciona con la demanda de la glándula

---

<sup>73</sup> JARAMILLO-JAIMES, M. T. *et al.* Respuesta productiva y perfil metabólico y su efecto en días abiertos durante el postparto temprano en vacas holstein. *Agrociencia*. Vol. 42 N. 3, México, abril/mayo 2008. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci\\_artetext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci_artetext)>. p. 274.

<sup>74</sup> RAMMIREZ Iglesia L. N. *et al.* Hematología y perfiles metabólicos en hembras periparturientas con predominancia racial carora. *Revista Uneyez de Ciencia y Tecnología*. Vol especial: 73-78. Venezuela, 2001. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[www.saber.ula.ve/revistauniyez/pdfs/7378.pdf](http://www.saber.ula.ve/revistauniyez/pdfs/7378.pdf)>. p. 73.

<sup>75</sup> SCHROEDER, Weisbach Hans. *Tratado de obstetricia veterinaria comparada*. Quinta Edición. Santa fe de Bogotá. Editorial Celsus librería medica, 1993. p. 405.

<sup>76</sup> LOPEZ, Rodríguez, Alejandra, 2000. Perfil metabólico del hato lechero del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano-Honduras. p. 3.

<sup>77</sup> CEBALLOS Alejandro. Análisis de los resultados metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 15: 1, Caldas, Colombia, 2002. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/68/67](http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/68/67)>. p. 31.

<sup>78</sup> JIMENEZ, Santiago. Niveles séricos de nitrógeno ureico durante el postparto temprano en vacas holstein. *Unidad Universida Iztapalapa. Licenciatura en producción animal*. Febrero 2001. p. 16. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[AJCS.jimenez-148.206.53.231](http://AJCS.jimenez-148.206.53.231)>.p. 11.

mamaria, ya que para este muestreo se encontraban al inicio del pico de producción. Iguales resultados obtuvieron Cedeño *et al.* (2011), en un estudio realizado en Túquerres, Guachucal y Pasto en el departamento de Nariño (2011) donde se señala que una posible causa para este fenómeno es la incapacidad de la vaca para regular la calcemia por la presencia de factores como un bajo consumo de magnesio y la alta concentración de potasio en los forrajes disponibles para las vacas en pastoreo<sup>79</sup>. Para el fósforo y magnesio se encuentran dentro de sus rangos normales, similares resultados reporta Cedeño *et al.* (2011).

Para el zinc se reporta un aumento en los dos periodos de muestreo, este aumento según Mc Dowell produce una disminución de la absorción del cobre a nivel intestinal, de ahí el reporte de una menor concentración de este micro elemento en este estudio, De la Vega (2009) menciona que la disminución de este elemento puede atribuirse a concentraciones elevadas de otros minerales como el molibdeno el cual puede alcanzar concentraciones máximas cuando las lluvias estimulan un fuerte crecimiento de los pastos<sup>80</sup>. Radostits *et al.* (2002), asocian altas concentraciones de molibdeno con bajos niveles de cobre en suero, lo que se atribuye a que el molibdeno reduce la absorción del cobre mediante una acción quelante en el rumen, lo que coincide en épocas de lluvias intensas<sup>81</sup>. En vacas de producción láctea un aporte adecuado de zinc en la dieta, se refleja con un aumento en la ganancia de peso y niveles altos de zinc en suero, aun cuando los niveles de energía son deficientes. Estos resultados enfatizan que la alimentación que recibe el hato, cubre las necesidades metabólicas minerales para la producción y reproducción.

Para el manganeso hay una disminución en el postparto, el cual puede deberse a un inadecuado balance de la dieta con respecto a los dos periodos del muestreo para este micromineral<sup>82</sup>. Según MC DOWELL y ARTHINGTON dicen que, el animal requiere mayor nivel de Mn para la reproducción. Asimismo, el requerimiento por este elemento se incrementa cuando el animal consume mucho Ca y P. Bentley y Phillips (1951) encontraron que el Mn, en una concentración de 10 ppm era adecuado para el

---

<sup>79</sup> CEDEÑO, Darío *et al.* Estudio comparativo de perfiles minerales en lecherías de dos regiones de Nariño. Universidad de los Llanos Meta Colombia. Orinoquia. Vol. 15, Nun. 2, diciembre 2011.p. 160 - 168 [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <>. p. 166.

<sup>80</sup> DE LA VEGA, Jaime A. Perfil mineral en un hato de vacas en ordeña, en los periodos de seca y lluvia: relación con variables hemáticas. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México. 2009. p. 44.

<sup>81</sup> RADOSTITS, Otto M. Medicina veterinaria Tratado de las enfermedades del ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y equino. Novena edición. Editorial Mc Graw-Hill. Madrid, España, 2001. 1920 p.

<sup>82</sup> *Ibid.*, p. 47.

crecimiento pero marginal para la reproducción<sup>83</sup>. Según esto y los resultados obtenidos del Mn en el segundo muestreo y teniendo en cuenta el análisis de suelos realizados en la granja de Chimangual (Anexo G) se evidencia que hay un bajo nivel de este mineral en el suelo, que es causado por los altos niveles de aluminio con un valor de 1,2 (valor de referencia según anexo H se clasifica como un nivel alto)<sup>84</sup>, que a su vez acidifican el suelo produciendo la precipitación e insolubilidad de ciertos nutrientes y minerales, produciendo una disminución en la disponibilidad del mineral en el forraje<sup>85</sup>.

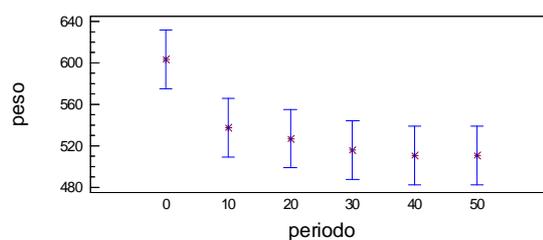
## 6.2 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

Tabla 2. Peso vivo y Condición corporal cambios en los periodos de muestreo.

