

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN LA ETAPA DE  
TRANSICIÓN Y EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN  
DE ALTA PRODUCCIÓN.**

**SEBASTIÁN ORDÓÑEZ RAMÍREZ.**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
INDUSTRIAS PECUARIAS  
CALDAS  
2011**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN LA ETAPA DE TRANSICIÓN Y EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN DE ALTA PRODUCCIÓN.**

**SEBASTIÁN ORDÓÑEZ RAMÍREZ.**

**Trabajo de Investigación para optar al título de Industrial Pecuario.**

**ASESOR:  
JOHN JAIRO GIRALDO GIRALDO  
ZOOTECNISTA, Especialista en Reproducción Animal, Candidato a MSc  
en Biotecnología.**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
INDUSTRIAS PECUARIAS  
CALDAS  
2011**

## **DEDICATORIA.**

**A Dios por haberme dado la oportunidad de realizar mis sueños siempre, a mi madre Aracelly, por motivarme a ser lo que hoy soy, y por siempre apoyarme y animarme a ser todo lo que algún día llegaré a ser.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

**A mi asesor John Jairo Giraldo, por enseñarme todo lo que se, y por haber sido mi guía durante estos 5 años.**

**A mis compañeras Sandra Castro y Sandra Durango, por permitirme hacer parte de su proyecto y por su gran ayuda en todo el proceso.**

**A mis compañeros Tomás Gómez y Natalia Rivera por toda la ayuda que me brindaron en el trabajo práctico.**

**Al personal de la Finca Paysandú y la Universidad Nacional por permitirme usar sus instalaciones y por toda la colaboración brindada.**

## CONTENIDO.

	Pág.
LISTADO DE TABLAS	7
LISTADO DE GRÁFICAS	8
LISTADO DE IMÁGENES	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	12
INTRODUCCION	14
1. JUSTIFICACION	17
2. OBJETIVOS	18
3. MARCO TEORICO	19
4. METODOLOGIA	26
4.1. LOCALIZACIÓN	26
4.2. ANIMALES	26
4.3. PROCEDIMIENTOS	26
4.4. VARIABLES	29
4.4.1. Reactivación ovárica	29
4.4.2. Salud uterina	30
4.4.3. Parámetros reproductivos	31
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33

<b>5.1. SALUD UTERINA</b>	<b>33</b>
<b>5.2. REACTIVACION OVARICA</b>	<b>36</b>
<b>5.3. PARAMETROS REPRODUCTIVOS</b>	<b>42</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>49</b>

## LISTADO DE TABLAS.

	Pág.
CUADRO 1	20
TABLA 1	34
TABLA 2	35
TABLA 3	39
TABLA 4	40
TABLA 5	43
TABLA 6	44
TABLA 7	45
TABLA 8	46

## LISTADO DE GRAFICAS.

	<b>Pág.</b>
<b>GRÁFICA 1</b>	<b>35</b>
<b>GRÁFICA 2</b>	<b>36</b>
<b>GRÁFICA 3</b>	<b>40</b>
<b>GRÁFICA 4</b>	<b>41</b>
<b>GRAFICA 5</b>	<b>45</b>



## **LISTADO DE IMÁGENES.**

	<b>Pág.</b>
<b>IMAGEN 1</b>	<b>27</b>
<b>IMAGEN 2</b>	<b>28</b>
<b>IMAGEN 3</b>	<b>29</b>
<b>IMAGEN 4</b>	<b>30</b>
<b>IMAGEN 5</b>	<b>31</b>

## RESUMEN.

Con la alta incidencia de problemas metabólicos en las lecherías especializadas, se hace necesario identificar la procedencia de dichas patologías y su incidencia en el sistema productivo para generar planes de contingencia y tratamientos específicos para dichas patologías. Estas enfermedades se asocian a un proceso llamado balance energético negativo (BEN), en el cual entran todas las vacas de alta producción una vez ha ocurrido el parto. El BEN tiene un mayor efecto en la lactancia temprana<sup>1</sup>, ya que es en ese momento donde la producción de leche requiere más esfuerzo por parte del animal para alcanzar el pico de producción, dicho efecto es ayudado por la baja calidad de la dieta suministrada en el periodo seco del animal, ya que en muchos de los hatos se destinan las peores pasturas para los animales en esta etapa, lo que genera desbalances, alta movilización de reservas lipídicas y pérdidas de condición corporal aceleradas en la lactancia temprana. El BEN es difícil de medir en campo ya que es poco práctico pesar todos los animales del hato, por lo que se mide en términos de CC, es así como se puede evidenciar la influencia del BEN sobre la reproducción teniendo en cuenta que cuando se pierde más de un punto de CC en el posparto aumentan los días para la primera ovulación y el primer estro, así como los números de servicios por concepción y por lo tanto los días abiertos<sup>2</sup>.

Animales en BEN presentan bajos niveles de IGF-1, insulina y glucosa en sangre, comprometiendo la secreción de FSH, LH y Progesterona, generando embriones pequeños, incapaces de secretar interferón y por lo tanto incapaces de evitar la luteolisis y la interrupción de la gestación. Así mismo el funcionamiento uterino a menudo se ve comprometido en el ganado por contaminación bacteriana del lumen uterino después del parto; la persistencia de bacterias patógenas causan enfermedad uterina que es una causa clave de la infertilidad<sup>3</sup>. Por lo que la vaca moviliza alto número de células de la defensa inmune al lumen uterino, entre estas células se encuentran los Polimorfonucleares (PMN). Ésta movilización hace que el animal requiera mucha energía, por lo tanto sus requerimientos en esta etapa pueden variar.

Se realizó una comparación de cuatro tratamientos [0 PG/día, 300 ml PG/día, 500 ml PG/día y 700 ml PG/día] usando una estructura unifactorial de los tratamientos y un esquema de aleatorización completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento [5 vacas asignadas al azar]. Realizando cuatro

---

<sup>1</sup> Galvis, R, Correa, C. H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera. ¿Es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1):36-50. 2002.

<sup>2</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<[http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c\\_apv.pdf](http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c_apv.pdf)> [citado 10 octubre 2010].

<sup>3</sup> Sheldon I.M, Lewis G.S, LeBlanc S, Gilbert R.O. Defining postpartum uterine disease in cattle. 2006 Theriogenology 65: 1516–153.

lecturas en el tiempo [5, 10, 15, 20 días]. Los datos cuantitativos obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS®.

En los resultados obtenidos, se observó un efecto significativo sobre la reducción del tamaño en los cuernos uterinos, a una dosis de 700 ml/día, comenzando el protocolo de suplementación desde el día 10 antes del parto hasta el día 20 posparto. Sobre la reactivación ovárica no se obtuvo respuesta significativa, debido a que el animal prioriza su recuperación física sobre la reactivación endocrina y ovárica.

Se hizo también un seguimiento sobre los parámetros reproductivos de los animales luego del proceso experimental, obteniendo un promedio de 38,6 días entre calores; 51,1 días para el primer calor; 61,8 días entre servicios y 69,05 días al primer servicio. Éstos valores pueden deberse a malas detecciones de celos y a celos silenciosos, además de un mal manejo de las inseminaciones por parte del personal encargado.

**PALABRAS CLAVES:** Balance Energético Negativo, Reactivación Ovárica, Involución Uterina, Parámetros Reproductivos, Propilenglicol.

## ABSTRACT.

With the high incidence of metabolic diseases in specialized dairy farms is necessary to identify the causes of this pathologies and its incidence in the productive system in order to generate specific treatments and contingency plans. These diseases are normally associated to a process called Negative Energy Balance, which every dairy cow goes through once they've given birth. This Negative Energy Balance has a bigger effect in the early lactation<sup>4</sup>, because is in this moment where the milk production requires a lot more effort from the animal, in order to reach its peak of production, this effect is helped by the low quality of the diet fed to the animal a few weeks before calving, all because this animals are sent to the worst pastures in the farm generating imbalances, higher mobilizations of the lipid reserves and losses of body score points in the early lactation. This imbalance is difficult to measure in the field, because is unpractical to weight all the animals in the herd, which is why it's measured in body score points, this is how the effect of the imbalance in the reproduction can be proved, taking into account that when the animal loses one point of body score the days until the first ovulation increase, as well as the number of services per conception and therefore the days open<sup>5</sup>.

Animals in Negative Energy Balance show low blood levels of IGF-1, insulin and glucose, compromising the secretion of FSH, LH y Progesterone, generating small embryos unable to secret interferon and therefore, unable to avoid the luteolysis and the termination of the pregnancy. Likewise, the uterine operation can be compromised due to bacterial contamination in the lumen after the calving; the persistency of pathogenic bacteria causing uterine infection is the key of infertility problems<sup>6</sup>. Which is why the cow mobilizes such a high number of immune cells to the uterine lumen, in this cells we can find the polymorphonuclear cells (PMN). This mobilization requires a lot of energy from the animal, this is why its requirements can change so much during this stage.

A comparison of four treatments was performed [0 Propylene glycol (PG)/day, 300 ml PG/day, 500 ml PG/day and 700 ml PG/day] using a unifactorial treatments structure and a completely random randomization with five repetitions per treatment [5 randomly assigned cows]. Performing four lectures in time [5, 10, 15, 20 days]. The quantitative data was analyzed using the statistical package SAS®. The results showed an effect on the size reduction of the uterus with a 700 ml/ day dose, starting the protocol 10 days before calving,

---

<sup>4</sup> Galvis, R, Correa, C. H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera. ¿Es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1):36-50. 2002.

<sup>5</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010]

<sup>6</sup> Sheldon I.M, Lewis G.S, LeBlanc S, Gilbert R.O. Defining postpartum uterine disease in cattle. 2006 Theriogenology 65: 1516–153.

until 20 day after. On the follicular dynamic reactivation there was no significant effect, this may be due to the fact that the animal prioritizes its physical recovery over its endocrine and ovary recovery.

There was also a follow up over the reproductive parameters after the experimental process, obtaining an average of 38.6 days between heaths; 51.1 days for the first heath; 61.8 days entre services y 69.05 days to the first service. These values can be due to bad heath detections and silent heaths, and a bad management of the reproduction programs by the people on charge.

**KEY WORDS:** Negative Energy Balance, Ovaric Reactivation, Uterine Involution, Reproductive Parameters, Propylene Glycol.

## INTRODUCCIÓN.

Con el constante crecimiento del nivel productivo de las vacas lecheras, se ha producido un aumento a la par de las enfermedades de índole metabólico<sup>7</sup>. Estas enfermedades se asocian a un proceso llamado balance energético negativo (BEN), en el cual entran todas las vacas de alta producción una vez ha ocurrido el parto. El BEN tiene un mayor efecto en la lactancia temprana<sup>8</sup> ya que es en ese momento donde la producción de leche requiere más esfuerzo por parte del animal para alcanzar el pico de producción, dicho efecto es ayudado por la baja calidad de la dieta suministrada en el periodo seco del animal, ya que en muchos de los hatos se destinan las peores pasturas para los animales en esta etapa, lo que genera desbalances, alta movilización de reservas lipídicas y pérdidas de condición corporal aceleradas en la lactancia temprana.

