

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**VARIACIONES EN LA DINÁMICA DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS
METABÓLICOS EN EL PERIPARTO DE VACAS LECHERAS
SUPLEMENTADAS CON MULTIVITAMÍNICOS DESDE EL RETO AL
PARTO**

POR:

DANIEL MARIN VARA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Mayo del 2009

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Unidad Laguna
División Regional de Ciencia Animal

Variaciones En La Dinámica De Los Principales Parámetros Metabólicos En
El Periparto De Vacas Lecheras Suplementadas Con Multivitamínicos Desde
El Reto Al Parto

Por:
Daniel Marín Vara

Tesis que se somete a consideración del H. jurado examinador y aprobada
como requisito parcial para obtener el grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por:



Dr. Carlos Leyva Orasma

Asesor



MC. Sergio Ignacio Barraza Araiza

Colaborador



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL

DE CIENCIA ANIMAL

Torreón, Coahuila, México

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL
Mayo del 2009

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Unidad Laguna
División Regional de Ciencia Animal

Variaciones En La Dinámica De Los Principales Parámetros Metabólicos En
El Periparto De Vacas Lecheras Suplementadas Con Multivitamínicos Desde
El Reto Al Parto

Por:

Daniel Marín Vara

Tesis que se somete a consideración del H. jurado examinador y aprobada
como requisito parcial para obtener el grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por:

Presidente:



Dr. Carlos Leyva Orasma

Vocal:



MC. Sergio Ignacio Barraza Araiza

Vocal:



MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso

Vocal suplente:



MC. Juan Luis Morales Cruz

Torreón, Coahuila, México

Mayo del 2009

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Porque me ha abierto el camino y me ha dado el espíritu de seguir siempre adelante a pesar de todos los tropiezos que he tenido y enfrentado. Por darme la hermosa oportunidad de vivir y culminar una parte de mis sueños.

A MI ALMA, TERRA, MATER:

Por ser la universidad que permitió la formación profesional en medicina veterinaria y me brindo las enseñanzas para terminar mis estudios profesionales.

A MI ASESOR DR. CARLOS LEYVA ORASMA:

Por todo el apoyo a lo largo de mi formación profesional, por la paciencia durante la elaboración de mi tesis, los conocimientos transmitidos, ser un buen profesor lleno de nobleza, su apoyo y confianza, por el ejemplo que es para mí. Gracias.

A MI JURADO:

M.C. Sergio Ignacio Barraza Araiza y ser colaborador en mi tesis, M.V.Z. Rodrigo Isidro Simón Alonso y al M.C. Juan Luis Morales Cruz por toda la dedicación y paciencia que tuvieron durante la revisión de este trabajo.

A PROFESORES:

Al Dr. Horacio Hernández, quien colaboro en la realización de mi análisis estadístico.

Dr. Alberto Delgadillo, por su apoyo durante mi Servicio Social, los conocimientos transmitidos, su apoyo y confianza, por ser ejemplo para mí.

A todos los maestros y profesores que me brindaron sus enseñanzas durante mi formación. Gracias.

A TODO EL PERSONAL DEL ESTABLO AMPUERO:

Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo y por todo lo aprendido. Por brindarme el apoyo necesario, para poder culminar mi tesis.

A MIS AMIGOS, PAISANOS Y COMPAÑEROS DEL GRUPO “B” DE LA GENERACIÓN XLVIII:

Dr. Gustavo Fix, MVZ. Mauricio A. Varela, MVZ. Ismael Sosa, MVZ. Jehová Sandoval, Cristian Francisco Domínguez, Arturo Vélez, Abel Cabrera, Joel Palafox, Alma Iris, Josefina Guardiola, Syomara Ramírez, Lileyni de la cruz, Miguel Ángel Merlín, Alonso Caraveo, Wilmer Santizo, Juan Alan Mauricio, Massiel Rodríguez. Por todos los buenos tiempos y momentos vividos, por estar juntos en las buenas y malas, por su amistad gracias.

Así mismo expreso mi agradecimiento y reconocimiento a todas aquellas personas que alguna u otra forma colaboraron para cumplir mis objetivos.

A todos “gracias”

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Por darme la oportunidad de vivir, por ser unos padres de gran valía y ejemplo para muchos. Por haberme brindado su apoyo y confianza siempre que los necesite; guiarme hacia el camino del bien. Por todo el amor, esfuerzo, apoyo, paciencia y responsabilidad que tuvieron para que pudiese alcanzar esta meta.

Cristobalina Vara Aguilar por darme la vida, por todo el amor, cariño y confianza que me has brindado durante toda mi vida, por todos y cada uno de los bellos momentos vividos, por el gran sacrificio que has hecho por vernos triunfar a cada uno de nosotros, te dedico no solo mi carrera, si no todo lo que he obtenido y obtendré durante mi vida profesional, se que no pagaré un solo grano de sal de lo mucho que me has dado, por todo esto y mas gracias madre mía por estar siempre conmigo.

Aristeo Marín Nicolás, por ser mi padre, por todo el amor, cariño, confianza y apoyo que me has brindado, por ser un buen padre, por enseñarme a valorar todas y cada una de las cosas, he aprendido mucho de ti; por guiarme hacia un buen camino, por el trato que me diste en la vida que sin ello no hubiese sido nada, gracias por todo.

A MIS HERMANOS:

Mercedes, Pedro, Crescencio, Alejandra, Aristeo, Pablo y Ricardo, a mi gemelo Nabor, aunque no fue posible conocerlo yo se que el me esta acompañando en el trayecto de mi vida. Gracias por todo el apoyo incondicional que me han brindado, por todos los momentos vividos, por ser un ejemplo para mí, por eso y tantas cosas. Con quienes quiero compartir este logro.

A MIS ABUELOS:

Paula Aguilar Jiménez y Daniel Vara Blas. Adelaida Nicolás y Eusebio Marín Calixto.

A TODA MI FAMILIA:

Gracias por brindarme de alguna u otra manera su apoyo, gracias.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1.- Condición corporal óptima al secado en vacas Holstein.....	5
2.2.- Variaciones de la condición corporal desde el secado al parto en vacas Holstein.....	11
2.3.- Factores dietéticos de variación.....	14
2.3.1.- Consumo de materia seca.....	16
2.3.2.- Suplementación de vitaminas y minerales.....	22
2.4.- Variaciones de los principales parámetros metabólicos desde el secado al parto. Ácidos grasos no esterificados, Triglicéridos totales, Colesterol total...	24
2.5.- Factores que influyen en el pico de producción láctea y su significado económico.....	31
2.6.- Factores de riesgos que influyen en trastornos reproductivos en el posparto temprano.....	34
III.- MATERIALES Y METODOS.....	38
3.1.- Descripción del área de estudio.....	38
3.2.- Descripción de los animales experimentales.....	39
3.3.- Diseño del experimento.....	39
3.4.- Valoración de la condición corporal.....	40
3.5.- Muestreo sanguíneo.....	40
3.5.1.- Técnica-método.....	40
3.6.- Determinación de metabolitos.....	40
3.7.- Análisis estadístico.....	41
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
V.- CONCLUSIONES.....	51
VI.- LITERATURA CITADA.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variaciones cuantitativas de los parámetros metabólicos desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.....	42
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas anatómicas específicas para la determinación de la CC.....	9
Figura 2. Escala para la determinación del estado corporal.	10
Figura 3. Relación entre consumo de energía y materia seca con respecto a la digestibilidad del alimento.....	15
Figura 4. Evolución del consumo de materia seca alrededor del parto.....	17
Figura 5. Cambios en la concentración de NEFA y el CMS alrededor del parto.....	21
Figura 6. Niveles de colesterol total desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.....	44
Figura 7. Niveles de triglicéridos totales desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles....	46
Figura 8. Niveles de NEFA desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.....	48
Figura 9. Condición corporal desde el reto hasta la segunda semana posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.....	50

ABREVIATURAS:

Apo B: apolipoproteína B.

EB: Balance Energético.

BEN: Balance Energético Negativo.

BHB: β -hidroxibutirato.

CC: Condición Corporal.

CMS: Consumo De Materia Seca.

IEP: intervalo entre partos.

LCFA: Ácidos grasos de cadena larga.

MS: Materia Seca.

NADIR: punto más bajo.

NEFA: Ácidos Grasos no Esterificados (siglas en ingles).

NPY: Neuroléptico Tirosina.

VHDL: Lipoproteínas de muy alta densidad.

VLDL: Lipoproteínas de muy baja densidad.

TMR: Ración totalmente mezclada (siglas en ingles).

RESUMEN

El objetivo de este trabajo, fue valorar el efecto de suplementación con multivitamínicos solubles sobre parámetros metabólicos, variaciones de la condición corporal, en el periparto de vacas Holstein; ya que dichos parámetros permiten evaluar la naturaleza de trastornos metabólicos. Se trabajo con 30 vacas lecheras Holstein del establo AMPUERO S.P.R. de R.L. de C.V. ubicado en el kilometro 6.5 de la carretera Torreón-Mieleras del municipio de Torreón, Coahuila, los animales fueron divididos en dos subgrupos de 15 cada uno seleccionados al azar y asignados a corrales separados facilitar el manejo, el primer grupo (tratado) al momento de entrar al periodo de reto, se le suministró un complejo vitamínico soluble en agua. El segundo grupo (control) 15 animales, a este grupo no se le suministro el complejo vitamínico. Las determinaciones de los parámetros metabólicos fueron realizadas en suero obtenido a partir de sangre de la vena coccígea, desde el secado al posparto. La condición corporal fue evaluada en la escala de 1 a 5, utilizándose la técnica desarrollada por edmonson valorándose al reto, entre este y el parto, al parto y a los 15 días posteriores al mismo. Se realizo un análisis estadístico por medio del software SYSTAT Versión 10.0. Los parámetros metabólicos se analizaron por medio de las pruebas Two-sample t test y Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance, y la condición corporal se analizo por medio de la prueba Análisis de varianza para medidas repetidas (MANOVA). La suplementación con multivitamínicos solubles en vacas Holstein, desde el reto al parto, influyo en los niveles de colesterol total al momento del mismo, siendo significativamente más altos (175.545 ± 55.142 vs 128.500 ± 44.727) para el grupo suplementado. Su dinámica posteriormente mantuvo una tendencia al incremento hasta el último muestreo. Con respecto a los Triglicéridos Totales, NEFA, el comportamiento fue diferente, los triglicéridos totales en el grupo suplementado presento una tendencia a disminuir hasta el parto en el grupo suplementado con relación al grupo testigo, posteriormente incrementándose los niveles en la segunda semana postparto. Con respecto a los NEFA sin que el tratamiento tuviera influencia, al momento de iniciar la suplementación el grupo testigo tuvo valores significativos más altos al reto $P \leq 0.05$ (0.791 ± 0.304 vs 0.503 ± 0.068),

posteriormente los niveles fueron muy variables para ambos grupos sin diferencias significativas, aunque al final del muestreo el grupo suplementado tuvo una tendencia a presentar niveles superiores al grupo testigo cosa que no coincide con los cambios en la condición corporal, al momento del parto ambos poseían condición corporal similares a la semana postparto, hubo una tendencia superior a disminuir en el grupo testigo.

Palabras clave: *Suplementación con Multivitamínicos Solubles, Ácidos Grasos no Esterificados, Triglicéridos totales, Colesterol total, Condición Corporal.*

I.- INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción a los que se somete el ganado bovino productor de leche en México, se basan en modelos de establos tecnificados con diseños de ordeño orientados principalmente a abastecer la demanda en el consumo de leche regional y nacional.

Hace años las vacas secas a menudo estaban en un área remota del establo porque no se consideraba que contribuyeran directamente hacia los ingresos de la venta de leche. Sin embargo, investigaciones recientes han cambiado esta percepción y se han dado cuenta de la importancia que puede tener un programa efectivo de vacas secas y de alimentación temprana posparto para el rendimiento de lactancia.

El término transición se refiere al movimiento, paso o cambio de una posición, estado, sujeto, concepto, a otro. Cabe señalar que las vacas lecheras enfrentan diversos periodos de transición durante toda su vida. El nacimiento, el destete y el parto deben ser considerados los eventos más estresantes que enfrentan estos animales (21).

Durante el período de transición las vacas lecheras de alta producción se enfrentan a un gran desafío para mantener aumento en sus requerimientos nutritivos para producción de leche en los momentos en que el consumo de alimento se encuentra deprimido. La represión metabólica periparto impuesta por la disminución del consumo de materia seca junto a la presencia de otros agentes estresores asociados al parto y a la lactogénesis, contribuyen sin duda a la alta incidencia de desórdenes metabólicos y enfermedades infecciosas que se presentan durante el período de transición (43).

Las vacas pierden peso y condición corporal (CC) después del parto. Es importante que las vacas estén en la condición corporal óptima al parto para que así tengan reservas de energía para usarla cuando la necesiten. La condición corporal es una apreciación visual que indica el estado de reservas energéticas almacenadas (tejido graso) del animal; con ella se puede estimar el

comportamiento o respuesta fisiológica ante un evento o reto productivo, reproductivo, terapéutico o médico y permite evaluar raciones y reducir enfermedades metabólicas al inicio de la lactancia (10,82). La evaluación de la condición corporal ha sido propuesta como herramienta en el manejo nutricional, reproductivo y de salud de hatos bovinos (50). Esta es importante en etapas claves de la vida productiva del animal como el secado, el ingreso al preparto, el parto y el pico de la producción, donde el peso vivo no es un buen indicador de las reservas corporales dado que vacas de igual peso pueden presentar diferentes conformaciones y presentar diferentes grados (52).

Los numerosos cambios metabólicos ocurren mientras que la vaca lechera se acerca al parto. El balance energético (EB) puede también afectar al estado metabólico y hormonal de las vacas lecheras (49).

Cumplir con los requisitos nutricionales y metabólicos es fundamental para que el periodo de transición sea normal (preparto, parto, posparto), de esta manera, el periodo de secado no es mayor ni menor a la cantidad de días previamente señalados. La glándula mamaria debe preservar su salud (95) y necesita un tiempo para regenerar los tejidos de secreción de leche ante la demanda de la nueva lactación.

El conocimiento de las vías mediante las cuales los ácidos grasos son metabolizados en el hígado, permitiría identificar los sitios potencialmente críticos y así poder intervenir en los procesos involucrados en el metabolismo hepático de los ácidos grasos. El manejo de los ácidos grasos no esterificados (NEFA) durante el período de transición es un factor importante puesto que influyen negativamente en la salud hepática y en los desórdenes metabólicos que inciden en la vacas durante este período (17, 43). Existen dos formas que pueden ayudar a obtener ese objetivo: 1. Disminuir la llegada al hígado de estos NEFA, mediante el uso de un manejo nutricional adecuado, como es la utilización de compuestos gluconeogénicos y 2. Optimizar la capacidad del hígado para deshacerse de estos compuestos, ya sea quemándolos como energía o movilizándolos del hígado como triglicéridos en lipoproteínas (17).

El período de secado es importante en el manejo general del ciclo del ganado lechero, es un momento de alto riesgo en las vacas recién paridas para que ocurran la mayoría de las enfermedades, ya sea de origen infeccioso o metabólico, haciéndose evidentes los signos clínicos de las mismas después del parto (96,69). Las enfermedades perinatales, especialmente las metabólicas, están fuertemente relacionadas con el manejo nutricional durante el periodo seco e inicio de lactancia (69).

Los médicos veterinarios pueden proveer un servicio valioso a los ganaderos implementando programas de monitoreo para detección temprana de problemas en el periodo de transición. Un elemento importante en dichos programas es el monitoreo del metabolismo energético. El monitoreo debe incluir la atención a los índices de incidencia de enfermedades, ambiente, evaluación de las vacas (tal como la condición corporal), evaluaciones nutricionales y pruebas biológicas. La medición de los ácidos grasos en la semana previa a la fecha probable de parto y el β -hidroxibutirato (BHB) en las primeras 2 semanas después del parto son elementos útiles en un programa de monitoreo (63).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Valorar el efecto de la suplementación con multivitamínicos solubles sobre parámetros metabólicos, variaciones de la condición corporal, desde el periodo de reto hasta los 45 días posparto en vacas Holstein.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1. Valorar la dinámica de los ácidos grasos no esterificados, colesterol total y triglicéridos totales desde el secado hasta los 45 días posparto.