Periodos	Anteparto (Periodo 0)	10	20	30	40	50
Peso Vivo (kg.)	603.4 <sup>a</sup>	537.6 <sup>b</sup>	527.1 <sup>b</sup>	515.6 <sup>b</sup>	511.1 <sup>b</sup>	511.2 <sup>b</sup>
Cambio (%PV.)		-10.64 <sup>a</sup>	-1.83 <sup>b</sup>	-2.18 <sup>b</sup>	-0.83 <sup>b</sup>	-0.03 <sup>b</sup>
Condición Corporal	3.55 <sup>a</sup>	3.28 <sup>b</sup>	3.25 <sup>bc</sup>	3.03 <sup>bc</sup>	3.05 <sup>c</sup>	3.05 <sup>c</sup>
Cambio condición. Corporal		-0.275 <sup>a</sup>	0.025 <sup>b</sup>	0.125 <sup>ab</sup>	0.075 <sup>b</sup>	0.000 <sup>b</sup>

Valores con diferentes letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

Figura 3. Variaciones del peso en los periodos de muestreo.

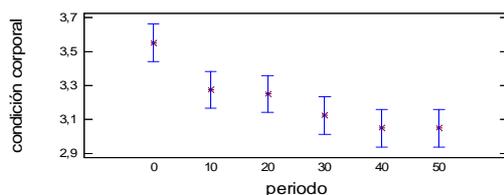


<sup>83</sup> MC DOWELL, Lee R. y ARTHINGTON, John D. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta edición, Universidad de Florida, editorial Mosaic, 2005. p. 39.

<sup>84</sup> Valores de referencia para análisis de suelos. 2006. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/896/89621355004.pdf> >. p. 4.

<sup>85</sup> Op cit., p. 39.

Figura 4. Variaciones de la condición corporal en los periodos de muestreo.



La tabla 3 presenta los promedios para peso vivo (PV) y condición corporal (CC), como también sus variaciones en los periodos de muestreo. Como se observa, el mayor cambio en el peso se presentó en el periodo comprendido entre el anteparto y el día 10 de postparto con diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ), en los demás periodos de muestreo no se encontraron diferencias significativas. González menciona que, el plazo mínimo para comenzar la recuperación del peso es de 45 días postparto donde el balance energético negativo empieza a modificarse a un balance positivo como respuesta a un mayor consumo de materia seca<sup>86</sup>, según lo anterior y los resultados obtenidos entre los periodos 40 y 50 se observa que el peso y la CC hay una estabilización y una tendencia aumentar. Igualmente, con respecto, a las variaciones en la condición corporal los valores más altos se observaron en el mismo intervalo comprendido entre el anteparto y los 10 días de postparto, con diferencias significativas respecto a los demás intervalos de tiempo de observación ( $p < 0.05$ ). Los menores cambios se observaron en los periodos postparto 10 a 20, 30 a 40 y 40 a 50 que no presentaron diferencias estadísticas significativas. Comparando los resultados del presente estudio concuerdan con los encontrados por Borjas (2004), que establece que la condición corporal está afectada por la alimentación del animal, pero es una condición fisiológica normal de la vaca bajar su condición corporal del anteparto al posparto entre 0.5 a 1 unidad de condición corporal a una escala de 1 a 5<sup>87</sup>. Además Ceballos (2001), encontró una disminución sostenida de la condición corporal hasta la sexta semana postparto que lo atribuyo a los altos requerimientos nutricionales obligando a las vacas a recurrir de sus reservas de

<sup>86</sup> GONZÁLEZ, Fernando y KOENEKAMP, Sanhueza. Adaptaciones metabólicas hepáticas en el periodo periparto en vacas de alta producción de leche. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de agronomía e ingeniería forestal departamento de ciencias animales. Enero 2006. p. 46. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/.../documentosiete.pdf>. p. 25.

<sup>87</sup> BORJAS A. G. Relación entre los niveles séricos de colesterol y glucosa ante y posparto con la presencia de trastornos reproductivos durante el puerperio en vacas lecheras en Zamorano-Honduras, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria Diciembre, 2004. p.23.

energía para mantener la producción de leche, lo anterior ocasiona una pérdida de peso y una baja en la condición corporal, ambos fenómenos son característicos del ciclo productivo de la vaca en el inicio de la lactancia<sup>88</sup>.

### 6.3 ESTRUCTURAS OVÁRICAS

Tabla 3. Folículos y Cuerpos Lúteos en función de los periodos de muestreo.

Días postparto	10	20	30	40	50
Folículos (mm.)	7.0a	12.1bc	7.9a	11.8c	9.9bc
Cuerpos Lúteos (mm.)	19.2 <sup>a</sup>	11.3 <sup>b</sup>	18.5 <sup>a</sup>	10.8 <sup>b</sup>	19.0 <sup>a</sup>

