

**RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION CON GRASA SOBREPASANTE EN
VACAS MESTIZAS EN POSPARTO EN CONDICIONES DE TROPICO**

KATHERINE GARCIA ALEGRIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ZOOTECNIA
PALMIRA
2012**

**RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION CON GRASA SOBREPASANTE EN
VACAS MESTIZAS EN POSPARTO EN CONDICIONES DE TROPICO**

KATHERINE GARCIA ALEGRIA

Trabajo de grado

Director

ROMULO CAMPOS GAONA MV, PhD.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ZOOTECNIA
PALMIRA
2012**

AGRADECIMIENTOS

- Al grupo de investigación: “Conservación, mejoramiento y utilización del ganado criollo Hartón del Valle y otros recursos genéticos animales en el suroccidente colombiano” por la financiación del experimento.
- Al Profesor Rómulo Campos G, por la dirección, asesoría y paciencia durante todo el desarrollo del experimento.
- Al profesor Leónidas Giraldo por su acompañamiento y asesoría durante la fase de trabajo de campo del experimento.
- Al administrador y al personal encargado de la ganadería en la Hacienda Campo alegre por permitir y colaborar con la realización del experimento.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	7
1. MARCO REFERENCIAL	9
1.1 PERÍODO DE TRANSICION Y BALANCE ENERGETICO NEGATIVO..	9
1.2 CAUSAS DE LA DEPRESION EN EL CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS) EN EL PERÍODO DE TRANSICION	10
1.3 LA CONDICION CORPORAL Y EL BALANCE ENERGETICO	12
1.4 REQUERIMIENTOS DE ENERGIA EN LA VACA DE PRODUCCION .	13
1.5 BALANCE ENERGETICO Y EFECTOS EN LA REPRODUCCION	15
1.6 BALANCE ENERGETICO Y SU RELACION CON EL RUMEN	16
1.7 METABOLISMO DE LOS LIPIDOS EN EL RUMEN	17
1.8 NIVEL MAXIMO DE LIPIDOS EN EL RUMEN	18
1.9 ABSORCION INTESTINAL DE LOS LIPIDOS EN RUMIANTES	19
1.10 MOVILIZACION DE LIPIDOS Y SU METABOLISMO HEPATICO	21
1.11 LIPIDOS Y SU RELACION CON LAS HORMONAS ESTEROIDEAS Y LAS PROSTAGLANDINAS	23
1.12 ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR EL BALANCE ENERGETICO NEGATIVO.....	24
1.13 GRASAS PROTEGIDAS O DE SOBREPASO.....	25
1.14 TIPOS DE GRASA SOBREPASANTE.....	26
1.15 USO DE LA GRASA SOBREPASANTE.....	28
1.16 EFECTOS DE LA GRASA SOBREPASANTE EN LA PRODUCCION..	29
1.17 EFECTOS DE LA GRASA SOBREPASANTE EN LA REPRODUCCION	30
2. MATERIALES Y METODOS	32
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
3.1 PRODUCCION Y COMPOSICIÓN DE LECHE.....	36
3.2 ANALISIS SANGUINEO: HEMATOCRITO Y LEUCOGRAMA.....	42
3.3 PESO Y CONDICION CORPORAL	47
3.4 REACTIVACION OVARICA POSPARTO.....	50

4. CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXOS.....	62

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1: Fisiología postparto (Carmo, 2008).....	10
Gráfica 2: Consumo de materia seca frente a presencia de ácidos grasos libres (Correa, 2004).....	12
Gráfica 3: Requerimientos de energía en vacas con distintos niveles de producción (Irigoyen & Rippoll, 2007)	15
Gráfica 4: Metabolismo de los lípidos en rumiantes (Wattiaux, 1999)	20
Gráfica 5: Mecanismo de la grasa sobrepasante en el sistema digestivo (BioTay, 2009)	26
Gráfica 6: Producción de leche para 3 grupos con suplementación de grasa sobrepasante	36
Gráfica 7: Porcentaje de grasa en leche para los tres grupos de suplementacion	38
Gráfica 8: Porcentaje de sólidos no grasos en leche para los tres grupos de suplementación.....	41
Gráfica 9: Porcentaje de lactosa en leche para los tres grupos de suplementación	39
Gráfica 10: Porcentaje de proteína en leche para los tres grupos de suplementación.....	39
Gráfica 11: Porcentaje de minerales para los tres grupos de suplementación	40
Gráfica 12: Concentración de eritrocitos en sangre para los tres grupos de suplementación.....	42
Gráfica 13: Porcentaje de neutrófilos en sangre para los tres grupos de suplementación.....	43
Gráfica 14: Porcentaje de linfocitos en sangre para los tres grupos de suplementación.....	44

Gráfica 15: Porcentaje de monocitos en sangre para los tres grupos de suplementación.....	45
Gráfica 16: Porcentaje de basófilos en sangre para los tres grupos de suplementación.....	46
Gráfica 17: Porcentaje de Eosinófilos en sangre para los tres grupos de suplementación.....	46
Gráfica 18: Peso corporal para los tres grupos de suplementación. El día -15 corresponde al día 15 antes del parto, el día cero al día del parto y de hay en adelante a los días posparto.....	48
Gráfica 19: Condición corporal para los tres grupos de suplementación. El día -15 corresponde al período preparto y el día 0 al parto.....	48
Gráfica 20: Porcentaje de ovulación por grupos de suplementación. La ovulación se determino por la observación de cuerpo lúteo y el reporte de un celo evidente e inseminación artificial durante el período entre muestreos.....	50
Gráfica 21: Porcentaje de preñez por grupos. El porcentaje de preñez consignado en esta grafica corresponde al % de hembras que estaban preñadas para el final del experimento.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de ácido s grasos del aceite de palma (Sangwichien et al., 2005).....	28
Tabla 2: Composición de la grasa sobrepasante (Ganasal).....	33
Tabla 3: Clasificación de los folículos por su tamaño y características (Lucy et al. 1992).....	34

INTRODUCCION

En las vacas ocurren cambios importantes a nivel metabólico y nutricional durante las tres semanas finales de gestación y las tres semanas siguientes al parto, este marco de tiempo es conocido como período de transición y presenta mayor relevancia en ganado de producción de leche por ser un intervalo de tiempo donde se presentan diversos procesos de adaptación del organismo a una crítica situación productiva (Calsamiglia, 2001). La forma en que se producen y se manejan esos cambios es de gran importancia ya que se encuentra estrechamente relacionada con el rendimiento de la lactancia, la aparición de enfermedades metabólicas y la función reproductiva postparto, todo lo cual repercutirá en el ciclo productivo de la vaca en lactancia (Block, 2010).

El período de transición se caracteriza por una disminución en el consumo de alimento, lo cual genera un desbalance entre los requerimientos nutricionales y los nutrientes consumidos llevando al animal a un balance energético negativo (BEN) en el inicio de la lactancia (Fernández, 2009). En este período, las vacas presentan una alta demanda energética y no es posible cubrirla con la alimentación, por esta razón se ven obligadas a movilizar sus reservas corporales de grasa para mantener la producción de leche lo cual se refleja en una disminución notable de su condición corporal (Santos, 2009)

La pérdida de condición corporal se asocia con alteraciones en los perfiles de metabolitos y hormonas en la sangre; lo cual a su vez se refleja negativamente en la fertilidad de las vacas, al presentarse un mayor balance energético negativo, será mayor el intervalo de tiempo para la primera ovulación postparto, adicionalmente se puede ver afectada la calidad de los ovocitos disminuyendo la tasa de preñez (Knop & Cernescu, 2009).

La ingesta de energía parece ser un factor determinante en el desempeño reproductivo, al mejorar la situación energética global de la hembra, se estará reactivando la función ovárica, además de que un mayor consumo de grasa tiene efectos directos sobre la estructura ovárica (El-Shahat & Abo-El maaty , 2010).

Las grasas son una importante fuente de energía, pero pueden interferir con la fermentación ruminal, el aprovechamiento de la fibra y deprimen la producción de grasa láctea, por este motivo se hace necesaria la utilización de grasas de sobrepaso, las cuales son elaboradas principalmente a partir de aceites vegetales, sometiéndolos a procesos que dan como resultado ácidos grasos libres parcialmente hidrogenados o sales cálcicas de ácidos grasos libres; este tipo de grasas elaboradas son inertes o insolubles en el rumen, lo cual permite que se incorporen en la dieta sin interferir con el metabolismo bacteriano (González & Bas, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la adición de grasa sobrepasante sobre parámetros productivos y reproductivos entre los que se encuentran producción y composición de leche, condición corporal, respuesta inmunológica y reactivación ovárica en vacas de producción de leche.

1. MARCO REFERENCIAL

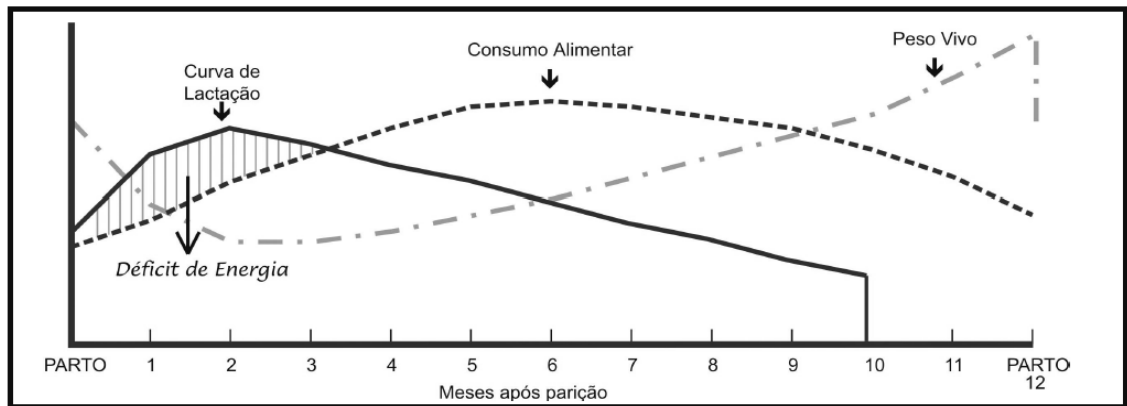
1.1 PERÍODO DE TRANSICION Y BALANCE ENERGETICO NEGATIVO

El continuo mejoramiento genético buscando mayor producción de leche se ha relacionado con la disminución en la fertilidad, lo cual se explica por el incremento en los requerimientos nutricionales del animal y la deficiencia en las condiciones de manejo y alimentación para suplir estas necesidades, llevando a una exagerada movilización de reservas del tejido adiposo, cambios en la concentración de metabolitos y hormonas del metabolismo intermediario que interactúan con el eje hipotálamo-hipófisis-ovarios, causando un retraso en la reactivación fisiológica de la reproducción (Galvis et al., 2005).

Se considera que el período donde ocurren mayores cambios a nivel metabólico, endocrino y nutricional en la vaca está comprendido entre las tres semanas antes y tres semanas después del parto, este intervalo de tiempo se denomina período de transición (Block, 2010). Durante este período el animal debe adaptarse a las nuevas condiciones que le generan el pasar de un estado de preñez sin producción de leche a un estado de no preñez con elevada producción de leche, si el animal no se llega a adaptar rápidamente a esos cambios se corre el riesgo de que se presenten alteraciones productivas y patológicas (Fernández, 2009) que van a repercutir en el futuro reproductivo, productivo, metabólico y sanitario del animal (Correa, 2004).

Al acercarse la lactancia se incrementan los requerimientos energéticos del animal hasta en un 23% para el último mes de gestación, paralelo a este suceso, el consumo de alimento se disminuye hasta en un 30%, lo cual ocasiona un desbalance entre los nutrientes requeridos y consumidos llevando a la vaca a un

balance energético negativo, el cual comienza desde un mes antes del parto y puede llegar hasta la séptima semana después del parto (Harrison, 1990 citado por Ceballos et al., 2002).



Gráfica 1: Fisiología postparto (Tomado de Carmo, 2008)

Cuando la energía necesaria para producción de leche y mantenimiento de las funciones de los tejidos del cuerpo es menor que la energía ingerida, se presenta una movilización de los depósitos de grasa y el músculo esquelético con el fin de proporcionarle nutrientes a la glándula mamaria y que esta obtenga los sustratos necesarios para la síntesis de leche (Reist, 2003).

1.2 CAUSAS DE LA DEPRESION EN EL CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS) EN EL PERÍODO DE TRANSICION

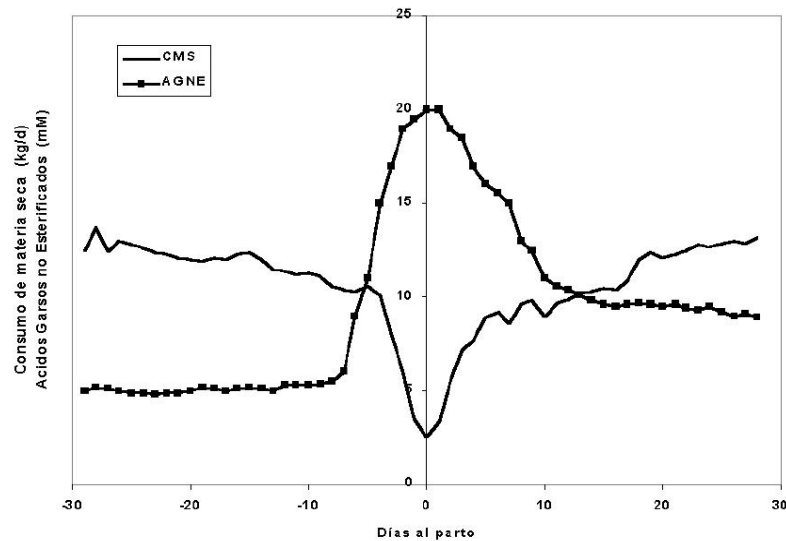
La reducción en el consumo de materia seca (CMS) se ha atribuido al rápido crecimiento del feto al final de la gestación ocupando un gran espacio abdominal y reduciendo el espacio del rumen (Fenwick, 2008), sin embargo, la curva de crecimiento del feto y la del CMS no son consistentes, siendo más rápido el aumento en el tamaño del feto que la reducción en el CMS, lo cual indica que

otros factores diferentes a los físicos incluyendo en este un mayor consumo hídrico, y otros fisiológicos como efecto endocrino, efecto termogénico inducido por la progesterona, también pueden intervenir en el comportamiento alimenticio de la vaca (Correa, 2004). Durante el período de transición se presentan una serie de cambios hormonales que contribuyen a la reducción en el consumo de materia seca, al acercarse el momento del parto se presenta un aumento en la concentración de somatotropina hasta el inicio de la lactancia; la progesterona que durante el período de gestación es alta, cae rápidamente para el parto, presentándose una elevación transitoria de estrógenos y glucocorticoides en el parto (Grummer 1995, citado por Block, 2010), la insulina en plasma disminuye continuamente mientras se incrementa la concentración de la hormona de crecimiento, desacoplando el eje que presentan entre ellas en el hígado con el fin de favorecer la lipólisis y la gluconeogénesis cuando la vaca se encuentra en BEN (Fenwick, 2008), así mismo, la prolactina se incrementa en el momento del parto para volver a sus niveles normales después de él, la concentración plasmática de tiroxina (T4) y triyodotironina (T3) aumentan a medida que avanza la gestación, disminuye al momento del parto y se incrementa de nuevo al inicio de la lactancia, mientras que la prolactina incrementa en el momento del parto para volver a sus niveles normales después de él (Correa, 2004).