Es por esto entonces que se hace necesario prestar especial atención a este periodo de transición a la lactancia, estableciendo cuatro metas fisiológicas que pueden afectar tanto la salud como los futuros rendimientos de las vacas lecheras<sup>9</sup>

- Adaptar el rumen a una nueva dieta alta en energía, modificando el ambiente ruminal y las papilas ruminales.
- Mantener los niveles normales de calcio en sangre durante el parto.
- Mantener un sistema inmune fuerte durante el parto, y
- Mantener un balance energético positivo hasta el parto para minimizar el balance energético negativo después del mismo.

Pero muchas veces estos cuidados no son suficientes para evitar las consecuencias del BEN, más aun cuando el consumo energético por parte del animal baja y la producción láctea aumenta, generando problemas de esteatosis hepática a causa de la cantidad de lípidos a metabolizar<sup>10</sup>, que a su

---

<sup>7</sup> Ceballos A, Gómez PM, Vélez MI, Villa NA, López LF. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec 2002; 15: 1. 34-37.

<sup>8</sup> Galvis, R, Correa, C. H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera. ¿Es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1):36-50. 2002.

<sup>9</sup> Goff, J.P., R.L. Horst. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. J. Dairy Sci. In press. 1997. 45-49

<sup>10</sup> Basoglu A, Sevinc M, OK, M., Gokcen, M. Peri and postparturient concentrations of lipid lipoprotein insulin and glucose in normal dairy cows. Turk-Veterinerlik-ve-Hayvancilik-Dergisi. 22 (2): 141-144; 14 ref. Abs. In: Beast CD, 1987 - May 1999. 1998.

vez se relaciona con la caída de de los niveles séricos de insulina, que actúa a nivel del tejido adiposo promoviendo la síntesis de material lipídico y evitando la lipólisis. De igual forma, cuando el consumo energético es bajo, los mecanismos fisiológicos del animal priorizan ciertos procesos que aseguran su supervivencia sobre otros procesos como la reproducción<sup>11</sup>.

Se reconoce que muchos factores involucrados en la regulación del BEN actúan también controlando la reproducción, factores como las gonadotropinas, las hormonas metabólicas y neuropéptidos, por lo que las estrategias alimentarias (haciendo relación a los suplementos alimenticios) pueden ayudar a mitigar los efectos negativos.

El propilenglicol es un compuesto orgánico, que actúa como precursor de la glucosa a nivel hepático, lo que aportaría energía y podría ayudar a reducir el balance energético negativo. Sin embargo su mayor efecto se da en la movilización de reservas lipídicas, actuando como un factor estimulante de la producción de insulina, inhibiendo la movilización de las reservas energéticas. Pero estos efectos pueden ser diferentes de acuerdo a la forma de suministrar el propilenglicol<sup>12</sup>.

El resultado de esta suplementación respecto a la reproducción, puede residir en que muchos de los casos de infertilidad se deben a la escasa producción hormonal que afecta el normal desarrollo folicular. El normal funcionamiento de las estructuras ováricas está influenciado por la secreción de hormonas glicoproteicas como la FSH y la LH (especialmente a la LH) y los centros cerebrales superiores que las liberan son sensibles al BEN y los niveles de hormonas secretadas por los ovarios que, al no haber suficiente energía, bajan su capacidad esteroidogénica. A parte, la salud uterina es bastante sensible a la capacidad de mantener un sistema inmune alto en este momento y una buena involución uterina ayuda a una rápida reactivación ovárica.

---

<sup>11</sup> Ramírez H. O. "Memorias" En: Colombia. 2009. Evento: II Seminario de Actualización en Salud Bovina-UDCA-Gobernación de Cundinamarca Ponencia: Efecto del balance energético negativo (BEN) en la eficiencia reproductiva en vacas lecheras. [online] <[http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/file\\_entidades/file\\_entidades55133.pdf](http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/file_entidades/file_entidades55133.pdf)> [citado 10 octubre 2010].

<sup>12</sup> Calsamiglia, S. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. XVI Curso de Especialización FEDNA, Universidad Autónoma de Barcelona. P. 45-66, 2000.

## JUSTIFICACIÓN.

Con la alta incidencia de problemas metabólicos en las lecherías especializadas, se hace necesario identificar la procedencia de dichas patologías y su incidencia en el sistema productivo para generar planes de contingencia y tratamientos específicos para dichas patologías; pero aun no se ha demostrado una relación exacta entre el BEN y el desempeño reproductivo por lo que se hace necesario analizar estudios donde las condiciones alimenticias sean diferentes, estudiando dietas energética suministrada a vacas en periodo de transición, para observar su incidencia en la movilización lipídica evaluando la relación entre ésta y la actividad inmune de los animales y su efecto en la salud uterina y en la reactivación ovárica.

Se dice que hay una unión entre el sistema inmune y el sistema neuroendocrino, que podría resultar en un control sobre la habilidad de reacción inmune sobre los cambios generados por las infecciones por parte de los mecanismos que controlan el metabolismo. Además de que el estrés ocasionado por los cambios posparto y el consumo de alimento, pueden también tener efecto sobre el sistema inmune <sup>13</sup>. En estas etapas, el BEN puede resultar en una inmunosupresión, a causa de que la esteatosis hepática incide sobre la capacidad ureogénica y gluconeogénica del hígado. En la lactancia temprana, la vaca debe hacer ciertas modificaciones fisiológicas importantes para adaptarse a la producción de leche, a la vez que debe realizar la involución uterina, por lo que su sistema inmune debe estar mejor que nunca, teniendo en cuenta que dicha involución es indispensable para el restablecimiento de la capacidad reproductiva de la vaca <sup>14</sup>. Sobre la actividad ovárica, los animales con una mayor cantidad de lipoproteínas en sangre, tienen una mayor capacidad para guardar sus reservas energéticas, resultando en un balance energético más favorable y un adecuado uso de sus reservas para la producción láctea, lo que causa una menor acumulación grasa en el hígado, una mejor salud metabólica y un retorno al ciclo ovárico mucho más rápido <sup>15</sup>.

Todas estas alteraciones metabólicas tienen su etiología en la limitada disponibilidad de precursores de glucosa para los procesos metabólicos<sup>16</sup>. La glucosa es usada en gran cantidad para la producción de leche, y por lo tanto el animal moviliza sus reservas para compensar el gasto energético. Todo esto debido a la baja cantidad de carbohidratos estructurales dentro de las dietas de

---

<sup>13</sup> Johnson, R. W, Arkins S, Dantzer R. y Kelley K. W.1997. Hormones, lymphohemopoietic, cytokines and the neuroimmune axis. *Comp. Biochem.Physiol.* 116A:183-201.

<sup>14</sup> Guaqueta H. El ultrasonido como herramienta de diagnóstico a nivel de fincas. II Congreso Internacional de Reproducción Bovina (Memorias) 15 al 17 de septiembre de 2008. Bogotá. 27-46.

<sup>15</sup> Galvis R. D, Agudelo D y Saffon A. Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* Vol. 20, 2007; p.16-29.

<sup>16</sup> Up data.



las vacas lecheras de trópico alto, los cuales son el principal sustrato para la producción de propionato, el precursor de glucosa más importante en hígado. Por lo tanto, la necesidad de una transición exitosa depende en gran medida de la investigación, ya que es necesario mantener una coordinación muy precisa para poder satisfacer las necesidades de glucosa, ácidos grasos y aminoácidos luego del parto <sup>17</sup>.

El propilenglicol realiza un proceso metabólico similar al propionato <sup>18</sup>, por lo que sería lógico pensar que su comportamiento como precursor exógeno de glucosa permitiría aportar carbonos suficientes para la gluconeogénesis, favoreciendo un balance hormonal y metabólico del animal en transición. Además, la capacidad que tiene el propilenglicol de estimular la producción de insulina puede actuar indirectamente evitando la movilización de reservas lipídicas y aumentando la capacidad de síntesis de moléculas transportadoras de grasa desde el hígado a los demás tejidos faltos de energía, un factor crítico para la salud y productividad de las vacas lecheras de alta producción. Sin embargo, respecto al efecto del propilenglicol sobre los parámetros de recuperación de actividad ovárica y sobre la salud uterina (traduciéndose en mejores parámetros reproductivos, como menor número de días abiertos, menor números de servicios por concepción y por ende menor intervalo entre partos), aun permanece con vacíos en cuanto a su efectividad.

Con base en todo lo anterior la realización de la presente investigación se fundamenta en la generación de un protocolo de suplementación seguro y efectivo para controlar positivamente la situación metabólica de las vacas en el periodo de transición a la lactancia y con esto incrementar el bienestar y la productividad animal, disminuyendo las pérdidas, los costos en tratamientos veterinarios y mejorando la competitividad de los sistemas de producción lecheros.

---

<sup>17</sup> Piepenbrink, M.S. y Overton T.R. 2000. Liver metabolism and production of periparturient dairy cattle fed rumen protected choline. *J. Dairy Sci* 2004.83 (Suppl. 1):257.

<sup>18</sup> Nielsen N.I, Ingvarsen K.L. Propylene glycol for dairy cows a review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. Department of animal health and Welfare, Research Unit on production Diseases and immunology in Ruminants, Danish institute of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, P.O. Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark. *Animal Feed Science and Technology* 115 (2004) p.191-213.

## **OBJETIVOS.**

### **GENERAL.**

- Evaluar el efecto de la suplementación energética sobre el desempeño reproductivo de vacas Holstein de alta producción en etapa de transición.

### **ESPECÍFICOS.**

- Determinar el efecto de cuatro niveles de suplementación con propilenglicol sobre la salud uterina a través de la observación por medio de ecografía del tiempo de involución uterina de vacas Holstein en la lactancia temprana.
- Evaluar el efecto de cuatro niveles de suplementación con propilenglicol durante el periodo de transición a la lactancia sobre parámetros reproductivos de vacas Holstein durante la subsecuente lactancia.

## MARCO TEÓRICO.

Los bovinos de leche son animales altamente especializados, excelentes transformadores de nutrientes en leche a partir de sustratos como los forrajes y de subproductos derivados de la producción de alimentos para humanos, esta alta especialización se refiere también a las altas capacidades de producción, que hacen del sistema productivo lácteo un sistema altamente tecnificado y eficiente. En los países de climas tropicales, las altas temperaturas y el nivel de humedad relativa pueden modificar estos patrones de comportamiento en especies exóticas, lo que para el ganado europeo puede representarse como alteraciones en las respuestas productivas y reproductivas normales, pudiendo no alcanzar los niveles satisfactorios de producción, de igual manera el microclima en donde se coloca el animal puede interactuar con su genotipo modificando la información para las generaciones posteriores, afectándoles directa y negativamente <sup>19</sup>.

Respecto a la industria lechera, puede decirse que tanto como ha aumentado la producción ha desmejorado el desempeño reproductivo de los animales, a causa de los altos requerimientos nutricionales que requieren las enormes producciones de leche con los estándares de calidad requeridos por las empresas industrializadoras de lácteos. Estos problemas han sido ocasionados por los procesos de mejoramiento genético que han hecho más eficientes los sistemas productivos, procesos intensos y muy bien estructurados, pero que no han tomado en cuenta la nutrición ni el manejo de los animales <sup>20</sup>. Éstos y otros factores afectan la eficiencia reproductiva, seleccionando altas producciones y generando animales de pobres capacidades reproductivas (Cuadro 1), un factor de gran importancia ya que los animales deben preñarse en el menor tiempo posible para no alargar demasiado las lactaciones que presentarían menores producciones al final <sup>21</sup>.