Valores con diferentes letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

En la tabla 4 se presentan las variaciones en los tipos de folículos y cuerpos lúteos en los diferentes periodos de muestreo. Presentándose diferencia significativa con los folículos de los periodos 10 y 30 con respecto a los periodos 20, 40 y 50 ( $p < 0.05$ ). Además se observó folículos tipo II (folículos reclutados y seleccionados) para los días 10, 30 y 40, en los periodos 20 y 40 se observó folículos tipo III (folículos dominantes), según la clasificación dada por Lucy *et al.* (1992)<sup>89</sup>. Resultados similares fueron encontrados por Perea *et al.* (1998), donde menciona que el primer folículo dominante lo encontró a los 11 días postparto y el folículo preovulatorio lo encontró a los 23 días, además menciona que la dinámica folicular fue de dos ondas predominantemente, encontrándose similitud para este estudio<sup>90</sup>. Para los cuerpos lúteos se encontraron diferencias significativas para los periodos 20 y 40. Datos similares reporta Zemjanis (1966) para los diferentes tipos de folículos y cuerpos lúteos en los periodos de muestreo<sup>91</sup>, Perea *et al.* (1998), reporta que para el día 11 y 17, encontró cuerpos lúteos con tamaños de 1.8 cm y 1.1 cm respectivamente<sup>92</sup>. En un estudio realizado por Duica (2010),

<sup>88</sup> CEBALLOS, Alejandro. MVZ, MSc, *et al.* Variación de los indicadores bioquímicos del balance energía según el estado productivo en bovinos lecheros. Manizales Colombia. Rev Col Cienc Pec. Vol. 17: 2, 2001 [Consultado el 26 de febrero de 2011].: < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357> >. p. 20.

<sup>89</sup> LUCY, MC; SAVIO, JD; BADINGA, L; DE LA SOTA RL y THATCHERS WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. Journal Animal Sci 1992; 70:3615-3626. [Consultado el 12 de febrero de 2012].: < <http://jas.fass.org/content/70/11/3615> >. p. 3618.

<sup>90</sup> PEREA, Fernando. Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. Revista científica FCD-LUZ/Vol 8, N. 1, 14 – 24. 1998. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < [www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/articulo3.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/articulo3.pdf) >..p. 16.

<sup>91</sup> ZEMJANIS R. D. Reproducción animal diagnóstico y técnicas terapéuticas, Editorial Limusa, México 1966. 69 p.

<sup>92</sup> Op cit., p. 17.

reporta que, al día 9 mediante ecografía rectal encontró folículos en su fase de dominancia con un diámetro cercano a 10 mm<sup>93</sup>.

También se observó que los folículos y cuerpos lúteos en el postparto presentan un menor tamaño relacionándolo con otros estudios, Perea *et al.* (1996), menciona que en vacas en postparto, los folículos fueron considerablemente más pequeños que los reportados para razas taurinas. Además detectó niveles bajos y temporales de progesterona durante el primer ciclo estrual postparto, que lo atribuye a cuerpos lúteos débiles con escasa actividad secretora debido a un menor tamaño<sup>94</sup>.

#### 6.4 ASOCIACIÓN ENTRE VARIABLES

Tabla 4. Correlación entre perfil metabólico y mineral y CC.

VARIABLES	Coefficiente Correlación	p-valor
Glucosa	-0.321	0.367
Colesterol	-0.688	0.028*
Proteínas Totales	0.617	0.057
BUN	-0.124	0.732
Calcio	-0.363	0.303
Fosforo	0.309	0.385
Magnesio	-0.408	0.242
Potasio	-0.100	0.783
Zinc	-0.288	0.419
Manganeso	-0.100	0.783

(\*)Valores con diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

<sup>93</sup> DUICA A. A. Efecto del diámetro del folículo ovulatorio, tamaño del cuerpo lúteo y perfiles de progesterona sobre la tasa de preñez en la hembra receptora de embriones bovinos, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Maestría en salud animal, Bogotá D.C. 2010. p. 120.

<sup>94</sup> PEREA, Fernando. Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. Revista científica FCD-LUZ. Vol. 8, N. 1, 14 – 24. 1998. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < [www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/articulo3.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/articulo3.pdf) >. p. 16.

Por otra parte, mediante el análisis de correlación, entre los factores del perfil metabólico y mineral y la condición corporal al postparto, se determinó únicamente una asociación inversa significativa ( $p$  valor  $\leq 0.05$ ) con el nivel de colesterol, como se deduce de la tabla 5. Similares resultados se encontraron en estudios realizados por López (2009), en los cuales reporta diferencias significativas en la lactancia temprana para el colesterol<sup>95</sup>.

De lo anterior puede deducirse, que si existe una correlación del colesterol y la condición corporal, ya que a medida que el colesterol aumenta en el suero sanguíneo, la condición corporal disminuye durante el periodo de lactancia hasta alcanzar un equilibrio entre la 7 y 8 semana postparto, en un estudio similar realizado por Jaramillo (2007) reporta un aumento lineal del colesterol desde el parto a las 9 semanas postparto (SPP), alcanzando su máximo (215 mg dL<sup>-1</sup>) entre las 7 y 9 SPP<sup>96</sup>.

Tabla 5. Correlación entre perfil metabólico y mineral y PV.

<b>VARIABLES</b>	<b>Coefficiente Correlación</b>	<b>p-valor</b>
Glucosa	0.260	0.468
Colesterol	0.279	0.436
Proteínas Totales	-0.088	0.809
BUN	0.371	0.291
Calcio	-0.111	0.761
Fosforo	-0.247	0.492
Magnesio	0.371	0.292
Potasio	-0.605	0.064
Zinc	0.255	0.478
Manganeso	0.319	0.369

(\*)Valores con diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

<sup>95</sup> LÓPEZ Erika; ORTIZ O., Jorge y SALAS R., Sandra. Estudio comparativo de perfiles metabólicos de vacas lecheras en tres etapas de producción, en dos fincas con diferentes sistemas de fertilización de praderas en el municipio de Guachucal departamento de Nariño, Especialización en salud y Producción Sostenible del hato lechero, Universidad de Nariño, Pasto – Colombia, 2009. p. 18, 42.

<sup>96</sup> JARAMILLO M. Teresa. Respuesta productiva y perfil metabólico y su efecto en días abiertos durante el posparto temprano en vacas Holstein. recibido: julio, 2007. Publicado como artículo en *agrobiencia* 42: 272. 2008. [Consultado el 23 de abril de 2012]: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci_arttext). p. 272.