1.2.2. Valorar las variaciones de la condición corporal desde el periodo de reto hasta la segunda semana posparto.

II.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1.- CONDICIÓN CORPORAL ÓPTIMA AL SECADO EN VACAS HOLSTEIN

Es conocido desde hace mucho tiempo la existencia de un periodo no lactante previo al parto en vacas lecheras, comúnmente denominado periodo seco (23) el cual es una fase de reposo entre lactancias y un estadio de bajos requerimientos nutricionales para las vacas, pero que tiene una importancia crítica para el comportamiento productivo y reproductivo de las vacas en la subsiguiente lactancia, es requerido para permitir la regeneración del tejido mamario, para favorecer el reinicio de la lactancia a más alto nivel y la recuperación de las reservas corporales para soportar la próxima lactancia (21, 36, 52, 60). Debe ser visto como un período de preparación para asegurar la salud de las vacas y una mayor producción de leche durante la lactancia subsiguiente, a la vez que estimula un rápido retorno a los ciclos estrales y a una optimización de la fertilidad (39).

El manejo de la duración del periodo seco es una parte del proceso general de manejo de vacas durante el periodo de transición. Pero no solo es importante la existencia de este periodo como tal sino que, además, es importante también la duración del mismo (23). La duración óptima del periodo seco deberá estar en el intervalo entre 40 y 60 días. Un periodo seco menor a 40 días determina la reducción de leche en la lactancia siguiente. Periodos secos demasiado prolongados (mayores a 70 días) también tienden a reducir la producción de leche en la lactancia siguiente (23, 29, 60, 52).

El periodo seco, se ha sido dividido en dos subperiodos, el primero de los cuales corresponde al periodo seco fresco, abarca desde el momento en que la vaca es secada hasta tres semanas antes del parto y es de interés debido a las implicaciones que tiene en la modificación de las poblaciones microbianas en el rumen, la recuperación tanto de las paredes ruminales como de la glándula mamaria, el desarrollo del feto (11, 21, 77) la deposición de tejido adiposo, así como la incidencia de mastitis (21). El periodo seco preparto (reto) es quizá el

más crítico y va desde tres semanas antes del parto hasta el momento en que este se presenta. Los cambios en el consumo de materia seca así como en el estado hormonal y metabólico de los animales, se presentan de manera dramática durante esta fase (41, 21). Errores de manejo durante el periodo seco, particularmente vacas con excesiva condición corporal, desarrollan generalmente severos problemas metabólicos e inmunológicos durante el inicio de la lactancia (71). Aún en ausencia de enfermedades clínicas o subclínicas, la nutrición y el consumo de materia seca en este periodo crítico define como será esa curva de lactancia (69).

Las reservas corporales o estado energético de las vacas son medidas a través de una herramienta práctica, para monitorear las reservas energéticas de los animales, no obstante tratarse de una apreciación subjetiva, es sencilla de utilizar, llamada condición corporal (5, 39, 70, 39, 24).

Aunque el origen de su aplicación estuvo vinculado a los rebaños de carne, en su asociación con las reservas energéticas de los animales para aguantar las épocas de escasez de pastos y forrajes, su uso se ha extendido a la ganadería de leche y en el trópico (82, 83).

Los registros de condición corporal son una herramienta que ha sido evaluada y correlacionada con parámetros reproductivos y productivos, se presenta como la forma más fácil y económica para medir en forma cuantificable dichas relaciones (66). La CC indica el balance del animal de entrada (consumo, digestión y metabolismo) y salida de nutrientes (crecimiento, gestación, producción leche y enfermedades) (5).

El correcto manejo de esta herramienta puede ser variable y depende de la experiencia y manejo de los datos por parte del productor, técnico o asesor (5, 65) con lo cual se pueden ajustar prácticas de manejo para mejorar los parámetros del hato, especialmente referente a la nutrición y reproducción (66).

La evaluación de la condición corporal es un método subjetivo que evalúa las reservas energéticas que posee la vaca para afrontar el parto,

posparto y lactación, se recomienda ampliamente como un medio práctico de evaluación directa para planificar el manejo nutricional y reproductivo en la vaca lechera (96, 82, 2, 45). Es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca (2, 66).

El sistema de puntuación de la condición corporal es un método útil para evaluación de la energía corporal de reserva y se utiliza ampliamente para evaluar el estado nutricional de las vacas lecheras (40, 50, 58). La condición corporal cambia durante el ciclo reproductivo; las fluctuaciones del balance energético corporal son especialmente dramáticas en el parto y los primeros períodos de lactancia. La cantidad de condición corporal perdida y la posterior recuperación al parto a principios del período de la lactancia, refleja el cambio en el balance de energía y puede estar relacionada con la aparición de enfermedades posparto y la función reproductora. La pérdida de condición corporal durante el período seco aumentó la incidencia de enfermedades reproductivas posparto (62).

La CC puede servir para evaluar fenómenos complejos como la movilización de reservas corporales a diferentes estados fisiológicos del animal (5). Los registros de la condición corporal del hato o de grupos dentro del hato, permiten determinar qué vacas están por debajo o por encima de los límites aceptables (66) así mismo la eficiencia nutricional y reproductiva de un hato (96).

Una condición corporal óptima en vacas secas debe estar en el rango de 3.0 a 3.75 máximo, el riesgo de problemas posparto puede ser eliminado cuando las vacas tienen una condición corporal de 3.25 a 3.50 durante los primeros 30 días del período de secado (45, 95, 96, 60, 66, 52, 35). Si las vacas necesitan ganar un punto de CC durante el periodo seco o pierden ese mismo punto o más al inicio de la lactancia después del parto, es el momento en que es más probable que ocurran los problemas asociados con incrementos en

distocias (66, 60) y no deberían perder más de un punto en la condición en los primeros 60 días de lactancia (52).

Las vacas que entran al período seco con una condición corporal inferior a la óptima, tendrán una producción de leche menor, debido a la inadecuada cantidad de reservas corporales. Se debe incrementar la condición corporal durante la primera parte del período seco, lo que aumentará la producción de leche en los primeros 120 días de lactación (28); sin embargo, existe una recomendación general de que las vacas deben obtener la condición corporal óptima al final de la lactación. Cuando las vacas entran en el período de transición con una alta condición corporal (>4) también existen problemas y son aún más serios, pues causan una baja producción de leche, así como la presencia de enfermedades metabólicas y reducción de los parámetros reproductivos, las hace más susceptible a consumir menos alimento después del parto (17).

Se recomienda lograr una CC óptima al parto en el momento del secado, debido a que la recuperación de reservas durante la primera etapa del período seco, puede generar señales endocrinas durante los últimos días preparto, que condicionarían negativamente la salud y consecuentemente, la futura producción de leche (77).

Los cambios del estado corporal en una vaca a lo largo del ciclo productivo, son muy dinámicos y pueden evaluarse por diferentes métodos, la evaluación de la condición corporal mediante la determinación del “score” ó “grado de gordura” a través de observación visual y palpación de ciertas áreas anatómicas del cuerpo, pone a prueba los sentidos de la vista o del tacto, aunque también puede plantearse combinando ambas opciones, se basa en la observación, en las cuatro regiones: región lumbar, caudal, pélvica y del costillar, de sus contornos desde distintos ángulos y del grado de relleno de las fosas, huecos o depresiones presentes en ellas, esto es utilizando una escala utilizando una escala apropiada (52, 2) (Figura 1). Su determinación es

particularmente importante en momentos claves como el secado, el ingreso al preparto, el parto y el pico de producción (2, 45).

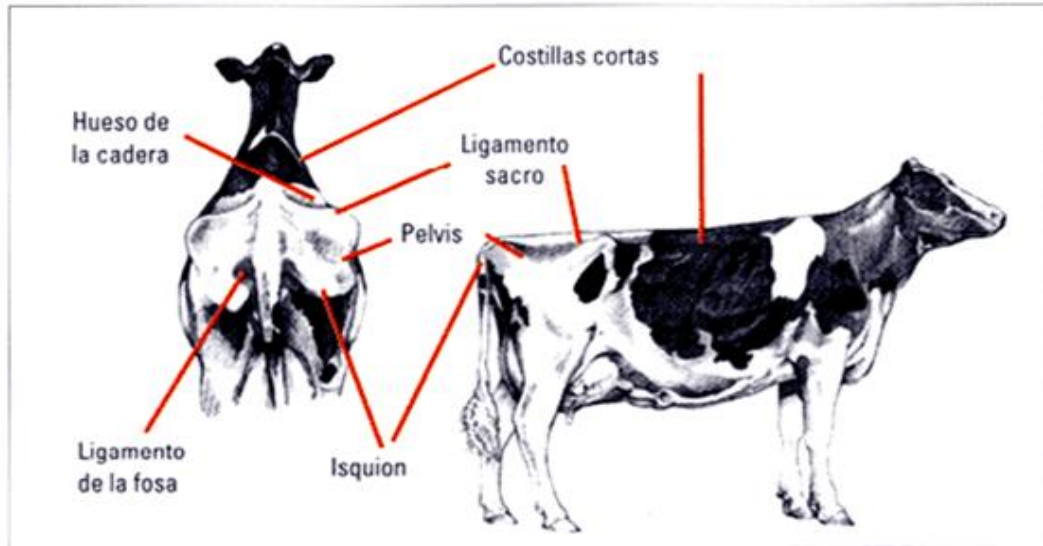


Figura 1. Zonas anatómicas específicas para la determinación de la CC.

Existen varias escalas de evaluación de la condición corporal según sea la ganadería de carne, leche o doble propósito. Se han ideado escalas y técnicas de evaluación de acuerdo a la raza y especie a la cual se aplica (24, 82).

El primer procedimiento evaluador de la CC en ganado vacuno fue desarrollado en el Reino Unido, adaptando la técnica australiana ideada para ganado ovino. Se estableció una escala de puntuación de la CC de 0 a 5, según la apreciación resultante a la palpación de las vértebras lumbares, aunque para las tres notas más altas también se tiene en cuenta la grasa subcutánea detectada (al tacto) en torno a la base de la cola (2).

El CC puede evaluarse utilizando diferentes escalas (91, 45). Algunas escalas tipifican puntuaciones enteras de la CC (0, 1, 2,...) otras, tienen una puntuación más acertada al establecer graduaciones intermedias con incrementos de 0.25 puntos (2, 82). La propuesta planteada por Edmonson en

1989 es la que más recomendaciones ha tenido hasta el punto de haber sido incluida en la última versión de *The nutrient requirements of dairy cattle* (24).

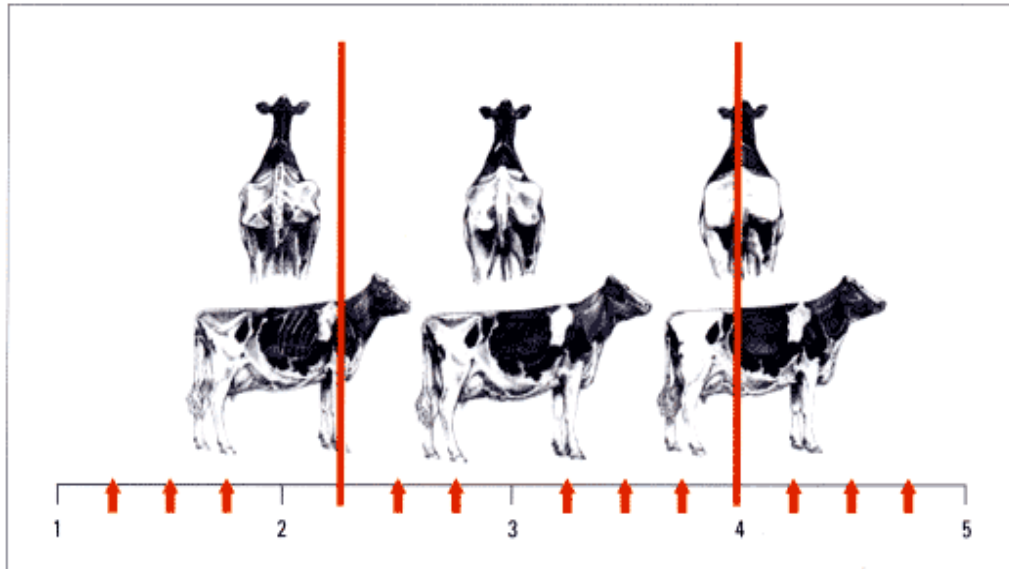


Figura 2. Escala para la determinación del estado corporal.

La CC al parto y la intensidad con la que los animales pierden condición al inicio de la lactancia tienen implicaciones directas sobre la producción de leche, el desempeño reproductivo del hato y la incidencia de enfermedades metabólicas tienen mayor riesgo en vacas gordas durante los primeros meses de lactancia (45, 66).

Los componentes primarios que determinan la condición corporal son el nivel de producción de leche y el nivel de alimentación. Si en las primeras semanas de lactancia, los niveles de producción se elevan en forma no proporcional al incremento del consumo de alimentos de calidad, el estado corporal descenderá (52).

La mayoría de las vacas se encuentran entre 2.25 a 4.0, mientras que las vacas con CC inferiores o superiores a este rango generalmente presentan patologías específicas y su calificación es poco relevante (45).

Las vacas con una buena CC pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso y la consecuente reducción en la producción de leche y tasa de preñez (45, 66).

2.2.- VARIACIONES DE LA CONDICION CORPORAL DESDE EL SECADO AL PARTO EN VACAS HOLSTEIN.

El uso de la condición corporal como una tecnología para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva requiere de un manejo nutricional que asegure una CC adecuada al parto, dentro de los límites fisiológicos posibles, durante el posparto. Animales que paren en pobre CC, alargan el intervalo parto-concepción en hasta 65 días, con respecto a los que lo hacen en buena condición (82).

La CC en vacas lecheras, particularmente al parto y los cambios durante el período de lactancia influyen en la producción de leche, en el comportamiento reproductivo y en el estado de salud (45, 96, 105).

La movilización de reservas corporales en el posparto es un evento fisiológico de gran importancia en la vaca lechera, por lo tanto, el monitoreo del estado corporal es de singular interés práctico para ajustar la alimentación. En vacas de tipo Holstein, la mejor condición al parto se encuentra entre de 3.0 y 3.7 en la escala de cinco grados (20, 52, 76).

Normalmente se podría aceptar que hasta el 10% de las vacas del rebaño pierdan CC hasta llegar a 2.5, 70 días posparto (20). Conforme los animales van recuperando su capacidad de consumo, dejan de perder estado y progresivamente comienzan a recuperar reservas (52). Vacas que paren con menor CC pero que son alimentadas con dietas altas en concentrados y bien balanceadas, muestran menor variación en su CC en inicio de lactancia (45).

Mientras mayor sea la cantidad de grasa que el animal tenga acumulada al momento del parto, mayor va a ser la cantidad de grasa movilizada (24). La condición corporal baja debe tener un tope máximo de 4 a 6 semanas posparto. Vacas enfermas bajan ligeramente más su condición que vacas sin problemas, cerca de 0.25 puntos (66, 96).

Las vacas que paren con una CC inferior a la óptima, producen menos leche por carecer de las reservas energéticas necesarias para sostener altas producciones con limitados consumos de MS (22, 45, 52).

Las vacas más delgadas aumentan el consumo de materia seca más rápido y logran el equilibrio de energía positivo más pronto que las vacas más gordas (96, 55, 77, 99).

En vacas secas, normalmente se acepta que del 10 al 15% del grupo, momentáneamente esté por fuera del rango normal, ya que son vacas que van a tener diversos problemas como días abiertos prolongados, intervalo entre partos (IEP) prolongado, que no satisfacen los estándares normales. En general del 70 al 80% de las vacas deben estar incluidas en el rango normal, el porcentaje de vacas por encima o por debajo de los límites, se les debe implementar prácticas de manejo adecuadas para mantener su CC (66).