---

<sup>19</sup> Valle, A. Duración de gestación, producción de leche e intervalo entre partos de vacas Holstein de distintas procedencias. En: revista científica zootecnia tropical [online] vol. 13(2):199-214, 1995. <[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/zootecniatropical/zt1302/texto/gestacion.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/zootecniatropical/zt1302/texto/gestacion.htm)> [citado 10 octubre 2010]

<sup>20</sup> Galvis, R. Correa H, Ramírez N. Proteína degradable en rumen, metabolismo del nitrógeno y precursores gluconeogénicos en vacas lactantes. Documento para optar a la categoría de profesor asociado. Departamento de producción animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional, seccional Medellín. 2008.

<sup>21</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online] <<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

**Cuadro 1.- Relación entre el nivel de producción y la fertilidad<sup>22</sup>**

<b>Nivel de producción (kg)</b>	<b>Fertilidad (%)</b>
< 5900	48,5
6000-6800	45,1
6900-7800	41,0
7900-8700	38,6
>8800	38,5

Dentro de los ciclos que cumplen los animales dentro del sistema, el secado es tal vez el más importante, ya que es el periodo en el cual el animal debe prepararse para dos eventos muy exigentes, el parto y la futura lactancia, es un periodo muy crítico para la salud y el comportamiento productivo y reproductivo de la vaca <sup>23</sup>. Los requerimientos nutricionales aumentan debido al crecimiento del feto, al desplazamiento del rumen y a los cambios hormonales para el parto y la lactancia. Este periodo es necesario para regenerar el tejido mamario, la glándula realiza un proceso de involución en un periodo de 60 días, en este tiempo el animal debe tener una condición corporal (CC) óptima para el parto, habiendo recuperado sus reservas lipídicas hacia el final de la lactación.

Son cuatro los puntos que se toman en cuenta para el periodo de secado del animal, puntos que se basan en cuatro modificaciones grandes que debe hacer el animal para poder enfrentar el nuevo periodo productivo <sup>24</sup>

1. Adaptación de la flora ruminal: la flora microbiana dentro del rumen es diferente cuando la dieta es a base de solo forrajes y cuando hay un suplemento rico en carbohidratos como el concentrado.
2. Adaptación de la mucosa del rumen al metabolismo de ácidos grasos volátiles: en el periodo seco las papilas ruminales poseen un menor tamaño, estas aumentan bajo la presencia de ácido propiónico, producto de la fermentación de carbohidratos no estructurales.
3. Evitar la inmunosupresión: causada por las grandes concentraciones de estrógenos en sangre que afectan la función inmune. Cuando aumentan los niveles de prostaglandinas para la luteólisis, se da un dominio de los estrógenos en sangre, que acompañados de los altos niveles de cortisol liberados por estrés, intervienen directamente sobre la inmunosupresión.

---

<sup>22</sup> Ferguson, 1988.

<sup>23</sup> Palacio L, Yepes J.J. El periodo de transición de la vaca. Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca. Programa de Especialización en Producción animal con énfasis en nutrición bovina. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. 2005.

<sup>24</sup> Ibid.

4. Disminuir el BEN: aportando una cantidad suficiente de energía, en forma concentrada y permitiendo que el animal recupere su condición corporal antes de finalizar la lactancia.

Para el animal las funciones de mantenimiento y producción son más importantes, el mecanismo fisiológico de regulación homeorretica prioriza los nutrientes hacia la producción sobre la reproducción, por lo que los errores en las dietas son causantes de muchos fallos y patologías reproductivas, por ejemplo los altos consumos de proteína pueden generar mayores cantidades de amoniaco en sangre y bajas en la actividad de los linfocitos, y la alta movilidad de calcio y magnesio puede ocasionar bajas en la motilidad uterina a causa de su baja disponibilidad. Así mismo se puede asociar a las deficiencias en nutrición los celos cortos, los ciclos estrales más largos, la alta incidencia de gestaciones gemelares y las bajas concentraciones de estradiol en plasma <sup>25</sup>.

Cuando se habla del balance de energía, se hace referencia al resultado de la diferencia entre los nutrientes que necesita el animal y los que se aportan en las raciones<sup>26</sup>. En último tercio de gestación los requerimientos energéticos aumentan debido a que es en este periodo donde se desarrolla el feto y donde se comienza a producir el calostro, cuando hay bajo consumo de materia seca puede desarrollarse un balance energético negativo que el animal compensa mediante la movilización de las reservas lipídicas acumuladas en la lactancia, un proceso contraproducente ya que conlleva a desordenes metabólicos y a problemas de tipo reproductivo. El BEN está relacionado con la producción de leche, pero el factor más determinante es el consumo de energía, lo que implicaría que los animales de mayores producciones no tienen un mayor BEN<sup>27</sup>. Generalmente los días siguientes al parto vienen con un incremento acelerado de la producción de leche hasta llegar al pico, por lo que se ha reportado que el requerimiento de energía para la producción puede incrementar tres veces el requerimiento energético de mantenimiento durante la lactancia temprana<sup>28</sup>. El BEN alcanza su máximo entre la primera y segunda semana de lactancia, es difícil de medir en campo ya que es poco práctico pesar todos los animales del hato, por lo que se mide en términos de CC, es

---

<sup>25</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>26</sup> Palacio L, Yepes J.J. El periodo de transición de la vaca. Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca. Programa de Especialización en Producción animal con énfasis en nutrición bovina. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. 2005.

<sup>27</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>28</sup> Galvis, R. Múnera E. A, Marín A. M. Influencia del mérito genético para la producción de leche en un hato Holstein sobre el balance energético, indicadores del metabolismo energético y la reactivación ovárica posparto. Rev Col Cienc Pec 2007; 20: 455-471.

así como se puede evidenciar la influencia del BEN sobre la reproducción teniendo en cuenta que cuando se pierde más de un punto de CC en el posparto aumentan los días para la primera ovulación y el primer estro, así como los números de servicios por concepción y por lo tanto los días abiertos<sup>29</sup>. La CC posparto es importante porque influye sobre la duración del anestro posparto, independientemente de la variación en el peso durante el periodo, las vacas con menor CC presentan mayores intervalos parto-primera ovulación, parto-concepción y un mayor periodo de anestro posparto<sup>30</sup>.

Se ha reportado que vacas con mejor CC tienen una mayor frecuencia de los pulsos de LH, gracias a una mayor frecuencia de liberación pulsátil de GnRH. La primera ovulación posparto ocurre 10 días después de un balance energético cero, por lo que a mayor BEN más se retrasa la primera ovulación por un impedimento en la liberación pulsátil de LH. También se pueden ver afectados el tamaño de los folículos y la función luteal, reduciendo dicha fase del ciclo estral y la concentración de progesterona comprometiendo la manifestación del estro, la concepción y la supervivencia embrionaria<sup>31</sup>. Los animales con CC de 4 a 5 necesitarían perder mucho peso para general un efecto negativo en su reproducción ya que existe una alta correlación entre el % de pérdida de peso y la CC, lo que indica que es la magnitud de la pérdida lo que afecta significativamente la reproducción<sup>32 33</sup>. Las exigencias energéticas de la lactancia son atendidas por el alimento ingerido y por la movilización de reservas corporales, siendo ésta última responsable por el 33% de la leche producida en el primer mes de lactancia. Es así como la CC siempre disminuye al inicio de la lactancia, antes de los 100 días, y aumenta hacia la mitad o el final de la misma, cuando la alimentación es correcta<sup>34</sup>. La movilización es máxima en las cuatro primeras semanas y va a depender del consumo de energía y la producción. Algunos estudios han demostrado que los animales con CC alta al momento del parto, pierden más peso que las de baja CC en las primeras semanas de lactancia, al igual que las vacas de menos producción de leche, porque tienen menos tiempo de pérdida de peso; de igual manera también han definido que los animales de menor CC al parto producen más

---

<sup>29</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>30</sup> Maza L, Salgado R, Vergara O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto de vacas mestizas lecheras. Revista MVZ-córdoba 2001; 6:(2), 75-80 Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

<sup>31</sup> Ibid.

<sup>32</sup> Ibid.

<sup>33</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>34</sup> Maza L, Salgado R, Vergara O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto de vacas mestizas lecheras. Revista MVZ-córdoba 2001; 6:(2), 75-80 Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

leche a partir de lo que consumen, por lo que alcanzan un balance energético positivo más rápido y son más eficientes biológicamente hablando<sup>35</sup>.

Los animales en BEN poseen altos niveles plasmáticos de hormona de crecimiento y de ácidos grasos no esterificados, y bajos niveles de factor de crecimiento similar a la insulina (IGF 1), insulina y glucosa, por lo que al haber poca energía disponible se priorizan unas funciones fisiológicas sobre otras<sup>36</sup>. Al principio de la lactación, el BEN afecta el desarrollo folicular (por cada 1.9 Mcal de ENL que se pierda, la primera actividad luteal se retrasa un día), el crecimiento de los folículos dominantes es disfuncional ya que el ovario contiene folículos en estadios preantrales dependientes de la concentración y secreción pulsátil de LH, pero en el BEN disminuye esta secreción pulsátil a causa de bajas concentraciones de GnRH, por lo tanto los folículos no evolucionan y se atresian<sup>37</sup>. Esas bajas concentraciones de GnRH son inducidas en parte por la leptina, una hormona es secretada por el tejido adiposo que regula la ingestión y la reproducción, cuando hay altos contenidos de grasa la leptina disminuye la ingestión de alimento por la inhibición del neuropéptido Y en el hipotálamo; la leptina ayuda a regular la reproducción controlando la energía aportada a todas las funciones reproductivas, estimulando la GnRH a nivel hipotalámico y participando en el establecimiento de la pubertad. En los rumiantes la secreción de leptina se relaciona con los contenidos de IGF 1 y ya que es secretada por el tejido adiposo es una excelente indicadora del BEN<sup>38</sup>.

La reactivación del ciclo ovárico en el ganado lechero generalmente ocurre en las primeras semanas de lactación pero, aunque son bajas las necesidades energéticas para el desarrollo folicular (3 MJ de energía metabolizable al día), un impacto severo como un BEN marcado al inicio de la lactación provoca alteraciones reproductivas reduciendo la probabilidad de recuperar la actividad ovárica de forma rápida<sup>39</sup>. También, la reducción en el aporte energético en el periodo de desarrollo del oocito, ocasiona fallos en la fertilidad generando oocitos de folículos pequeños. Pero hay investigaciones que han demostrado que animales con folículos ovulatorios dentro de la primera onda folicular posparto se recuperan más fácilmente del BEN, ya que fisiológicamente la

---

<sup>35</sup> Maza L, Salgado R, Vergara O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto de vacas mestizas lecheras. Revista MVZ-córdoba 2001; 6:(2), 75-80 Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

<sup>36</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>37</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>38</sup> Ibid.