Según la tabla 6, no se observaron asociaciones estadísticamente con el coeficiente de correlación lineal de Pearson, entre los factores del perfil metabólico mineral y químico con la disminución del peso (en %) y además no se observó diferencias significativas con la prueba t-student, por lo tanto se puede concluir que el grupo de vacas no entro en un balance energético negativo tan profundo, lo cual permitió reaccionar favorablemente a la nueva etapa de producción, además se observó que la pérdida de peso no fue tan marcado como para causar desordenes metabólicos, favoreciendo de esta manera la reactividad ovárica, que se encuentran dentro de los periodos reportados por la literatura(tercer día postparto folículos tipo I, *Lucy et al 1992 b*) y además se puede deducir que el segundo muestre se realizó con un intervalo amplio que coincidió con la recuperación del estado metabólico negativo, por lo tanto no se pudo observa la relación entre estas variables.

Tabla 6. Correlación entre estructura ovárica posparto y CC.

<b>VARIABLES</b>	<b>Coeficiente Correlación</b>	<b>p-valor</b>
Cuerpo Lúteo	-0,1781	0,2160
Folículos	0,1020	0,4809

(\*)Valores con diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

Como se indica en la tabla 7 no se observó evidencia de asociación entre los factores de la estructura ovárica y la condición corporal al parto ( $p$  valor  $> 0.05$ ), según lo reportado por López (2006) afirma que las vacas que se encuentran en un estado de condición corporal  $> 2.5$  dentro del intervalo de 1 a 5 presentan el celo en un tiempo mínimo; por el contrario, las que tienen peores índices o han perdido peso al final de la gestación tardan progresivamente más tiempo<sup>97</sup>.

<sup>97</sup> LÓPEZ F. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. 4, No.1, Marzo 2006. p. 81.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- En los dos periodos de muestreo del perfil mineral y químico se encontró valores elevados para colesterol que son causados por el catabolismo corporal para suplir las demandas energéticas del animal. El aumento de las proteínas totales y BUN se asocia a una proteína mayormente utilizable, es decir, mejor eficiencia utilizable. Para el aumento del zinc se asocia a un aporte adecuado en la dieta que se ven reflejados en altos niveles en suero. Para el calcio que se debe a la demanda de la glándula mamaria por este mineral y como también para suplir las demás funciones del organismo, y la disminución del cobre se asocia a altos niveles de molibdeno que producen la quelación de este mineral a nivel de rumen disminuyendo su absorción, pero que no son significativos, ya que no poseen un efecto en el desempeño reproductivo para el presente estudio.
- En la comparación del perfil metabólico anteparto y postparto para el potasio y manganeso, se presentó diferencia estadísticamente significativa, estas diferencias pueden repercutir negativamente en las lactancias subsiguientes, ya que estos dos elementos son esenciales para el buen funcionamiento del organismo animal, y en especial el manganeso que es fundamental a nivel reproductivo por su actividad a nivel de endometrio preparándolo para soportar y mantener la preñez.
- Para la condición corporal correlacionada con el perfil metabólico se encontró una asociación inversa significativa hacia el colesterol, lo cual indica que la determinación de este metabolito, es de suma importancia para las vacas que se encuentren en las mismas condiciones de este estudio, ya que el colesterol es uno de los ejes fundamentales de la endocrinología reproductiva.
- Para el peso vivo y la condición corporal se encontró una disminución muy marcada en los periodos comprendidos, entre el anteparto (4 semanas) y postparto (10 días), además se observó que, entre los días 40 y 50 postparto los animales empiezan a estabilizarse tanto a nivel del peso vivo,

condición corporal y perfil metabólico, lo cual se atribuye al mayor consumo de materia seca.

- En los resultados obtenidos mediante ecografía rectal, se observó una disminución del diámetro folicular y cuerpos lúteos que según Perea *et al* (1996), lo asocia a bajos niveles de gonadotropinas circulantes y progesterona.
- Debido a que los periodos de muestreo fueron muy amplios no se observó estadísticamente correlación de algunas de las variables de estudio, aunque si se pudo evidenciar que animales sometidos a un buen régimen nutricional, no se ven afectadas tan negativamente a nivel reproductivo, ya que no entran en un balance energético tan profundo, que pueda suprimir esta actividad fisiológica.
- Los resultados reportados en este estudio sirven como referencia para los animales que se encuentran en esta finca, ya que son animales que están en las mismas condiciones medioambientales, nutricionales, sanitarias y de manejo, por lo tanto, estos datos no pueden ser extrapolados para otros hatos lecheros.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

- Utilizar los perfiles metabólicos como una herramienta para establecer un balance nutricional en cada etapa de producción y de reproducción de las vacas.
- Para estudios posteriores se recomienda realizar muestreos sanguíneos con mayor periodicidad, con el fin de realizar un seguimiento más detallado del ciclo de estos metabolitos.
- Realizar un seguimiento de ultrasonografía con una mayor periodicidad, para así, tener una mejor evaluación del diámetro de las estructuras ováricas presentes en el ciclo estral.

- Para reducir costos se puede tener en cuenta la implementación de un pool de sueros, para determinar el perfil metabólico en un rebaño, teniendo en cuenta que los animales sometidos al estudio deben estar en las mismas condiciones tanto de manejo, edad, mismo estado fisiológico, ser de la misma región y estar en las mismas condiciones ambientales, ya sea verano o invierno para que no se presenten variaciones.
- Hoy en día hay otro tipo de variables que se pueden tener en cuenta para la determinación del desempeño reproductivo, como lo son la leptina, neuropeptido “Y” y Ghrelina, según reporta Gustavo Palma (2008).