Actualmente se habla de la leptina, una hormona peptídica secretada principalmente por el tejido adiposo como un causante más de la depresión en el CMS, esta hormona regula la ingesta de alimento, el gasto energético y funciones reproductivas e inmunes (Chebel & Santos, 2011); la leptina comienza a disminuir 2 semanas antes del parto y alcanza su menor concentración en la lactancia temprana para así contribuir con la adaptación de la vaca al período de déficit de energía (Ingvarsen & Boisclair, 2001).

El animal después del parto aumenta lentamente el consumo de materia seca ya que ha movilizó tejido adiposo y debe terminar de remover esos lípidos, el incremento de ácidos grasos libres implica una reacción del hígado captándolos

rápidamente para someterlos a una oxidación mitocondrial que incrementa el potencial de membrana, dando como resultado la reducción de la frecuencia de señales de hambre en los nervios vágales eferentes que van hacia el hipotálamo, lo cual hace que el cerebro coloque al animal en un estado posprandial y se reduce el consumo de alimento como se observa en la figura 1 (Correa, 2002).



Gráfica 2: Consumo de materia seca frente a presencia de ácidos grasos libres (Tomado de Correa, 2004)

1.3 LA CONDICION CORPORAL Y EL BALANCE ENERGETICO

La puntuación de condición corporal (CC) es un método fácil y económico, aunque subjetivo que permite por medio de la observación evaluar las reservas de tejido corporal en las vacas, sin tener en cuenta el peso o tamaño, la evaluación de la condición corporal consiste en la observación de las apófisis óseas en la parte posterior del animal (cintura pélvica) apreciando el grado de cubrición con tejido adiposo, para ubicar al animal en una escala de 1 a 5, donde 1 es demacrado y 5 es obesa (Sakaguchi, 2009), para la evaluación visual de CC se tiene en cuenta zonas anatómicas del área pélvica y lumbar, las costillas, el

ligamento sacro, el hueso de la cadera, los ligamentos de la fosa y los isquiones (Grigera et al., 2005). A partir de la condición corporal se pueden deducir las fluctuaciones del balance de energía en el animal, las cuales son más severas en los períodos de lactancia y parto temprano, relacionándose con la aparición de enfermedades posparto y el rendimiento reproductivo (Kim & Suh, 2003).

La evaluación de CC permite estimar la cantidad de energía metabólica que se almacena como grasa subcutánea y que se pierde en el periodo de transición en respuesta a los cambios producidos, a pesar de que no se ha establecido con certeza la cantidad máxima de grasa que el animal puede perder sin afectar sus funciones vitales si se ha establecido que la pérdida excesiva genera limitaciones en los procesos metabólicos (Montiel & Ahuja, 2005).

Después del parto las vacas utilizan las reservas para producción de leche, disminuyendo significativamente su condición corporal, y llevando a un retraso en la reactivación ovárica posparto, ya que para la vaca es más importante la producción de leche que la presencia de ciclos estrales (Montiel & Ahuja, 2005). Según Gatiús et al. (2003) animales con CC buena (mayor a 3.5) o media (2.5 a 3.5) al parto, presentan una mayor tasa de preñez a la primera inseminación artificial, en comparación con animales de baja CC (menor a 2.5) los cuales tienden a presentar un mayor intervalo parto-concepción posiblemente debido a prolongados intervalos anovulatorios.

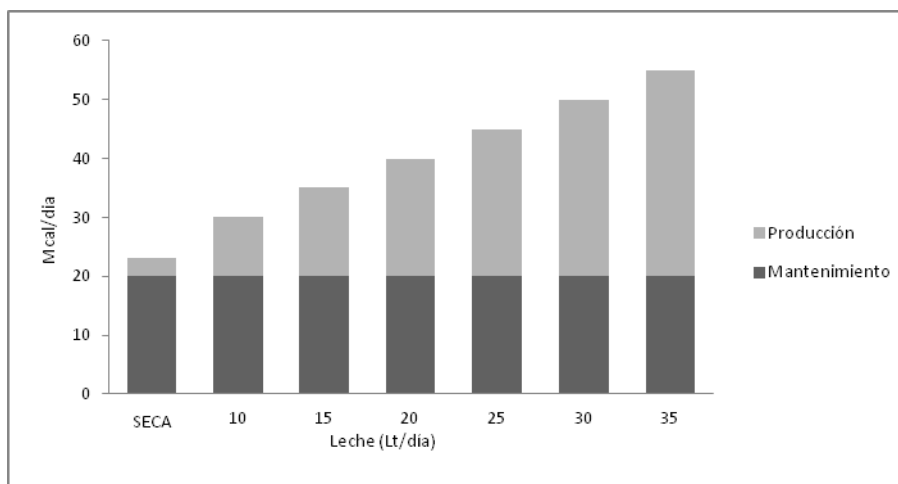
1.4 REQUERIMIENTOS DE ENERGIA EN LA VACA DE PRODUCCION

La energía es catalogada como el combustible que los animales necesitan para suplir sus necesidades de mantenimiento y producción, el déficit energético se manifiesta en disfunciones del metabolismo, reducción en la producción de leche, alteración de los componentes de la leche, pérdida de peso y disminución en el comportamiento reproductivo, en casos extremos llevando al animal a la muerte

(Irigoyen & Rippoll, 2007). Cuando se estiman los requerimientos de energía en las vacas se deben tener en cuenta las pérdidas que se dan en la orina, en heces, en gases de fermentación y calor durante el proceso de digestión y metabolismo para así obtener la energía metabolizable que es la que utiliza realmente el animal (Jouany, 2006).

Según Jouany (2006) se han obtenido datos en cámaras respiratorias que se han validado en pruebas de alimentación indicando requerimientos de energía para vacas de producción de leche en período de transición de 490 kJ de energía metabolizable para mantenimiento y 293 kJ por Kg de $PV^{0,75}$ de energía neta para lactación.

Se le llama energía de mantenimiento a la energía que consume el animal en sus necesidades vitales como son respirar, bombear sangre, digerir alimento, moverse y mantener la temperatura corporal, este requerimiento de energía es dependiente del peso; en cambio la energía necesaria para producción de leche es dependiente del nivel productivo del animal y por esta razón vacas de alto rendimiento o que estén en el pico de producción tienen mayores exigencias energéticas que vacas de menor producción o que estén en el final de lactancia, así tengan el mismo peso corporal (Irigoyen & Rippoll, 2007).



Gráfica 3: Requerimientos de energía en vacas con distintos niveles de producción (Tomado y editado de Irigoyen & Rippoll, 2007)

1.5 BALANCE ENERGETICO Y EFECTOS EN LA REPRODUCCION

El ideal establecido para el intervalo parto-parto es de 12 a 13 meses y para que este supuesto se cumpla la vaca debe quedar preñada en los tres meses siguientes al parto, es decir que la reanudación de la actividad ovárica debe darse lo más pronto posible después del parto (Guatam et al., 2010).

La síntesis y secreción de hormonas, la ovulación de un folículo y el sostenimiento de un embrión en desarrollo presentan costos energéticos mínimos en comparación con los costos de la lactancia, sin embargo, las señales endocrinas y metabólicas involucradas en el balance energético negativo afectan la reanudación de los ciclos ovulatorios, la calidad de los ovocitos, del embrión y el establecimiento y mantenimiento de la preñez, disminuyendo la eficiencia reproductiva en los hatos lecheros (Santos, 2009).

La vaca en BEN esta en alto riesgo de presentar anestro anovulatorio debido a que a pesar de que se desarrolla un folículo dominante este no ovula; los aumentos recurrentes de FSH cada 7 a 10 días después del parto permiten la

aparición de ondas foliculares que dan desarrollo al folículo dominante, aunque este no produce la concentración suficiente de estradiol para inducir un aumento en la GnRH, lo cual lleva a la disminución en la frecuencia de pulsos de LH, evitando que se presente la ovulación (Roche et al., 2000). La disminución de GnRH durante el BEN también está mediada por la leptina, hormona que participa además, en la regulación de la reproducción modulando los aportes de energía dirigidos a las funciones reproductivas, y que está altamente correlacionada con la concentración de IGF-I, el cual es un conocido indicador del balance energético del animal (Ingvartsen & Boisclair, 2001).

Otro factor que afecta el proceso reproductivo debido al BEN es la reducción en la concentración de progesterona en el posparto temprano, siendo esta hormona necesaria en ese momento para la regulación de los cambios en el ambiente uterino haciéndolo propicio para el crecimiento y desarrollo del embrión (Roche et al., 2000).

1.6 BALANCE ENERGETICO Y SU RELACION CON EL RUMEN

El rumen alberga una población microbiana diversa, encargada de alrededor del 70% de la totalidad de la digestión en los rumiantes, por medio de la hidrólisis y posterior fermentación convierten los polímeros orgánicos suministrados en la dieta en ácidos grasos volátiles (AGV) que son absorbidos como fuente de energía (Jouany, 2006).

La reducción en la capacidad de ingesta de materia seca sumada al déficit de energía que presenta la vaca en el período de transición ha llevado a que se realicen ajustes en su alimentación, aumentando la densidad de los nutrientes en la ración para cubrir sus requerimientos; pasando así de dietas basadas en forrajes a dietas con alto contenido de grano (rico en almidones) que generan gran cantidad de AGV, ácido láctico y gases, alterando el medio ambiente microbiano y

por lo tanto todo el ecosistema ruminal (Plaizier et al., 2009), cuando la acumulación de estos ácidos orgánicos excede la capacidad de los compuestos buffer en el rumen para su amortiguación el pH cae considerablemente produciéndose una acidosis ruminal (Jouany, 2006).

La mayor producción de AGV con raciones concentradas en la dieta se da porque los granos son mas digeribles que el forraje y el tamaño de partícula es menor, reduciendo el tiempo dedicado a la masticación y consecuentemente disminuyendo la producción de saliva, la cual contiene buffers inorgánicos como el bicarbonato de sodio que contribuye a la neutralización de los ácidos orgánicos producidos durante la fermentación en el rumen (Plaizier et al., 2009).

La acidosis ruminal se considera una enfermedad de la producción que se da en forma aguda y subaguda, afectando el consumo de alimento, la producción de leche, la microflora ruminal, la digestión en el rumen, causando diarrea, daño en la mucosa del rumen (rumenitis), laminitis y abscesos en el hígado, en casos extremos llevando al animal a un estado de letargo y postración que termina en la muerte (Plaizier et al., 2009).

1.7 METABOLISMO DE LOS LIPIDOS EN EL RUMEN

La microflora ruminal metaboliza los triglicéridos y fosfolípidos que contienen ácidos grasos insaturados como lo son el ácido linoleico presente en las semillas y productos obtenidos a partir de estas, y el ácido linolénico predominante en los forrajes (Williams & Stanko, 2000). La digestión de las grasas a nivel ruminal inicia con el proceso de hidrólisis realizado por las lipasas, galactosidasas y fosfolipasas bacterianas, de donde se obtiene la liberación de los ácidos grasos y el glicerol, sumados a alcoholes aminados derivados de los fosfolípidos y galactosa de los galactolípidos (Relling & Mattioli, 2003). Una alta proporción de ácidos grasos son parcial o totalmente biohidrogenados, mientras el glicerol y los otros derivados de

la hidrólisis de las grasas se fermentan para ser convertidos en ácidos grasos volátiles que se absorben por la pared ruminal (Williams & Stanko, 2000).

La biohidrogenación es el proceso mediante el cual un ácido graso resulta saturado porque un enlace doble es remplazado por dos átomos de hidrogeno, afecta entre el 70 y 90% de los ácidos grasos, quedando un remanente que pasa a ser una fuente de ácidos grasos esenciales e insaturados para el animal al ser absorbidos en el intestino (Relling & Mattioli, 2003). En este proceso se cambia la configuración del ácido graso que en los vegetales se encuentra en posición cis y los microorganismos del rumen la pasan a posición trans, además de que pueden cambiar la longitud de la cadena de carbonos y la posición de los dobles enlaces (Van Lier & Regueiro, 2008).

Los microorganismos no poseen la habilidad de almacenar lípidos y por lo tanto sintetizan una amplia gama de ácidos grasos de cadena impar y de cadena ramificada para la formación de sus membranas plasmáticas, utilizando como sustrato los ácidos grasos de cadena par, impar y ramificada que toman del rumen (Van Lier & Regueiro, 2008). Después de la muerte bacteriana se genera un reciclaje de estos ácidos grasos representando un factor de crecimiento para otros microorganismos, o también pueden ser absorbidos por el intestino e incluso contribuir a las características organolépticas de la leche (Relling & Mattioli, 2003).

1.8 NIVEL MAXIMO DE LIPIDOS EN EL RUMEN

En la ración de vacas lecheras los lípidos son importantes al ser la fuente más concentrada de energía en los alimentos y al contribuir a la formación de la grasa de la leche (Wattiaux, 1999), sin embargo, existen una serie de limitaciones para su utilización en la dieta, ya que dosis muy elevadas de lípidos interfieren en la digestión de otros nutrientes (Fernández, 2009).

Excesos de lípidos en la dieta promueven la formación de una película de grasa que impermeabiliza la superficie de la fibra impidiendo el ataque enzimático bacteriano sobre ella, así mismo se disminuye la actividad microbiana por la impregnación de la grasa a la membrana bacteriana, además, algunos ácidos grasos pueden generar efectos tóxicos sobre ciertos microorganismos, en especial las bacterias celulolíticas, tendiendo a modificarse la población microbiana del rumen, todo esto conlleva a un cambio en las proporciones de los AGV reduciendo la disponibilidad de acetato (uno de los precursores de los ácidos grasos de cadena corta en la grasa láctea) para la glándula mamaria, lo cual conlleva a la disminución de la grasa presente en la leche (González & Bas, 2001).

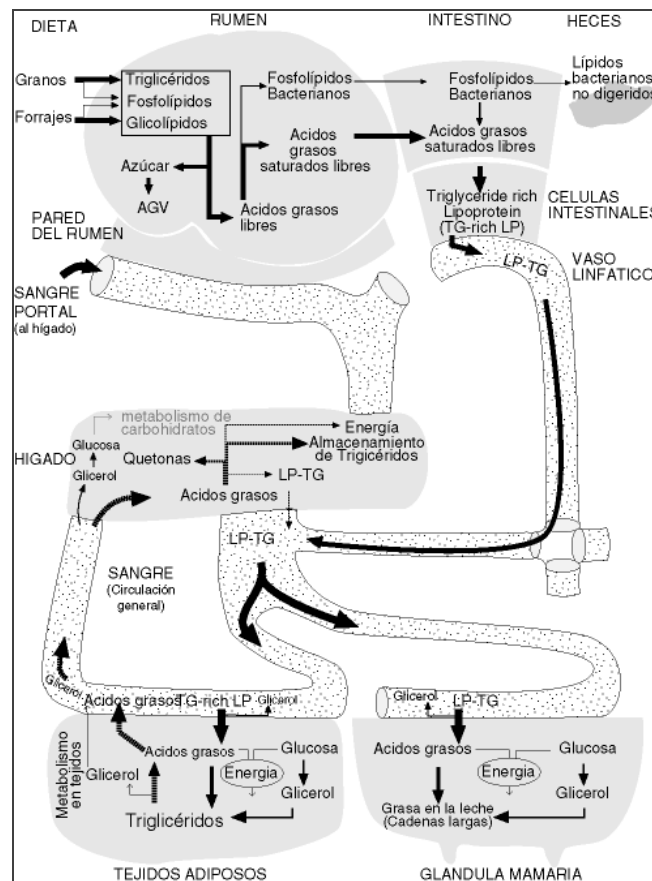
Los ácidos grasos saturados en el rumen también tienden a formar jabones insolubles con el Ca y el Mg, provocando deficiencia de estos minerales, además pueden provocar la disminución en la producción de leche y en su contenido de proteína (Wattiaux, 1999).