Las vacas con una mayor CC al parto presentan un menor promedio de balance energético durante los primeros 50 días de lactancia, lo cual puede ser debido a que las vacas que presentaron mayor CC al parto, presentaron una producción de leche significativamente mayor, la producción de leche es el principal factor que afecta el balance de energía en la lactancia temprana (38).

El proceso de movilización de grasas se inicia algunas semanas previas al parto, sin embargo, la expresión patológica más severa se observa frecuentemente en la segunda semana de lactancia, en donde la infiltración de grasa en el hígado puede ser de 20% o más. Existe una correlación positiva entre la pérdida de peso corporal posparto y la presentación del síndrome, lo que explicaría la presentación en vacas gordas y también en vacas con un

estado nutricional medio que sufren un déficit de energía, por ello la CC al parto es considerada sólo un factor predisponente. Se acepta como fisiológicamente normal un porcentaje de infiltración grasa del 12 al13%, el que paulatinamente comienza a disminuir en la medida que progresa la lactancia (20).

La CC al parto afecta la salud, la eficiencia reproductiva (69) y la producción de leche en la futura lactancia (45). Las recomendaciones generales son que las vacas no deben estar demasiado delgadas o muy gordas cuando llegan al periodo seco o al parto. Cuando las vacas tienen una CC alta al parto, tienen más probabilidades de tener menos apetito, perder más condición al parto y aumento en la incidencia de cetosis. Las vacas con CC más alta tuvieron niveles más altos en el plasma sanguíneo de ácidos grasos no esterificados (estudio a gran escala realizado en Michigan). Los NEFA son un subproducto de la movilización de reservas corporales. Los niveles son más altos inmediatamente después del parto (60).

La CC en vacas lecheras, particularmente al parto y los cambios durante el período de lactancia influyen en la producción de leche, en el comportamiento reproductivo y en el estado de salud (96,105). Se ha demostrado que las exigencias energéticas en la lactancia son atendidas por la relación entre lo ingerido en la dieta y la movilización de las reservas corporales en el período posparto (70).

Las reservas corporales decrecen en el inicio de la lactancia, pero aumentan de la mitad hacia el final de la misma (106) y las pérdidas de CC son mayores y más prolongadas en las vacas con mayor potencial lechero (36, 45, 52). La duración y la magnitud de las pérdidas de condición corporal dependen principalmente de su condición al parto y es mayor en vacas que paren con mayor CC (36).

Las vacas lecheras con alta condición corporal al parto tienen adecuadas reservas para soportar la producción de leche, pero también tienen bajo consumo alimentario, lo que aumenta el BEN y la pérdida de peso al posparto;

por lo tanto, se considera la CC al parto como un factor influyente en la pérdida de peso corporal durante el posparto (79, 70).

Las vacas que pierden menos de 0.5 unidades de condición corporal durante las primeras 5 semanas posparto tienen índices más altos al primer servicio, que las vacas que pierden más de 0.5 (15). La CC al parto es una determinante muy importante de la sincronización del estro (100).

2.3.- FACTORES DIETÉTICOS DE VARIACIÓN.

Existen varias razones que justifican la necesidad de atender cuidadosa y adecuadamente la nutrición en el hato lechero. En primer lugar, tener en cuenta que la alimentación representa entre el 30 y 55% de los costos totales de producción, es un aspecto sobre el cual recaen muchas oportunidades y posibilidades de mejorar la rentabilidad económica del hato (17, 24). En segundo lugar, comprender que en la nutrición recae la responsabilidad de muchas de las disfunciones metabólicas, reproductivas y sanitarias que cotidianamente afectan a los hatos lecheros (4, 16, 17, 21, 24, 47). Y en tercer lugar, el crecimiento de los animales y el nivel de producción así como la calidad de la leche producida dependen en muy buena medida del manejo nutricional del hato (24).

Cuando se habla del consumo de alimento en bovinos, se considera la interacción entre apetito y saciedad. Se debe tener en cuenta que la producción depende de la cantidad de materia seca que el animal consuma. En rumiantes la digestibilidad del alimento cumple un papel importante en esta regulación. Cuando la digestibilidad total del alimento es inferior al 68% se produce el efecto de "llenado". Cuando es superior al valor mencionado la regulación es "quimiostática", (figura 3) donde se compara el consumo en kg de materia seca (MS) de alimento con la cantidad de energía consumida, cuando el alimento llega a tener una digestibilidad de 68% la cantidad de alimento (kg MS) disminuye pero la cantidad de energía consumida se mantiene constante (86).

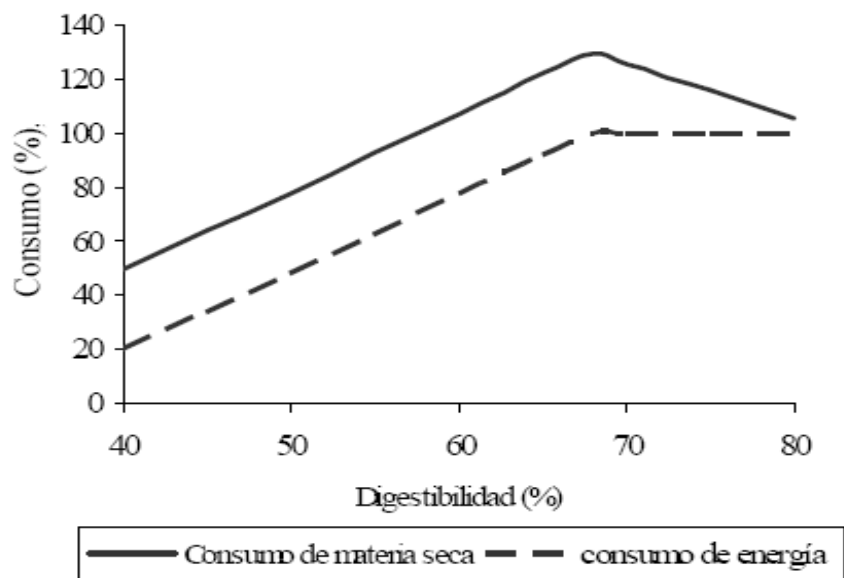


Figura 3. Relación entre consumo de energía y materia seca con respecto a la digestibilidad del alimento.

Los mecanismos que regulan el consumo en el hipotálamo son múltiples con una gran interacción y complejidad. Se clasifican en directos e indirectos. Directos son aquellos que actúan directamente en el hipotálamo, indirectos son aquellos que lo hacen a través del nervio vago. El primero es la oxidación de metabolitos a nivel hepático. Un exceso de glucosa plasmática en no rumiantes estimula su oxidación a nivel hepático, lo cual estimula al nervio vago disminuyendo el apetito. En rumiantes no hay oxidación hepática de glucosa, debido a su baja absorción intestinal, cumpliendo el hígado la función contraria de producir glucosa. Se teoriza que un exceso de propionato y/o ácidos grasos libres la oxidación de dichos metabolitos puede estimular al nervio vago y causar la disminución del consumo (86) por otro lado, este mismo autor plantea que los metabolitos que tienen efecto en el hipotálamo son glucosa, propionato, ácidos grasos libres y algunos aminoácidos como leucina, son oxidados en el hipotálamo y producen la disminución de la secreción de neuropéptido tirosina (NPY) el cual es un neuropéptido que estimula el apetito. Por otro lado, las hormonas metabólicas que regulan apetito son: insulina, leptina y los péptidos

gastrointestinales, ghrelina, colecistoquinina (CCK), péptido inhibidor gástrico (PIG), péptido liberador de gastrina (GLP-1) y péptido tirosina tirosina (PYY). De todas estas hormonas solo la ghrelina produce apetito, y sus concentraciones plasmáticas alcanzan el máximo antes de que el animal consuma. El resto de las hormonas mencionadas disminuyen el apetito. El mecanismo de acción es similar al de los metabolitos o sea disminuyendo la secreción de NPY.

La adecuada alimentación de la vaca durante el período seco es prioritaria para la salud general y el desempeño del animal en la siguiente lactancia. Errores en el manejo de la dieta de la vaca seca pueden acarrear efectos negativos en la ingestión de materia seca durante el inicio de la lactancia, predisponiendo a los animales a enfermedades metabólicas e infecciosas (71).

El consumo de alimento sin restricción antes del parto reduce la síntesis de ácidos grasos así como la oxidación de ácidos grasos después del parto (75).

2.3.1.- CONSUMO DE MATERIA SECA.

El consumo de materia seca (CMS) es un parámetro de suma importancia en nutrición debido a que establece la cantidad de nutrientes disponibles para cubrir las demandas del animal (22, 64) del feto y al mismo tiempo prevenir la aparición de problemas metabólicos (64). Es el que está más frecuentemente en medio de otros parámetros alterados, o que es afectado por otros parámetros (60). La estimación real o segura del CMS es importante para la formulación de raciones, la prevención de deficiencias o excesos en el consumo de nutrientes y en promover el uso eficiente de los mismos (22) así también define como será la curva de lactancia en el periodo seco (69).

El estado fisiológico del animal, específicamente el estado de gestación o momento relativo al parto afecta el CMS (22). El consumo de alimento se

reduce de un 30 a 35% en las últimas 3 semanas antes del parto (4, 17, 21, 22, 29, 47, 60, 52) y disminuye aún más en la última semana preparto y la primera del posparto (11, 24, 29) estos son típicamente del 6 al 10% (29, 4, 21, 22, 47). El CMS comienza a incrementarse lentamente hasta alcanzar el máximo unas semanas más tarde del momento en el que se alcanza el máximo nivel en la producción de leche (11, 24). El incremento en la producción y el nivel de consumo es lo que conduce a un desbalance energético que se expresa como una pérdida de condición corporal (24, 70).

La reducción del CMS al finalizar la gestación y el retraso en su incremento con relación a la producción de leche al inicio de la lactancia (figura 4) (22) está bien documentada, así como la relación con la aparición de diversas enfermedades metabólicas, sanitarias, reproductivas y con el nivel de producción de leche (22, 21, 52, 54).

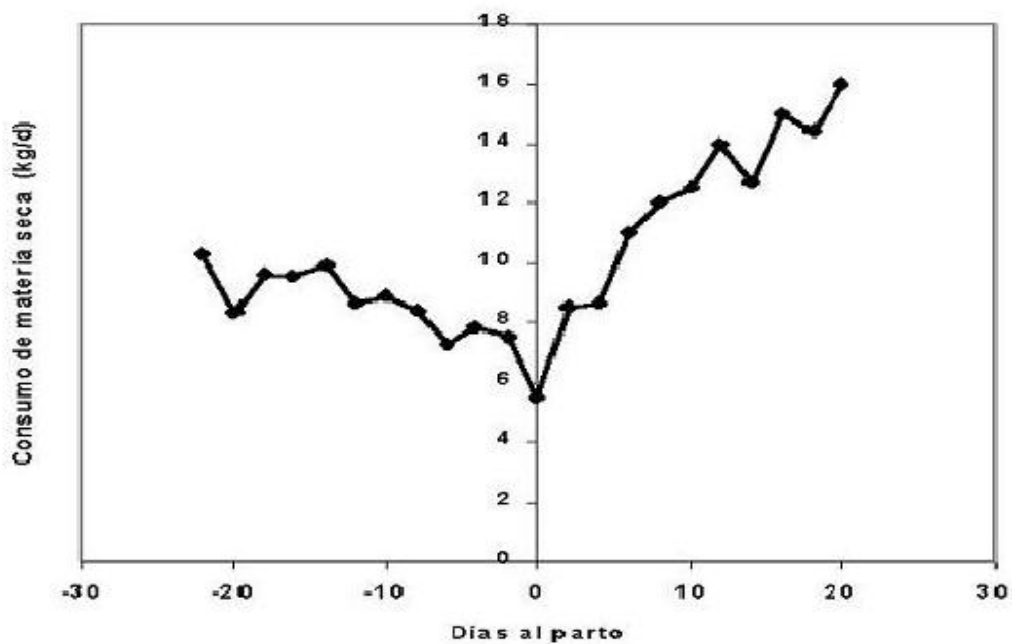


Figura 4. Evolución del consumo de materia seca alrededor del parto.

El consumo de alimento preparto está altamente correlacionado al consumo posparto, por lo que hay que hacer un esfuerzo para maximizar el

consumo de alimento antes del parto. Se puede incrementar el consumo de materia seca, mediante la utilización de la mejor fuente de forrajes y un manejo adecuado de los alimentos balanceados (17).

El CMS como el componente principal del EB que influencia fertilidad subsecuente (78).

Después del parto, la vaca es capaz de producir una gran cantidad de leche en el inicio de la lactancia (20) el CMS necesita incrementarse para enfrentar las altas demandas de nutrientes de la producción de leche. La vaca con alta producción láctea durante el período posparto es imposible que consuma la materia seca correspondiente tan rápido como se da el incremento de las demandas de nutrientes requeridas para la lactación; el animal se enfrenta con la falta de nutrientes por la movilización de las reservas corporales de grasa y proteína (35). En ese momento su apetito se encuentra disminuido por efecto de los cambios hormonales, el estrés del parto y por el comportamiento social que han desencadenado el parto y el inicio de la lactancia (20, 17, 16, 22). Esto determina que la ingestión de alimentos no siempre logre satisfacer los requerimientos y la producción de leche, en este período es más una expresión de la capacidad genética productiva, que de la alimentación (20, 67).

Durante el periodo seco preparto se deben controlar, tres funciones básicas o eventos fisiológicos con la finalidad de reducir la incidencia de los desórdenes posparto, que afectan los rendimientos futuros de las vacas: 1) Adaptación población microbiana del rumen a una dieta más alta en energía, la palatabilidad, el tamaño de la partícula y la fibra neutro efectiva; 2) Mantener niveles normales de calcio sanguíneo durante el período del parto; 3) Mantener un sistema inmune fuerte durante el período del parto; Mantener un balance positivo de energía hasta el momento del parto y luego minimizar el balance negativo después del parto (17, 41). Todos estos factores ayudan a mantener un consumo adecuado de alimento, reducen los riesgos de problemas

digestivos y sobre todo, estimulan el consumo ascendente de alimento conforme avanza la lactación (17, 16, 21, 60, 69).

Los factores fisiológicos que causan la reducción en el CMS a medida que se acerca el parto no son bien conocidos (22, 24). El incremento en el tamaño del feto establece una restricción física al reducir el volumen del rumen, sin embargo, la curva de crecimiento del feto y la del CMS no son consistentes. La liberación de este espacio debería permitir el incremento rápido en el consumo de materia seca pocos días luego del parto si efectivamente existiese una limitante física debido al útero grávido (22).

El efecto negativo que poseen los estrógenos sobre el CMS y el incremento en su concentración a medida que se acerca el momento del parto, así como el efecto contrario que posee la progesterona sobre los estrógenos. Mientras que la progesterona es la hormona que domina la preñez, aproximadamente a partir del día 240 de gestación, comienza una reducción paulatinamente hasta que el día antes del parto, cae abruptamente a niveles no detectables. Los estrógenos, al contrario, permanecen con una baja concentración hasta el día 240 de preñez cuando comienza a incrementar su concentración hasta que, unos 7 días antes del parto, esta se incrementa abruptamente (22, 24, 41).

Luego del parto, la producción de leche aumenta de forma acelerada hasta alcanzar un pico, mientras que el consumo de energía sufre un retroceso y por la poca ingesta de materia seca no es suficiente para cubrir los requerimientos energéticos de vacas lecheras de media y alta producción, a la que está sometida la vaca en este periodo de transición, por lo cual los animales entran en balance energético negativo (21, 37, 38, 45, 53, 60, 76). Un BEN es una característica común en las vacas frescas de alto rendimiento debido a una alta producción de leche inicial ante un retrasado aumento del consumo de materia seca (85). El requerimiento de energía para la producción de leche puede triplicar el requerimiento energético de mantenimiento durante la lactancia temprana (15).

El rápido incremento en la producción de leche se ve acompañado por la movilización de tejido adiposo, muscular y óseo y un lento incremento en el consumo de materia seca (76, 21, 53). La CC que presente el animal al momento de ser secada, va a afectar la movilización de tejidos de reserva durante el periodo de transición y el BEN en que entre el animal. Este es un fenómeno universal entre las vacas lecheras e incluso, se podría afirmar que es universal entre los mamíferos (21).