## BIBLIOGRAFÍA

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

----- . Sistema Integral de Atención a la Reproducción. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA La Habana, Cuba, 1999b. 129 p.

3. ANDRESEN, Hans. Vacas secas y en transición. Rev Inv Vet. 12(2): 36 – 48. Perú. 2001. [Consultado el 11 de agosto de 2012].: < <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a08v12n2.pdf>>. p. 36 - 48.

4. BONDI, A. Nutrición Animal. Zaragoza, España. Editorial Acribia, 1989. 187, 188, 203 y 473 p.

5. BOTANA, L. M. Farmacología y terapéutica Veterinaria. Segunda edición. Editorial Mc-GRAW-HILL. Madrid España 2002. 665, 668 p.

6. CEBALLOS, Alejandro. *et al.* Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec. Vol. 17:2, 2004. [Consultado el 26 de febrero de 2011].: < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357> >. 126 p.

7. CEBALLOS, Alejandro. Análisis de los resultados metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 15: 1, Caldas, Colombia, 2002. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < [rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/68/67](http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/68/67)>. p. 26 - 35.

8. CEBALLOS, Alejandro. *et al.* Variación de los indicadores bioquímicos del balance energía según el estado productivo en bovinos lecheros. Manizales Colombia. Rev Col Cienc Pec. Vol. 17: 2, 2001 [Consultado el 26 de febrero de 2011].: < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241357> >. 126 p.

9. CEDEÑO, Darío *et al.* Estudio comparativo de perfiles minerales en lecherías de dos regiones de Nariño. Universidad de los Llanos Meta Colombia. Orinoquia. Vol. 15, Nun. 2, diciembre 2011. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/896/89621355004.pdf> >. p. 160 – 168.
10. CORREA CARDONA, Héctor J. La vaca en transición metabolismo y manejo nutricional. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Producción Animal. Medellín. [Consultado el 25 de marzo de 2011].: < <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/Manejo.pdf> >. 2, 4, y 12 p.
11. COREA GUILLÉN, Elmer E; ALVARADO PANAMEÑO, Juan F. y LEYTON BARRIENTOS, Ludwing V. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 19(2): 251-259. 2008. ISSN: 1021-7444. Aceptado: 25 de agosto, 2008. Departamento de Zootecnia, Facultad Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. [Consultado el 19 de septiembre de 2011].: < [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v19n02\\_251.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_251.pdf) >. 251 - 259 p.
12. DE LA VEGA, Jaime A. Perfil mineral en un hato de vacas en ordeña, en los periodos de seca y lluvia: relación con variables hemáticas. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México. 2009. 54 p.
13. FLOREZ, D., Hernando; Velásquez P., José, et al. La suplementación mineral en los programas de reproducción bovina. [Consultado el 15 de agosto 2011] < <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/preproduccion/articulos/seminario-bucaramanga/la-suplementacion-mineral-en-los-programas-de-reproduccion-bovina.pdf>>. 11 p.
14. FORERO, Luis E. Fallas reproductivas asociadas a deficiencias de microminerales: caso Colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Dirección Científica Laboratorios Provet S.A. 2004. [Consultado el 20 de septiembre de 2011]: < [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/12deficiencias\\_micorminerales\\_colombia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/12deficiencias_micorminerales_colombia.pdf)>. 7 p.
15. GALVIS D, Rubén; AGUDELO, Digo y SAFFON, Andrés. Condición Corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana.

Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 20:1, 2007. Universidad de Antioquia. [Consultado el 15 de agosto 2011] <<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/254/252> >. 14 p.

16. GONZÁLEZ, Fernando y KOENEKAMP, Sanhueza. Adaptaciones metabólicas hepáticas en el periodo periparto en vacas de alta producción de leche. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de agronomía e ingeniería forestal departamento de ciencias animales. Enero 2006. p. 46. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/.../documentosiete.pdf](http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/.../documentosiete.pdf)>. p. 25.

17. HALL, M. B. Stinking a balance: protein feeding and performance. 1997. [Consultado el 26 de marzo de 2011]. <http://dps.ufl.edu/dairy%20conference/balance.pdf>. 8 p.

18. HENAO R., Guillermo. Reactivación Ovárica Postparto en bovinos. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 54, N° 1y 2 .P 1285-1302. 2001. [Consultado el 20 de septiembre de 2011]: <<http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/reactivacion.pdf>>. 19 p.

19. INVESTIGACIÓN DESEMPEÑO INTEGRIDAD - INTERVET, Sinervia Uruguay / Paraguay, Diciembre 2007. [Consultado el 10 de marzo de 2012]: <http://www.biblioteca MVZ>. 6 p.

20. JARAMILLO-JAIMES, M. Teresa, *et al.* Respuesta productiva y perfil metabólico y su efecto en días abiertos durante el postparto temprano en vacas holstein. Agrocienza. Vol. 42 N. 3, México, abril/mayo 2008. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci\\_artetext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci_artetext)>. p. 267 - 275.

JIMENEZ, Santiago. Niveles séricos de nitrógeno ureico durante el postparto temprano en vacas holstein. Unidad Universida Iztapalapa. Licenciatura en producción animal. Febrero 2001. p. 16. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <[AJCS.jiménez-148.206.53.231](http://AJCS.jiménez-148.206.53.231)>.p. 11.

21. LUCY MC, SAVIO JD, BADINGA L, DE LA SOTA RL, THATCHERS WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. Journal Animal Sci 1992;

70:3615-3626. [Consultado el 12 de febrero de 2012].:<  
<http://jas.fass.org/content/70/11/3615> >.

22. México, abril/mayo 2008. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: <  
[www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci\\_artetext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952008000300002&script=sci_artetext)>. p. 267 a 275.