El nivel de lípidos en la dieta no debe exceder los 0,45 Kg/día, adicionando los lípidos presentes en la alimentación rutinaria de los animales (forrajes), esta cantidad representa un 6 a 8% de lípidos en la dieta sin presentar efectos adversos, siendo el nivel óptimo de utilización de lípidos el 5% (Wattiaux, 1999).

1.9 ABSORCIÓN INTESTINAL DE LOS LÍPIDOS EN RUMIANTES

Los productos finales de la degradación de lípidos en el rumen (AGV, amoníaco) son absorbidos directamente por la pared ruminal (Williams & Stanko, 2000). El 85 al 90% de lípidos que salen del rumen son ácidos grasos saturados que se ligan a microorganismos y a partículas de alimento, siendo los principales el palmítico y el esteárico, del 10 al 15% restantes corresponde a los fosfolípidos microbianos que salen formando parte de la pared celular de los microorganismos para ser digeridos y absorbidos en el intestino delgado (Van Lier & Regueiro, 2008).

A nivel intestinal las secreciones provenientes del hígado (bilis) y del páncreas (ricas en enzimas y bicarbonato) son esenciales, dado que al combinarse con el contenido del intestino delgado participan en la preparación de los lípidos para su absorción, formándose partículas mezclables con agua que pueden entrar a las células intestinales, donde los ácidos grasos son ligados a un glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para la conformación de los triglicéridos (Wattiaux, 1999). Los triglicéridos juntos con otros componentes (colesterol, ácidos grasos libres y sustancias relacionadas con lípidos) son cubiertos con proteínas formando las lipoproteínas de baja densidad, también llamadas proteínas ricas en triglicéridos, las cuales entran en los vasos linfáticos, pasan al canal torácico y llegan a la sangre para ser utilizadas por todos los tejidos del cuerpo (Wattiaux, 1999).



Gráfica 4: Metabolismo de los lípidos en rumiantes (Tomado de Wattiaux, 1999)

1.10 MOVILIZACION DE LIPIDOS Y SU METABOLISMO HEPATICO

La movilización de los depósitos de grasa se da como una adaptación fisiológica para asegurar la sobrevivencia durante períodos de escasez de nutrientes, siendo el caso del período de transición en las vacas de producción de leche, donde el alimento suministrado no satisface las necesidades del animal (Contreras & Sordillo, 2011).

La movilización de grasa corporal se da a través del proceso de lipólisis, donde los triglicéridos son hidrolizados hasta ácidos grasos libres (AGL) y glicerol (Duque et al., 2011). La mayoría de los AGL (también llamados ácidos grasos no esterificados: AGNE) llegan al espacio extracelular y se unen a la albúmina sérica para ser transportados al hígado, mientras que una pequeña parte se transporta en forma de monómeros no consolidados en solución acuosa (Contreras & Sordillo, 2011; Duque et al., 2011).

Los AGNE no pueden ser almacenados directamente en los hepatocitos, estos deben incorporarse a una de las cuatro rutas para su utilización en el hígado: secreción en la bilis, oxidación completa (hasta dióxido de carbono), oxidación incompleta (hasta acetato y cuerpos cetónicos) y síntesis de triglicéridos para ser almacenados en los hepatocitos o secretados como lipoproteínas (Martínez et al., 2010).

El proceso de oxidación de los ácidos grasos de 14 o más carbonos inicia con la intervención de la enzima acil-CoA sintetasa encargada de la activación de los mismos, después son transportados al interior de las mitocondrias por la enzima carnitina aciltransferasa; mientras que los ácidos grasos con menos de 14 carbonos ingresan a las mitocondrias directamente para ser activados in situ (Drackley, 2000 citado por Martínez et al., 2010). Los peroxisomas también son una vía para la conversión de ácidos grasos en Acetil-CoA por medio de la beta-oxidación (Relling & Mattioli, 2003). El acetil-CoA obtenido puede incorporarse al

ciclo de krebs para su oxidación completa convirtiéndose en una fuente de energía en forma de ATP, o presentar una oxidación incompleta entrando al proceso metabólico de cetogénesis (Duque et al., 2011). Para que el Acetil-CoA se integre al ciclo de krebs es necesario que se una con el ácido oxalácetico, el cual puede agotarse debido a la falta de precursores glucogénicos (propionato, acetato, glicerol o aminoácidos) o por la alta demanda de glucosa para la síntesis de leche, produciéndose en su ausencia acetona, acetoacetato y beta-hidroxibutirato conocidos como cuerpos cetónicos (Duque et al., 2011).

La acumulación de cuerpos cetónicos produce un trastorno metabólico llamado cetosis, la cual se presenta en forma clínica y subclínica, siendo mayor la incidencia de la forma subclínica y apareciendo comúnmente entre la segunda a séptima semana después al parto (Ingvarsen, 2006). La forma subclínica se caracteriza por disminución en la producción de leche, aumento en el intervalo parto-primer servicio, aumenta el riesgo de aparición de enfermedades del periparto como: desplazamiento de abomaso, mastitis, metritis, retención placentaria, cetosis clínica y además, desarrollo de quistes ováricos, mientras que la forma clínica se caracteriza por la pérdida del apetito reflejada en la disminución en el consumo de alimentos concentrados, pérdida de peso, inactividad ruminal determinada por estreñimiento del animal, pelaje opaco, ojos llorosos permanentemente y aliento característico a cetonas (Nowroozi et al., 2011).

Los AGNE que llegan al hígado y no son sometidos a oxidación completa o incompleta pueden ser destinados a la formación de triglicéridos, los cuales se dividen en dos rutas, una parte de ellos es exportada fuera de la célula en forma de lipoproteínas de baja densidad, y la otra parte se almacena en el citosol en forma de gotas de grasa (Contreras & Sordillo, 2011). Cuando el aporte de AGNE al hígado se vuelve excesivo, se corre el riesgo de que éste acumule altas cantidades de grasa, presentándose un desorden metabólico llamado Hígado Graso (Ingvarsen, 2006). Esta enfermedad puede presentarse de forma clínica y subclínica, e involucra síntomas como depresión del apetito, pérdida de peso,

debilidad, reducción de la motilidad del rumen y del rendimiento en leche, y así mismo predispone al animal a otras enfermedades como retención de placenta, infección uterina, fiebre de leche, desplazamiento de abomaso y mastitis (Ingvarsen, 2006).

1.11 LIPIDOS Y SU RELACION CON LAS HORMONAS ESTEROIDEAS Y LAS PROSTAGLANDINAS

La cantidad de lípidos consumidos en la dieta está relacionada con la modificación plasmática de metabolitos lipídicos, con el incremento en la secreción de esteroides ováricos y otras hormonas involucradas de manera indirecta en los procesos reproductivos de las vacas (Salas et al., 2011).

Salas et al. (2011) plantea que el aumento en los lípidos de la dieta está relacionado con la mayor concentración de colesterol en el suero sanguíneo y de colesterol y lipoproteínas de alta densidad en el líquido folicular. El colesterol es el precursor de la síntesis de estradiol (promueve el comportamiento sexual) y progesterona (prepara el útero para la implantación del embrión y su mantenimiento dentro del mismo) y por lo tanto su concentración sanguínea puede modificar negativa o positivamente la dinámica folicular y acelerar o retardar la actividad lútea en el posparto temprano (Marín, 2007). El colesterol puede absorberse desde el intestino o sintetizarse por la mayoría de tejidos a partir del acetato y gran parte se une a lipoproteínas para ser transportado en plasma o linfa y las células lúteas utilizan esas lipoproteínas de alta y baja densidad con fuente de colesterol para la producción de progesterona (Marín, 2007).

Los ácidos grasos son precursores en la síntesis o inhibición de prostaglandinas, el desarrollo de cada uno de estos dos procesos es dependiente de la cantidad de ácidos grasos específicos que lleguen al tejido del endometrio (Portillo, 2001). Los ácidos grasos poliinsaturados son necesarios en el animal para controlar la

secreción o inhibición de prostaglandinas favoreciendo el estado fisiológico en el que se encuentre el animal, por ejemplo el ácido araquidónico favorece la síntesis y secreción de prostaglandinas para la regresión del cuerpo lúteo y que el animal vuelva a iniciar el ciclo estral, mientras que el ácido linoleico favorece su inhibición cuidando la preñez del animal (Portillo, 2001).

1.12 ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR EL BALANCE ENERGETICO NEGATIVO

En los actuales sistemas de producción, con vacas especializadas en producción de leche y por consiguiente con altas necesidades de aporte energético extra en la dieta, se presenta el reto de mejorar el desempeño reproductivo de los animales, basándose en la comprensión de los procesos bioquímicos y fisiológicos que acompañan la etapa reproductiva posparto y el inicio de la lactancia (Thatcher et al., 2006). Además de aumentar la eficiencia reproductiva de las vacas, también se presenta el desafío de reducir la aparición de enfermedades asociadas a la producción, las cuales disminuyen el rendimiento productivo del animal y aumentan los costos asociados a tratamientos y animales de reemplazo (Ingvartsen, 2006).

Para disminuir los problemas ocasionados a partir del desbalance energético del animal se deben integrar factores de manejo nutricional con una suplementación estratégica, sistemas de manejo reproductivo, y el control de las situaciones de estrés que son abordadas por el animal (Thatcher et al., 2006).

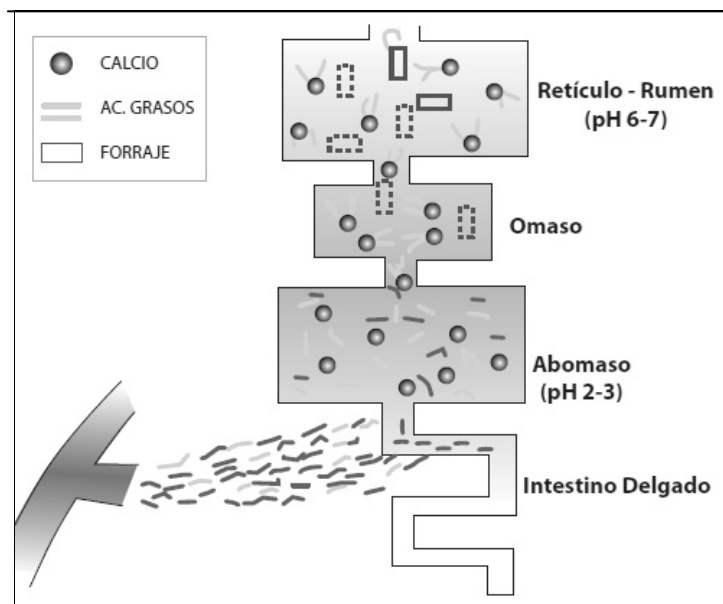
Con la reducción en el consumo de materia seca aparece la opción de concentrar los nutrientes aportados en la dieta como una estrategia para disminuir el BEN, pero el uso excesivo de concentrados a base de granos predispondría al animal a sufrir acidosis ruminal, por esta razón en las últimas dos semanas antes del parto se comienza a suministrar una alta cantidad de alimentos concentrados a los

animales con el fin de estimular la proliferación del epitelio ruminal para la absorción de los ácidos grasos volátiles, mas esto conlleva a una sobrealimentación del animal en el último período de gestación generando adiposidad en la mayoría de sus tejidos, lo cual es indeseable pues dificulta el proceso de parto en la vaca (Ingvarsen, 2006).

Por lo anterior, se ha intensificado el uso de nutrientes protegidos o by-pass, que escapan a la degradación ruminal y son absorbidos a nivel intestinal, previniendo el daño en el ambiente ruminal (Thatcher et al., 2006). Para el desarrollo de estos nutrientes se han visionado diferentes fuentes de lípidos que permitan aumentar la energía en la dieta y al ser digeridos a nivel intestinal minimicen los efectos del BEN, disminuyan la pérdida de condición corporal y mejoren el desempeño reproductivo (Salas et al., 2011).

1.13 GRASAS PROTEGIDAS O DE SOBREPASO

La suplementación con grasas de sobrepaso o by-pass se presenta como una alternativa para incrementar la densidad energética en la ración suministrada a la vaca, sin comprometer la actividad celulolítica de las bacterias, al haber sido sometidas a procesos previos que les permiten ser inertes en el rumen y ser totalmente digestibles en el tracto intestinal inferior (Tyagi et al., 2010).



Gráfica 5: Mecanismo de la grasa sobrepasante en el sistema digestivo
(Tomado de BioTay, 2009)

1.14 TIPOS DE GRASA SOBREPASANTE

En la producción ganadera son conocidos cuatro tipos de grasas inertes: las recubiertas con proteínas y enfriadas mediante pulverización, grasa endurecidas hidrogenadas, las semillas intactas y las sales de calcio de los ácidos grasos (Cabrera & del Carpio Ramos, 2007).

Las semillas enteras como las de algodón y soya son consideradas grasa inertes al permitir una tasa de liberación del aceite lo suficientemente lenta para que la población microbiana pueda manejar y tolerar los efectos negativos de los ácidos grasos insaturados sobre ellos (Cabrera & del Carpio Ramos, 2007), mas la semilla de algodón debe ser usada con precaución al poseer un compuesto tóxico (gospol) que puede afectar la fertilidad, el CMS y el recuento de glóbulos rojos en el animal (Mateos et al. 1996) y a su vez la semilla de soya presenta factores antinutricionales tóxicos y alta degradabilidad de la proteína a nivel ruminal, por lo

cual debe ser sometida a procesos de calentamiento antes de ser suministrada (Gallardo & Gaggiotti, 2005).

Se ha realizado intentos tecnológicos tratando de imitar el principio de la semilla, tomando la partícula de grasa y encapsulándola con un recubrimiento proteico, así se protegía de la deshidratación del rumen por medio de un tratamiento con formaldehído, pero esta tecnología fue perdiendo interés por los elevados costos del proceso tecnológico y por la dificultad para que las partículas resistan las manipulaciones de fábrica, como molienda, adición de vapor y granulado (Mateos et al., 1996).

Las grasas hidrogenadas, son grasas de diferentes fuentes lipídicas que han sido sometidas a un proceso donde se hidrogenan parcialmente los dobles enlaces para elevar su punto de fusión y hacerlas insolubles para disminuir su actividad en el rumen, el inconveniente que presentan estas grasas es que su digestibilidad en el intestino delgado desciende al ser grasas parcialmente saturadas y por esta razón su inclusión en las raciones para vacas lecheras es baja (Mateos et al., 1996).