En la mayoría de los rebaños existe una moderada movilización de grasas que se considera normal. La movilización de reservas y la consecuente pérdida de CC, permite sostener más del 30 % de la producción durante el primer mes de lactancia y su utilización se extiende hasta que la producción se reduce al 80 % de la lograda en el pico (20, 36). La movilización de reservas en el inicio de la lactancia no es mala; el exceso de movilización de reservas sí lo es (20, 45, 52).

Con el objetivo de evitar un excesiva CC al parto, el National Research Council (NRC por sus siglas en inglés) en el 2001 recomienda ofrecer durante los primeros 30 días de secado dietas balanceadas pero de moderada densidad energética (1,25 Mcal ENL/kg MS) mientras que durante los últimos 20 días antes del parto se recomienda aumentar la densidad energética de la dieta (1,54 a 1,52 Mcal ENL/ kg MS) con el fin de acostumbrar a los animales a las dietas de inicio de lactancia (45).

La asociación que existe entre la disminución en el CMS al final de la gestación y la movilización de tejido adiposo con el consecuente incremento de NEFA en sangre (22, 29, 41), como consecuencia de la movilización del tejido adiposo, conduce a un incremento en su captación por el hígado (figura 5) y esto se ha asociado a la reducción en el CMS tanto en rumiantes como en no rumiantes (22).

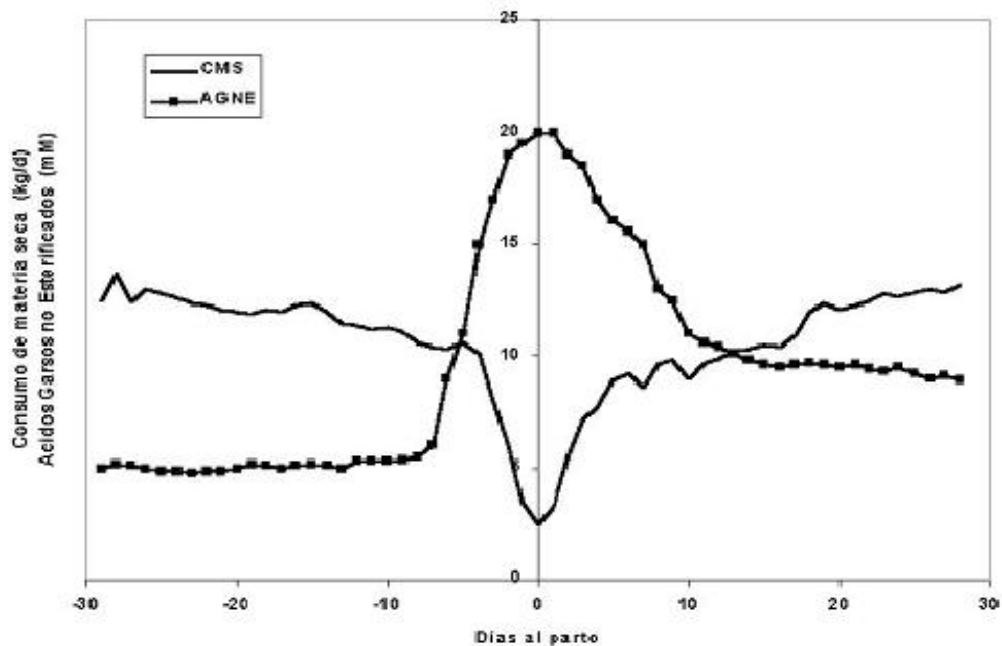


Figura 5. Cambios en la concentración de NEFA y el CMS alrededor del parto.

Poder maximizar el consumo de materia es crucial para evitar o reducir el balance negativo de nutrientes durante el periparto. La depresión en el CMS y el balance energético negativo que este acarrea determina en buena medida el grado de acumulación de triglicéridos en el hígado (22, 27).

El mayor consumo de materia seca en el periodo posparto está altamente relacionado con la CC al parto y se obtiene en menor tiempo en vacas con justamente menor CC al parto (70).

Las vacas en primera lactación muestran un lento y sostenido aumento del CMS durante la primera fase de la lactación, alcanzando un pico a las 16 semanas y permaneciendo constante durante el resto de la lactación. Las vacas de mayor edad incrementan rápidamente el CMS durante la primera semana de lactación, alcanzando un pico a las 5-6 semanas y de ahí, un lento descenso a medida que la lactación progresa. Estas diferencias enfatizan la importancia del agrupamiento y de la alimentación separada de vacas en primera lactación del resto (64).

Un estudio realizado en California se demostró que hubo mucha mayor disminución en CMS antes del parto en vacas (30%) que en vaquillas (20%). Las vaquillas de primer parto tienen una caída severa, pero no empiezan muy temprano como las vacas (60).

2.3.2.- SUPLEMENTACIÓN DE VITAMINAS Y MINERALES

La ganadería lechera a alimenta a las vacas secas casi exclusivamente con forrajes. Al parir, estas dietas se convierten rápidamente en una dieta alta en concentrados constituyendo gran parte de la ración total. La práctica de alimentación retada estimula las vacas a producir más leche al proveerle mayor energía en forma de concentrados al principio de la lactación (74).

La suplementación en la vaca seca depende de dos factores o aspectos nutricionales: en primer lugar está relacionado con el estado corporal de la vaca ya sea por medio de suplementación con granos o suplementación con sales aniónicas (25,57). El comportamiento de alimentación en la vaca es crítica en el momento de integrar adecuadamente el suplemento alimenticio con una estrategia de alimentación eficiente (22,56).

El período de suplementación preparto también está asociado a la respuesta en la lactancia. Se han reportado efectos positivos con sólo 3 semanas de suplementación, pero las posibilidades de obtener respuestas positivas aumentan cuando la suplementación se extiende al menos por 6 semanas (59).

El periodo óptimo de suplementación es de 30 días antes del parto por el cual al ser las sales de baja palatabilidad, necesita ese período de acostumbramiento (25).

Una suplementación balanceada de micronutrientes, tales como vitaminas A y E y los minerales traza selenio (Se) y zinc (Zn) son también de

elevada importancia, ya que una deficiencia de los mismos se relaciona con una mayor incidencia de enfermedades (71).

Se sabe que cuando las concentraciones bajas de calcio (Ca) fósforo (P) magnesio (Mg) o potasio (K) en la sangre no son tan severas, existe una disminución del apetito, la motilidad del rumen y el intestino es por debajo de lo normal, existe una reducción en la capacidad del aparato de la reproducción, y un incremento de la susceptibilidad a enfermedades de orden metabólico e infeccioso. El entendimiento del cómo y porqué estos mecanismos fallan podría ayudar al veterinario para desarrollar estrategias dirigidas a evitar estas anomalías (42, 89)

En el período preparto, la concentración en la sangre de vitamina A y E disminuye 38 y 47% respectivamente, por la mayor demanda para la transferencia de esas vitaminas al calostro y el mayor consumo de los tejidos asociado al estrés metabólico del parto (41).

El minimizar el estrés y la inmunosupresión con un adecuado manejo y una apropiada suplementación de vitamina E y Se, así como un balance adecuado de cationes-aniones para disminuir las enfermedades metabólicas también son importantes (35).

La ingestión de vitamina A y E y de otros nutrientes esenciales para la función inmune puede estar disminuida a medida que se reduce la ingestión de MS durante el período peripartal (69). La vitamina A es muy necesaria ya que permite prevenir partos prematuros, nacimiento de terneros débiles y retención de placenta.

Durante este periodo la suplementación estratégica atenúa el balance energético negativo y mejora la eficiencia reproductiva (9).

Una alimentación mejorada con la aditivos vitamínico durante en el balance energético en vacas en la lactancia temprana y puede reducir el riesgo de salud o de problemas reproductivos (101).

2.4.- VARIACIONES DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS METABÓLICOS DESDE EL SECADO AL PARTO.

En la actualidad la vaca productora de leche se ha criado para producir grandes cantidades de leche. Como resultado, el consumo de energía es menor considerablemente la disponibilidad de energía para la leche en la lactación temprana. El final de la gestación y el principio de la lactancia coinciden con un dramático incremento en las necesidades de nutrientes y una disminución en el consumo de materia seca (38). Los desórdenes nutricionales posparto se relacionan con el manejo nutricional durante el período seco, los desordenes metabólicos pueden ser minimizados con una apropiada dieta y correcto manejo nutricional durante esta etapa (73, 93). La primera fase de la lactancia coincide con condiciones metabólicas adversas originadas en el déficit energético ocasionado por el bajo consumo de energía y la alta producción lechera (37).

Las vacas lecheras realizan importantes ajustes metabólicos y endocrinos entre el final de la preñez e inicio de la lactancia (11, 43). La necesidad de un periodo de transición exitoso se caracteriza por cambios como la demanda de nutrientes, lo que requiere de una coordinación muy precisa del metabolismo para satisfacer los requerimientos de glucosa, ácidos grasos y aminoácidos, inmediatamente después del parto (43). Diversos manejos de alimentación durante el período seco no influyen la composición de ácidos grasos en el tejido adiposo (98). Estas alteraciones son un reflejo de los cambios hormonales que ocurren para llevar a cabo el proceso del parto y la preparación de la glándula mamaria para la síntesis de leche (43).

Con el objeto de tener un instrumento que permita el diagnóstico paraclínico, de los trastornos metabólicos y evitar situaciones adversas producto de desequilibrios nutricionales en un rebaño se propuso el empleo de perfiles metabólicos (61, 93).

La hormona del crecimiento actúa sobre el tejido adiposo, donde estimula la lipólisis (11) con lo que se incrementa la concentración sanguínea de los ácidos grasos no esterificados, los cuales se pueden oxidar en el hígado, en tejidos extrahepáticos, o incorporarse directamente como grasa en la leche (33). El uso de los carbohidratos resulta en la movilización de proteínas que está dirigida a apoyar la gluconeogénesis, la movilización de grasas y su acumulación en hígado podría llegar a limitar no solo la gluconeogénesis si no la disponibilidad de glucosa para tejidos extrahepáticos (20). Lo anterior no se mantiene durante largo tiempo y desaparece gradualmente de las cuatro a ocho semanas posteriores al parto, conforme la vaca recupera su capacidad para consumir alimento (33).

A medida que se incrementa la cantidad de ácidos grasos en el hígado provenientes de la lipólisis del tejido adiposo, se ha observado una reducción en el consumo de MS tanto en no rumiantes como en rumiantes (24).

Un punto importante en la adaptación metabólica en el período de transición, es la movilización de reservas corporales, especialmente las almacenadas como grasa para satisfacer la alta demanda energética y el bajo consumo al inicio de la lactación (17). La movilización de reservas corporales es un mecanismo que permite la exportación de sustratos lipídicos energéticos desde el tejido adiposo hasta la circulación sanguínea (38). De esta manera, salen del adipocito grandes cantidades de NEFA al torrente sanguíneo, estos compuestos son utilizados como fuente de energía por los tejidos del cuerpo y como precursores para la síntesis de grasa de la leche (17, 38, 63).

El hígado, órgano central del metabolismo, representa sólo entre el 1,5 al 2,5 % del peso corporal pero es responsable de alrededor del 25 % de la actividad metabólica y de todos los tejidos corporales y responder ajustándose a cada una de ellas (43) tiene la capacidad utilizar los NEFA (38, 46, 103) cuando se produce en cantidades normales. Además es donde se redistribuye todo el flujo de lípidos hacia el organismo completo, dicha capacidad de movilización de fracciones lipídicas desde el hígado es el factor principal que

impide la infiltración grasa del hígado, situación probable en vacas sometidas a BEN pronunciado (38).

A raíz de la movilización grasa como método de compensación del BEN, hay un incremento sustancial en los niveles de NEFA (71, 72, 80, 100, 106, 107). Si el balance energético negativo es severo los ácidos grasos no esterificados pueden dañar varios procesos fisiológicos (1). El hígado de vacas lecheras al parto experimenta un marcado aumento de la captación de NEFA movilizado desde el tejido adiposo, aún cuando esta movilización comienza a producirse durante el parto (46, 103) de igual manera, hay una extensa síntesis de triglicéridos es lleva a cabo allí (38). Los ácidos grasos no esterificados reflejan el catabolismo que ocurre en el tejido graso frente a los casos en los cuales hay una deficiencia de energía, inducida no solo por el bajo CMS que puede llegar hasta un 40% en el día 2 parto (103) sino también por la liberación de hormonas estimulantes de la gluconeogénesis y la lipólisis (24).

Concentraciones circulantes de NEFA y β -hidroxibutirato evalúa los sucesos de adaptación al balance energético negativo (63,104). Los NEFA refleja la magnitud de la movilización de reservas de grasa. BHB refleja los componentes de oxidación de grasa en el hígado (63).

La alta movilización que ocurre después del parto, el hígado no tiene la capacidad de utilizar estos compuestos y catabolizarlos, por lo que ocurre una predisposición a la acumulación en el hígado de triglicéridos causando un hígado graso, afectando el funcionamiento de ese órgano, especialmente su capacidad para la síntesis de urea y glucosa (17) por lo que juega un papel muy importante en la coordinación del flujo de nutrientes para abastecer las necesidades de la preñez y la lactancia (43).

En las vacas en lactancia temprana estos fenómenos son fisiológicos, sin embargo éstas pueden ser susceptibles a hígado graso por los bajos niveles de glucosa, insulina y VLDL (38).

Dado que el hígado es un órgano importante para circulación de NEFA en rumiantes, el hígado acumula altas cantidades de triglicéridos en las vacas que tienen condiciones asociadas a deficiencia alimenticia (100). En forma simultánea el hígado recibe un flujo importante de ácidos grasos no esterificados, liberados desde la grasa corporal por procesos homeorréticos, más del 30%, los que debe procesar mediante oxidación para su propio gasto energético o para la vehiculización como triglicéridos en la molécula de VLDL hacia el resto de los tejidos. Desafortunadamente el hígado de las vacas lecheras no está preparado para procesar eficientemente estos ácidos grasos, puesto que necesita de algunas enzimas claves, cuya síntesis en los rumiantes es muy limitada (43).

Los ácidos grasos no esterificados, se incrementan al doble o más entre las 2 a 3 semanas previas al parto y 2 a 3 días antes del parto (51). El hígado graso ocurre cuando están elevados los niveles sanguíneos de NEFA. Los NEFA y las concentraciones del TG del hígado aumentan al parto, coincidiendo con una disminución de CMS (14).

Las vacas con mayor condición corporal al parto presentan valores significativamente más altos de triglicéridos y lo cual pudo ser debido a la mayor disponibilidad de reservas lipídicas que tiene disponible tanto para la movilización entre tejido adiposo e hígado y glándula mamaria. La movilización de reservas grasas desde el adipocito y el hígado sucede principalmente como NEFA (38).

El hígado de rumiantes es deficitario en las enzimas lipoproteína lipasa y lipasa hepática, lo cual limitaría la hidrólisis intracelular de triglicéridos para permitir la remoción de lípidos a través de su oxidación y dejaría la vía de VLDL como la ruta predominante para la salida de los triglicéridos desde el hígado (43). El exceso de ácidos grasos que ingresa al hepatocito no se oxidan, se reesterifica, dando origen a triglicéridos, dentro de la célula hepática (48).

Los NEFA captados por el hígado son esterificados a triglicéridos u oxidados en las mitocondrias o en peroxisomas (microsomas). Los triglicéridos pueden ser almacenados o exportados como parte de una lipoproteína de baja densidad. En comparación con otras especies, la capacidad de exportación de triglicéridos del hígado es baja en los rumiantes (51, 71).

Existe una limitada cantidad de NEFA que pueden ser utilizados por el hígado y cuando se supera dicha capacidad, su uso cambia, de generación de energía a producción y acumulación de triglicéridos (51). En el inicio de la lactancia cerca del 50% de los NEFA son oxidados a cuerpos cetónicos o reesterificados a triglicéridos en el hígado (11, 20). La oxidación incompleta produce cuerpos cetónicos (en especial β -hidróxibutirato) (51).