<sup>39</sup> Hill J, Andrews A. H. The Expectant Dairy Cow. Chalcombe Publications. United Kingdom. 2001.

culminación del desarrollo folicular y la ovulación se encuentran directamente relacionadas con el rápido alcance de un balance energético positivo<sup>40</sup>. Se ha indicado que la función ovárica está muy relacionada con el colesterol, en otros estudios experimentales donde se ha relacionado la ovulación con las concentraciones de colesterol se ha demostrado que animales que ovulan durante este periodo presentan concentraciones plasmáticas de colesterol mucho más altas que los animales que no ovulan, estas características son conferidas por una buena nutrición, ya que otros estudios no han reportado diferencias significativas en las concentraciones de colesterol<sup>41</sup>.

Otro problema que puede afectar la reproducción es la baja concentración de insulina en sangre, ya que esta hormona además de regular la glucemia participa en varios mecanismos fisiológicos de la reproducción estimulando la secreción de FSH, la secreción pulsátil de LH y la secreción de Progesterona por parte del cuerpo lúteo por lo que bajas concentraciones podrían reducir la secreción de Progesterona y esto al principio de la lactación conlleva a problemas reproductivos, tomando en cuenta que dicha concentración<sup>42</sup>. En condiciones normales la concentración de Progesterona disminuiría cuando las concentraciones de Prostaglandina F<sub>2α</sub> aumentan, siendo secretada por el endometrio en respuesta a la Oxitocina; cuando hay una gestación el endometrio no responde a la Oxitocina ya que una hormona secretada por el embrión, el interferón trofoblástico, inhibe los receptores para la Oxitocina a nivel del endometrio, cuando hay bajos niveles de Progesterona a causa de bajas concentraciones de insulina, los embriones que se desarrollan son de menor tamaño y por lo tanto con menor capacidad de secretar interferón trofoblástico para evitar la luteolisis y en consecuencia evitar que finalice la gestación<sup>43</sup>.

El hígado posee también un rol importante sobre los patrones reproductivos al ser el principal órgano encargado del metabolismo de las hormonas esteroideas, este efecto es exacerbado por el alto flujo sanguíneo hacia el hígado durante la lactancia (1800-2200 l/h)<sup>44</sup>. Cuando la producción de hormonas esteroideas aumenta, a causa de una alta disponibilidad energética de un ajuste nutricional para incrementar producción de leche y promover un balance energético positivo, puede haber una disminución en la eficiencia reproductiva por metabolismo exacerbado de ellas en el hígado, siendo

---

<sup>40</sup> Galvis, R. Múnera E. A, Marín A. M. Influencia del mérito genético para la producción de leche en un hato Holstein sobre el balance energético, indicadores del metabolismo energético y la reactivación ovárica posparto. Rev Col Cienc Pec 2007; 20: 455-471.

<sup>41</sup> Beam S. W, Butler W. R. Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. J Dairy Sci. 1998. 81: 121-131.

<sup>42</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]

<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>43</sup> Up data.

<sup>44</sup> Up data.



transportadas al hígado por medio de la sangre, especialmente la Progesterona y el Estrógenos, produciendo ovulaciones dobles de folículos de gran tamaño promovidos por las altas secreciones de FSH.

La insulina es la principal responsable de la disminución de la IGF 1 en el posparto, generando un aumento en la secreción de la hormona de crecimiento (bST) ya que la IGF 1 actúa como un inhibidor de la bST en el hígado. La bST no es una hormona importante en la reproducción, aunque su deficiencia puede inducir a una menor eficiencia reproductiva, por el contrario la IGF 1 si es crucial para los procesos reproductivos, donde animales con deficiencias en la secreción o en los receptores para dicha hormona tienden a producir folículos anormales y anovulatorios, se convierten en animales problema que solo cuando se les aplica grandes cantidades de hormonas Gonadotrópicas pueden llegar a ovular y muchas veces sus oocitos no son fecundados (Bach, 2001). De igual forma la selección genética puede ocasionar problemas en el ciclo ovárico y la ovulación; los animales de altas producciones tienen niveles de bST altos, esta participa en el reclutamiento de folículos mediante la estimulación de la IGF 1, bajo esta influencia la segunda y tercera onda folicular ocurren antes de tiempo dentro del ciclo estral, por lo tanto en folículo ovulatorio es más viejo al momento de ser estimulado por la LH para ovular, resultando en índices de concepción mucho más bajos<sup>45</sup>.

Para evitar entonces estos cambios hormonales se pueden implementar estrategias, se puede incrementar el nivel de insulina de igual manera que se trata la cetosis, suministrando carbohidratos que fermenten a propionato en rumen o que se degraden poco en rumen y por lo tanto aporten glucosa al intestino (directamente al duodeno), pueden ser carbohidratos no fibrosos, almidones tratados térmicamente combinados con proteína o fibra<sup>46</sup>. Una alternativa diferente es el propilenglicol, conocido también por el nombre sistemático propano-1,2-diol, es un compuesto orgánico (diol alcohol) usualmente insípido, inodoro, e incoloro líquido aceitoso claro, giroscópico y miscible con agua, acetona y cloroformo. Es utilizado en infinidad de campos en trabajos de investigación que involucran el funcionamiento fisiológico de animales tal y como es el caso del presente estudio, entre otros usos. El propilenglicol es un precursor de la gluconeogénesis a nivel hepático, lo que permite aportar energía y reducir el balance energético negativo. Sin embargo, el mecanismo que parece tener más importancia en el control de movilización de grasa está probablemente mediado por su capacidad de estimular la liberación de insulina, que tiene un efecto inhibitorio de la movilización de grasa del tejido adiposo. Este efecto se manifiesta en la reducción de los niveles de

---

<sup>45</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

<sup>46</sup> Up data.

AGNE en sangre<sup>47</sup> y la reducción de los niveles de triglicéridos en el hígado<sup>48</sup>. Sin embargo, la forma de administración del propilenglicol parece ser importante para desencadenar este efecto<sup>49</sup>. Dada la importancia de la producción hormonal para el adecuado desarrollo folicular y viceversa y apoyados en los resultados en los altiplanos norte y oriente de Antioquia (ciclos estrales irregulares), se podría plantear que una buena proporción de los problemas de infertilidad tienen su origen en una baja producción hormonal, en la lactancia temprana, condicionada por una baja disponibilidad de sustratos para su síntesis y por condiciones metabólicas adversas<sup>50</sup>.

---

<sup>47</sup> Christensen, J.O., Grummer, R.R., Rasmussen, F.E. y Betrics, S.J. Effect of Method of Delivery of Propylene Glycol on Plasma Metabolites of Feed-Restricted Cattle J.Dairy Sci 1997. 80: 563-568.

<sup>48</sup> Studer V. A., Grummer R. R., Bertics S. J., Reynolds C. K.: Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. J. Dairy Sci. 1993, 76, 2931-2939.

<sup>49</sup> Calsamiglia, S. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. XVI Curso de Especialización FEDNA, Universidad Autónoma de Barcelona. P. 45-66, 2000.

<sup>50</sup> Galvis, R, Correa, C. H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera. ¿Es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1):36-50. 2002.

## METODOLOGÍA.

**LOCALIZACION:** el trabajo se realizó en el centro agropecuario Paysandú de la Universidad Nacional, sede Medellín, ubicado a 2400 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14°C y una humedad relativa promedio de 80% en una formación ecológica de bmh-MB, según la clasificación de Holdridge.

**ANIMALES:** los animales se seleccionaron con base en los registros productivos y reproductivos, 20 vacas Holstein que estuvieran cursando entre la segunda y la sexta lactancia y que se estuvieran a 10 días de la fecha esperada del parto (Imagen 1).

Imagen 1. Animales seleccionados para el experimento, vacas Holstein puras entre la segunda y sexta lactancia, a 10 días de la fecha esperada de parto.



**PROCEDIMIENTO:** los animales se mantuvieron pastoreando praderas de kikuyo sometidas al manejo tradicional con fertilización compuesta, se suplementaron con concentrado comercial (Imagen 2 y 3) acorde con su peso y nivel de producción, y se asignaron al azar en cuatro grupos experimentales diferentes:

- Grupo control (T0): se eligieron cinco vacas que recibieron suplemento alimenticio sin inclusión de propilenglicol, dos veces al día (0 ml PG/día) en los dos ordeños durante los 10 días previos a la fecha esperada de parto y hasta los 20 días postparto.
- Grupo experimental (T1): se eligieron cinco vacas que recibieron 150 gramos de propilenglicol mezclado con el suplemento alimenticio dos

veces al día, en los dos ordeños (total día 300 ml/vaca), durante los 10 días previos a la fecha esperada de parto y hasta los 20 días posparto.

- Grupo experimental (T2): se eligieron cinco vacas que recibieron 250 gramos de propilenglicol mezclado con el suplemento alimenticio dos veces al día, en los dos ordeños (total día 500 ml/vaca), durante los 10 días previos a la fecha esperada de parto y hasta los 20 días posparto.
- Grupo experimental (T3): se eligieron cinco vacas que recibieron 350 gramos de propilenglicol mezclado con el suplemento alimenticio dos veces al día, en los dos ordeños (total día 700 ml/vaca), durante los 10 días previos a la fecha esperada de parto y hasta los 20 días posparto.

Imagen 2. Concentrado comercial utilizado para suplementar los animales, a éste se le adicionó el propilenglicol como suplemento energético y cromo para medir digestibilidad y consumo; el concentrado se empacó en bolsas individuales para facilitar el suministro.



Imagen 3. El propilenglicol líquido suministrado a los animales se mezcló manualmente con el concentrado comercial



#### VARIABLES:

- **Reactivación Ovárica:** se midió la reactivación de la actividad ovárica a cada vaca por medio de ultrasonografía los días 5, 10, 15 y 20 postparto. Para tal efecto se utilizó un ecógrafo de tiempo real y modo B (Pie Medical 240 Parus Vet), dotado con una sonda transrectal de doble frecuencia 6/8 MHz, siguiendo las recomendaciones de Pierson *et al*<sup>51</sup>. (Imagen 4). Los folículos fueron definidos como estructuras esféricas no ecogénicas (negras) con una clara demarcación entre la pared y el antro folicular. El cuerpo lúteo se definió como una estructura granulosa ecogénica con un borde bien definido y un estroma ovárico menos ecogénico. Se llevo cuenta del número de folículos mayores a dos mm, se midieron los diámetros de los folículos dominantes, de los subordinados más grandes y del cuerpo lúteo utilizando el caliper propio de la maquina. La reactivación ovárica se definió como la presencia de un folículo o un cuerpo lúteo mayor a 8mm de diámetro, ya que previamente otros autores<sup>52 53</sup> han identificado folículos de tamaño superior a 8 mm entre 7 y 10 días posparto inmediatamente antes de la emergencia de un folículo dominante. Se realizaron diagramas a mano alzada de las diferentes fases en las que se encuentren los folículos y el cuerpo lúteo en los días de la evaluación con ultrasonografía y se

<sup>51</sup> Pierson R A, Kastelic JP, Ginther OJ. Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses. *Theriogenology*. 1988; 29:3-18.

<sup>52</sup> Peter AT, Bosu WTK Influence of intrauterine infections and follicular development on the response to GnRH administration in postpartum dairy cows *Theriogenology* 1988,29 1163.1175.