Las sales de calcio de los ácidos grasos se obtienen por medio de un proceso de saponificación donde los ácidos grasos libres se unen con iones de Ca formando una sal o jabón, razón por la cual son también llamados jabones de Ca, estos compuestos presentan un punto de fusión alto y su solubilidad se presenta en pH inferior a 5.5, y por lo tanto no se disocian en el rumen, ni se disuelven en el líquido ruminal, el abomaso presenta un pH de 2 a 2.5 el cual le permite a esta sal disociarse liberando las moléculas de ácidos grasos y el Ca para que sean digeridos en el intestino (Salvador et al., 2009). Los jabones cálcicos permiten que una mayor proporción de ácidos grasos insaturados ingresen al intestino, por lo cual la digestibilidad intestinal de la grasa aumenta, pero presentan baja palatabilidad al ser jabones que son poco gustosos para el animal (Mateos et al., 1996).

Generalmente se encuentran jabones cálcicos fabricados a partir de ácidos grasos destilados de la palma ya que su perfil de ácidos grasos es apropiado para rumiantes y su punto de fusión se encuentra en el rango de 38-39 °C coincidiendo con la temperatura corporal del animal (Cabrera & del Carpio Ramos, 2007).

El aceite de palma se obtiene del mesocarpio del fruto de la planta, comúnmente su extracción se realiza por medio de cocción a 130 °C durante 60 minutos con una presión de 45 psi (libras por pulgada cuadrada), la composición típica de ácidos grasos del aceite de palma se muestra en la tabla 1, pero se debe tener en cuenta que esta composición presenta alto grado de variación dependiendo del origen de la planta y de la variedad que se utilice (Sangwichien et al., 2005).

Tabla 1: Composición de ácidos grasos del aceite de palma (Sangwichien et al., 2005)

C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	
Láurico	Marístico	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linoleico	Otros
0.2	1.1	44.0	4.5	39.2	10.1	0.2	0.7

1.15 USO DE LA GRASA SOBREPASANTE

Las vacas con altos niveles de producción utilizan de manera más eficiente la energía en comparación con las vacas de baja producción, y a su vez la respuesta a la energía de la ración es más alta en la lactancia temprana que a finales de la lactación (Duske et al., 2009). Las vacas en lactancia temprana utilizan la mayor parte de la energía suministrada en la dieta para la producción de leche, mientras que en la lactancia tardía utilizan menos energía para producción, almacenando la que no se consume en forma de grasa corporal, por esta razón el uso de grasa

sobrepasante se recomienda en animales con niveles considerables de producción de leche y durante el inicio de la lactancia, donde la demanda de energía es más alta (Duque et al., 2011).

La grasa sobrepasante pueden presentar sabores poco gustosos para el animal, las sales cálcicas de aceite de palma presentan un olor penetrante y un sabor ligeramente amargo, por lo cual los animales que no han estado expuestos a éste tipo de alimentos requieren un período de adaptación con pequeñas inclusiones aumentando la cantidad periódicamente hasta llegar a la dosis deseada, además la grasa sobrepasante a suministrar a los animales debe tener un tamaño de partícula que permita la manipulación y mezcla con el alimento rutinario del animal con el fin de asegurar su consumo (ADM, Alliance Nutrition, Inc.).

El uso de grasa sobrepasante se da comúnmente para aumentar la densidad energética de la ración, pero actualmente se ha extendido su importancia a la composición de ácidos grasos con el fin de manipular la composición de la leche, la reproducción y los parámetros metabólicos en la vaca. Generalmente se recomienda el uso de lípidos de origen vegetal por su composición de ácidos grasos insaturados, mientras que se censura el uso de cebo animal por su alto contenido de ácidos grasos saturados los cuales se tornan indigestibles en el intestino (ADM, Alliance Nutrition, Inc.).

1.16 EFECTOS DE LA GRASA SOBREPASANTE EN LA PRODUCCION

La suplementación con grasa protegida permite disminuir la concentración de ácidos grasos libres previniendo la incidencia de cetosis, pues los ácidos grasos de cadena larga son absorbidos dentro del sistema linfático sin pasar por el hígado, proporcionando así, energía para los tejidos y la glándula mamaria (Duque et al., 2011).

Diferentes estudios coinciden en que la suplementación con grasas protegidas incrementa la producción de leche aproximadamente en un 10%, además de que se aumenta el porcentaje de grasa y lactosa (Calvopiña & León, 2007; Salvador et al., 2009); mientras que para la proteína los resultados difieren mostrando incremento en algunos experimentos, manteniéndose igual o disminuyendo para otros, la disminución en el porcentaje de proteína se ha atribuido a la mayor síntesis de lactosa y un efecto de dilución provocado por el incremento en el volumen de la leche y solo se presenta cuando la suplementación excede los 400 gr/día (Duque et al., 2011).

Calvopiña & León (2007), establecen que el suministro de grasa sobrepasante participa en el aumento de peso después del parto, ayudando a los animales en inicio de lactancia a mantener y/o aumentar la condición corporal, evitando la movilización de reservas grasas. El perfil de ácidos grasos en la dieta puede determinar características físicas, organolépticas y nutricionales de la leche y los productos lácteos, por esta razón la suplementación con grasa sobrepasante se ha visionado como una ruta de modificación de los ácidos grasos presentes en la grasa láctea, especialmente, buscando una mayor proporción del ácido linoleico conjugado (ALC), obtenido a partir del metabolismo lipídico en los rumiantes y al cual se le han atribuido propiedades benéficas en la salud humana (Schroeder et al., 2004).

1.17 EFECTOS DE LA GRASA SOBREPASANTE EN LA REPRODUCCION

Thatcher et al. (2006) afirman que la suplementación grasa a base de ácidos grasos insaturados a partir de la época seca y en el posparto mejora la salud reproductiva de los animales, disminuyendo la incidencia de mastitis, metritis y retención de placenta, además, aumenta la tasa de preñez y el desarrollo del embrión.

La suplementación con grasa sobrepasante aumenta la concentración de progesterona en sangre, lo cual se explica por un incremento del colesterol y por el aumento en el tamaño de los folículos al suplementar con grasa, también los ácidos grasos insaturados presentes en la grasa sobrepasante tienen el efecto de inhibir o potenciar la síntesis o liberación de distintas prostaglandinas (Espinoza et al., 2010).

McNamara et al. (2003) concluyen que la grasa sobrepasante suministrada a animales de alta producción produce el inicio temprano de la actividad luteal después del parto, además de que favorece la involución uterina, explicada por la conversión del ácido linoleico en prostaglandinas mencionada anteriormente, conllevando a una reactivación ovárica temprana que optimiza el desempeño productivo del animal.

La secreción de LH y el crecimiento folicular están regulados parcialmente por el estado energético del animal. Vacas tanto de producción de leche como de carne con suplementación grasa han mostrado mayor aumento en el tamaño de los folículos preovulatorios, en el número de folículos, y en la secreción de LH en comparación con animales sin suplementación (Funston, 2004).

2. MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en la unidad de lechería de la hacienda “Campo Alegre” localizada en el municipio de Palmira, temperatura media de 23 °C y altura promedio sobre el nivel del mar de 1,001 metros, la precipitación anual oscila entre los 2000 mm y 2100 mm (www.palmira.gov.co), según la clasificación de Holdridge se encuentra en una formación ecológica de Bosque Seco Tropical (BS-T), (Holdridge, 1987).

Se utilizaron 17 animales de componente genético multirracial, con cruzamientos orientados hacia la producción de leche, con cruces 1/2, 3/8, 5/8, Bos Indicus x Bos taurus y creciente evolución hacia Bos Indicus. Los animales fueron seleccionados por encontrarse en un período cercano a parto.

Los animales fueron distribuidos en tres grupos, el grupo control con 7 animales y dos grupos de cinco animales cada uno a los cuales se les asignaron dos niveles de suplementación, el grupo dos con 150 gramos, denominado Tratamiento 1 y un tercer grupo con 300 gramos de una grasa sobrepasante comercial, denominado Tratamiento 2.

La grasa sobrepasante utilizada fue un jabón cálcico de ácidos grasos destilados del aceite de palma, con la siguiente composición:

Tabla 2: Composición de la grasa sobrepasante (Ganasal)

COMPOSICIÓN	
Grasa by-pass	84%
Calcio	9.00%
Digestibilidad	95%
Pro-vitamina A	800.000 U.I
Vitamina E	800.000 a 1.000.000 U.I
E.N.M.	4.100 Kcal/kg
E.N.L.	4.320 Kcal/kg
Cenizas	13%
Humedad	3%

Los animales se encontraban bajo un sistema de pastoreo rotacional con pasto estrella (*Cynodon plectostachium*) suplementado con concentrado comercial según mérito productivo, en los dos ordeños diarios (el primero a las 6:00 am y el segundo a las 3:00 pm). La grasa sobrepasante fue suministrada a los animales solo en el ordeño de la mañana variando la cantidad según el grupo al que pertenecía el animal, la suplementación se inició 15 días antes del parto con el fin de que las vacas tuvieran un período de acostumbramiento donde la inclusión de este producto se realizó de manera gradual hasta llegar a la cantidad indicada.

Las variables a analizar en el presente trabajo fueron: producción de leche, composición de leche, reactivación ovárica posparto, peso corporal, condición corporal, cuadro hemático y hematocrito.

La producción de leche se obtuvo de los registros de la Hacienda para producción de leche diaria los cuales fueron tomados por pesaje directo para cada ordeño,

mientras que los datos de composición de leche (grasa, proteína, lactosa, minerales, sólidos no grasos) y la densidad se obtuvieron utilizando el equipo analizador de leche marca Boeco modelo LAC-SA-90.

Los muestreos se realizaron cada 15 días, iniciando 15 días antes del parto y se continuaron hasta el día 105 posparto, en cada uno se realizó pesaje de los animales, evaluación de condición corporal utilizando la escala para ganado lechero de 1 a 5, se tomaron muestras de leche, de sangre, y se realizó ultrasonografía ovárica transrectal con un ecógrafo ALOKA SD-500 para determinar la reactivación ovárica.

Los folículos fueron agrupados según la clasificación planteada por Lucy et al., (1992) y utilizada por Galvis et al., (2005) que se encuentra en la tabla 2, el porcentaje de ovulación se determinó agrupando los animales que presentaran cuerpo lúteo o de los cuales se hubiera reportado la presencia de celo o Inseminación artificial en el intervalo de tiempo de un muestreo a otro.

Tabla 3: Clasificación de los folículos por su tamaño y características (Lucy et al. 1992)

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

Las muestras de leche fueron tomadas inmediatamente después de que cada vaca finalizaba su ordeño por medio del mecanismo de toma de muestras que posee el equipo de ordeño.

Las muestras de sangre se realizaron por venipunción coccígea utilizando tubos de vacío con y sin anticoagulante. Las muestras fueron trasladadas a laboratorio de Reproducción Animal, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, donde los tubos sin anticoagulante se utilizaron para obtención del suero, se centrifugaron entre 2600 a 3000 rpm durante 15 minutos y se almacenaron en alícuotas a -20 °C. Las muestras obtenidas en tubos con anticoagulante (EDTA) se utilizaron para la realización de hematocrito y del cuadro hemático donde se ejecutó conteo de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos.

La información colectada se digitó en bases de datos en Excel, para su posterior análisis con el paquete estadístico SAS. El diseño experimental fue completamente al azar con el siguiente modelo:

$$E_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

E_{ijk} : Corresponde a la variación de cada una de las variables a evaluar (Producción de leche, grasa, etc.) con relación a los tratamientos y períodos.

μ : es la media general

β_i : es el efecto de i-ésimo tratamiento (Control, dosis 1, dosis 2)

α_j : es el efecto del tiempo (7 muestreos cada 15 días)

γ_k : es la interacción entre el tratamiento y el tiempo

ϵ_{ijk} : es el error experimental

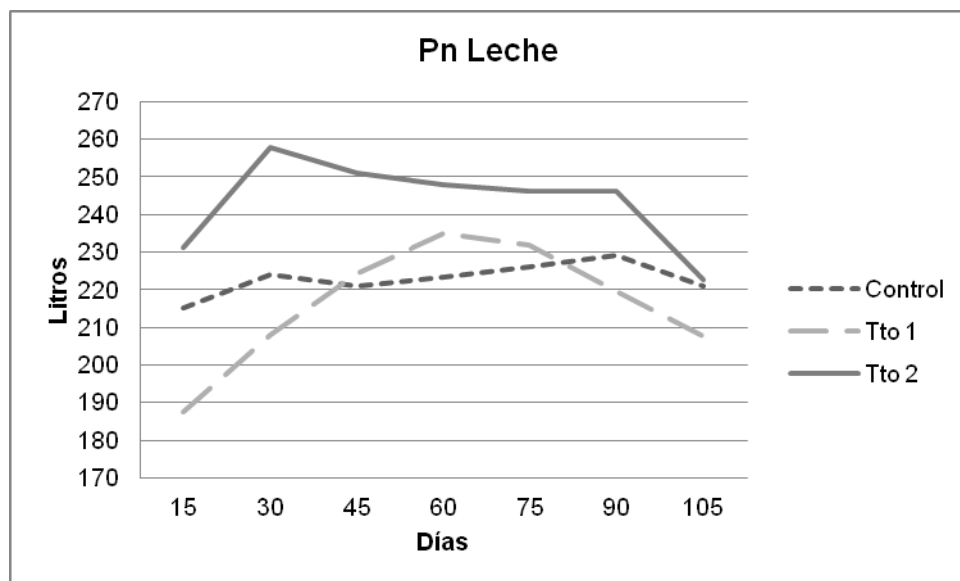
Las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un arreglo factorial de 3 x 7 y la correlación entre las variables se obtuvo a través de la prueba de Pearson.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 PRODUCCION Y COMPOSICIÓN DE LECHE

En el anexo 1 se presentan los resultados por grupo de producción y composición de leche para cada uno de los períodos analizados.

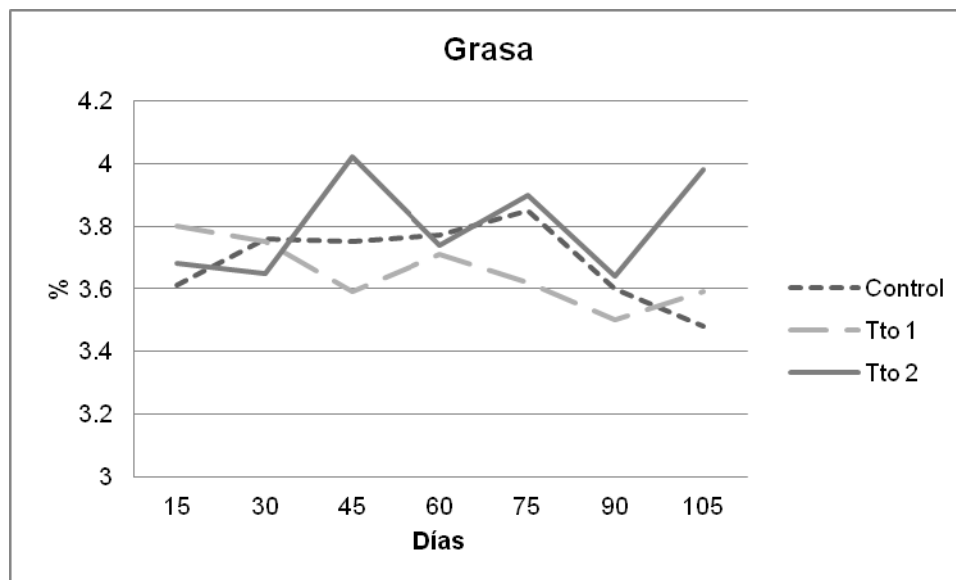
Aunque no se presentaron diferencias significativas de producción de leche para ninguno de los tres grupos, si se observa una mayor producción para el Tratamiento 2, el cual tenía un nivel de suplementación de 300 g/día de grasa sobrepasante, este comportamiento se asemeja al observado en el trabajo de investigación realizada por Aguilar et al. (2009) en vacas mestizas en el trópico, así mismo se encontró que niveles de suplementación de grasa sobrepasante cercanos a 400 gramos en vacas de alta producción llevaron a mayor cantidad de leche en comparación con el grupo control (McNamara et al., 2003).