La gran mayoría de los triglicéridos deben salir del hepatocito para ser utilizada como fuente de energía en otros tejidos y para la síntesis de grasa en la leche. Para que esto ocurra, el hígado debe ser capaz de sintetizar una apolipoproteína B (apo B), al inicio de la lactancia disminuye la capacidad de sintetizarla (7) es derivada de una lipoproteína de muy baja densidad. Esta es la que adosada a los triglicéridos permite su transporte desde el hepatocito hacia otros tejidos. Si la cantidad de triglicéridos que se está reesterificando en el hígado excede la capacidad de éste para sintetizar los componentes de la lipoproteína VLDL los triglicéridos se depositan en el adipocito en forma de gotas de grasa (20).

La infiltración de triglicéridos altera las funciones del hígado y disminuye la capacidad de gluconeogénesis, limitando con ello la eficiencia de los mecanismos compensatorios de la vaca para enfrentar el déficit de energía al inicio de la lactancia. Este proceso de infiltración de grasas que afecta al hígado, músculos, riñones, glándulas adrenales y otros tejidos ayuda a entender las manifestaciones clínicas que son posibles de observar en los rebaños lecheros (20).

Un desequilibrio entre la captación de NEFA y la demanda de ATP en el hígado puede ser un factor importante en el rápido desarrollo de la infiltración grasa al parto (43).

Los ácidos grasos representan el principal componente de la grasa y son liberados principalmente como triglicéridos y secundariamente como fosfolípidos y ácidos grasos libres. El origen y el tipo de ácido graso secretado varía con el avance de la lactancia. Una parte de los ácidos grasos son sintetizados por la glándula mamaria a partir del acetato y de los β -hidroxi butirato provenientes de tracto digestivo (53).

A las vacas con CC de >4.0 no se les debe restringir la alimentación, ya que esto promoverá la movilización de grasa del tejido adiposo y elevará los niveles de NEFA en sangre y de triglicéridos en el hígado (51).

La formación de triglicéridos es similar en rumiantes a los monogástricos, la secreción de TG incorporado a las VLDL es mucho más baja en rumiantes. Un alto flujo de NEFA al hígado, en exceso de la demanda o capacidad de oxidación, conduce a un aumento de la síntesis de TG y acumulación en el período periparto (43).

La elevación en la concentración hepática de triglicéridos es común inmediatamente después del parto (51, 49) y es comúnmente dependiente en la severidad del balance energético negativo asociado a la producción de leche y a la incidencia de desórdenes y de enfermedades metabólicas. Por lo tanto, los cambios hormonales asociados al parto y la lactogénesis contribuyen más ciertamente al incremento de NEFA al parto (49).

Una dieta alta en energía durante el período seco influencia la acumulación de TG en el hígado de las vacas lecheras después del parto (97).

El colesterol es un lípido anfipático, característica que le permite formar parte de la estructura de la membrana externa de las lipoproteínas. Este lípido se almacena en los tejidos en forma de ésteres de colesterilo y es el precursor

de todos los demás esteroides del organismo como son los corticosteroides, hormonas sexuales, ácidos biliares y vitamina D (24).

Un déficit de energía durante el período de la lactancia temprana determinada por una gran pérdida de la condición corporal está relacionado con niveles bajos de colesterol total, puede ser un mejor indicador del balance de energía durante la lactancia temprana (62). Al inicio de la lactancia durante dos meses posparto, se observa una relación inversa entre los niveles energéticos de glucosa y colesterol total, lo cual se considera responsable del estado de carnes a que llegan las hembras a la lactancia, por lipomovilización (3).

Hay una correlación entre el aumento de NEFA y la disminución en la concentración plasmática de colesterol (hipocolesterolemia) en vacas con enfermedades metabólicas al inicio de la lactancia. La disminución de la concentración de colesterol puede provocar graves alteraciones en el comportamiento reproductivo del hato, en un efecto mediado por la escasa producción de las hormonas necesarias para el funcionamiento adecuado del ciclo. La fase luteal del ciclo estral se caracteriza por una reducción sanguínea del colesterol, el tejido luteal capta y utiliza el colesterol para producir progesterona. La producción de progesterona es por lo tanto regulada por la presencia y disponibilidad de colesterol, al disminuir podría afectar la producción de progesterona con consecuentes efectos sobre la fertilidad (24).

El aumento de las concentraciones de colesterol sérico en la última etapa de gestación y el posparto temprano (dos a cuatro semanas antes de semanas después del parto) se asociaron con la pronta reanudación del ciclo ovárico (62).

Las concentraciones de colesterol se incrementan entre el parto y 6 semanas posparto en vacas lecheras (34, 87). El momento del parto no influyó la relación entre materia seca y los lípidos del hígado (94).

Hay alteraciones en los mecanismos de defensa que ocurren durante el período del periparto y asociado a los cambios en los perfiles hormonales y

tensiones metabólicas y físicas del parto (68). Los estrógenos y los glucocorticoides son agentes inmunosupresores y sabemos que ellos se elevan a medida que se acerca el parto (51, 69). El sistema inmunitario está gravemente debilitado en todo el periodo perinatal, no es de sorprender que la incidencia de enfermedades contagiosas sea la más alta en este periodo (69).

La presencia de agentes estresores asociados al parto y a la lactogénesis, contribuyen sin duda a la alta incidencia de desórdenes metabólicos y enfermedades infecciosas que se presentan durante este período. Las adaptaciones enzimáticas de las vías metabólicas claves para gluconeogénesis y el metabolismo de los LCFA, implican cambios que representan el estado de homeorrésis en adaptación a la lactación, pero que pueden ser modulados en su expresión génica por agentes estresores adicionales durante el período periparto. La liberación de hormonas durante el período de estrés puede impactar la expresión de las enzimas que controlan el metabolismo de la glucosa y lípidos por el hígado y otros órganos (43)

La psiconeuroinmunología reconoce que el sistema inmune y el sistema neuroendocrino están íntimamente ligados. La activación del sistema inmune puede impactar controles centrales del metabolismo y de la conducta animal. A su vez, mecanismos de control metabólico pueden modular la habilidad del sistema inmune para responder apropiadamente frente a infecciones. Adicionalmente, agentes estresores pueden activar el sistema inmune sin la presencia de agentes infecciosos (43).

2.5.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PICO DE PRODUCCIÓN LÁCTEA Y SU SIGNIFICADO ECONÓMICO.

A través del tiempo, se ha hecho cada vez más evidente una disminución de la eficiencia productiva en los sistemas intensivos, observándose un aumento de la eliminación involuntaria por problemas reproductivos, menor duración de la vida productiva, escaso o nulo crecimiento del tamaño de los

rebaños y por consiguiente pérdidas económicas considerables que ponen en peligro la estabilidad y destino de las empresas lecheras (43).

Los mecanismos que regulan la partición de nutrientes en los rumiantes durante la preñez y la lactancia, se utilizó el término homeorresis para referirse a los mecanismos que establecen el destino metabólico de los nutrientes. Este concepto se refiere “*al conjunto de cambios orquestados o coordinados en el metabolismo de los tejidos corporales que son necesarios para apoyar un estado fisiológico*”. Al inicio de la lactancia, es cuando se altera dramáticamente el metabolismo de la vaca con la finalidad de que la glándula mamaria sea suplida con los nutrientes necesarios para la síntesis de leche (24) los animales pueden entrar en un BEN como resultado de un rápido incremento en las demandas por nutrientes frente a un bajo consumo de los mismos que no permite compensar tales demandas (76, 53). Para hacer frente a este desbalance, en el animal se preparan mecanismos homeorréticos que desencadenan la degradación de tejidos de reserva conduciendo al animal a una pérdida de peso (76, 11).

Si la vaca no logra adaptarse adecuadamente a la nueva lactancia lo más probable es que sufra enfermedades metabólicas clínicas y subclínicas como cetosis y acidosis. El perfil metabólico sanguíneo (glucosa, urea, proteína total, albúmina, cuerpos cetónicos y ácidos grasos) tiene una alta correlación con el nivel de producción de leche, estado productivo y época del año, así como con el tipo de dieta y el tipo de manejo del hato, por lo que es una herramienta útil para el diagnóstico del estado metabólico y nutricional del ganado lechero (6). La vaca de alta producción experimenta grandes cambios metabólicos durante la transición del periodo seco a la lactancia (11, 24, 30).

Los factores más importantes que limitan la eficiente producción lechera en las vacas especializadas, mantenidas en establos, son la mala CC, al comienzo, durante y al final de la lactancia incluyendo el secado, aspectos que están altamente influenciados por la nutrición, sanidad y genética (88).

Los cambios en la CC ocurren en la lactancia temprana debido a la movilización de la energía de tejidos del cuerpo. Las vacas lecheras movilizan reservas del tejido, sobre todo bajo la forma de ácidos grasos, que entonces se reparten hacia la glándula mamaria para apoyar la lactancia (84).

Se ha comunicado que la alteración en la CC posparto está positivamente asociada al pico producción, el grado de movilización de grasa es máximo durante las primeras cuatro semanas posparto. Las vacas de mejor CC pierden más peso en las dos primeras semanas posparto y que además, conservan similar CC al final de la lactancia (70). La evaluación del CC entre los 30 y 45 días de lactancia permite controlar que la pérdida de estado no sea superior a 1 punto de CC entre el parto y el pico de producción (45, 52, 83).

Es necesario que las vacas que inician una lactancia la sostengan por el mayor tiempo posible, en ello influirá la condición corporal idónea; como una variable determinante para que la vaca pueda expresar su potencial genético (60). Las reservas corporales decrecen en el inicio de la lactancia, pero aumentan de la mitad hacia el final de misma (106) las pérdidas de CC son mayores y más prolongadas en las vacas con mayor potencial lechero (36).

A lo largo del ciclo anual de producción y reproducción de una vaca lechera, la demanda y suministro de energía debe estar en balance. Cuando el suministro de energía es mayor que la demanda, el exceso es almacenado en forma de grasa corporal. Este banco de energía puede ser consumido durante períodos de balance energético negativo cuando lo consumido no satisface las necesidades de producción y mantenimiento del animal (66, 76).

Las altas necesidades energéticas al inicio de la lactancia, especialmente en el ganado lechero, resultan en balance energético negativo que se inicia unos días antes del parto y por lo general alcanza su nivel más bajo de alrededor de dos semanas más tarde (15, 11, 88, 96) la pérdida de CC es más notable en el periodo inmediato del parto (96). Este balance energético negativo puede afectar adversamente la salud y fertilidad al posparto (15, 26, 11). El

desbalance energético retarda la reanudación de los ciclos estrales posparto y dependiendo de su intensidad, puede limitar el crecimiento de los folículos (53).

La energía requerida para la síntesis de leche puede provenir del alimento ingerido o de la movilización de reservas corporales. La energía metabolizable contenida en el alimento es utilizada para la síntesis de leche con una eficiencia que varía entre el 60 y 65 %, dependiendo del tipo de dieta utilizada, mientras que la producción de leche a partir de la energía proveniente de la movilización de reservas corporales se logra con una eficiencia del 84 % (45, 32).

Un grave déficit de energía, cerca del parto al período de lactancia temprana (mes 1) por una grave pérdida de condición corporal puede dar lugar al desarrollo de trastornos metabólicos y el aumento de la susceptibilidad a la infección, que posteriormente inducen enfermedades posparto (62). La mayoría de disfunciones metabólicas (cetosis, hígado graso, edema de ubre), nutricionales (hipocalcemia), alimenticias (acidosis ruminal, laminitis, desplazamiento de abomaso), sanitarias (mastitis, metritis, abscesos hepáticos) y productivas (baja producción de leche, relación grasa: proteína invertida), ocurren dentro de las primeras dos semanas de lactancia (41, 21).

2.6.- FACTORES DE RIESGOS QUE INFLUYEN EN TRASTORNOS REPRODUCTIVOS EN EL POSPARTO TEMPRANO

En la medida en que se incremente la producción de leche, las condiciones endocrinas y nutricionales asociadas a este incremento deprimen la actividad reproductiva posparto. Aunque el ganado lechero puede tolerar un cierto rango de desbalances nutricionales en la ración por un periodo variable de tiempo, deficiencias o excesos muy marcados de ciertos nutrientes por un periodo de tiempo prolongado, puede afectar seriamente el comportamiento productivo, metabólico, sanitario y reproductivo de los animales (24).

En el período de inicio de lactancia, la situación metabólica hormonal es caracterizada por un estado de balance energético negativo que se expresa en hipoglicemia e hipoinsulinemia; además, por concentraciones relativamente altas de hormonas lipolíticas, tales como la hormona del crecimiento, el lactógeno placentario y la prolactina, lo que establece un balance metabólico hormonal, que favorece la movilización de grasas desde los depósitos (20).

El BEN se manifiesta con una disminución de la condición corporal y en casos extremos, resulta en una disminución de la producción de leche y puede facilitar la ocurrencia de enfermedades metabólicas al parto y retraso en el reinicio de la actividad reproductiva (87, 35). Conduce a problemas reproductivos que se pueden englobar en 3 grupos: incremento del anestro posparto, presentación del celo con menor claridad y alteraciones para mantener la gestación (33).

La pérdida de CC posparto está altamente relacionada con la actividad reproductiva. La pérdida de CC luego del parto puede significar una tasa de concepción de 50% en tanto que la pérdida de más de dos unidades puede significar una caída en la tasa de concepción a valores cercanos al 20% (24, 62) durante el período seco al parto hasta los primeros 30 días de lactancia se relaciona con los días a la primera inseminación artificial después del parto (79). Las vacas con mejor condición corporal reanudan más temprano el ciclo estral posparto (36).

El reinicio de la función ovárica después del parto se relaciona con el balance energético negativo (15, 34) y la producción de leche; conforme se incrementa y se mantiene la producción se aumenta la profundidad y la duración de período del balance energético negativo; su permanencia del parto hasta su mayor profundidad aumenta el intervalo parto – ovulación (33, 87, 18).

El alto CMS en el período temprano posparto en vacas con alta producción es crucial para la reanudación de la ovulación y formación del

cuerpo lúteo de tamaño normal y la producción de progesterona requerida para lograr una alta fertilidad (35).

Los cambios de status energético y proteico de las vacas representan causa de riesgo ya que pueden modificar los eventos reproductivos asociados a la involución uterina y a la ciclicidad ovárica, esto sucede cuando el animal pierde demasiado estado corporal y entra en un balance negativo (24, 52). Los grandes déficits de energía en lactancia temprana retardan la detección del primer estro (26).

La dinámica folicular posparto se relaciona con el balance energético (53). La mayor profundidad del balance energético negativo de las vacas, además de retrasar el reinicio de la función ovárica posparto (26) también afecta la primera ovulación durante 20 días posparto (88, 15) reducen la fertilidad de los servicios de inseminación artificial (33, 53, 81). En las vacas de primer servicio sólo el 27% concluyen la gestación. La reducción de la fertilidad conduce al incremento en la duración de las lactaciones y al aumento de hembras candidatas para el desecho (33).

Durante este período del BEN, los pulsos de LH se suprimen (33, 35, 8) y los folículos dominantes (FDs) que se desarrollan no producen los suficientes niveles de estradiol para inducir el pico perovulatorio de gonadotropinas (Gn) (33). El fracaso para la reanudación de la ovulación se ha relacionado con el grado del balance energético negativo, en vacas con un BEN severo tienen niveles altos de NEFA y un intervalo prolongado a la primera ovulación (35, 63).

El tiempo y la magnitud del balance energético pueden ser reguladores importantes de la reanudación del ciclo estral posparto; existe una correlación positiva entre el número de días desde el parto a la primera ovulación y los días que se demoran las vacas para alcanzar el nadir del balance energético y mostraron que mientras más corto sea el nadir, más temprano ocurrirá la primera ovulación (8).

Cada vaca que sufre un cuadro de cetosis subclínica (por excesivo CC al parto y/o por un bajo consumo de concentrados) tiene 4 veces más posibilidades de presentar anestros prolongados, 11 veces más posibilidades de presentar quistes ováricos, 6.50 veces más posibilidades de presentar mortalidad embrionaria y 54 veces más posibilidades de repetir servicios. En estos casos las recomendaciones son evitar estados corporales superiores a 3,5 al parto para evitar partos distócicos, problemas de cetosis y patologías reproductivas (45).