23. LÓPEZ, Fredy J. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Vol. 4, No.1 Marzo 2006. [Consultado el 19 de septiembre de 2011].: < <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol4/9.pdf> >. 77 y 86 p.

24. LÓPEZ RODRÍGUEZ, Alejandra. Perfil metabólico del hato lechero del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano-Honduras, 2000. 3, 4, 5, 6 y 7 p.

25. LÓPEZ Erika; ORTIZ O., Jorge y SALAS R., Sandra. Estudio comparativo de perfiles metabólicos de vacas lecheras en tres etapas de producción, en dos fincas con diferentes sistemas de fertilización de praderas en el municipio de Guachucal departamento de Nariño, Especialización en salud y Producción Sostenible del hato lechero, Universidad de Nariño, Pasto – Colombia, 2009. 18, 42 p.

26. MC DONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J. y MORGAN, C. Nutrición Animal, Quinta edición, Zaragoza, España. Editorial Acribia, 1997. 180, 184 y 395 p.

27. MC DOWELL, Lee R. y ARTHINGTON, John D. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta edición, Universidad de Florida, editorial Mosaic, 2005. 12,18, 46, 47 p.

28. OSORIO M, *et al.* Variación en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Vol. 57, N°. 2, 2004, [Consultado el 23 de abril de 2012]: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=179914073006>. 3 y 4 p.

PEREA, Fernando. Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. Revista científica FCD-LUZ/Vol 8, N. 1, 14 – 24. 1998. [Consultado el 12 de agosto de 2012].:< [www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/articulo3.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/articulo3.pdf)>..p. 16.

29. RAMMIREZ, Iglesia L. N. *et al.* Hematología y perfiles metabólicos en hembras periparturientas con predominancia racial carora. Revista Uneyez de Ciencia y Tecnología. Vol especial: 73-78. Venezuela, 2001. [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < [www.saber.ula.ve/revistauniyez/pdfs/7378.pdf](http://www.saber.ula.ve/revistauniyez/pdfs/7378.pdf)>. p. 73.

30. ROBSON, C.; J.F. Aller; S. Callejas y R.H. Albeiro. Dinámica folicular posparto y comportamiento del amamantamiento en razas angus y criolla Argentina. Sitio argentino de producción animal. Arch. Zootec. 57 (220). 2008. [Consultado el 26 de febrero de 2011]: [http://produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/16-DinamicaRobson.pdf](http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/16-DinamicaRobson.pdf). 477 y 488 p.

31. RADOSTITS, Otto M. Medicina veterinaria Tratado de las enfermedades del ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y equino. Novena edición. Editorial Mc Graw-Hill. Madrid, España, 2001. p. 611.

32. ROLDÁN V. P., *et al.* Estudio comparativo de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región centro de Santafé, Revista electrónica REDVET. Vol. 6, N° 12 de Diciembre de 2005, [Consultado el 23 de febrero de 2012]: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205.html>. 2 p.

33. SCHROEDER, Weisbach Hans. Tratado de obstetricia veterinaria comparada. Quinta edición. Santa fe de Bogotá. Editorial Celsus librería medica, 1993. 405 y 407 p.

34. SEVERINI, C. *et al.* Pla estratégico de la ganadería colombiana 2019, Primera edición. Santafé de Bogotá D. C. Editorial Sanmartín Obregón, 2006, 23 p.

35. SINTEX. Fisiología reproductiva del bovino, Laboratorio de Especialidades Veterinarias. 2005. [Consultado el 15 de marzo de 2012]: <http://www.produccion-animal.com.ar>. 1, 2, 3 y 4 p.

36. Valores de referencia para análisis de suelos. 2006 [Consultado el 12 de agosto de 2012].: < [www.cetabol.bo/pdf/vr\\_ana\\_suelos.pdf](http://www.cetabol.bo/pdf/vr_ana_suelos.pdf)>. p. 1 a 4.

37. ZEMJANIS, R. D. Reproducción animal diagnostico y técnicas terapéuticas. México. Editorial Limusa, 1966. 69 y 70 p.

## ANEXOS

### **Anexo A.** Encuesta Caracterización de Animales Objeto de Estudio.

Nombre y No Animal.  
Edad.

#### **Indicadores sanitarios**

Condición corporal.  
Enfermedades.  
Abortos.  
Retención de placentas.

#### **Indicadores reproductivos**

Edad al primer servicio.  
Edad a la concepción.  
Edad al primer parto.  
Servicios por concepción.  
Numero de lactancias o partos.  
Intervalo entre partos.  
Primer celo postparto (días).  
Periodo vacio (días).  
Edad al descarte.

**Anexo B.** Suministro de alimento balanceado granja lechera Chimangual

Bultos	Lote		Animales/lote	Kg/bulto	Total Kg	Kg/AM	Kg/PM
8.3	Ordeño	Rejo	46	30	249	2.7	2.7
3	Corraleo	Rejo			90		2.0
1		Repelo	32		30		1
1	Terneras		15		30	1	1
13.3	Total		93		399		

Suministro de papa y zanahoria

Bultos	Lote		Animales/lote	Kg/bulto	Total Kg	Kg/AM	Kg/PM
5	Ordeño	Rejo	46	50	250	2.7	2.7
3	Corraleo	Rejo			150		3
2		Repelo	32		100		3
10	Total		78			500	

Suministro de caña molida

Canastas	Lote		Animales/lote	Kg/canasta	Total Kg	Kg/AM	Kg/PM
5	Corraleo	Rejo	46	20	100		2.2
2		Repelo	32		40		1.3
7	Total		78		140		