Gráfica 6: Producción de leche para 3 grupos experimentales

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, con un aumento en la producción de leche para el grupo con mayor suplementación pero sin diferencias significativas con los otros grupos coinciden con resultados encontrados por Schroeder et al. (2004) en un trabajo donde se recolectaron y analizaron resultados de 18 ensayos con suplementación grasa y obtuvieron que en el 80% de los casos se presentó una mayor producción, pero solo en el 40% se presentaron diferencias significativas. La razón por la cual las vacas del tratamiento 1 presentaron menor producción que el grupo control en algunos períodos puede deberse a que la selección y división de estos animales en los grupos no tuvo mayores restricciones, se tomaron al azar animales que estuvieran próximos a parto, sin condicionar número de lactancias o comportamiento en las lactancias anteriores, sin embargo, se debe señalar que en producción de leche este fue el grupo que durante todo el periodo estudiado presentó un comportamiento similar al identificado comúnmente en las vacas de producción al inicio de la lactancia.

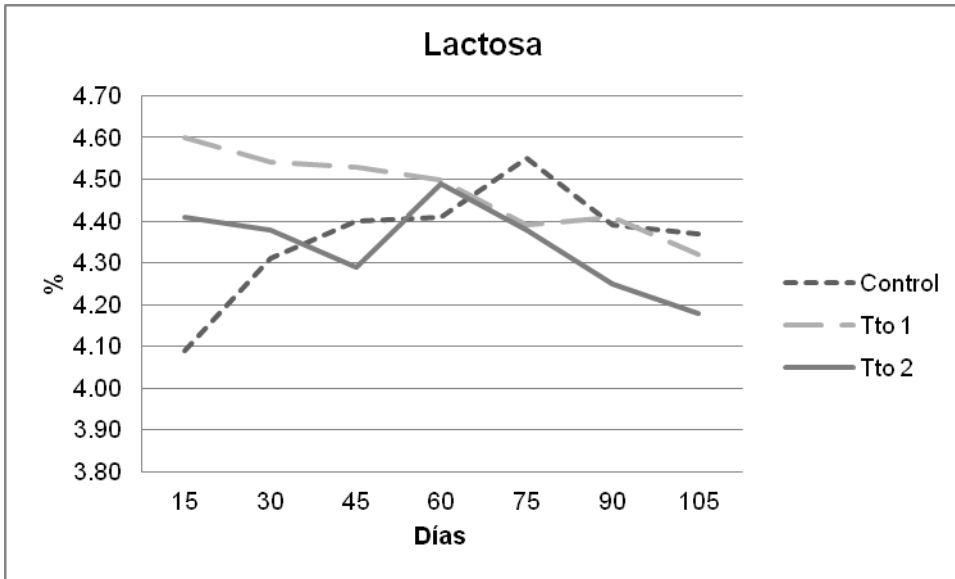
Para el porcentaje de grasa en leche se encontraron diferencias significativas para el período dos y el período siete, mostrando comportamientos opuestos en los dos períodos, al día 30 el tratamiento 2 presentó el porcentaje más bajo en comparación con los otros dos grupos, mientras para el día 105 este mismo grupo presentó el porcentaje más alto. Aunque en los demás períodos y entre el grupo control y el tratamiento 1 no se encontraron diferencias significativas, en la grafica 7 se puede evidenciar que los porcentajes de grasa en el tratamiento 1 fueron menores durante el desarrollo del experimento.



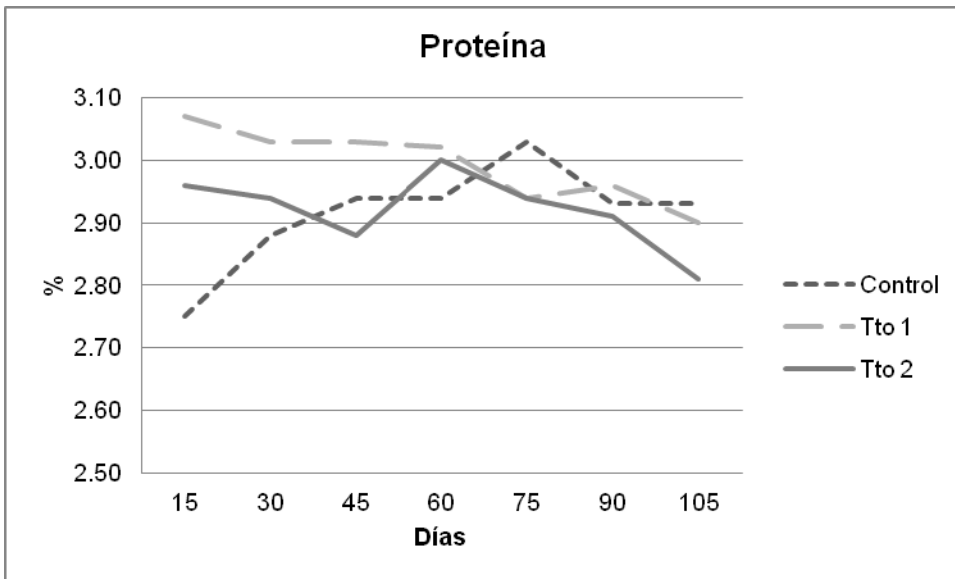
Gráfica 7: Porcentaje de grasa en leche para los tres grupos experimentales

El mayor contenido de grasa en leche observado en los animales del tratamiento 2 puede explicarse debido a que la grasa sobrepasante suministrada tiene un alto contenido en ácidos grasos de cadena larga y este tipo de ácidos grasos son absorbidos dentro del sistema linfático dirigiéndose a la glándula mamaria o a los tejidos sin pasar por el hígado (Duque et al., 2011).

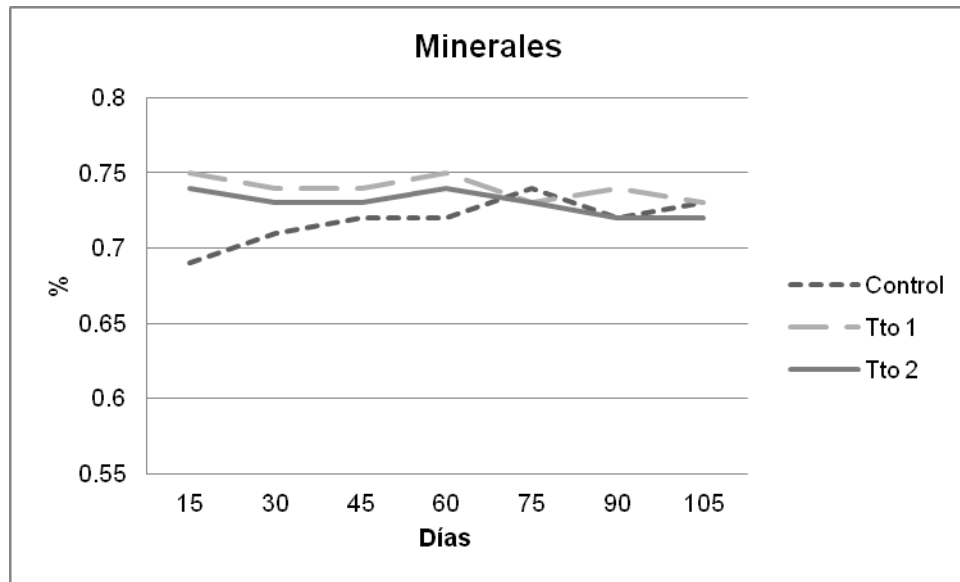
Entre los sólidos no grasos: lactosa, proteína y minerales se evidenció el comportamiento mostrado en las siguientes graficas:



Gráfica 8: Porcentaje de lactosa en leche para los tres grupos experimentales

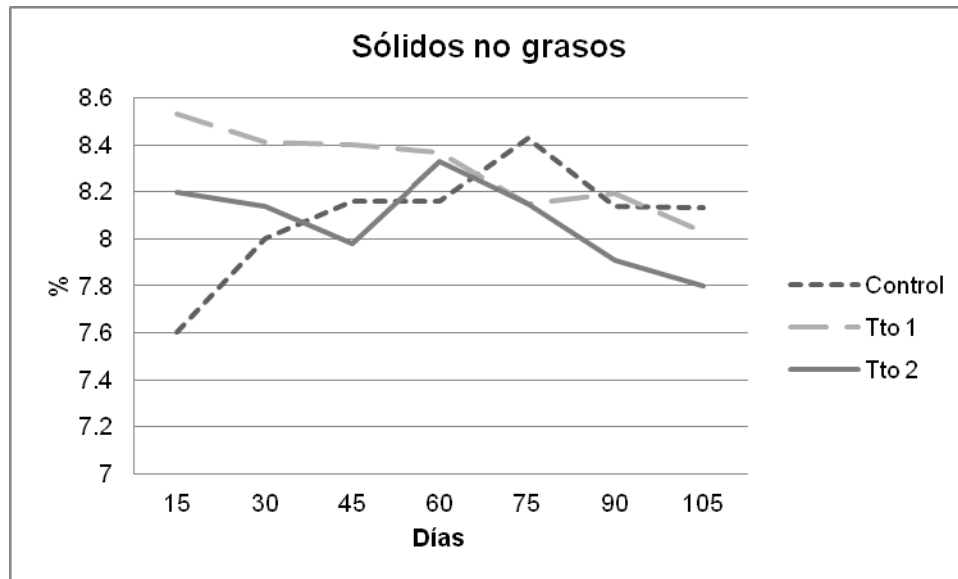


Gráfica 9: Porcentaje de proteína en leche para los tres grupos experimentales



Gráfica 10: Porcentaje de minerales para los tres grupos experimentales

A partir de las gráficas para cada uno de estos componentes se puede confirmar la diferencia que se presentó en el período 1 (15 días posparto) para el grupo control, pues, tanto la lactosa, como la proteína y los minerales presentaron el menor valor en todo el experimento. Ni la lactosa ni la proteína mostraron mayores variaciones asociadas a la suplementación, lo cual se asemeja con los resultados obtenidos por Aguilar et al. (2009) para vacas en trópico. En el tratamiento 2 tan solo para el último muestreo se obtuvo un descenso de la proteína la cual puede atribuirse a la suplementación grasa y coincidiría con resultados obtenidos por McNamara et al. (2003), donde se obtuvo que los tratamientos con suplementación presentaron un valor menor de proteína que el grupo control durante el desarrollo del experimento.

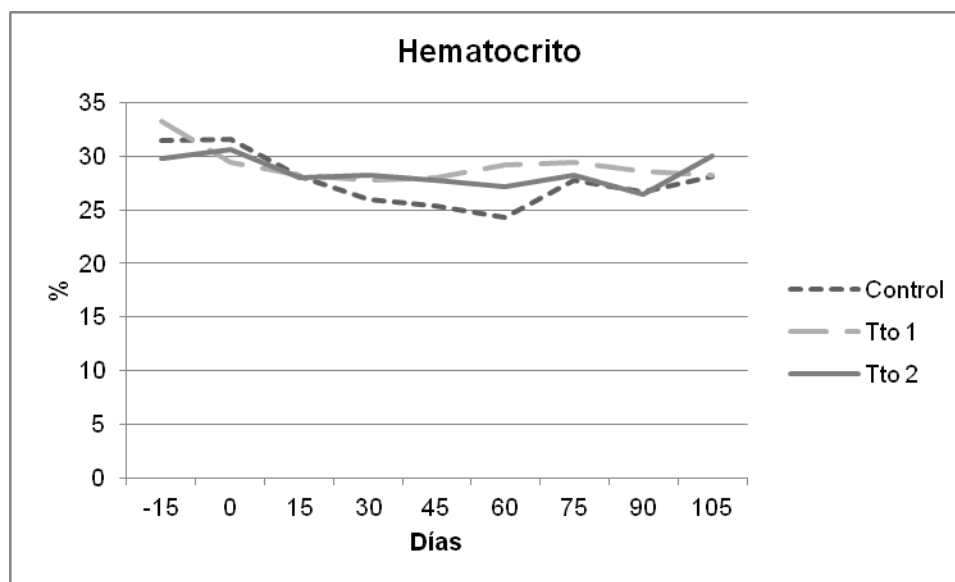


Gráfica 11: Porcentaje de sólidos no grasos en leche para los tres grupos experimentales

Los sólidos no grasos presentaron diferencias significativas para el grupo control tan solo a los 15 días posparto, presentando el menor valor en comparación con los dos tratamientos, lo cual podría ser explicado por la diferencia en el balance de nutrientes aportados en la dieta entre los animales con y sin suplementación, teniendo en cuenta que la principal vía para la alteración en las proporciones de los componentes de la leche es la nutrición (Gallardo, 2006) y animales en período de transición con un déficit energético alto deberán realizar un mayor esfuerzo para adaptar su metabolismo a las nuevas condiciones de producción de leche y el redireccionamiento de nutrientes a la glándula mamaria (Fernández, 2009).

3.2 ANALISIS SANGUINEO: HEMATOCRITO Y LEUCOGRAMA

En el anexo 3 se presentan los resultados para valores medios de cada uno de los grupos de suplementación en cada uno de los períodos analizados en el preparto, parto y posparto.

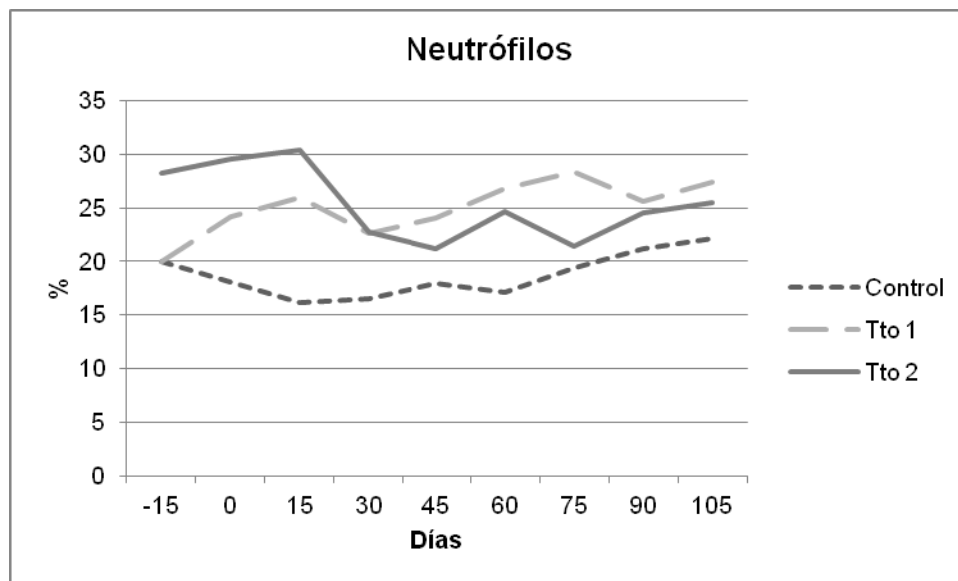


Gráfica 12: Concentración de eritrocitos en sangre para los tres grupos experimentales

Los valores hallados para hematocrito no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en todos los animales se encontró un comportamiento similar, con tendencia a disminuir en el período posterior al parto y aumentando a medida que se prolonga el tiempo postparto. Estos resultados coinciden con los encontrados en el trabajo realizado por Rafia et al. (2011) y Ruginosu et al. (2010) donde también se presentó una disminución en la concentración de eritrocitos después del parto.