Un incremento de NEFA que son asimilados por el hígado están acompañados por lipidosis hepática, desórdenes metabólicos y digestivos tal como cetosis, retención de placenta, fiebre de leche, desplazamiento de abomaso, disminución de consumo de alimento, gastritis traumática, acidosis y edema (1, 12).

Los desórdenes metabólicos y ruminales que padecen las vacas durante el período del parto están correlacionados en su incidencia y aproximadamente 50% de vacas tienen uno o más acontecimientos adversos de la salud durante este período (19) pueden llegar a disminuir en un 10 a 25% su producción y baja su fertilidad, aunque en apariencia pueden mostrar buen estado de salud, sin que el propietario se percate de su presencia (13).

Los trastornos metabólicos se caracterizan primero por alteraciones bioquímicas en líquidos corporales (orina, líquido ruminal, sangre) y más tarde por disminución de la producción, problemas reproductivos, predisposición a infecciones, disminución de la calidad de la leche o carne, así como aumento en la morbilidad y mortalidad en las crías. En la sangre las desviaciones de los valores de referencia son muy pequeñas debido a los mecanismos de la homeostasis (13).

El hígado graso es uno de los mayores desórdenes metabólicos de vacas lecheras en lactación y se asocia con la disminución del estado de salud

y comportamiento reproductivo. En casos severos, la producción láctea y la disminución del consumo de alimento (12, 14).

La concentración de NEFA, es un elemento clave en la etiología de desplazamiento de abomaso (63).

La causa original de la baja fertilidad es una combinación de una variedad de factores fisiológicos y del manejo tiene un efecto sobre eficacia reproductiva (65, 67).

III.- MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Descripción del área de estudio.

El presente estudio se realizó, en el establo AMPUERO S.P.R. de R.L. de C.V. ubicado en el kilómetro 6.5 de la carretera Torreón-Mieleras del municipio de Torreón, Coahuila, localizado en la altitud 26° norte, longitud 103° oeste y a una altitud de 1,140 m sobre el nivel del mar. La temperatura promedio fluctúa entre los 0 y 40 grados centígrados, pero puede alcanzar hasta 43°C (1983) en verano y -8°C (1997) en invierno, la precipitación pluvial está entre 100 y 300 mm como media anual; la mayoría de estas precipitaciones van desde abril hasta octubre.

El establo cuenta con 1855 animales en producción, en sistema intensivo, el sistema de manejo es: Corral, TMR, teniendo un promedio de producción de 30.02 litros por vaca, sistemas de ordeño: rotativa 80 puestos, llevándose a cabo 3 ordeñas diarias iniciando la primera a las 8:00 h. a.m. la segunda a las 16:00 h. p.m. y la tercera a las 24:00 h.

El estudio se llevó a cabo entre el mes de marzo hasta el mes de julio del 2007.

3.2.- Descripción de los animales experimentales

Se utilizaron 30 vacas de la raza Holstein Friesian cuyas condiciones de peso oscilaban entre 500 y 600 Kg. Los animales tenían edades comprendidas entre 3 y 6 años. Con un rango de 2 a 4 partos.

Los animales fueron alimentados con una ración a base de silo de maíz, heno de alfalfa, semilla de algodón, melaza, maíz rolado, semilla de algodón, triticale y agua. El alimento fue suministrado 3 veces al día, mañana, medio día y tarde.

3.3.- Diseño del experimento

Las 30 vacas, fueron divididos en dos subgrupos de 15 cada uno seleccionados al azar y asignados a corrales separados para facilitar el manejo, el primer grupo (tratado) al momento de entrar al periodo de reto, se le suministró un complejo vitamínico soluble en agua, con la siguiente composición: (sobre de 50g cada uno).

FORMULA: Cada 100 g contienen:

Ciproheptadina	0.500 g	Vitamina C	25.000 g
Nicotinamida	12.500 g	Vitamina D ₃	500,000 U.I
Pantotenato de calcio	6.700 g	Vitamina E	5,000 U.I.
Vitamina A	5'000,000 U.I.	Vitamina K	2.000 g
Vitamina B ₁	0.750 g	Gluconato de calcio	2.470 g
Vitamina B ₂	2.000 g	Cloruro de potasio	2.000 g
Vitamina B ₆	1.750 g	Trazas de Mg, Mn, Z, Cu y Cb.	
Vitamina B ₁₂	0.005 g	Excipiente, c.b.p.	100 g.

El segundo grupo (control) 15 animales, a este grupo no se le suministro el complejo vitamínico.

3.4.- Valoración de la condición corporal.

La condición corporal fue estimada con base a la escala de 1 a 5, con divisiones de 0.25, basándose en la evaluación visual de la región de inserción de la cola y la línea del dorso, utilizándose la técnica desarrollada por Edmonson (24, 52) valorándose al reto, entre este y el parto, al parto y a los 15 días posteriores al mismo.

3.5- Muestreo sanguíneo.

3.5.1.- Técnica-Método.

A cada animal, se le extrajo 5 ml de sangre mediante venopunción coccígea, empleando tubos vacutainer al vacío, sin anticoagulante. Para la determinación de los parámetros metabólicos se programaron muestreos durante el periodo de secado, al reto, parto y 3 muestreos posparto (15, 30, 45 días posparto).

Las muestras de sangre se dejaron reposar por un tiempo aproximado de 30 minutos, se centrifugaron entre 2600 a 3000 rpm durante 5 minutos en un centrifuga para separar el suero; posteriormente se envasaron en viales de 5 ml debidamente rotulados y se conservaron a -5°C hasta su análisis.

3.6.- Determinación de metabolitos.

Del total de muestras obtenidas se determinó la concentración de:

Triglicéridos

Procedimiento: Método colorimétrico GPO-PAP marca Randox

Se utiliza suero sanguíneo

Valores de referencia: Aumentado a partir de 200 mg/dL

Colesterol Total

Procedimiento: Método enzimático de punto final

Se utiliza suero sanguíneo.

Valor de referencia:

Deseado. Hasta 200 mg/dL Límite alto: 200 – 239 mg/dL Alto: 240 mg/dL

Ácidos grasos no esterificados

Procedimiento: Determinación cuantitativa por método colorimétrico en suero (marca randox)

Se utiliza suero sanguíneo.

Rango normal en ayuno: 0.1 – 0.9 mmol/L

3.7- Análisis estadístico

Las variables se analizaron por medio del software SYSTAT Versión 10.0. (102). La relación entre los parámetros metabólicos se analizó por medio de las pruebas Two-sample t test y Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance, y la condición corporal se analizó por medio de la prueba Análisis de varianza para medidas repetidas (MANOVA) utilizando la información originada en todo el estudio.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variaciones cuantitativas de los principales parámetros metabólicos se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Variaciones cuantitativas de los parámetros metabólicos desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.

Metabolito	Grupo	Seco	Reto	Parto	Posparto 1	Posparto 2	Posparto 3
Colesterol Total (mg/dl)	C	376 ± 77.97	176.33 ± 24.31	128.50 ± 44.72 ^a	302.70 ± 101.44	364.50 ± 64.46	418.40 ± 75.87
	T	340 ± 118.52	192.75 ± 33.63	175.54 ± 55.14 ^b	303.63 ± 84.03	359.90 ± 74.57	434.63 ± 64.35
Triglicéridos Totales (mg/dl)	C	205 ± 7.07	281 ± 77.00	234 ± 101.39	248 ± 71.90	240 ± 104.64	386 ± 147.41
	T	300 ± 72.30	242.83 ± 40.59	220.22 ± 85.15	274.44 ± 107.37	296.66 ± 93.94	298.75 ± 63.11
NEFA mmol/L	C	1.34 ± 0.41	0.79 ± 0.30 ^a	1.41 ± 0.76	1.60 ± 0.60	1.36 ± 0.53	1.09 ± 0.85
	T	0.84 ± 0.32	0.50 ± 0.06 ^b	1.53 ± 0.68	1.58 ± 0.70	1.29 ± 0.60	1.34 ± 0.67

C: Control

T: Tratado

Valor de media ± desviación estándar

^a^bp < 0.05 entre los dos grupos

4.1. Colesterol total.

Como puede observarse el colesterol total (Figura 6) tuvo una disminución drástica desde el secado al reto y se volvió a incrementar a partir de la segunda semana posparto, tendencia que se mantuvo hasta los 45 días posparto en que termino el muestreo. El grupo suplementado con multivitamínicos tuvo un comportamiento superior al grupo control, siendo significativo (≤ 0.05) al parto (175 ± 55.142 vs 128.5 ± 44.727 mg/dl).

Las concentraciones de colesterol se incrementan entre el parto y 6 semanas posparto en vacas lecheras (34,87). El aumento de las concentraciones de colesterol sérico en la última etapa de gestación y el posparto temprano (dos a cuatro semanas antes después del parto) se asociaron con la pronta reanudación de ciclo ovárico (62).

Hay una correlación entre el aumento de NEFA y la disminución en la concentración plasmática de colesterol (hipocolesterolemia) en vacas con una alta incidencia de enfermedades metabólicas al inicio de la lactancia. La disminución en la concentración de colesterol puede provocar graves alteraciones en el comportamiento reproductivo del hato, en un efecto mediado por la escasa producción de las hormonas necesarias para el funcionamiento adecuado del ciclo. La fase luteal del ciclo estral se caracteriza por una reducción sanguínea del colesterol, el tejido luteal capta y utiliza el colesterol para producir progesterona. La producción de progesterona es por lo tanto regulada por la presencia y disponibilidad de colesterol, al disminuir podría afectar la producción de progesterona con consecuentes efectos sobre la fertilidad (24).

Al inicio de la lactancia durante dos meses posparto, se observa una relación inversa entre los niveles energéticos de glucosa y colesterol total, lo cual se considera responsable del estado de carnes a que llegan las hembras a la lactancia, por lipomovilización (3). Un déficit de energía durante el período de la lactancia temprana está determinada por una gran pérdida de la condición

corporal, está relacionado con niveles bajos de colesterol total puede ser un mejor indicador del balance de energía durante la lactancia temprana (61).

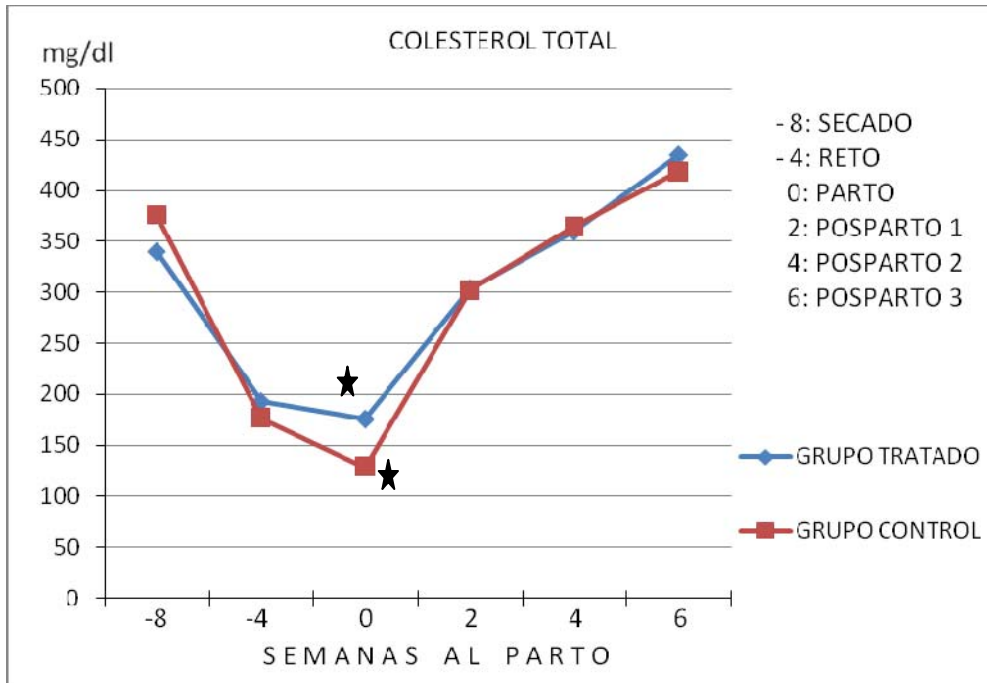


Figura 6. Niveles de colesterol total desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.

★ $P < 0.05$ entre los dos grupos

4.2. Triglicéridos totales.

Con respecto a los triglicéridos totales (Figura 7) hubo una disminución desde el primer muestreo (al secado) hasta el parto, momento en cual volvieron a incrementarse, tendencia que prevaleció hasta el término del estudio. Con respecto a los grupos, el suplementado tuvo un valor similar descrito anteriormente, mientras que el testigo hubo un incremento desde el secado al reto para bajar al momento del parto y se volvió a incrementar hasta el término del estudio. Si bien no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, se observó una tendencia al incremento conforme aumentaban los días en lactancia.

Los ácidos grasos representan el principal componente de la grasa y son liberados principalmente como triglicéridos y secundariamente como fosfolípidos y ácidos grasos libres (53). Existe una limitada cantidad de ácidos grasos no esterificados que pueden ser utilizados por el hígado y cuando se supera dicha capacidad, su uso cambia, de generación de energía a producción y acumulación de triglicéridos (11, 51). En el inicio de la lactancia cerca del 50% de los NEFA son oxidados a cuerpos cetónicos o reesterificados a triglicéridos en el hígado (11).

Una elevación en la concentración hepática de triglicéridos es común inmediatamente después del parto, se deben tomar medidas antes del parto para prevenir el cuadro clínico de hepatitis puerperal. Las vacas con una condición corporal de >4.0 no se les debe restringir la alimentación, ya que esto promoverá la movilización de grasa del tejido adiposo y elevará los niveles de NEFA en sangre y de triglicéridos en el hígado (51).

Las vacas con mayor condición corporal al parto se presentan valores significativamente más altos, es debido a la mayor disponibilidad de reservas lipídicas tanto para la movilización entre hígado, tejido adiposo y glándula mamaria (38).

La infiltración de triglicéridos altera las funciones del hígado; disminuye la capacidad de neoglucogénesis, limitando con ello la eficiencia de los mecanismos compensatorios de la vaca para enfrentar el déficit de energía al inicio de la lactancia (20). Una dieta alta en energía durante el período seco influye en la acumulación de TG y el cambio en la composición de ácido graso en el hígado de las vacas lecheras después del parto (97).

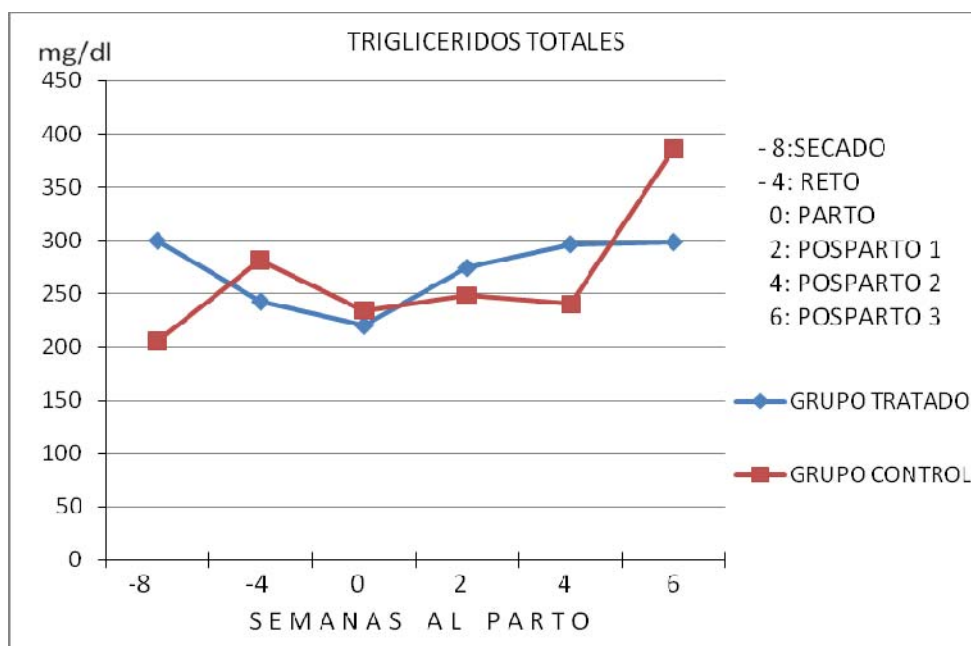


Figura 7. Niveles de triglicéridos totales desde el secado hasta los 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.