<sup>53</sup> Savio JD, Boland MI, Hynes N, Roche JF Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows *J Reprod Fertl* 1990;88 569-579.

guardaron imágenes igualmente como ayuda para posteriores visualizaciones mediante el examen seriado por ultrasonido.

Imagen 4. Seguimiento ultrasonográfico del ciclo ovárico y de los diámetros de los cuernos uterinos en los animales. Este seguimiento se realizó a los 5, 10, 15 y 20 días posparto.



- **Salud Uterina:** también se realizaron exámenes ultrasonográficos del útero previamente grávido para estimar si la involución uterina posparto se estaba llevando a cabo normalmente o si presentaba alguna condición patológica, se evaluó el grosor y la ecogenicidad de la pared, así como la ecogenicidad del contenido (loquios)<sup>54 55</sup>. El cuerno del útero previamente grávido se midió transrectalmente, comparando su diámetro con el cuerno contralateral, usando el trackball de la máquina buscando un punto medio y tomando como referencia un ángulo de aproximadamente 90° para calcular su diámetro<sup>56</sup>. (Imagen 5).

---

<sup>54</sup> Guaqueta H. El ultrasonido como herramienta de diagnóstico a nivel de fincas. II Congreso Internacional de Reproducción Bovina (Memorias) 15 al 17 de septiembre de 2008. Bogotá. 27-46.

<sup>55</sup> Barlund, CS; Carruthers, CL; Waldner y Palmer, CW. 2008. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69:714-723.

<sup>56</sup> Sheldon IM, Noakes DE and Dobson H. The influence of ovarian activity and uterine involution determined by ultrasonography on subsequent reproductive performance of dairy cows. 2000 *Theriogenology* 54:409-419.

Imagen 5. Inspección y recolección de fluidos uterinos para evaluar salud uterina.



- **Parámetros Reproductivos:** a todos los animales de los cuatro grupos de estudio se les realizó un seguimiento de los parámetros reproductivos posteriores a la reactivación ovárica. Dentro de los parámetros a evaluar se tomaron: Parto - Primer Calor Observado; Parto - Primer Servicio, Número de Días entre Calores, Número de Calores, Número de Servicios, Preñez Confirmada.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO:** Se realizó una comparación de cuatro tratamientos [0 PG/día, 300 ml PG/día, 500 ml PG/día y 700 ml PG/día] usando una estructura unifactorial de los tratamientos y un esquema de aleatorización completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento [5 vacas asignadas al azar]. Realizando cuatro lecturas en el tiempo [5, 10, 15, 20 días].

Los datos cuantitativos obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS®. El modelo estadístico empleado fue el siguiente

$$Y_{IJK} = U + T_I + P_J + TP_{IJ} + E(IJK)$$

Donde:

$Y_{IJK}$  = Variable de respuesta del k-ésimo animal en el j-ésimo tratamiento dentro del i-ésimo periodo de medición.

U = Media general

$T_I$  = Efecto del I-ésimo tratamiento (1 - 4)

$P_J$  = Efecto del J-ésimo periodo de medición (1 - 4)

$TP_{IJ}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo periodo de medición.

$E_{(IJK)}$  = Error experimental

Los tratamientos experimentales estuvieron constituidos por diferentes niveles de inclusión de propilenglicol:

1. Tratamiento testigo: sin suplementación de Propilenglicol.
2. Adición de 300 ml de propilenglicol/ día en el periodo de transición (5 a 20 posparto).
3. Adición de 500 ml de propilenglicol/ día en el periodo de transición (5 a 20 posparto).
4. Adición de 700 ml de propilenglicol/ día en el periodo de transición (5 a 20 posparto).

Los tiempos de medición con respecto al parto fueron 5, 10, 15, 20 días pos parto.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Salud Uterina.

El funcionamiento uterino a menudo se ve comprometido en el ganado por contaminación bacteriana del lumen uterino después del parto; la persistencia de bacterias patógenas causan enfermedad uterina que es una causa clave de la infertilidad<sup>57</sup>. Para la salud uterina en el momento posparto contra las bacterias contaminantes la vaca moviliza alto número de células de la defensa inmune al lumen uterino, que se encuentran en los exudados uterinos posparto; entre estas células se encuentran los Polimorfonucleares (PMN).

La actividad de los PMN es un factor de gran importancia en cuanto a la defensa microbiana del útero en el periodo posparto, este concepto ha sido mostrado en muchos estudios, por ejemplo en vacas con endometritis, la capacidad funcional de los PMN uterinos se entiende que es de baja regulación y llega a ser ineficiente. Cai et al<sup>58</sup> mostraron, que los PMN sanguíneos en vacas después del parto que sufren de mastitis o metritis y muestran una menor capacidad de generar especies reactivas de oxígeno (ROS) en comparación con la población de PMN obtenidos de vacas sanas después del parto.

Una de las condiciones responsables de la reducción de la funcionalidad de los PMN puede deberse al régimen alimenticio de las vacas. Hay alguna evidencia indirecta de vacas recién paridas con incorporación de grasa en hígado, tienen alta incidencia de desordenes en el periparto incluyendo enfermedades metabólicas, reducción de la fertilidad y enfermedades infecciosas como mastitis y endometritis<sup>59 60</sup>. El riesgo de enfermedades se incrementa al mismo tiempo con la concentración de la grasa hepática<sup>61</sup>. El síndrome del hígado graso ocurre particularmente en vacas de alta producción donde la oferta de alimento en el periodo seco resulta en alta acumulación de tejido graso<sup>62 63</sup>.

---

<sup>57</sup> Sheldon I.M, Lewis G.S, LeBlanc S, Gilbert R.O. Defining postpartum uterine disease in cattle. 2006 Theriogenology 65: 1516–153

<sup>58</sup> Cai TQ, Weston PG, Lund LA, Brodie B, MC Kenna DJ, Wagner WC Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. Am J Vet Res 1994; 55 934-943.

<sup>59</sup> Kaneene JB, Miller RA, Herdt TH, Gardiner JC The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. Prev Vet Med 1997,31. 59-72.

<sup>60</sup> Morrow DA, Hillman D, Dade AW, Kitchen H. Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome. J Am Vet Med Assoc 1979,174 161-167.

<sup>61</sup> Hoeben D, Heynemann R, Burvenich C. Elevated levels of B-hydroxybutyric acid in periparturient cows and in vitro effect on respiratory burst activity of bovine neutrophils Vet Immunol Immunopathol 1997,58.165-170.

<sup>62</sup> Reid, I.M. and Roberts C.J. 1983a. Subclinical fatty liver in dairy cows – current research and future prospects. Irish Vet. J. 37:104-110.

Este movimiento de células requiere de una inversión energética grande y por lo tanto una modificación en la dieta en este periodo.

Después de realizar el correspondiente análisis de datos en el paquete estadístico SAS®, de realizar una comparación de medias y de evaluar sus efectos principales por medio de la prueba de Tukey, se obtuvieron los siguientes resultados:

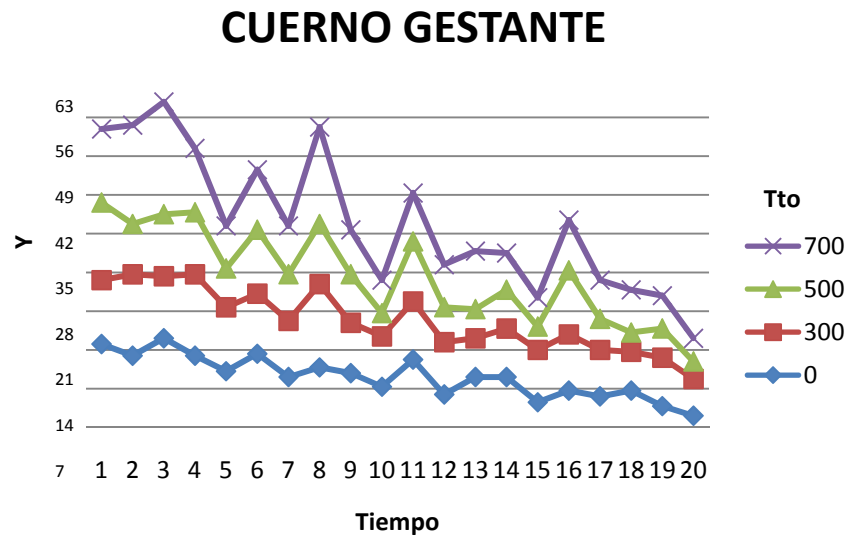
Tabla 1. Differences of Least Squares Means

Effect	TTOS	TIEMPO	_TTOS	_TIEMPO	Adj P
TIEMPO		5		10	<.0001
TIEMPO		5		15	<.0001
TIEMPO		5		20	<.0001
TIEMPO		10		15	0.0021
TIEMPO		10		20	<.0001
TIEMPO		15		20	0.0384
TTOS*TIEMPO	0	5	0	15	0.0011
TTOS*TIEMPO	0	5	0	20	<.0001
TTOS*TIEMPO	0	5	500	15	0.0146
TTOS*TIEMPO	0	5	500	20	0.0030
TTOS*TIEMPO	0	5	700	20	0.0164
TTOS*TIEMPO	0	10	0	20	0.0017
TTOS*TIEMPO	0	20	300	5	0.0081
TTOS*TIEMPO	0	20	700	5	0.0006
TTOS*TIEMPO	300	5	300	20	0.0087
TTOS*TIEMPO	300	5	500	20	0.0184
TTOS*TIEMPO	500	5	500	20	0.0059
TTOS*TIEMPO	500	15	700	5	0.0081
TTOS*TIEMPO	500	20	700	5	0.0016
TTOS*TIEMPO	700	5	700	10	0.0453
TTOS*TIEMPO	700	5	700	15	<.0001
TTOS*TIEMPO	700	5	700	20	<.0001

Demostrando así que para el cuerno gestante, el tratamiento con mejores resultados fue el de 700 ml de propilenglicol, debido a que su significancia estadística se puede observar desde el día 5, a diferencia de los otros tratamientos cuyas mayores significancias se observan a los últimos días (15-20 días posparto).

<sup>63</sup> Rukkwamsuk T, Wensing T, Geelen MJH Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the postparturient period. JDairy Sci 1998, 81:2904-2911.

Grafica 1. Efecto de los Tratamientos y el Tiempo sobre el diámetro del Cuerno Gestante.