El descenso en el hematocrito comúnmente conlleva a una anemia posparto, la cual se presenta usualmente por la deficiencia nutricional que se genera al tener un menor consumo de materia seca, además de que esa deficiencia puede incluir

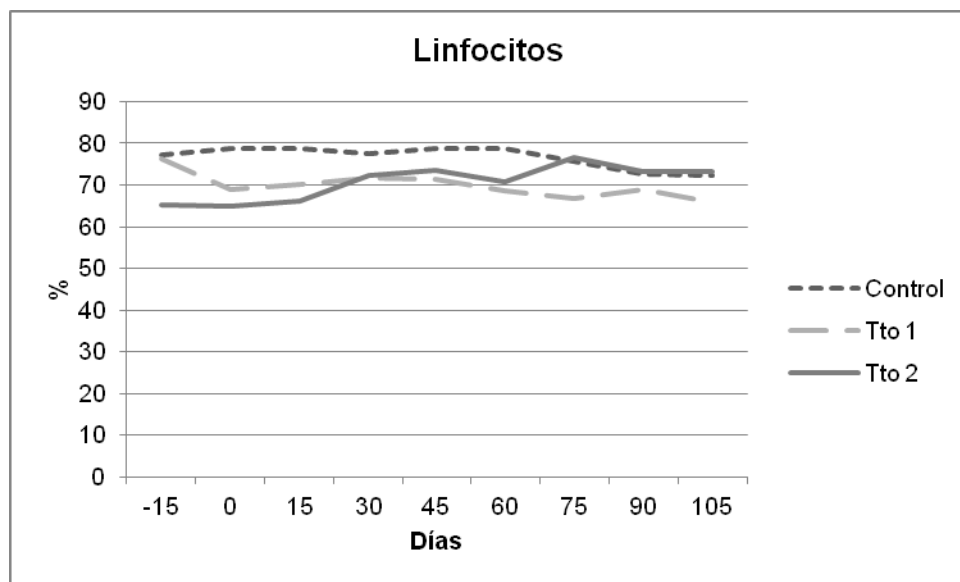
una disminución en el consumo de cobalto, el cual es un mineral precursor de la síntesis ruminal de vitamina B12 que juega un papel importante en el metabolismo energético y participa en el proceso de eritrogénesis (Rafia et al., 2011).



Gráfica 13: Porcentaje de neutrófilos en sangre para los tres grupos experimentales

Aunque todos los valores de porcentaje de neutrófilos se encuentran dentro del rango de referencia (15-47%) para vacas saludables (Ruginosu et al., 2010) y en ningún animal del experimento se presentaron procesos infecciosos posparto, su comportamiento muestra una marcada diferencia entre los grupos analizados, lo cual se puede observar en la gráfica 13, donde a partir del inicio del experimento en el día 15 anterior al parto los dos tratamientos con suplementación aumentaron la concentración de neutrófilos, disminuyendo para los muestreos de los días 30 y 45 posparto para mostrar nuevamente un incremento, mientras para el grupo control se observa cómo fueron disminuyendo en el período preparto, mostrando su valor más bajo al día 15 posparto.

Los neutrófilos participan en el sistema de defensa inmune del animal contra los patógenos, se presentan como la primera barrera contra la infección y es normal que disminuyan durante el parto debido a que en este período se presenta un aumento en la concentración de glucocorticoides, los cuales provocan efectos supresores del sistema inmune, aumentando la susceptibilidad de los animales a padecer procesos infecciosos como mastitis o metritis, además, de que esta disminución también se puede asociar a un balance energético negativo en los animales (Lippolis et al., 2006), por lo cual se puede decir que los tratamientos con suplementación tienen un menor riesgo de padecer este tipo de enfermedades en el posparto temprano ya que tienen un menor balance energético negativo en comparación con las vacas sin suplementación.

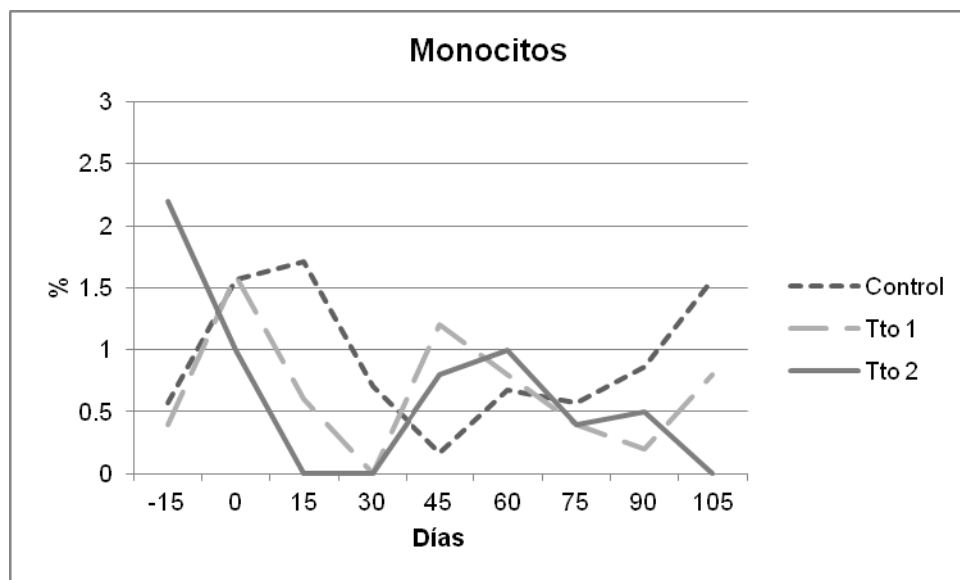


Gráfica 14: Porcentaje de linfocitos en sangre para los tres grupos experimentales

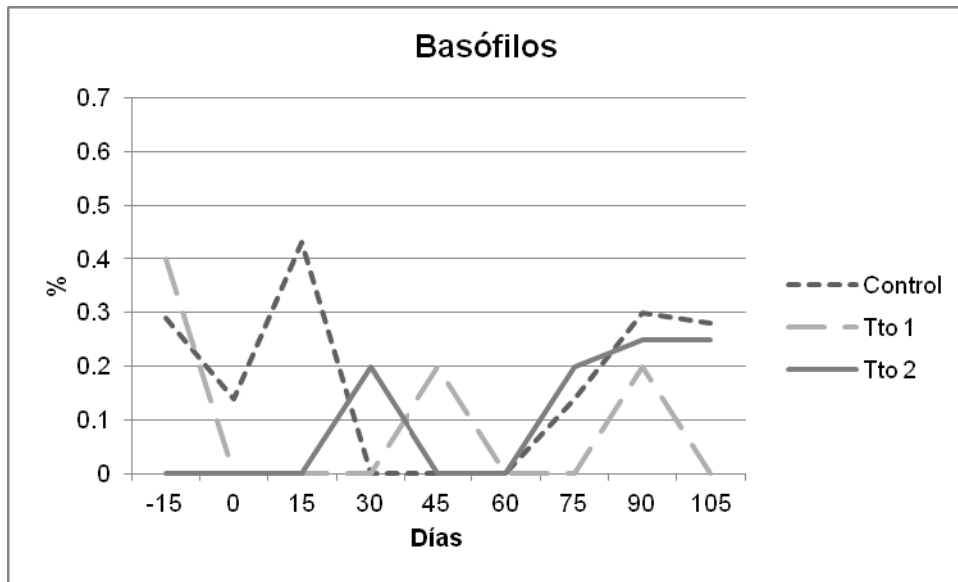
Los linfocitos mostraron diferencias significativas a las 15 días preparto entre el grupo control y el tratamiento 1 con el tratamiento 2, el cual presentó el valor más bajo, continuando así hasta el día del parto para el cual también disminuyó la concentración de linfocitos para el tratamiento 1.

Los tratamientos 1 y 2 coinciden con los resultados obtenidos por Rafia et al., (2011) donde se encontró que desde el día 10 antes del parto la concentración de linfocitos comienza a disminuir hasta el día del parto, para luego aumentar progresivamente, resultados similares fueron obtenidos por Klinkon & Zadni (1999).

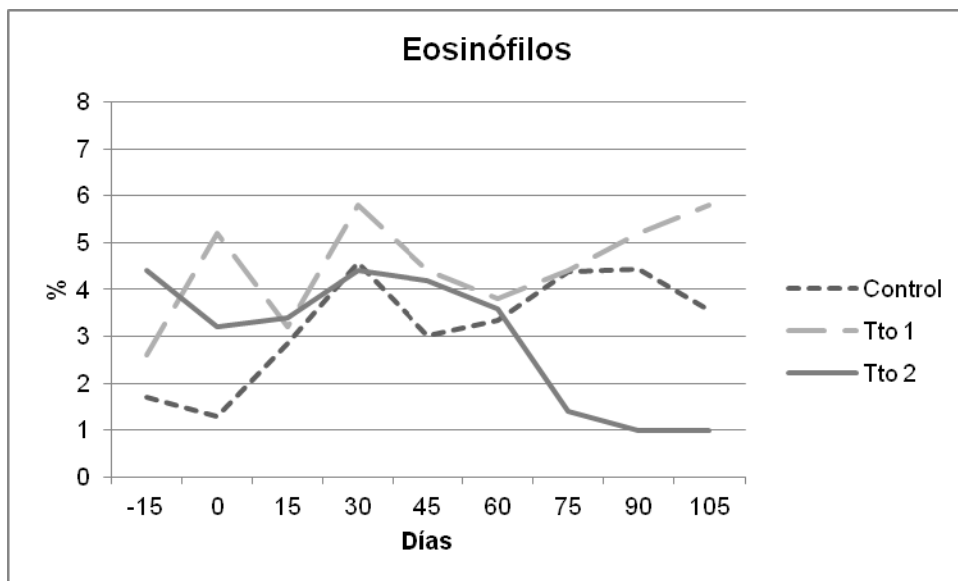
Los linfocitos están encargados de hacer el reconocimiento de sustancias extrañas que llegan al organismo y destruirlas mediante la liberación de anticuerpos por destrucción celular directa. El descenso en la concentración de los linfocitos al acercarse el parto se da por la disminución en la proliferación de estas células, lo cual no tiene una explicación concreta (Rafia et al., 2011), pero se asocia directamente con el estrés y los cambios neuroendocrinos característicos del período de transición en vacas de producción de leche (Klinkon & Zadni, 1999).



Gráfica 15: Porcentaje de monocitos en sangre para los tres grupos experimentales



Gráfica 16: Porcentaje de basófilos en sangre para los tres grupos experimentales



Gráfica 17: Porcentaje de Eosinófilos en sangre para los tres grupos experimentales

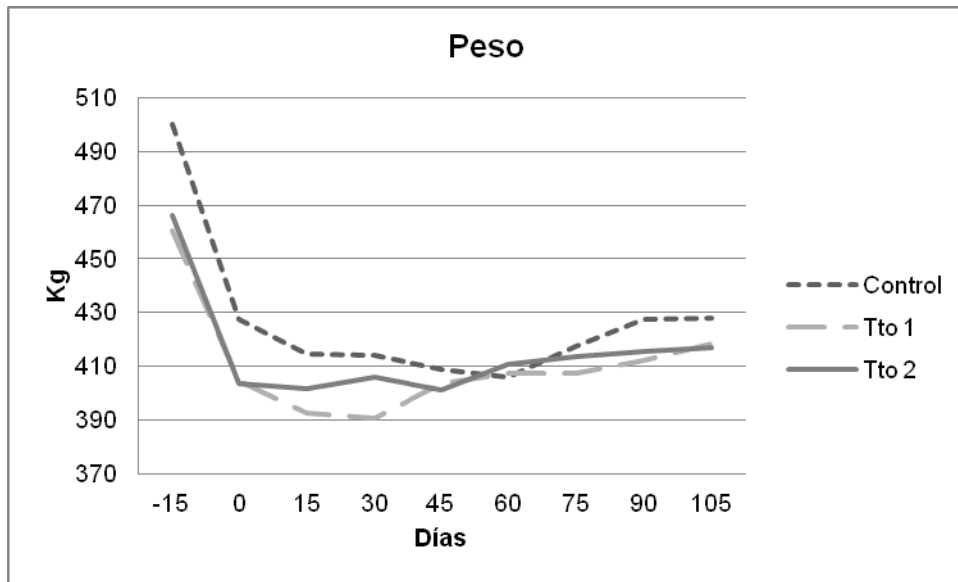
Los eosinófilos, basófilos y monocitos se encuentran en menor proporción en la sangre, y en general para los tres grupos se observa como estas células disminuyen en el período cercano al parto o posterior a este.

Los valores encontrados para eosinófilos (2-10%) y basófilos (0-2%) se encuentran dentro de los rangos de referencia para vacas de producción de leche según Ruginosu et al., (2010). La variación e inestabilidad que se observa en las gráficas puede deberse a que al ser una proporción tan pequeña de células en la sangre se ve altamente afectada por la diferencia tan solo de una o dos células que se presenten en el leucograma de un animal a otro. Los resultados en el recuento de basofilos y eosinofilos durante el periodo preparto y posparto se asemejaron a los obtenidos por Klinkon y Zadni (1999) para los cuales la disminución en el porcentaje de estas células alrededor del parto se debe a la reacción de estrés generada por el mismo.