SN: Sin diferencias estadísticamente

4.3. Ácidos grasos no esterificados.

Con respecto a los NEFA (figura 8) tuvo una disminución en el periodo de secado y reto, se incrementaron drásticamente los niveles al parto y se elevo más en la segunda semana posparto, posteriormente disminuyo a los 45 días posparto. El grupo testigo tuvo un comportamiento superior en comparación con el grupo suplementado con multivitamínicos, siendo significativo (≤ 0.05) al reto (0.791 ± 0.304 vs 0.503 ± 0.068).

La asociación que existe entre la disminución en el CMS al final de la gestación y la movilización de tejido adiposo con el consecuente incremento en ácidos grasos no esterificados en sangre (22,29) como consecuencia de la movilización del tejido adiposo, conduce a un incremento en su captación por el

hígado y esto se ha asociado a la reducción en el CMS tanto en rumiantes como en no rumiantes (22).

Las vacas con CC más alta tuvieron niveles más altos de ácidos grasos no esterificados (estudio a gran escala realizado en Michigan). Los NEFA son un subproducto de la movilización de reservas corporales. Los niveles son más altos inmediatamente después del parto (60). Los ácidos grasos no esterificados se incrementan al doble o más entre las 2 a 3 semanas previas al parto y 2 a 3 días antes del parto (51).

Las concentraciones de NEFA y de TG del hígado aumentan al parto, coincidiendo con una disminución de CMS (14). Niveles de NEFA y de BHB aumentan cerca del parto, reflejando un BEN en los animales (72). Como consecuencia del BEN, las vacas movilizan los ácidos grasos del tejido adiposo para compensar el déficit de la glucosa, causando un aumento de NEFA al posparto. El aumento de la lipólisis en tejido adiposo, son consecuencia del BEN, dando lugar a un aumento de NEFA, que alternadamente aumenta la absorción en el hígado y produce el hígado graso (75).

Estos cambios comienzan entre la séptima y la sexta semana antes del parto acentuándose los últimos 10 días y expresándose mucho más el día del parto, todo lo cual coincide con los cambios en el consumo de alimento (24).

Dada a las elevadas necesidades nutricionales por parte del feto, los cambios hormonales y la disminución del consumo de alimento, las vacas de alta producción entran en un estado de balance energético negativo que va acompañado por una gran movilización de ácidos grasos no esterificados desde el tejido adiposo hacia el hígado y el resto de los tejidos para satisfacer las demandas energéticas. El grado de movilización de estos ácidos grasos antes del parto tiene directa incidencia con los desórdenes metabólicos posparto (48).

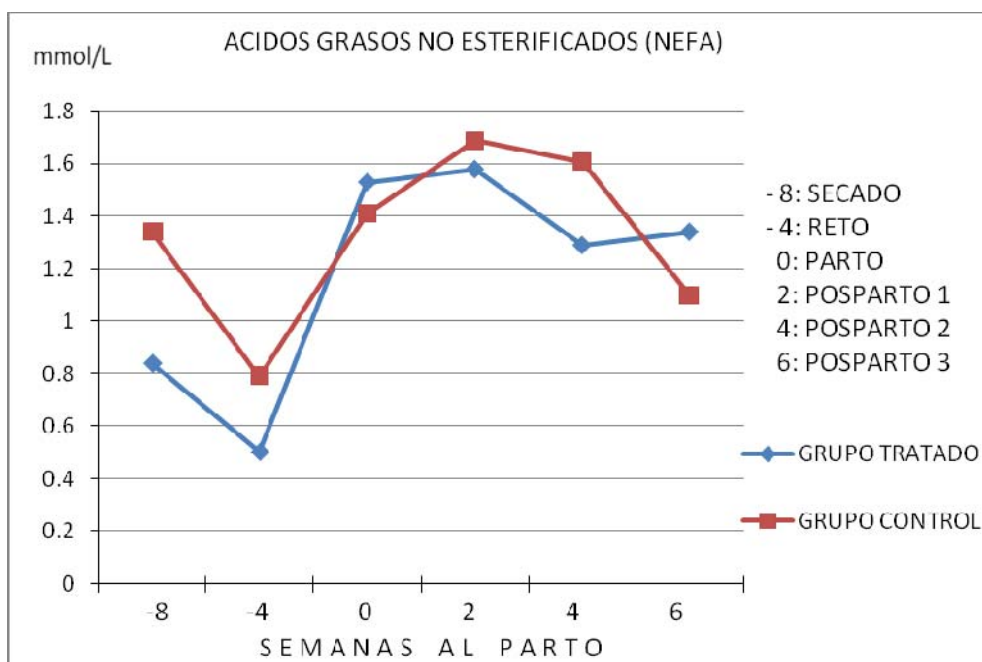


Figura 8. Niveles de NEFA desde el secado hasta 45 días posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.

SN: Sin diferencias estadísticamente

4.4. Condición corporal

La condición corporal de las vacas de ambos grupos se observan en la figura 9. La CC vario a través del tiempo de estudio, solo en el grupo de vacas testigo ($n=12$, $P= 0.001$), mientras que la CC de las vacas suplementadas con multivitamínicos no se modifica a través del tiempo de estudio ($n=9$, $P= 0,0432$).

La pérdida de condición corporal durante el período seco aumento de la incidencia de enfermedades reproductivas posparto y ovarios inactivos (62).

La alteración en la CC posparto está positivamente asociada al pico y al total de producción de la vaca y que el grado de movilización de grasa es máximo durante las primeras cuatro semanas posparto. Por otra parte, se ha reportado que vacas de mejor CC pierden más peso en las dos primeras

semanas posparto y que además, conservan similar CC al final de la lactancia (70).

La pérdida de CC posparto está altamente relacionada con la actividad reproductiva. La pérdida de CC luego del parto puede significar una tasa de concepción de 50% en tanto que la pérdida de más de dos unidades puede significar una caída en la tasa de concepción a valores cercanos al 20% (24,62) durante el período seco al parto hasta los primeros 30 días de lactancia se relaciona con los días a la primera inseminación artificial después del parto (79). Las vacas con mejor condición corporal reanudan más temprano el ciclo estral posparto (36).

La más alta movilización de reservas corporales grasas ocurre durante la lactancia temprana, por lo tanto, sucede lo mismo con la pérdida de la CC progresiva, las vacas que son menos productoras pierden menos CC (36).

Las reservas corporales decrecen en el inicio de la lactancia, pero aumentan de la mitad hacia el final de misma (106) y las pérdidas de CC son mayores y más prolongadas en las vacas con mayor potencial lechero (36).

El balance energético es más negativo durante la primera semana después del parto, por lo tanto, la pérdida de CC es más notable en el período inmediato del parto (96).

La pérdida de la condición corporal al parto hasta principios de la lactancia se relaciona con los días a la primera inseminación artificial después del parto (79) informó de que los grandes déficits de energía se retrasa la detección al primer estro en la lactancia temprana (26). La pérdida y el retraso en la recuperación de reservas corporales de energía al secado y a principios de los períodos de lactancia, pueda influir en el inicio de la actividad ovárica (62).

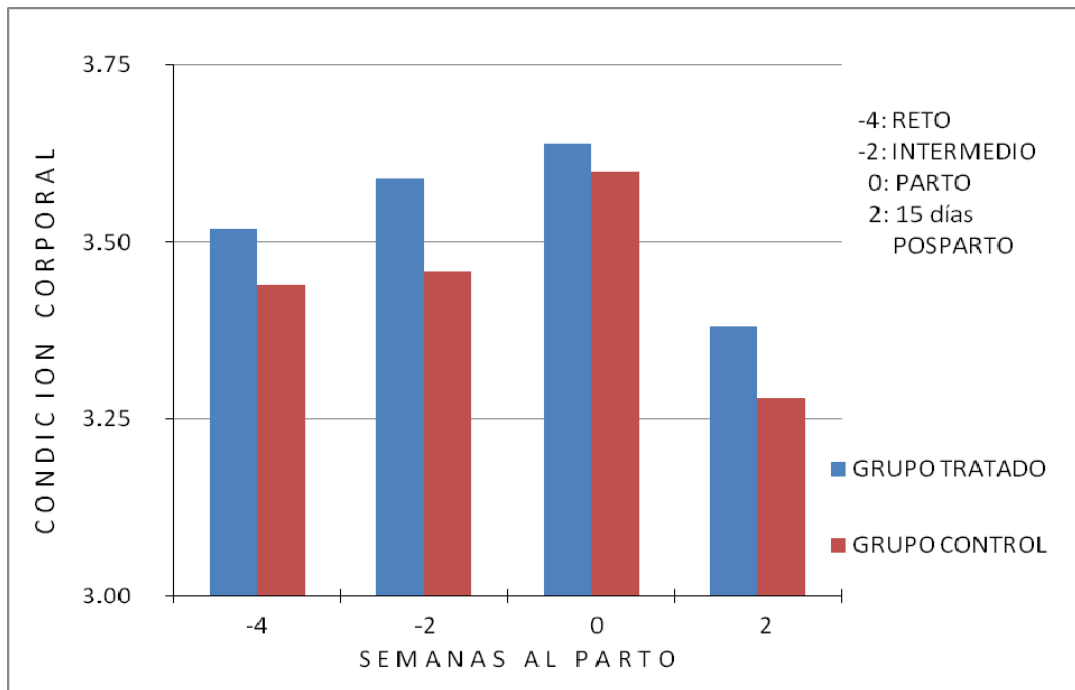


Figura 10. Condición corporal desde el reto hasta la segunda semana posparto en vacas Holstein suplementadas con multivitamínicos solubles.

V.- CONCLUSIONES

Después de un análisis exhaustivo de los resultados se puede concluir que la suplementación con multivitamínicos solubles en vacas Holstein, desde el reto al parto, influyo en los niveles de colesterol total al momento del mismo, siendo significativamente más altos (175.545 ± 55.142 vs 128.500 ± 44.727) para el grupo suplementado. Su dinámica posteriormente mantuvo una tendencia al incremento hasta el último muestreo.

Con respecto a los Triglicéridos Totales, NEFA, el comportamiento fue diferente, los triglicéridos totales en el grupo suplementado presento una tendencia a disminuir hasta el parto con relación al grupo testigo, posteriormente incrementándose los niveles en la segunda semana posparto. Con respecto a los NEFA sin que el tratamiento tuviera influencia, al momento de iniciar la suplementación el grupo testigo tuvo valores significativos más altos al reto $P \leq 0.05$ (0.791 ± 0.304 vs 0.503 ± 0.068), posteriormente los niveles fueron muy variables para ambos grupos sin diferencias significativas, aunque al final del muestreo el grupo suplementado tuvo una tendencia a presentar niveles superiores al grupo testigo cosa que no coincide con los cambios en la condición corporal, al momento del parto ambos poseían condición corporal similares a la semana posparto, hubo una tendencia superior a disminuir en el grupo testigo.

LITERATURA CITADA

1. Adewuyi, A. A., Roelofs, J. B., Gruys, E., Toussaint, M. J. M., and van Eerdenburg, F. J. C. M. 2006. Relationship of Plasma Nonesterified Fatty Acids and Walking Activity in Postpartum Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89:2977-2979.
2. Álvarez, N. P. J. 1999. La Evaluación de la Condición Corporal Como Metodología Preferente para la Estimación del Estado de Engrasamiento en Vacas Lecheras. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* Vol. 14: 51-69.
3. Andrade, N., Rivera, G. M., Torres, M. G. 1998. Estudio de un Perfil Metabólico Patrón en Ganado de Leche de Clima Cálido, un Mes Antes del Parto y en Tres Diferentes Etapas de Lactancia. *Con ciencia Universidad del Tolima.* Año 1(2).
4. Ávila, G. J. 1998. El Periodo Preparto y su Influencia en la Eficiencia Reproductiva. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
5. Ayala, B. A. J. 2002. Condición Corporal En Bovinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. 5 <http://condicioncorporalsena.blogspot.com>
6. Ayala, O. J., Pinos, R. J. M., Sabas, P. J. G., Salinas, P. P. S. 2001. Perfil Metabólico Sanguíneo de Vacas Lecheras Alimentadas con Dietas Conteniendo Lasalocida y Cultivos de Levadura. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 16: 144-152.
7. Bauchart, D. 1993. Lipid Absorption and Transport in Ruminants. *J. Dairy Sci.* 76:3864-3881.
8. Beam, Stephen W. and Butler, W.R. 1997. Energy Balance and Ovarian Follicle Development Prior to the First Ovulation Postpartum in Dairy Cows Receiving Three Levels of Dietary Fat. *Biology of Reproduction.* 56:133-142.
9. Beam, S. W., and Butler, W.R. 1998. Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J Dairy Sci.* 81:121-131.

10. Beede, David K. 1997. Nutritional Management of Transition and Fresh Cows for Optimal Performance. Dept. Animal Science. Michigan State University, East Lansing. The 34th Florida dairy production conference, Gainesville, April 8-9. 19-25.
11. Bell, A. W. 1995. Regulation of Organic Nutrient Metabolism During Transition from Late Pregnancy to Early Lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804-2819.
12. Bobe, G., Young, J. W., and Beitz, D. C. 2004. Invited Review: Pathology, Etiology, Prevention, and Treatment of Fatty Liver in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 87:3105–3124.
13. Bouda, J., Gutiérrez, C. A., Salgado, H. G., Kawabata, G. C. K. Monitoreo, Diagnóstico y Prevención de Trastornos Metabólicos en Vacas Lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRqCliG005.pdf
14. Bremmer, D. R., Trower, S. L., Bertics, S. J., Besong, S. A., Bernabucci, U., and Grummer, R. R. 2000. Etiology of Fatty Liver in Dairy Cattle: Effects of Nutritional and Hormonal Status on Hepatic Microsomal Triglyceride Transfer Protein. *J. Dairy Sci.* 83:2239–2251.
15. Butler, W. R. y R. D. Smith. 1989. Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 72:767-783.
16. Campabadal, C., Navarro, G. H. A. 1998. Alimentación de la Vaca en el Período de Transición. *Boletines Asociación Americana de Soya.* A.N. No. 154. 16. México.
17. Campabadal, C. 2002. Alimentación de la Vaca Antes y Después del Parto. *Boletines Asociación Americana de Soya.* A.N. No. 158. 21. México.
18. Canfield, R. W., Sniffen, C. J., and Butler, W. R. 1990. Effects of Excess Degradable Protein on Postpartum Reproduction and Energy Balance in Dairy Cattle. *J Dairy Sci.* 73:2342-2349.