Formula de alimento balanceado

Febrero 12-27 / 2012				
Materia prima	Cantidad 100 Kg	Cantidad/ 300 Kg	Unidades	
Maíz	28	84	Kg	
Pluma de cebada	20,45	61.35	Kg	
Caña panelera	48	144	Kg	7 canastas
Sal	2.5	7.5	Kg	
PVM	0,05	0.15	Kg	
Carbonato de calcio	1	3	Kg	150 gramos
Proteína %	6.2			
Energía %	72,7			
Papa 3 kg por animal				

Febrero 28- Marzo 2 / 2012				
Materia prima	Cantidad 100 Kg	Cantidad/ 400 Kg	Unidades	
Maíz	25	100	Kg	
Pluma de cebada	18,45	73,8	Kg	
Caña panelera	53	212	Kg	10 canastas
Sal	2,5	10	Kg	
PVM	0,05	0.2	Kg	
Carbonato de calcio	1	4	Kg	150 gramos
Total	100	400		
Proteína %	6.2			
Energía %	73,0			
Febrero 28- Marzo 2 / 2012				
Materia prima	Cantidad 100 Kg	Cantidad/ 400 Kg	Unidades	
Maíz	25	100	Kg	
Pluma de cebada	18,45	73,8	Kg	
Caña panelera	53	212	Kg	10 canastas
Sal	2,5	10	Kg	
PVM	0,05	0.2	Kg	
Carbonato de calcio	1	4	Kg	150 gramos
Total	100	400		
Proteína %	6.2			
Energía %	73,0			

### Anexo C. Estructuras ovaricas mediante Ultrasonografia



En la imagen se observa un folículo de 5.3 mm de diámetro que al clasificarlo según Lucy et al, sería tipo I que estaría en etapa de reclutamiento.



En la imagen se observa, un folículos de 6.2 mm de diámetro que al clasificarlo según Lucy et al, sería tipo II que estaría reclutados y seleccionados.



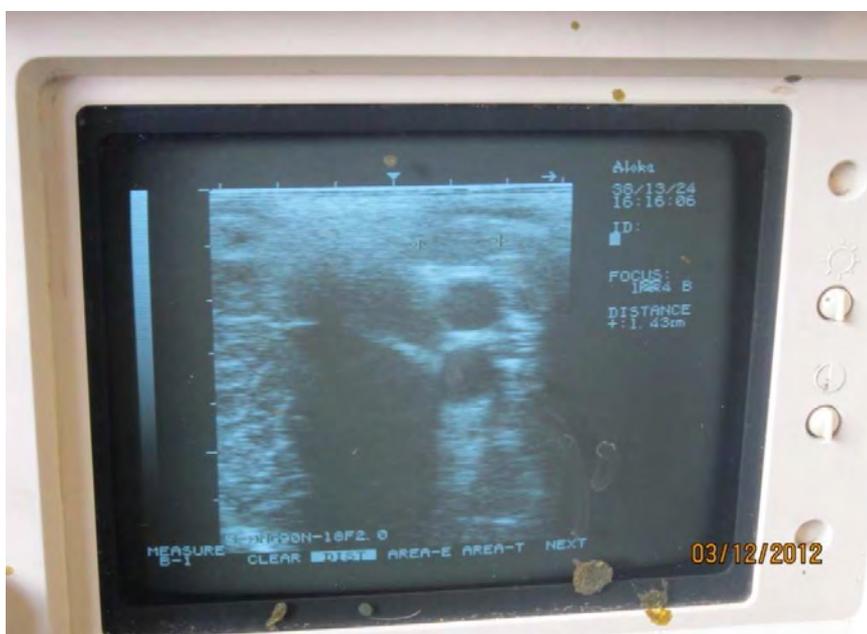
En la imagen se observa, un folículos de 8.7 mm de diámetro que al clasificarlo según Lucy et al, sería tipo II que estaría reclutados y seleccionados



En la imagen se observa, un folículos de 10.2 mm de diámetro que al clasificarlo según Lucy et al, sería tipo III que serian folículos dominantes



En la imagen se observa, un folículos de 11.7 mm de diámetro que al clasificarlo según Lucy et al, sería tipo III que serían folículos dominantes



En la imagen se observa, un folículos de 14.3 mm de diámetro que al clasificarlo según Lucy et al, sería tipo III que serían folículos dominantes

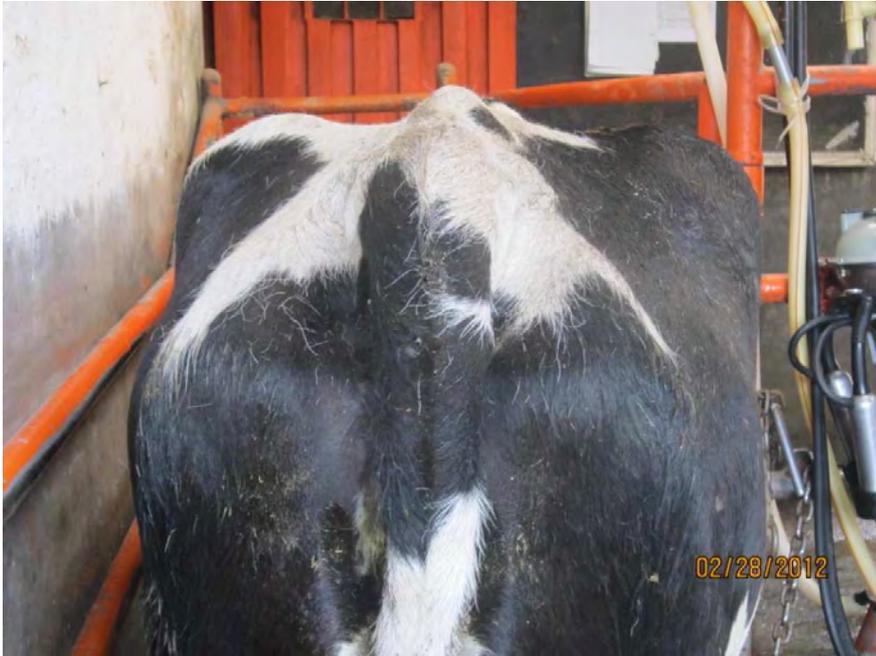


En la imagen se observa, un cuerpo lúteo de un tamaño promedio de 20 mm de diámetro, que según zemjanis lo clasificaría como un CH3 (cuerpo lúteo hemorrágico), que correspondería en días a 5-7.