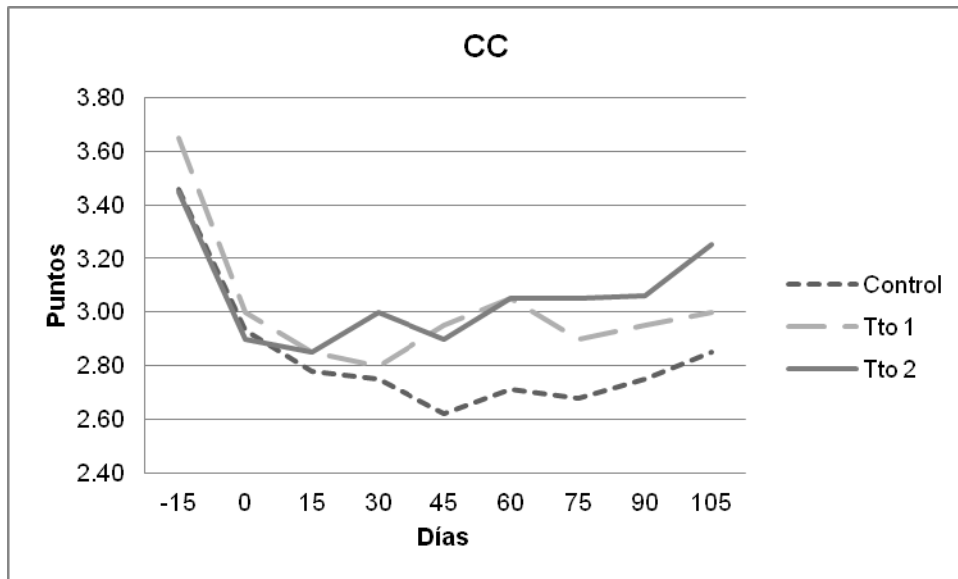
Los monocitos presentan valores por debajo del rango establecido por Ruginosu et al., (2010) de 2 a 6% y de 2 a 7% por Klinkon & Zadni (1999) para los tres tratamientos establecidos. Este comportamiento coincide con otros estudios realizados en vacas en periparto, donde determinan que los monocitos disminuyen en el último mes preparto, y se mantienen bajos durante el posparto temprano como consecuencia de todos los cambios fisiológicos que sufre el animal durante esta etapa (Klinkon & Zadni, 1999).

3.3 PESO Y CONDICION CORPORAL

En el anexo 3 se presentan los valores medios obtenidos para peso y condición corporal en los períodos analizados, preparto, al parto y posparto.



Gráfica 18: Peso corporal para los tres grupos experimentales. El día -15 corresponde al día 15 antes del parto, el día 0 a la fecha del parto.



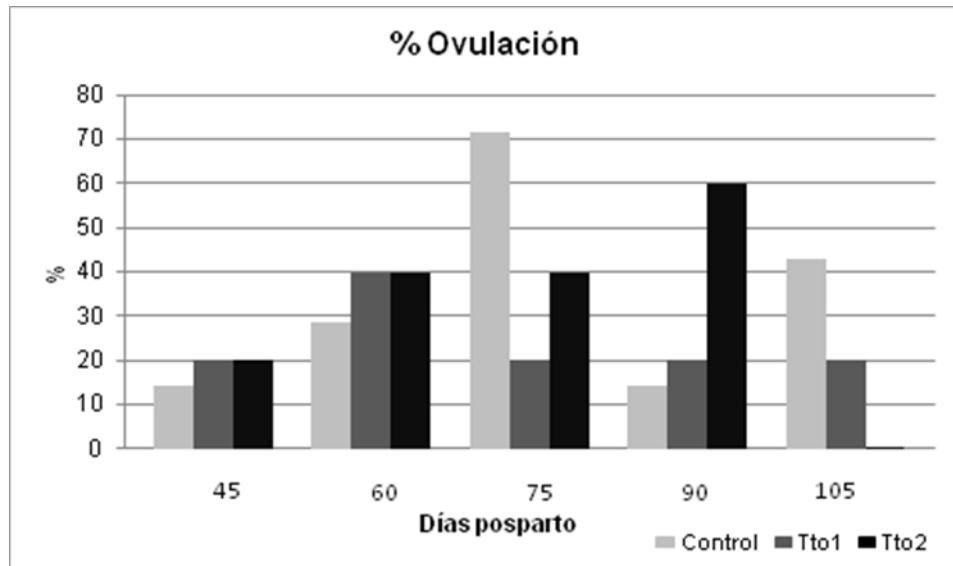
Gráfica 19: Condición corporal para los tres grupos experimentales. El día -15 corresponde al período preparto y el día 0 al parto.

El peso y la condición corporal presentan un comportamiento normal, teniendo un valor alto en la etapa final de la gestación y disminuyendo notablemente después del parto debido a la pérdida del peso por la expulsión del ternero, la placenta y el líquido amniótico (Wattiaux, 1999), para después aumentar paulatinamente a medida que el animal aumenta el consumo de materia seca.

El peso corporal no se ha tenido en cuenta como una variable que permita determinar el efecto de la suplementación grasa debido a que es afectado en gran medida por el tamaño del animal (varianza fenotípica), el grado de engrasamiento y el llenado intestinal (Salgado et al., 2008). Sin embargo en el trabajo realizado por Aguilar et al. (2009) Se encontró que el peso corporal no presenta diferencias significativas entre grupos sometidos a suplementación grasa y grupos sin suplementación.

La condición corporal posparto fue mayor a medida que aumento el nivel de suplementación, resultado que coincide con los obtenidos por Castañeda et al. (2009), pero difiere de otros trabajos realizados con grasa sobrepasante donde no se presentaron diferencias en la condición corporal (Aguilar et al., 2009, Tyagi et al., 2010). Si la evaluación de la condición corporal en bovinos a pesar de ser subjetiva permite determinar el grado de reservas corporales independiente de la estructura, peso vivo y tamaño del animal (Salgado et al., 2008), entonces puede suponerse que la suplementación grasa aportó energía necesaria para que los animales no se vieran obligados a movilizar todas sus reservas corporales.

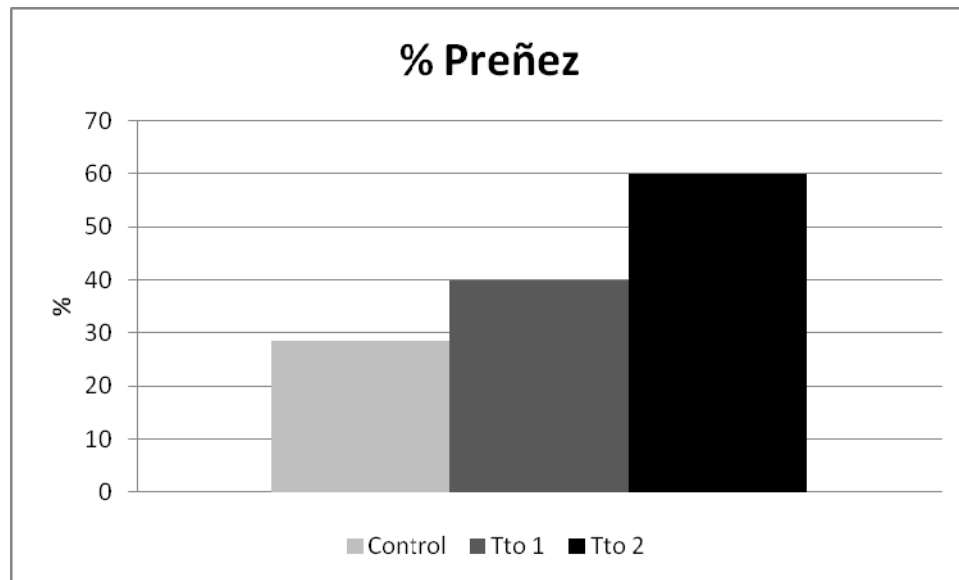
3.4 REACTIVACION OVARICA POSPARTO



Gráfica 20: Porcentaje de ovulación por grupos experimentales. La ovulación se determinó por la observación de cuerpo lúteo y el reporte de un celo evidente e inseminación artificial durante el período entre muestreos

Para evaluar la reactivación ovárica se tuvieron en cuenta los resultados de ultrasonografía ovárica a partir del día 45 posparto, los días previos a éste se tomaron como días de descanso voluntario para permitir una adecuada involución uterina. Para los días 45 y 60 se observa como los grupos con suplementación grasa tuvieron un mayor porcentaje de ovulación, lo cual indica que estos animales retomaron su ciclo estral desarrollando folículos dominantes ovulatorios antes que el grupo control. Para el día 75 se observa un mayor porcentaje de ovulación para el grupo control lo cual es un comportamiento normal ya que para este período los animales de este grupo están retomando su actividad ovárica. Para el día 90 se observa un comportamiento similar al inicial, donde los grupos con suplementación tienen un mejor desempeño reproductivo con el mayor porcentaje de ovulación para el Tto 2. Para el día 105 se observa como el mayor porcentaje de ovulación se presentó para el grupo control y disminuyó

notablemente para el Tto 2, esto se debe a que para esta fecha el mayor porcentaje de preñez se encontraba en ese grupo (Grafica 16) y por lo tanto los animales ya no se encontraban ciclando.



Gráfica 21: Porcentaje de preñez por grupos experimentales. El porcentaje de preñez consignado en esta grafica corresponde al % de hembras que estaban preñadas para el final del experimento

Los animales que mayor porcentaje de preñez presentaron fueron los pertenecientes al Tratamiento 2, seguidos de los animales del Tratamiento 1, y el menor porcentaje de preñez se presentó en el grupo control.

Resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo fueron encontrados por Tyagi et al., (2010) para vacas mestizas con suplementación de grasa sobrepasante, y para Salem & Bouraoui, (2008) en vacas de alta producción; para ellos, la suplementación permitió disminuir el tiempo para el reinicio del ciclo estral y para el primer servicio posparto.

Algunos autores señalan que el consumo de energía en el período posparto se relaciona con el desarrollo folicular, la duración del intervalo entre partos y la

primera ovulación, mientras menor sea el intervalo de tiempo en que los animales pasen de un balance energético negativo a un balance energético positivo así mismo se iniciara más temprano la función y competencia del folículo dominante, favoreciendo la culminación del desarrollo folicular y la ovulación (Galvis et al., 2005).

Es posible suponer que la suplementación con grasa sobrepasante permite mejorar el estado energético de las vacas permitiéndoles reanudar la función reproductiva después del parto, además de presentar una mejor síntesis de hormonas esteroideas asociadas a la fertilidad de estos animales (Salem & Bouraoui, 2008).

4. CONCLUSIONES

La suplementación con grasa sobrepasante incrementó la producción de leche en el posparto temprano sin que los animales se hubieran visto obligados a movilizar drásticamente sus reservas corporales, mejorando a su vez, la eficiencia reproductiva del hato con una reactivación ovárica temprana y mayor tasa de preñez.

La suplementación con grasa sobrepasante permitió mejorar la respuesta inmune de las vacas en período de transición evidenciando un aumento en el porcentaje de neutrófilos, los cuales al ser células de defensa del organismo ayudan a disminuir los riesgos de aparición de enfermedades infecciosas.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, Carlos; Ku_VERA, Juan y GARNSWORTHY, Philip. (2009). Effects of bypass fat on energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics. *Livestock Science* 121: 64-71.
- ADM Alliance nutrition Inc. Rumen Bypass Fats More than Just Energy Sources. (Citado: 04/09/2011). Disponible en: <http://www.admani.com/Dairy/Technical%20Bulletins/Dairy%20Rumen%20Bypass%20Fats.htm>.
- BIOTAY, (2009). Suplementación con grasas protegidas o by-pass, Jabón cálcico de aceite de palma. (Citado: 23/11/2011). Disponible en: http://www.biotay.com/download/Bol_suplementacion_grasas.pdf.
- BLOCK, E. (2010). Transition Cow Research – What Makes Sense Today?. High Plains Dairy Conference, Arm & Hammer Animal Nutrition.
- CABRERA, Omar y DEL CARPIO RAMOS, Pedro. (2007). Rendimiento de vacas Holstein en lactación alimentadas con grasa sobrepasante en las dietas. (Citado: 28/10/2011). Disponible en: <http://www.engormix.com/MAGanaderia-leche/sanidad/articulos/rendimiento-vacas-holstein-lactacion-t1875/165-p0.htm>.
- CALSAMIGLIA, S. (2001). Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. XVI Curso de Especialización FEDNA, Universitat Autònoma de Barcelona.
- CALVOPIÑA, Adrián y LEÓN, Vicente. (2007). Estudio de la suplementación de tres niveles de grasa sobrepasante en la alimentación de vacas lactantes Holstein friesian, Aloasi-Pichincha. *RUMIPAMBA VOL. XXI N° 1*, pp. 1-12.
- CARMO, R. 2008. Megalac-e, gordura protegida ruminal, publicidade Qumica Geral do Noreste S.A. Brasil.

- CASTAÑEDA, E et al., (2009). Effect of peripartum dietary energy supplementation of dairy cows on metabolites, liver function and reproductive variables. *Animal Reproduction Science* 112: 301–315.
- CEBALLOS, A. et al. (2002). Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 1.*
- CHEBEL, R y SANTOS, J. (2011). Association between leptin single nucleotide polymorphism and reproductive performance of lactating Holstein cows. *Anim Reprod Sci* 127(3-4):126-34.
- CONTRERAS, Andrés y SORDILLO, Lorraine. (2011). Lipid mobilization and inflammatory response during the transition period of dairy cows. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 34: 281–289.
- CORREA, Héctor. (2004). La vaca en transición: metabolismo y manejo nutricional. Seminario Nacional de lechería especializada: Bases Nutricionales y su impacto en la productividad. Eventos y asesorías agropecuarias, Auditorio de la Salud, Hospital General de Medellín, pp. 141-152.
- CORREA, Héctor. (2002). Monitoreo nutricional y metabólico en hatos lecheros. Seminario II Curso de Actualización en Reproducción Animal, Grupo de Investigación en Biotecnología Aplicada, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- DUQUE, Mónica; OLIVERA, Martha y ROSERO, Ricardo. (2011). Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Rev Col Cienc Pec* 24:74-82.
- DUSKE, K et al., (2009). Metabolism and lactation performance in dairy cows fed a diet containing rumen-protected fat during the last twelve weeks of gestation. *J Dairy Sci.* 92:1670–1684.

- EL-SHAHAT, K y ABO-EL MAATY, A. (2010). The effect of dietary supplementation with calcium salts of long chain fatty acids and/or l-carnitine on ovarian activity of Rahmani ewes. *Animal Reproduction Science* 117 (2010) 78–82.
- ESPINOZA, J et al., (2010). Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *Arch Med Vet* 42, 25-32.
- FENWICK, Mark et al., (2008). Interrelationships between negative energy balance (NEB) and IGF regulation in liver of lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology* 34: 31–44.
- FERNANDEZ, G. (2009). El Período de Transición en la Vaca Lechera. Curso: Seminario avanzado de investigación- Cajamarca, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Cajamarca.
- FUNSTON, R. (2004). Fat supplementation and reproduction in beef females. *J Anim Sci* 82:E154-E161.
- GALLARDO, Miriam. (2006). Alimentación y composición química de la leche. (Citado: 28/09/2011). Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/12-alimentacion_y_Composición_leche.pdf.
- GALLARDO, Miriam y GAGGIOTTI Mónica. (2005). Utilización de soja y sus subproductos en alimentación de ganado. (Citado: 23/07/2011). Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/39-soja_y_subproductos_en_alimentacion_de_ganado.htm.
- GALVIS, Rubén; MUNERA, Edwin y MARÍN, Andrés. (2005). Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 18:3.
- GATIUS, F; YANIZ, J y HELM, D. 2003. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 59:801-812.