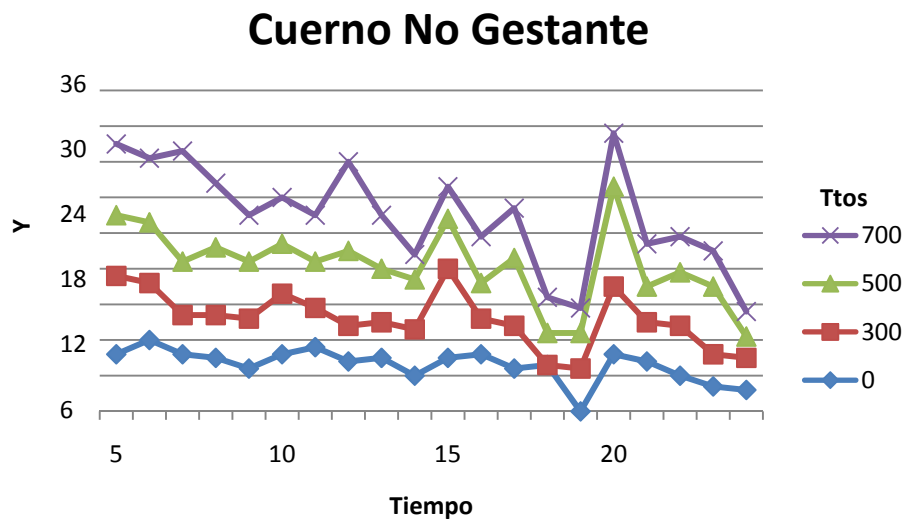


Para el cuerno no gestante, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Differences of Least Squares Means

Effect	TTOS	TIEMPO	_TTOS	_TIEMPO	Adj P
TIEMPO		5		10	0.0142
TIEMPO		5		15	0.0006
TIEMPO		5		20	0.0035
TTOS*TIEMPO	700	5	700	15	0.0084
TTOS*TIEMPO	700	5	700	20	0.0407

Grafica 2. Efecto de los Tiempos y Tratamientos sobre el diámetro del Cuerno No Gestante.



Donde se pudo observar que el tratamiento más eficiente fue, al igual que para el cuerno gestante, el de 700 ml/día. Aunque éste cuerno no hubiese atravesado modificaciones físicas tan drásticas como el gestante, se hace necesario una involución de las carúnculas, que se hipertrofian al momento del reconocimiento embrionario, para poder hacer contacto placentario con el feto. Es por eso que en el tiempo, los 700 ml fueron más eficientes en comparación a los otros tratamientos.

### Reactivación ovárica.

Dada la importancia de la producción hormonal para el adecuado desarrollo folicular y viceversa y apoyados en los resultados en los altiplanos norte y oriente de Antioquia (ciclos estrales irregulares), se podría plantear que una buena proporción de los problemas de infertilidad tienen su origen en una baja producción hormonal, en la lactancia temprana, condicionada por una baja disponibilidad de sustratos para su síntesis y por condiciones metabólicas adversas<sup>64</sup>.

Titterton<sup>65</sup>, sugiere que la acelerada pérdida de condición corporal afecta el desempeño reproductivo debido a los efectos de la excesiva tasa de

<sup>64</sup> Galvis, R, Correa, C. H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera. ¿Es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1):36-50. 2002.

<sup>65</sup> Titterton, M. 1994. The interaction between energy balance, hepatic metabolism and return to cyclicity in dairy cows in early lactation: a review and report on recent studies. In: Journal-of-the-Zimbabwe-Society-for-Animal-Production, 6: 3-14; 70 ref. Abs. In: Beast CD, 1987 - may 1999.

movilización de tejidos sobre la salud del útero y su motilidad y añade que la pérdida de condición corporal está íntimamente relacionada con el balance energético negativo y sus efectos sobre la concentración de metabolitos que influyen en el balance hormonal.

Según Anzola<sup>66</sup>, el metabolito lipídico más directamente relacionado con la función ovárica es el colesterol y afirma que esto se puede evidenciar en el efecto positivo del suplemento de grasa sobre el tamaño del folículo y la producción de progesterona. Sugiere que al usar esta suplementación se puede mejorar el funcionamiento reproductivo. La importancia de los niveles de colesterol en sangre sobre la funcionalidad ovárica aun no es clara, pues se encontró que la función ovárica se afectó con los niveles circulantes de glucosa pero no con los de colesterol. Según Lucy et al<sup>67</sup>, las concentraciones plasmáticas de insulina están directamente relacionadas con el balance energético en vacas lactantes además de que la insulina es un regulador metabólico del desarrollo folicular.

Parece ser que la movilización lipídica exagerada repercute directamente sobre la actividad ovárica, pues se ha observado que las vacas que en las dos primeras semanas posparto presentan una relación ácidos grasos libres (FFA):triglicéridos (TG) mayor a seis (> 6), tienen niveles más bajos de progesterona entre días 40 a 60 posparto, a la vez que presentan un mayor número de servicios por concepción. Estos autores concluyen que los desórdenes lipídicos alteran la producción de progesterona y los índices de fertilidad.

En las vacas lecheras la reactivación del ciclo estral ocurre durante las primeras semanas de lactación con un intervalo a la primera ovulación variable<sup>68</sup>. Estudios realizados con ultrasonografía<sup>69</sup> reportan que durante la segunda semana, los animales reinician su actividad ovárica y se desarrollan folículos dominantes ovulatorios, no ovulatorios y quistes, originando diferentes intervalos para la primera ovulación según la estructura que se desarrolle.

---

<sup>66</sup> Anzola HV. Relaciones entre la nutrición y la reproducción en ganado lechero. *Despertar Lechero*. 1993; 9: 5-17.

<sup>67</sup> Lucy, M. Staples C., Michel C.R., F.M. & Thatcher, W.W. 1991. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science*. 70: 3015-3020.

<sup>68</sup> Anzola HV. Relaciones entre la nutrición y la reproducción en ganado lechero. *Despertar Lechero*. 1993; 9: 5-17.

<sup>69</sup> Beam S. W, Butler W. R. Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J Dairy Sci*. 1998. 81: 121-131.

<sup>69</sup> Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online]  
<<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001c.apv.pdf>> [citado 10 octubre 2010].

El desarrollo y la función de estructuras ováricas (folículos y cuerpos lúteos) está principalmente bajo el control de las gonadotropinas, la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). Estas glicoproteínas se liberan de la glándula hipófisis anterior en respuesta a la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) sintetizada en el hipotálamo<sup>70</sup>.

La reactivación de la actividad reproductiva posparto en los bovinos se produce cuando se restablece el equilibrio neuro-endocrino entre el hipotálamo, la hipófisis y los ovarios. Pocos días después del parto el hipotálamo puede sintetizar y liberar GnRH en pequeños pulsos de baja frecuencia para estimular la liberación de FSH que propicia el desarrollo de ondas foliculares, pero solo después de un periodo de tiempo variable, puede liberar pulsos altos y frecuentes de GnRH para estimular la liberación de LH que propicia la maduración final del folículo y la ovulación. La liberación de LH está influenciada por varios factores, como el desequilibrio nutricional y el amamantamiento<sup>71</sup>.

La reactivación ovárica después del parto es caracterizada por el aumento en la amplitud y frecuencia de pulsos de FSH y LH liberados que producen el desarrollo de folículos en el ovario. Cuando los folículos maduran, ellos producen estradiol que puede modular la liberación hipofisiaria de FSH y después la de LH. Cuando las concentraciones umbral de estradiol son alcanzadas, hay una retroalimentación positiva al hipotálamo que resulta en una liberación de GnRH y LH<sup>72</sup>. La vida media del folículo dominante depende de la secreción pulsátil de LH, la disminución en la frecuencia de los pulsos de LH resulta en la atresia del folículo dominante<sup>73</sup>. Si la liberación de LH se produce en pulsos altos y frecuente causa la ovulación del folículo ovárico dominante y la diferenciación de las células del folículo en el cuerpo lúteo (CL).

El CL produce progesterona que es necesaria para mantener la preñez. Cuando el CL es totalmente activo, las concentraciones altas de progesterona suprimirán la liberación de gonadotropinas y así inhiben la maduración folicular presente. Si un embrión viable no emite la señal endocrina acorde para el reconocimiento del estado de preñez (interferón), el útero producirá cantidades grandes de prostaglandina (PGF<sub>2</sub>α) que causan la regresión del CL, permitiendo que comience un nuevo ciclo estral. La liberación coordinada de gonadotropinas y de los esteroides ováricos resulta en los ciclos estrales

---

<sup>70</sup> Pate, IJ. 1999. Effects of Energy Balance on Ovarian Function. Proceeding of the Tri-State Dairy Nutrition Conference April 20-21, 1999. United States.

<sup>71</sup> Henao G, Trujillo L.E. & Maldonado, J.G. 2000. Liberación de gonadotropinas hipofisiarias y factores que la afectan durante el posparto bovino. Revisión. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 13 (1): 46 – 57.

<sup>72</sup> Pate, IJ. 1999. Effects of Energy Balance on Ovarian Function. Proceeding of the Tri-State Dairy Nutrition Conference April 20-21, 1999. United States.

<sup>73</sup> Lucy, M. Savio, JD, Badinga, I, De la Sota, RL & Thatchers, WW. 1992. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle. Journal of Animal Science, 70:3615-3626.

repetidos, hasta la presencia de un embrión viable que altera la liberación de PGF2 $\alpha$  y previene la regresión del CL<sup>74</sup>.

En la parte de reactivación ovárica, se hizo un recuento del número de folículos en cada ovario, en los días de cada seguimiento ultrasonográfico. Al correr los datos en el programa estadístico se obtuvieron las siguientes respuestas.

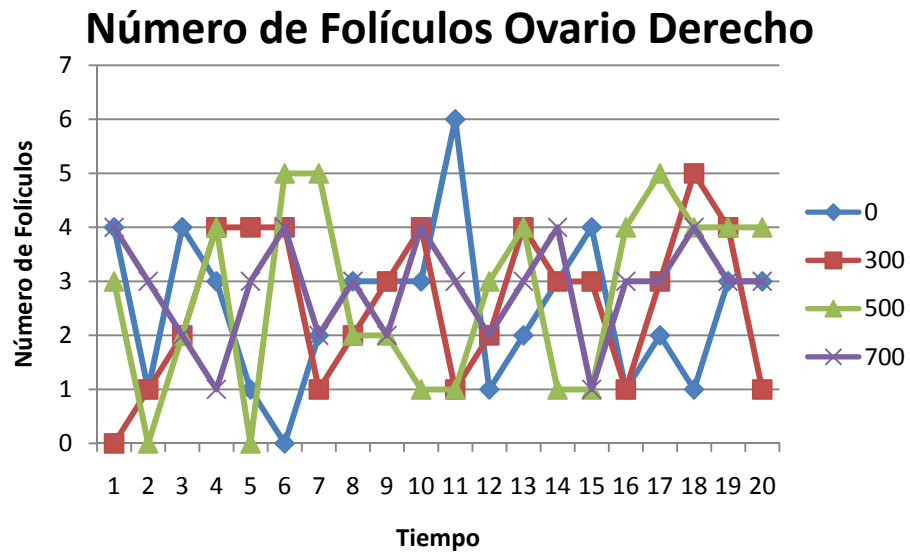
Para el ovario derecho se consiguieron éstos datos:

Tabla 3. Differences of Least Squares Means

Effect	TTOS	TIEMPO	_TTOS	_TIEMPO	Adj P
TTOS	0		700		0.8544
TIEMPO		5		10	0.7353
TIEMPO		5		15	0.9028
TIEMPO		5		20	0.3301
TIEMPO		15		20	0.7353
TTOS*TIEMPO	0	5	500	20	0.8955
TTOS*TIEMPO	0	10	500	20	0.6395
TTOS*TIEMPO	0	15	500	20	0.9985
TTOS*TIEMPO	0	20	500	20	0.4833
TTOS*TIEMPO	300	5	500	20	0.6395
TTOS*TIEMPO	300	15	500	20	0.8955
TTOS*TIEMPO	500	5	500	20	0.3397
TTOS*TIEMPO	500	15	500	20	0.4833
TTOS*TIEMPO	500	20	700	5	0.8955
TTOS*TIEMPO	500	20	700	15	0.8955

<sup>74</sup> Pate, IJ. 1999. Effects of Energy Balance on Ovarian Function. Proceeding of the Tri-State Dairy Nutrition Conference April 20-21, 1999. United Estates.