En la imagen se observa, un cuerpo lúteo de un tamaño promedio de 19.3 mm de diámetro, que según Zemjanis lo clasificaría como un CH3, que correspondería 5-7 días.

**Anexo D. Condición corporal anteparto**







**Anexo E. Condición corporal postparto**





**Anexo F. Ración complementaria.**





**Anexo G.** Resultados e interpretación de análisis de suelos.

FINCA CHIMANGUA L 2010 ANÁLISIS DE SUELOS	GRUP O A	GRUP OB	GRUP OC	GRUP OD	GRUP OD( a) M	GRUP OE	GRUP OF	SUMATO RIA	VALOR PROME DIO	INTERPRETA CION
	M1	M2	M3	M4	4(a)	M6	M7			
<i>P, ptenciometro</i>	4,9	4,8	4,2	5,4	4,7	5,0	4,8	33,8	4,8	acido
<i>Materia Orgànica</i>	10,4	17,6	31,7	36,9	26,0	26,8	34,0	183,4	26,2	
<i>Densidad aparente</i>	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	4,7	0,7	
<i>Fósforo (P) Bray II</i>	16,0	9,0	5,0	9,0	23,0	10,0	19,0	91,0	13,0	bajo
<i>Capacidad intercam. - Catiònico (CIC)</i>	37,6	30,8	46,2	56,4	44,0	44,0	39,0	298,0	42,6	alto
<i>Calcio de cambio</i>	2,4	2,7	5,4	6,3	9,3	4,4	3,1	33,6	4,8	medio
<i>Magnesio de cambio</i>	0,8	0,7	0,6	1,6	0,6	0,7	0,5	5,5	0,8	bajo
<i>Potasio de cambio</i>	0,6	0,4	0,6	0,5	1,0	0,4	0,3	3,7	0,5	bajo
<i>Aluminio de cambio</i>	1,1	0,7	1,3	1,3	1,4	1,4	1,0	8,2	1,2	alto
<i>Hierro</i>	170,0	102,0	420,0	384,0	254,0	208,0	508,0	2.046,0	292,3	
<i>Manganeso</i>	3,04	5,08	4,60	7,60	1,00	1,46	10,40	33,18	4,7	
<i>Cobre</i>	0,60	0,40	0,20	0,10	0,20	0,40	0,20	2,10	0,3	bajo
<i>Zinc</i>	1,68	0,98	0,14	0,22	0,90	0,92	0,66	5,50	0,8	bajo
<i>F=Franco - Ar=Arcilloso - A=Arenoso</i>	G.TEX	G.TEX	G.TEX	G.TEX	G.TEX	G.TEX	G.TEX			
<i>Nitrógeno total</i>	0,42	0,62	0,81	0,82	0,76	0,77	0,82	5,02	0,72	
<i>Carbono Orgànico</i>	6,05	1,19	18,38	21,40	15,10	15,55	19,75	97,42	13,92	
<i>Boro</i>	5,23	3,14	0,93	1,56	0,72	0,50	0,46	12,54	1,79	medio

**Anexo H.** Valores de referencia para los análisis de suelo.

MINERALES	CLASIFICACIÓN					
	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Optimo	Muy alto
FÓSFORO	< 5,0	5,0 - 10,0	10,1 - 17,5	17,6 - 25,0		> 25,00
CALCIO	< 2,40	2,40 - 4,80	4,81 - 8,40	8,41 - 12,00		> 12,00
MAGNESIO	< 0,40	0,40 - 0,80	0,81 - 1,40	1,41 - 2,00		> 2,00
POTASIO	< 0,20	0,20 - 0,40	0,41 - 0,70	0,71 - 1,00		0,71 - 1,00
ALUMINIO	< 0,3	0,31 - 0,60	0,61 - 1,05	1,06 - 1,50		> 1,50
MANGANESO		< 6,0	6,0 - 11,0	11,1 - 15,0	15,1 - 20,0	> 20,0
COBRE		< 0,6	0,6 - 1,0	1,1	1,2 - 2,0	> 2,0
ZINC		< 1,2	1,2 - 2,1	2,2 - 3,0		> 3,0

**Anexo I.** Análisis químico proximal de muestra de praderas próximas al pastoreo.

No. Muestra	Especie	Peso (g) BF	% MS	g MS	% Mezcla BS	%PC	%CNZ	%FC	%EE	%ELN	ED Mcal/kg	%NDT
3 y 4	Saboya	61,12	16,27	9,94	19,47	15,22	9,37	36,38	1,71	37,32	2,41	54,77
Potrero	Kikuyo	122,32	14	17,13	33,52	11,75	7,72	30,96	1,68	47,89	2,58	58,64
13	Trébol blanco	17,94	10,42	1,87	3,66	20,3	13,72	18,28	4,55	43,15	2,76	62,81
	Azul orchoro	33,20	35	11,62	22,75	5	2,8	8,1	1,6	82,5	3,86	87,70
	Ravgras	57,87	18,18	10,52	20,60	13,08	7,1	29,61	2,05	48,16	2,66	60,49
<b>Total</b>		292,46		51,08	100,00							