- GAUTAM, G et al., (2010). Defining delayed resumption of ovarian activity postpartum and its impact on subsequent reproductive performance in Holstein cows. *Theriogenology* 73: 180–189.
- GONZALEZ, F y BAS, F. (2001). Las grasas protegidas como fuente energética en la alimentación de vacas lecheras. Informe Agronomía y Forestal, Universidad Católica de Chile.
- GRIGERA, Juan y BARGO Fernando. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. (Citado: 15/01/2012). Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf.
- INGVARTSEN, K y BOISCLAIR Y. (2001). Leptin and the regulation of food intake, energy homeostasis and immunity with special focus on periparturient ruminants. *Domestic Animal Endocrinology* 21: 215–250.
- INGVARTSEN, K. (2006). Feeding- and management-related diseases in the transition cow Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal Feed Science and Technology* 126: 175–213.
- IRIGOYEN, Alfredo y RIPPOLL, Gustavo. Alimentación posparto de la vaca lechera. Cartilla para productores. (Citado: 23/11/2011). Disponible en: <http://www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart3/Cart3.htm>.
- JOUANY, P. (2006). Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Animal Reproduction Science* 96: 250-264.
- KIM, Ill-Hwa y SUH, Gook-Hyun. (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 60: 1445–1456.

- KLINKON, M y ZADNIK, T. (1999). Dynamics of red and White blood picture in dairy cows during the periparturient period. *Comparative Haematology International* 9:156–161.
- KNOP, R., y CERNESCU H. (2009). Effects of negative energy balance on reproduction in dairy cows. *Lucrări Stiințifice Medicină Veterinară* 42: 198-205.
- LIPPOLIS, John; PETERSON-BURCH, Brooke y REINHARDT, Timothy. (2006). Differential expression analysis of proteins from neutrophils in the periparturient period and neutrophils from dexamethasone-treated dairy cows. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 111: 149-164.
- LOPÉZ, F; YÁNIZ, J y MADRILES, D. (2002). Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 59: 801-812.
- LUCY, M et al., (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci*, 70: 3615-3626.
- MATEOS, G.; P. REBOLLAR, y P. MEDEL. (1996). Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezcladas. *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)*. España.
- MARTÍNEZ, Andrés et al., (2010). Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. *REDVET*, Volumen 11 Número 08, pp. 1-21.
- MARÍN, Alejandra et al., (2007). Reinicio de la actividad ovárica y nivel de metabolitos de lípidos en vacas lecheras suplementadas con aceite vegetal durante el posparto temprano. *Interciencia* 32, 180-184.
- McNAMARA, S et al., (2003). Effect of offering rumen-protected fat supplements on fertility and performance in spring-calving Holstein-Friesian cows. *Animal Reproduction Science* 79: 45-56.

- MONTIEL, F y AHUJA, C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science* 85: 1–26.
- NOWROOZI, Ardavan et al., (2011). Prevalence of subclinical ketosis in dairy cattle in the Southwestern Iran and detection of cutoff point for NEFA and glucose concentrations for diagnosis of subclinical ketosis. *Preventive Veterinary Medicine* 100: 38–43.
- PLAIZIER, J et al., (2009). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal* 176: 21-31.
- PORTILLO, Germán. (2001). Suplementación con lípidos y reproducción en vacas de carne En *Reproducción Bovina*. (Citado: 09/08/2011). Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/libro_reproduccion_bovina/cap8.PDF
- RAFIA, Saman et al., (2011). Effect of body condition score on dynamics of hemogram in periparturient Holstein cows. *Comparative Clinical Pathology* (21 February) pp. 1-11.
- REIST, Martin et al., (2003). Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology* 59: 1707-1723.
- RELLING, Alejandro y MATTIOLI, Guillermo. (2003). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes*. Ed. Universidad de la Plata, Argentina, pp. 40-50.
- ROCHE, J; MACKEY, D Y DISKIN, M. (2000). Reproductive management of portpartum cows. *Animal Reproduction Science* 60–61: 703–712.
- RUGINOSU, Elena; CREANGA, S; SOFRONIE, Mariana; ANTON, Alina; SOLCAN, G. (2010). The hematologic profile of cattle with reproductive diseases. *Cercetări Agronomice în Moldova*, Vol. XLIII , No. 2 (142).

- SAKAGUCHI, Minori. (2009). Differences between body condition scores and body weight changes in postpartum dairy cows in relation to parity and reproductive indices. *Can Vet J* 50:649–656.
- SALEM, M y BOURAOUI, R. (2008). Effects of calcium salts of palm fatty and protected methionine supplementation on milk production and composition and reproductive performances of early lactation dairy cows. *International Journal of Dairy Science* 3 (4): 187-193.
- SALGADO, Roger; VERGARA, Oscar y SIMANCA, Juan. (2008). Relaciones entre peso, condición corporal y producción de leche en vacas del sistema doble propósito. *Rev MVZ Córdoba* 13 (2): 1360-1364.
- SALVADOR, Alejandro et al., (2009). Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Trop.*, 27(3): 285-298.
- SALAS, G et al., (2011). Reinicio de la actividad ovárica posparto y concentración plasmática de metabolitos lípidos y progesterona en vacas suplementadas con grasa de sobrepaso. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 14, núm. 2, pp. 385-393.
- SANGWICHIAN, Chayanoot et al., (2005). Effect of solvent on fatty acid profile of stearin separated from crude palm oil. *Conferencia Internacional sobre ingeniería y medio ambiente – ICEE 2005*. Facultad de ciencias técnicas Trg D, Universidad de Novi Sad, Novi Sad, Serbia y Montenegro.
- SANTOS, J. (2009). Nutrition and reproduction in Dairy Cattle. *Dairy Cattle Reproduction Conference 2009*, Department of Animal Sciences. University of Florida, Gainesville.
- SCHROEDER, G et al., (2004). Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livestock Production Science* 86: 1-18.
- THATCHER, W et al., (2006). Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. *Theriogenology* 65: 30-44.

- TYAGI, Nitin; THAKUR, Sudarshan y SHELKE, Sachin. 2010. Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows. *Trop Anim Health Prod* 42:1749–1755
- VAN LIER, Elize y REGUEIRO, Mariel. (2008). Digestión en retículo-rumen. Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de la republica, Montevideo, Uruguay, pp. 23-27.
- WATTIAUX, Michel. (1999). Preñez y parto En Reproducción y Selección Genética. (Citado: 17/12/2011). Disponible en: <http://babcock.wisc.edu/node/163>.
- WATTIAUX, Michel. (1999). Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras En Nutrición y alimentación. (Citado: 10/10/2011). Disponible en: <http://babcock.wisc.edu/es/node/135>.
- WATTIAUX, Michel. (1999). Metabolismo de lípidos en vacas lecheras En Nutrición y alimentación. (Citado: 12/11/2011). Disponible en: <http://babcock.wisc.edu/es/node/139>.
- WILLIAMS, G y STANKO R. (2000). Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. *J Anim Sci* 77: 1-12.

ANEXOS

Anexo 1: Producción y composición de leche por períodos para los tres grupos de suplementación

Período	Días Posparto	Grupo	Pn Leche (lt)	Pn leche A. (lt)	% Grasa	% Proteína	% SNG	% Minerales	% Lactosa	Densidad
1	15	1	215.24±23.44	215.24±23.44	3.61±0.06	2.75±0.04	7.60±0.14	0.69±0.02	4.09±0.09	1.0273±0.0010
		2	187.44±29.92	187.44±29.92	3.80±0.09	3.07±0.10	8.53±0.27	0.75±0.02	4.60±0.15	1.0318±0.0011
		3	231.16±70.25	231.16±70.25	3.36±0.28	2.96±0.10	8.20±0.26	0.74±0.02	4.41±0.14	1.0298±0.0009
2	30	1	224.17±19.86	439.41±41.27	3.76±0.07	2.88±0.05	8.00±0.14	0.71±0.01	4.31±0.08	1.0295±0.0010
		2	208.00±37.12	395.44±65.60	3.75±0.27	3.03±0.10	8.41±0.28	0.74±0.02	4.54±0.15	1.0319±0.0014
		3	257.68±56.31	488.84±126.54	3.26±0.29	2.94±0.16	8.14±0.44	0.73±0.02	4.38±0.24	1.0297±0.0018
3	45	1	221.14±30.47	660.56±67.72	3.75±0.03	2.94±0.12	8.16±0.32	0.72±0.02	4.40±0.18	1.0304±0.0014
		2	224.40±22.83	619.84±82.43	3.59±0.50	3.03±0.15	8.40±0.42	0.74±0.03	4.53±0.23	1.0311±0.0021
		3	251.14±50.71	739.98±176.86	4.02±0.51	2.88±0.12	7.98±0.33	0.73±0.04	4.29±0.17	1.0285±0.0012
4	60	1	223.21±31.62	883.77±95.83	3.77±0.08	2.94±0.07	8.16±0.20	0.72±0.02	4.41±0.09	1.0305±0.0007
		2	234.96±30.68	854.80±101.91	3.43±0.54	3.02±0.11	8.37±0.31	0.75±0.02	4.50±0.17	1.0307±0.0017
		3	247.80±57.75	987.78±233.46	3.31±0.24	3.00±0.27	8.33±0.74	0.74±0.05	4.49±0.39	1.0305±0.0031
5	75	1	226.21±39.11	1109.99±131.40	3.86±0.13	3.03±0.11	8.43±0.30	0.74±0.02	4.55±0.16	1.0315±0.0012
		2	231.78±32.54	1086.58±127.31	3.62±0.35	2.94±0.19	8.15±0.54	0.73±0.04	4.39±0.30	1.0296±0.0025
		3	246.30±57.07	1234.08±288.04	3.90±0.28	2.94±0.21	8.15±0.57	0.73±0.04	4.38±0.31	1.0296±0.0026
6	90	1	229.16±47.44	1339.14±174.36	3.60±0.31	2.93±0.17	8.14±0.47	0.72±0.04	4.39±0.26	1.0299±0.0021
		2	219.46±31.40	1306.04±152.54	3.50±0.36	2.96±0.04	8.19±0.12	0.74±0.02	4.41±0.06	1.0297±0.0006
		3	246.18±44.01	1480.26±331.83	3.64±0.36	2.91±0.08	7.91±0.41	0.72±0.03	4.25±0.22	1.0282±0.0019
7	105	1	221.11±48.34	1560.26±218.19	3.35±0.20	2.93±0.08	8.13±0.22	0.73±0.02	4.37±0.12	1.0297±0.0011
		2	207.62±26.45	1513.66±177.70	3.59±0.13	2.90±0.06	8.03±0.17	0.73±0.01	4.32±0.09	1.0288±0.0006
		3	222.60±44.90	1702.86±375.98	4.33±0.31	2.81±0.18	7.79±0.50	0.72±0.04	4.18±0.27	1.0274±0.0022

Anexo 2: Hematocrito y conteo de leucocitos por períodos para los tres grupos de suplementación

Período	Días Posparto	Grupo	Hematocrito	Neutrófilos	Linfocitos	Monocitos	Eosinófilos	Basófilos
1	-15	1	31.43±3.15	20.00±4.20	77.29±5.09	0.57±1.13	1.71±1.11	0.29±0.49
		2	33.20±2.17	20.00±4.36	76.40±4.45	0.40±0.58	2.60±1.52	0.40±0.54
		3	29.80±4.87	28.20±10.18	65.20±12.64	2.20±1.79	4.40±2.97	0.00±0.00
2	0	1	31.57±3.10	18.14±3.98	78.86±3.34	1.57±0.98	1.29±1.11	0.14±0.38
		2	29.40±2.51	24.20±12.87	68.80±11.69	1.60±1.14	5.20±4.92	0.00±0.00
		3	30.60±5.64	29.60±11.35	64.80±13.50	1.00±1.73	3.20±3.03	0.00±0.00
3	15	1	28.14±2.67	16.14±7.73	78.86±8.38	1.71±2.06	2.86±1.95	0.43±0.53
		2	28.20±3.56	26.00±11.20	70.20±10.16	0.60±0.89	3.20±2.77	0.00±0.00
		3	28.00±3.74	30.40±10.06	66.20±10.83	0.00±0.00	3.40±3.51	0.00±0.00
4	30	1	26.00±3.16	16.57±5.97	77.43±7.07	0.71±0.76	4.57±2.64	0.00±0.00
		2	27.80±3.70	22.60±10.31	71.60±8.53	0.00±0.00	5.80±4.44	0.00±0.00
		3	28.20±4.32	22.80±7.60	72.40±13.85	0.00±0.00	4.40±8.30	0.20±0.44
5	45	1	25.33±3.83	18.00±3.41	78.83±4.07	0.17±0.41	3.00±1.55	0.00±0.00
		2	28.00±3.16	24.00±8.72	71.40±6.07	1.20±0.84	4.40±2.07	0.20±0.44
		3	27.80±4.26	21.20±8.23	73.40±8.88	0.80±0.84	4.20±2.59	0.00±0.00
6	60	1	24.33±3.20	17.11±9.79	78.83±10.70	0.67±0.82	3.33±2.16	0.00±0.00
		2	29.20±0.84	26.80±9.83	68.60±10.01	0.80±1.30	3.80±2.95	0.00±0.00
		3	27.20±2.77	24.60±10.50	70.80±10.59	1.00±1.00	3.60±2.70	0.00±0.00
7	75	1	27.71±2.98	19.43±6.75	75.57±8.16	0.57±0.53	4.29±2.06	0.14±0.38
		2	29.40±3.65	28.40±3.21	66.80±6.06	0.40±0.89	4.40±3.36	0.00±0.00
		3	28.20±3.83	21.40±5.22	76.60±4.62	0.40±0.55	1.40±1.14	0.20±0.44
8	90	1	26.71±4.03	21.14±6.72	72.57±7.66	0.86±0.90	4.43±2.99	1.00±1.15
		2	28.60±1.52	25.60±5.37	68.80±4.44	0.20±0.45	5.20±3.27	0.20±0.44
		3	26.50±3.11	24.50±3.11	73.25±3.30	0.50±0.58	1.00±1.41	0.25±0.50
9	105	1	28.14±3.08	22.14±3.93	72.29±3.77	1.57±1.90	3.57±2.99	0.28±0.76
		2	28.20±2.28	27.40±9.15	65.80±7.85	0.80±0.84	5.80±5.45	0.00±0.00
		3	30.00±3.37	25.50±5.26	73.25±5.74	0.00±0.00	1.00±0.82	0.25±0.50

Anexo 3: Peso y condición corporal por períodos para los tres grupos de suplementación

Período	Días Posparto	Grupo	Peso	CC
1	-15	1	500.14±68.25	3.46±0.17
		2	460.60±65.14	3.65±0.22
		3	466.20±64.85	3.45±0.33
2	0	1	427.28±63.09	2.93±0.24
		2	404.60±52.20	3.00±0.18
		3	403.60±66.13	2.90±0.38
3	15	1	414.57±61.07	2.79±0.22
		2	392.80±59.59	2.85±0.22
		3	401.60±60.85	2.85±0.41
4	30	1	414.28±60.15	2.75±0.25
		2	390.80±51.83	2.80±0.21
		3	460.20±63.72	3.05±0.54
5	45	1	409.00±63.21	2.63±0.14
		2	403.80±62.27	2.95±0.27
		3	401.00±67.67	2.90±0.38
6	60	1	405.83±60.06	2.71±0.19
		2	407.40±65.73	3.05±0.54
		3	411.00±62.17	3.05±0.45
7	75	1	417.29±60.10	2.68±0.12
		2	407.60±58.63	2.90±0.38
		3	413.80±62.18	3.05±0.48
8	90	1	427.57±62.53	2.75±0.20
		2	412.00±69.36	2.95±0.37
		3	440.50±62.92	3.06±0.47
9	105	1	428.14±67.41	2.85±0.38
		2	418.20±60.76	3.00±0.35
		3	417.50±57.09	3.25±0.46