Grafica 3. Efecto del Tiempo y los Tratamientos sobre el Número de Folículos en el Ovario Derecho.



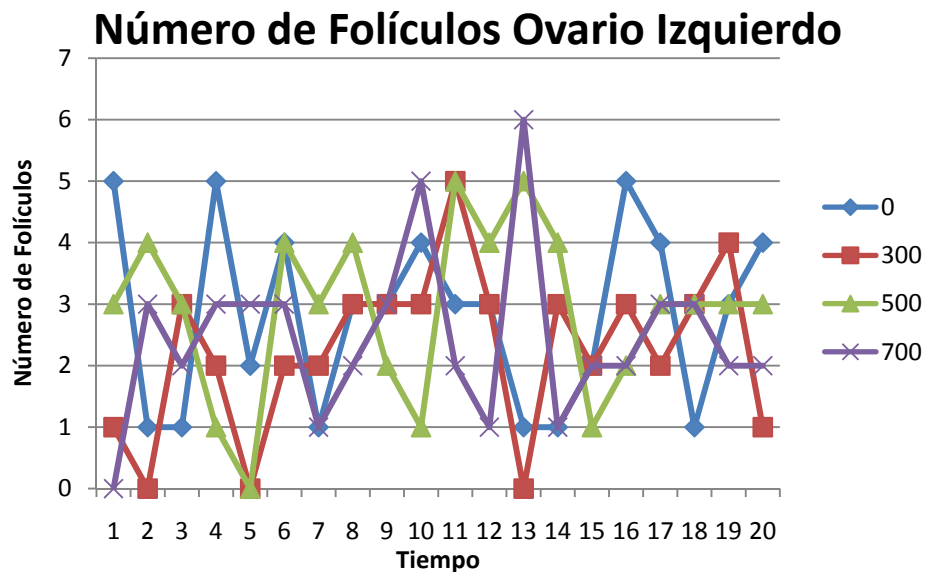
Demostrando así que ningún tratamiento tuvo en efecto significativo sobre la respuesta folicular en el ovario derecho. Si se observan los resultados del ovario izquierdo, se podrá constatar que para éste tampoco hubo una influencia significativa por parte de ninguno de los tratamientos.

Tabla 4. Differences of Least Squares Means

Effect	TTOS	TIEMPO	_TTOS	_TIEMPO	Adj P
TTOS*TIEMPO	0	10	300	5	0.7959
TTOS*TIEMPO	0	15	500	15	0.7959
TTOS*TIEMPO	0	20	300	5	0.4997
TTOS*TIEMPO	500	5	500	15	0.8242



Grafica 4. Efecto del Tiempo y los Tratamientos sobre el Número de Folículos en el Ovario Izquierdo.



Esto puede explicarse dentro de los factores fisiológicos que priorizan la recuperación física, que involucra el proceso de involución uterina, sobre la reactivación endocrina, teniendo en cuenta que los ingresos energéticos serán usados para transportar la gran cantidad de células inmunes que actuarán para evitar los trastornos reproductivos que pueden acaecer sobre el útero en el periparto.

Los modelos de crecimiento folicular y ovulación, pueden estar influenciados por la subnutrición. Wiltbank et al<sup>75</sup>, reportó que el tamaño de la mayoría de los folículos era considerablemente pequeño antes de la primera ovulación para vacas que recibían dietas por debajo del mantenimiento, comparadas con la vacas que recibieron dietas 150% por encima de los requerimientos de mantenimiento<sup>76</sup>.

Se ha concluido que la concentración circulante de hormonas esteroideas que afectan la regulación por retroalimentación de la secreción de gonadotropinas o el mantenimiento de la preñez temprana es determinada no solo por los productos del ovario, sino también, por los factores que afectan el ligamiento proteico en el plasma o las tasas de despacho metabólico Jolly et al<sup>77</sup>, las cuales pueden variar con el estado nutricional y lactacional. Añade además

<sup>75</sup> Wiltbank, NJ. Rowden, WW. Ingalls, JE & Zimmerman, DR. 1964. Influence of post-partum energy level on reproductive performance of herford cows restricted in energy intake prior to calving. *Journal of Animal Science*. 23: 1049.

<sup>76</sup> Jolly PD; Mcdougall-S; Fitzpatrick-LA; Macmillan-KL & Entwistle-KW. 1995. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility supplement*. 49: 477-492.

<sup>77</sup> Ibid.

que los efectos posibles por los cuales la subnutrición puede inhibir la reanudación del ciclo ovárico en vacas en el postparto radican predominantemente en la inhibición de la secreción de GnRH por el hipotálamo. Sin embargo se conoce muy poco acerca de las vías específicas en las cuales la información acerca del estado nutricional es convertida en señales neuroendocrinas que afectan la secreción de GnRH. Los mecanismos propuestos han sido revisados y en estos se incluyen los posibles papeles de las hormonas involucradas en el metabolismo intermediario, particularmente insulina, como también la disponibilidad de aminoácidos específicos, como tirosina y combustibles metabólicos oxidables.

### **Parámetros reproductivos.**

Luego de los 20 días posparto, se hizo un seguimiento de los animales, para mirar cómo mejoraron sus parámetros reproductivos en cuanto a días desde el parto al primer calor y los calores subsiguientes; días desde el parto al primer servicio y los servicios siguientes; número de calores y de servicios, y la confirmación de la preñez efectiva luego de algún servicio.

Para la primera respuesta se hizo un promedio por animal y en total, para observar los días que se demoraron en demostrar el primer celo y los subsiguientes, así como para la realización de los servicios. Tales resultados se muestran en la Tabla 5

Tabla 5. Promedios de Calores y Servicios después del parto.

	<b>CALORES</b>	<b>SERVICIOS</b>
1	54,2	97,3
2	0,0	0,0
3	28,5	110,0
4	66,0	66,0
5	0,0	0,0
6	50,5	101,0
7	79,7	239,0
8	39,0	78,0
9	0,0	0,0
10	35,5	93,0
11	55,0	55,0
12	43,5	87,0
13	31,3	47,0
14	0,0	0,0
15	38,0	0,0
16	63,5	63,5
17	36,8	44,2
18	44,0	22,0
19	49,3	74,0
20	58,0	58,0
<b>PROMEDIO GENERAL</b>	38,6	61,8

Tabla 6. Primer Calor y Primer Servicio posparto.

	<b>1ER CALOR POSTPARTO</b>	<b>1ER SERVICIO POSPARTO</b>
1	135	135
2	0	0
3	40	110
4	66	66
5	0	0
6	52	101
7	166	239
8	68	78
9	0	0
10	47	93
11	55	55
12	35	87
13	47	71
14	0	0
15	38	0
16	75	75
17	15	60
18	44	22
19	47	97
20	92	92
<b>PROMEDIO GENERAL</b>	51,1	69,05

También se realizó un seguimiento del número de calores y servicios por animal, presentado en la Tabla 7 y la Gráfica 5. Donde se puede evidenciar que la mayoría de los animales presentaron 3 o más celos luego del periodo experimental. De igual forma se puede evidenciar que no hubo un buen manejo de los servicios para todos los calores presentados por los animales, esto se debe a que algunos calores fueron silenciosos y otros no fueron bien observados por el encargado.

Existieron algunas complicaciones con los animales (Tabla 7), debido a que durante el periodo experimental, dos animales resultaron enfermos de anaplasmosis y uno murió. Otro problema fue que para reportar las preñeces dentro de la finca, se toman dos meses, por lo que los últimos animales en el proceso no hay sido evaluados aún y no se puede determinar entonces que tan efectivo ha sido el proceso para las preñeces (Tabla 7). Finalmente uno de los animales sufrió una enfermedad que lo llevó a la muerte resultando así en un dato menos para el análisis de parámetros reproductivos posparto.

Tabla 7. Número de Calores y Servicios por animal.

	<b>CALORES</b>	<b>SERVICIOS</b>
1	5	3
2	0	0
3	4	1
4	1	1
5	0	0
6	2	1
7	3	1
8	2	1
9	0	0
10	2	1
11	1	1
12	2	1
13	3	2
14	0	0
15	1	0
16	1	2
17	6	5
18	1	1
19	3	2
20	2	2

Grafica 5. Efecto de los Tratamientos sobre la presencia de Calores Posparto.

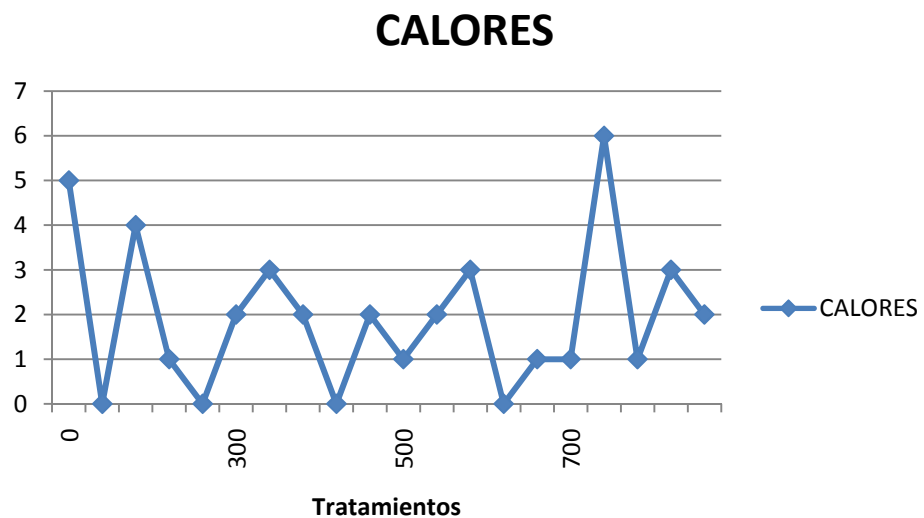


Tabla 8. Estado de preñez de los animales luego del proceso experimental (*SI: Confirmada; NO: Vacía; NC: No confirmada*) y observaciones presentadas durante el periodo posparto.

	<b>PREÑEZ</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	NC	
2	NO	
3	NC	
4	NC	
5	NO	ENFERMA
6	SI	
7	NC	
8	SI	
9	NO	MUERTA
10	NC	
11	SI	
12	SI	
13	SI	
14	NO	ENFERMA
15	NO	
16	SI	
17	NC	
18	NO	
19	NC	
20	NC	

## CONCLUSIONES.

Habiendo realizado una extensa revisión bibliográfica y habiendo analizado lo arrojado en los resultados, se pueden entonces sacar varias conclusiones:

- Los mecanismos fisiológicos de regulación homeorretica se encargan de priorizar ciertas funciones dentro del organismo, como la producción sobre la reproducción, por lo que el animal siempre destinara sus reservas energéticas y la energía obtenida del alimento hacia la producción láctea y relegará las funciones reproductivas como la reactivación endocrina.
- El mayor causante de patologías metabólicas y reproductivas en los animales son los errores en la nutrición y la elaboración de las dietas, a causa del poco conocimiento de los técnicos y los ganaderos sobre los requerimientos del animal en las diferentes etapas productivas que atraviesa.
- El BEN es un déficit energético asociado a la producción de leche, es un proceso mediante el cual en animal moviliza sus reservas lipídicas (33% de la producción en el primer mes de lactancia) para poder alcanzar su cuota productiva en la lactancia.
- Un mayor BEN causa el atraso de la primera ovulación, afecta el número y tamaño de los folículos e influye en la función luteal reduciendo su fase en el ciclo estral, además de comprometer la manifestación del estro y el curso de la gestación, a causa de una disminución en las concentraciones de Progesterona.
- Animales en BEN presentan bajos niveles de IGF-1, insulina y glucosa en sangre, comprometiendo la secreción de FSH, LH y Progesterona, generando embriones pequeños, incapaces de secretar interferón y por lo tanto incapaces de evitar la luteolisis y la interrupción de la gestación.
- La cantidad necesaria para obtener unos resultados favorables debe ser de 700ml de propilenglicol al día, preferiblemente divididos en dos raciones (de a 350 ml). Debido a que es una prioridad que el animal se recupere físicamente, antes de la reactivación endocrina. Esto es, realizar una rápida involución uterina, en un corto periodo de tiempo.

- Aplicando esta dosis del producto, se puede establecer un protocolo de suplementación desde los 10 días previos al parto, hasta los 20 días después del parto, donde se podrán observar resultados favorables desde el día 5 posparto.
- Aunque ésta cantidad de propilenglicol no sea efectiva en la reactivación ovárica, no se convierte precisamente en una desventaja del mismo, ya que al permitir una recuperación física del animal en tan solo 20 días, se podría esperar otros 5 días para que se restableciera el ciclo endocrino y así estar sirviendo los animales entre los 20-25 días posparto, reduciendo entonces la espera a solo un ciclo estral (compuesto de 21 días), comparado con los 40-42 días de involución que normalmente se esperan (dos ciclos estrales).



## BIBLIOGRAFÍA.

Anzola HV. Relaciones entre la nutrición y la reproducción en ganado lechero. *Despertar Lechero*. 1993; 9: 5-17.

Bach A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. [online] <<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/material%20ii/a%20archivos%20internet/alimentacion/2001capv.pdf>> [citado 10 octubre 2010]

Barlund, CS; Carruthers, CL; Waldner y Palmer, CW. 2008. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69:714-723.

Basoglu A, Sevinc M, OK, M., Gokcen, M. Peri and postparturient concentrations of lipid lipoprotein insulin and glucose in normal dairy cows. *Turk-Veterinerlik-ve-Hayvancilik-Dergisi*. 22 (2): 141-144; 14 ref. Abs. In: *Beast CD*, 1987 - May 1999. 1998.

Beam S. W, Butler W. R. Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J Dairy Sci*. 1998. 81: 121-131.

Cai TQ, Weston PG, Lund LA, Brodie B, MC Kenna DJ, Wagner WC Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. *Am J Vet Res* 1994; 55 934-943

Calsamiglia, S. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. XVI Curso de Especialización FEDNA, Universidad Autónoma de Barcelona. P. 45-66, 2000.

Cavestany D, Galina C. S, y Vinales C. Efecto de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. *Arch. med. vet.*, 2001, vol.33, no.2, p.217-226. ISSN 0301-732X.

Ceballos A, Gómez PM, Vélez MI, Villa NA, López LF. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Rev Col Cienc Pec* 2002; 15: 1.

Christiensen, J.O., Grummer, R.R., Rasmussen, F.E. y Betrics, S.J. Effect of Method of Delivery of Propylene Glycol on Plasma Metabolites of Feed-Restricted Cattle J.Dairy Sci 1997. 80: 563-568.

Galvis R. D, Agudelo D y Saffon A. Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 20, 2007; p.16-29.

\_\_\_\_\_, Múnera E. A, Marín A. M. Influencia del mérito genético para la producción de leche en un hato Holstein sobre el balance energético, indicadores del metabolismo energético y la reactivación ovárica posparto. Rev Col Cienc Pec 2007; 20: 455-471.

\_\_\_\_\_, Correa, C. H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera. ¿Es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(1):36-50. 2002.

\_\_\_\_\_, Correa H, Ramírez N. Proteína degradable en rumen, metabolismo del nitrógeno y precursores gluconeogénicos en vacas lactantes. Documento para optar a la categoría de profesor asociado. Departamento de producción animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional, seccional Medellín. 2008.

Gonzales, C. Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos. IV Congreso Venezolano de Zootecnia. Taller: Eficiencia Reproductiva. Maracaibo. 1985. [online] <<http://www.avpa.ula.ve/docupdfs/ivcongreso/taller/articulo5.pdf>> [citado 10 de octubre 2010]

Goff, J.P., R.L. Horst. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. J. Dairy Sci. In press. 1997.

Guaqueta H. El ultrasonido como herramienta de diagnóstico a nivel de fincas. II Congreso Internacional de Reproducción Bovina (Memorias) 15 al 17 de septiembre de 2008. Bogotá. 27-46.

Henao G, Trujillo L.E. & Maldonado, J.G. 2000. Liberación de gonadotropinas hipofisarias y factores que la afectan durante el posparto bovino. Revisión. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 13 (1): 46 – 57.

Hill J, Andrews A. H. The Expectant Dairy Cow. Chalcombe Publications. United Kingdom. 2001.

Hoeben D, Heynemann R, Burvenich C. Elevated levels of B-hydroxybutyric acid in periparturient cows and in vitro effect on respiratory burst activity of bovine neutrophils *Vet Immunol Immunopathol* 1997,58.165-170

Johnson, R. W, Arkins S, Dantzer R. y Kelley K. W.1997. Hormones, lymphohemopoietic, cytokines and the neuroimmune axis. *Comp. Biochem.Physiol.* 116A:183-201

Jolly PD; Mcdougall-S; Fitzpatrick-LA; Macmillan-KL & Entwistle-KW. 1995. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility supplement.* 49: 477-492.

Kaneene JB, Miller RA, Herdt TH, Gardiner JC The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. *Prev Vet Med* 1997,31. 59-72

Lucy, M. Staples C., Michel C.R., F.M. & Thatcher, W.W. 1991. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science.* 70: 3015-3020.

\_\_\_\_\_, Savio, JD, Badinga, I, De la Sota, RL & Thatchers, WW. 1992. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle. *Journal of Animal Science,* 70:3615-3626.

Maza L, Salgado R, Vergara O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal postparto de vacas mestizas lecheras. *Revista MVZ-córdoba* 2001; 6:(2), 75-80 Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

Moncayo. G. J. Evaluación del desempeño productivo y reproductivo de las razas Holstein, pardo suizo y sus cruces en dos fincas de honduras y una de costa rica. Tegucigalpa, 2004, 42p. Trabajo de grado (ingeniera agrónoma). Escuela agrícola panamericana- zamorano. [online] <[http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2004/t1986.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2004/t1986.pdf)> [citado 10 Octubre de 2010]

Morrow DA, Hillman D, Dade AW, Kitchen H. Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome. J Am Vet Med Assoc 1979,174 161-167

Muñoz R, Murillo A. L., Pérez J. F. y Córdova A. Parámetros reproductivos en vacas Holstein alimentadas con alfalfa alta en cumestrol. Archivos de zootecnia, 2002; 51 (195). Pp. 373-376. [online] <[http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01\\_21\\_50\\_10notamunoz.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_21_50_10notamunoz.pdf)> [citado 10 octubre 2010]

Nielsen N.I, Ingvarsen K.L. Propylene glycol for dairy cows a review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. Department of animal health and Welfare, Research Unit on production Diseases and immunology in Ruminants, Danish institute of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, P.O. Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark. Animal Feed Science and Technology 115 (2004) p.191-213.

Palacio L, Yepes J.J. El periodo de transición de la vaca. Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca. Programa de Especialización en Producción animal con énfasis en nutrición bovina. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. 2005.

Pate, IJ. 1999. Effects of Energy Balance on Ovarian Function. Proceeding of the Tri-State Dairy Nutrition Conference April 20-21, 1999. United States.

Peter AT, Bosu WTK Influence of intrauterine infections and follicular development on the response to GnRH administration in postpartum dairy cows Theriogenology 1988,29 1163-1175.

Piepenbrink, M.S. y Overton T.R. 2000. Liver metabolism and production of periparturient dairy cattle fed rumen protected choline. J. Dairy Sci 2004.83 (Suppl. 1):257.

Pierson R A, Kastelic JP, Ginther OJ. Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses. Theriogenology. 1988; 29:3-18.

Ramírez H. O. "Memorias" En: Colombia. 2009. Evento: II Seminario de Actualización en Salud Bovina- UDCA-Gobernación de Cundinamarca Ponencia: Efecto del balance energético negativo (BEN) en la eficiencia

reproductiva en vacas lecheras. [online]  
<[http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/file\\_entidades/file\\_entidades55133.pdf](http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/file_entidades/file_entidades55133.pdf)> [citado 10 octubre 2010]

Reid, I.M. and Roberts C.J. 1983a. Subclinical fatty liver in dairy cows – current research and future prospects. *Irish Vet. J.* 37:104-110

Rukkwamsuk T, Wensing T, Geelen MJH Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the postparturient period. *JDairy Sci* 1998, 81:2904-2911

Rukkwamsuk T, Kruip TAM, Meijer GAL, Wensing T. Hepatic fatty acid composition in periparturient dairy cows with fatty liver induced by intake of a high energy diet in the dry period. *J Dairy Sci* 1998 ;82: 280-287

Savlo JD, Boland MI, Hynes N, Roche JF Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows *J Reprod Fertl* 1990;88 569-579.

Sheldon IM, Noakes DE and Dobson H. The influence of ovarian activity and uterine involution determined by ultrasonography on subsequent reproductive performance of dairy cows. 2000 *Theriogenology* 54:409-419.

Sheldon I.M, Lewis G.S, LeBlanc S, Gilbert R.O. Defining postpartum uterine disease in cattle. 2006 *Theriogenology* 65: 1516–153.

Studer V. A., Grummer R. R., Bertics S. J., Reynolds C. K.: Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1993, 76, 2931-2939.

Titterton, M. 1994. The interaction between energy balance, hepatic metabolism and return to cyclicity in dairy cows in early lactation: a review and report on recent studies. In: *Journal-of-the-Zimbabwe-Society-for-Animal-Production*, 6: 3-14; 70 ref. Abs. In: *Beast CD*, 1987 - may 1999.

Valle, A. Duración de gestación, producción de leche e intervalo entre partos de vacas Holstein de distintas procedencias. En: *revista científica zootecnia tropical* [online] vol. 13(2):199-214, 1995. <[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/zootecniatropical/z1302/texto/gestacion.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/zootecniatropical/z1302/texto/gestacion.htm)> [citado 10 octubre 2010]

Wiltbank, NJ. Rowden, WW. Ingalls, JE & Zimmerman, DR. 1964. Influence of post-partum energy level on reproductive performance of herford cows restricted in energy intake prior to calving. *Journal of Animal Science*. 23: 1049.