19. Contreras, L. L., Ryan, C. M., and Overton, T. R. 2004. Effects of Dry Cow Grouping Strategy and Prepartum Body Condition Score on Performance and Health of Transition Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 87: 517-523.
20. Contreras, P. A. 1998. Síndrome de Movilización Grasa en Vacas Lecheras al Inicio de la Lactancia y sus Efectos en Salud y Producción de los Rebaños. *Arch. Med. Vet.*, Vol. 30. no.2.17-27. ISSN 0301-732X.
21. Correa, C. H. J. 2001a. Caracterización del Periodo de Transición. En memorias curso de educación continuada: Nutrición y alimentación de la vaca en transición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 20 a 22 de junio.
22. Correa, C. H. J. 2001b. Consumo de Materia Seca Durante el Periodo de Transición. En: memorias curso de educación continuada: Nutrición y alimentación de la vaca en transición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 20 a 22 de junio.
23. Correa, C. H. J. 2001c. Crecimiento de la Glándula Mamaria durante el Periodo Seco. En: memorias Curso De Educación Continuada: Nutrición Y Alimentación De La Vaca En Transición. Universidad Nacional De Colombia, Sede Medellín. Facultad De Ciencias Agropecuarias. 20 A 22 De Junio.
24. Correa, C. H. J. 2002. Monitoreo Nutricional y Metabólico en Hatos Lecheros. El Seminario II Curso de Actualización en Reproducción Animal, Grupo de Investigación en Biotecnología Aplicada, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 3 y 4 de octubre, Universidad Nacional de Colombia Departamento de Producción Animal.
25. De Luca, L. J. 2006. La Vaca Seca, Importancia del Período de Transición en la Salud Post-Parto de las Vacas de Alta Producción. Argentina, Laboratorios Burnet, Argentina.
www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/93-vaca_seca.htm

26. De Vries, M. J., Van Der Beek, S., Kaal-Lansbergen, L.M.T.E., Ouweltjes, W., And Wilmink, J.B.M. 1999. Modeling of Energy Balance in Early Lactation and the Effect of Energy Deficits in Early Lactation on First Detected Estrus Postpartum in Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 82:1927-1934.
27. Doepel, L., Lapierre, H., and Kennelly, J. J. 2002. Peripartum Performance and Metabolism of Dairy Cows in Response to Prepartum Energy and Protein Intake. *J. Dairy Sci.* 85:2315-2334.
28. Domecq, J. J., Skidmore, A. L., Lloyd, J. W., and Kaneene, J. B. 1997. Relationship Between Body Condition Scores and Conception at First Artificial Insemination in a Large Dairy Herd of High Yielding Holstein Cows. *J Dairy Sci.* 80:113-120.
29. Drackley, James K. 1999. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *J Dairy Sci.* 82: 2259–2273.
30. Elizondo, S. J. A. 2007. Periodo Seco Corto en Ganado de Leche (Short Dry Period in Dairy Cattle). *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria.* 8 5:7.
31. Elrod, Charlie. 2007. Minerals in Forages & Water: What Is Their Impact on Transition Dairy Cows? Springfield Farm Enterprises, Inc. 21.
www.sfetech.net/
www.sfetech.net/Minerals%20for%20Transition%20cows.pdf
32. Erb, R. E. And Ashworth, U. S. 1999. Relationships Between Age, Body Weight, and Yield of Dairy Cows. Department of Dairy Science, Washington State University, Pullman. *J. Dairy Sci.* 44 (3) 515-523.
33. Escalera, P. J. L., Flores, S. F., Escobar, M. F. J. 2005. Efecto del Balance Energético Negativo Sobre el Comportamiento Reproductivo de la Vaca Productora de Leche. *Veterinaria Zacatecas* 2:179-191.
34. Francisco, C. C., Spicer, L. J., and Payton, M. E. 2003. Predicting Cholesterol, Progesterone, and Days to Ovulation Using Postpartum Metabolic and Endocrine Measures. *J. Dairy Sci.* 86:2852-2863.
35. Gallegos, H. M. P. 2003. Manejo Reproductivo del Período Postparto en Bovinos. *Sistemas de Producción Agropecuaria – AGROFAZ.* 3:205-21.

36. Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Mantovani, R., Bailoni, L., Contiero, B., And Bittante, G. 1996. Change in Body Condition Score of Holstein Cows as Affected by Parity and Mature Equivalent Milk Yield. *J Dairy Sci.* 79:1009-1015.
37. Galvis, G. R. D., Correa, H. J. C. 2002. Interacciones Entre el Metabolismo y la Reproducción en la Vaca Lechera: Es la Actividad Gluconeogénica el Eslabón Perdido? *Rev. Col Cienc. Pec.* Vol. 15:36-50.
38. Galvis, R. D., Agudelo, D., Saffon, A. 2007. Condición Corporal, Perfil de Lipoproteínas y Actividad Ovárica en Vacas Holstein en Lactancia Temprana. *Rev. Col Cienc. Pec.* 20:16-29.
39. García, G. A. N. 2005. Manejo del Período Seco y su Influencia en la Producción y Reproducción. *Manual de Ganadería Doble Propósito. C. d. S. d. P. d. Bovinos.*, Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción e Industria Animal, Cátedra de Sistemas de Producción de Bovinos. 11:271-275.
http://avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manualganaderia/seccion4/articulo11-s4.pdf.
40. Gillund, P., Reksen, O., Gröhn, Y. T., and Karlberg, K. 2001. Body Condition Related to Ketosis and Reproductive Performance in Norwegian Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 84: 1390-1396.
41. Goff, J. P., and R. L. Horst. 1997. Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *J. Dairy Sci.* 80: 1260-1268.
42. Goff, J. P. 2006. Mineral Disorders of the Transition Period: Origin and Control. *World Buiatrics Congress - Nice, France.* 171-179.
43. González, F. M. y Koenekamp, I. S. 2006. Adaptaciones Metabólicas Hepáticas en el Período Periparto en Vacas de Alta Producción de Leche. *Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.*
http://www.puc.cl/agronomia/e_publicaciones/Documentosderabajo/documento7.pdf

44. Grant, R. J. and Albright, J. L. 1995. Feeding Behavior and Management Factors During the Transition Period in Dairy Cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791-2803.
45. Grigera, J. y Bargo, F. 2005. Evaluación del Estado Corporal en Vacas Lecheras, Elanco Animal Health. www.produccion-animal.com.ar
46. Grum, D. E., Drackley, J. K., Younker, R. S., Lacount, D. W. and Veenhuizen, J. J. 1996. Nutrition During the Dry Period and Hepatic Lipid Metabolism of Periparturient Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 79:1850-1864.
47. Grummer, R. R. Alimentación Durante el Periodo de Transición: Impacto en Fertilidad, Producción de Leche, y Desordenes Post-Parto. *Novedades Lácteas, Dairy Herd Management, Instituto Babcock, University of Wisconsin.* 302: 1-10. babcock.cals.wisc.edu/index.es.html
48. Grummer, Ric R. 1993. Etiology of Lipid-Related Metabolic Disorders in Periparturient Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 76: 3882-3896
49. Grummer, Ric R. 2006. Optimization of Transition Period Energy Status for Improved Health and Reproduction. *World Buiatrics Congress-Nice, France.* p. 191-202.
50. Hady, W., Domecq, J., Kaneene, J. 1994. Frequency and Precision of Body Condition Scoring in Dairy Cattle. *J Dairy Sci.* 77:1543-1547.
51. Hans, A. S. 2001. Vacas Secas y en Transición. *Rev. Investig. Vet. Perú,* vol. 12, no.2. 36-48. ISSN 1609-9117.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200008&lng=es&nrm=iso
52. Helguero, P. S., García, A., Triay, M. A. 2006. Etapa de Transición y la Condición Corporal Después del Parto. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* 7(10):1-7.
53. Henao, G. R. 2001. Reactivación Ovárica Postparto En Bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 54(1-2):1285-1302.
54. Holtenius, K., Agenäs, S., Delavaud, C., and Chilliard, Y. 2003. Effects of Feeding Intensity During the Dry Period. 2. Metabolic and Hormonal Responses. *J. Dairy Sci.* 86:883-891.

55. Holter, J. B., Slotnick, M. J., Hayes, H. H., and Bozak, C. K. 1990. Effect of Prepartum Dietary Energy on Condition Score, Postpartum Energy, Nitrogen Partitions, and Lactation Production Responses. *J Dairy Sci.* 73:3502-3511.
56. Horan, B., Dillon, P., Faverdin, P., Delaby, L., Buckley, F., and Rath, M. 2005. The Interaction of Strain of Holstein-Friesian Cows and Pasture-Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Store. *J. Dairy Sci.* 88:1231-1243.
57. Horst, R. L., Goff, J. P., And T. Reinhardt, A. 1994. Calcium and Vitamin D Metabolism in the Dairy Cow. *J Dairy Sci.* 77:1936-1951.
58. Houghton, P. L., Lemenager, U. P., Hendrix, K. S., Moss, G. E., and Stewart, T. S. 1990. Effects of Body Composition, Pre- and Postpartum Energy Intake and Stage of Production on Energy Utilization by Beef Cows. *J. Anim. Sci.* 68: 1447-1456.
59. Jaurena, G. 2003. Nutrición Proteica Preparto. *Nutrición Animal – Facultad de Agronomía UBA.* 4.
www.agro.uba.ar/catedras/p_lechera/resumenjaurena.pdf
60. Kertz, A. 2006. Alimentación y Manejo de la Vaca Seca y en Transición. *Hoard's Dairyman en español.* 701-709.
61. Kida, K. 2002. The Metabolic Profile Test: Its Practicability in Assessing Feeding Management and Periparturient Diseases in High Yielding Commercial Dairy Herds. *J. Vet. Med. Sci.* 64: 557-563.
62. Kim, I. H. and G. H. Suh. 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 (8):1445-14456.
63. LeBlanc, S. 2006. Monitoring Programs for Transition Dairy Cows. *World Buiatrics Congress - Nice, France.* p. 460-471.

64. Linn, J. 2001. Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno Lechero: Resumen de las Normas del NRC. XVII Curso de Especialización, St. Paul, Minnesota, 7ª edición de las Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno Lechero.
<http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/zootecnia/alimentanimal/lecturas/reqnutricionales/nrcvacunos.pdf>.
65. Loeffler, S. H., De Vries, M. J., and Schukken, Y. H. 1999. The Effects of Time of Disease Occurrence, Milk Yield, and Body Condition on Fertility of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82:2589-2604.
66. López, F. J. 2006. Relación entre Condición Corporal y Eficiencia Reproductiva en Vacas Holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 4(1):77-86.
67. Lucy, M. C. 2001. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *J. Dairy Sci.* 84:1277-1293.
68. Mallard, B. A., Dekkers, J. C., Ireland, M. J., Leslie, K. E., Sharif, S., Lacey Vankampen, C., Wagter, L., y Wilkie, B. N. 1998. Alteration in Immune Responsiveness During the Peripartum Period and its Ramification on Dairy Cow and Calf Health. *J. Dairy Sci.* 81:585-595.
69. Márquez, C. R. Manejo Nutricional de la Vaca en el Periodo Preparto e Inicio de Lactancia. Solla S. A.
www.solla.com/noticiasGanaderia/Manejo.pdf
70. Maza, A. L., Alves, T. C., Aloizio, F. F. 2002. Influencia De La Condición Corporal Y Producción De Leche Sobre El Comportamiento Reproductivo De Vacas Lecheras Mestizas. *MVZ-CÓRDOBA* 7(2):201-210.
71. Meglia, G. 2007. ¿Por Qué las Infecciones son más Frecuentes al Periparto? ¿Cuál es su Relación con la Nutrición de la Vaca Lecheras? Jornada APROCAL – INTA Rafaela. 13.
www.aprocal.com.ar/publicaciones_tecnicas/MEGLIA%20Jornada%20APROCAL%20INTA%20JULIO...

72. Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D. and Chilbroste, P. 2004. Effects of Parity and Body Condition at Parturition on Endocrine and Reproductive Parameters of the Cow. *Reproduction*. 127: 727-737.
73. Montiel, F., Galina, C. S., Lamothe, C., Castañeda, O. 2007. Effect of a Feed Supplementation During the Mid-Lactating Period on Body Condition, Milk Yield, Metabolic Profile and Pregnancy Rate of Grazing Dual-Purpose Cows in the Mexican Humid Tropic. *Arch. Med. Vet.* 39:207-213.
74. Moyá, J. R., Coppock, C. 1997. Efecto de dos Sistemas de Alimentación Parto en los Metabolitos Sanguíneos Pre y Postparto De Vacas Holstein Durante la Transición a la Lactación.
<http://avpa.ula.ve/congresos/ALPA97/NR23.pdf>.
75. Murondoti, A., Jorritsma, R., Beynen, A. C., Wensing, T., and Geelen, M. J. H. 2004. Unrestricted Feed Intake During the Dry Period Impairs the Postpartum Oxidation and Synthesis of Fatty Acids in the Liver of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 87:672-679.
76. Nebel, R. L., and McGilliard, M. L. 1993. Interactions of High Milk Yield and Reproductive Performance in Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 76:3257-3268.
77. Overton, T. R., and Waldron, M. R. 2004. Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. *J. Dairy Sci.* 87:105-119.
78. Patton, J., Kenny, D. A., McNamara, S., Mee, J. F., O'Mara, F. P., Diskin, M. G., and Murphy, J. J. 2007. Relationships Among Milk Production, Energy Balance, Plasma Analytes, and Reproduction in Holstein-Friesian Cows. *J. Dairy Sci.* 90:649-658.
79. Pedron, O., Cheli, F., Senatore, E., Baroli, D., and Rizzi, R. 1993. Effect of Body Condition Score at Calving on Performance, Some Blood Parameters, and Milk Fatty Acid Composition in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 76:2528-2535.
80. Piepenbrink, M.S. and Overton, T. R. 2003. Liver Metabolism and Production of Periparturient Dairy Cattle Fed Rumen Protected Choline. *J. Dairy Sci.* 86:1722-1733.

81. Rabiee, A. R., Lean, I. J., Gooden, J. M., and Miller, B. G. 1999. Relationships Among Metabolites Influencing Ovarian Function in the Dairy Cow. *J Dairy Sci.* 82:39-44.
82. Ramírez, L. N. 2005. La Condición Corporal: Tecnología para Mejorar la Eficiencia Reproductiva del Rebaño Vacuno. *Mundo Pecuario I* (3):58-59.
83. Randel, R. D., Holloway, J. W., Villarreal, J. y González, A. Manejo Reproductivo y Nutricional la Importancia de la Condición Corporal. Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
<http://www.unionganaderanl.org.mx/revista.asp>
84. Rastani, R. R., Andrew, S. M., Zinn, S. A., and Sniffen, C. J. 2000. Body Composition and Estimated Tissue Energy Balance in Jersey and Holstein Cows During Early Lactation. *J. Dairy Sci.* 84:1201-1209.
85. Rehage, J., Starke, A., Höltershinken, M., Kaske, M. 2006. Hepatic Lipidosis: Diagnostic Tools and Individual and Herd Risk Factors. *World Buiatrics Congress-Nice, France.* 69-74.
86. Relling, A. E., y Mattioli, G. A. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes.* E. EDULP, Facultad de Ciencias Veterinarias. 72.
www.fcv.unlp.edu.ar/sitios-catedras/41/material/fisio.pdf
87. Restaino, E. 2006. Jornada Técnica de Lechería, Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria. Serie Actividades de Difusión, Florida N°455.
www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_455.pdf
88. Rivera, A. F., Aceves, G. J. y Yescas, L. J. R. 1998. Evaluación de Condición Corporal, su Efecto Sobre la Producción Láctea y el Comportamiento Reproductivo Post-Parto en Bovinos de la Raza Holstein Friesain. XXII Congreso nacional de buitría, mem. 145-153.
89. Roche, J. Transition Cow Nutrition: Priming Your Herd to Perform. Dexcel, Hamilton. 15.
www.side.org.nz/IM_Custom/.../Assets/7/.../Transition%20Cow%20nutrition%20-...

90. Roche, J. Body Condition Score 5: An Old Wives' Tale or the Foundation for Profit. Dexcel, Hamilton. New Zealand.
http://side.org.nz/IM_Custom/ContentStore/Assets/7/25/a2b05ad2c677344ea9a772bb51c8e597/Body%20Condition%20Score%205%20-%20An%20old%20wives%20tale%20or%20the%20foundation%20for%200profit.pdf.
91. Roche, J. R., Dillon, P. G., Stockdale, C. R., Baumgard, L. H., and VanBaale, M. J. 2004. Relationships Among International Body Condition Scoring Systems. *J. Dairy Sci.* 87:3076-3079.
92. Rodríguez, I., Pérez, C. C., España, F., Dorado, J., Hidalgo, M., y Sanz, J. 2004. Niveles Químicos Plasmáticos en Vacas Repetidoras Tras I.A. *Arch. Zootec.* 53:59-68.
93. Roldan, V. P., Gasparotti, M. L., Luna, M., Pierola, F., Sola, M., Gapel, Pinto, M. 2005. Estudio Comparativo de Perfiles Metabólicos Minerales de Vacas Lecheras Gestantes Pertenecientes a la Región de Santa Fe. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.* 6 (12):1-5.
94. Rosendo, O., Mcdowell, L. R. 2003. Liver Dry Matter and Liver Lipids in Periparturient Dairy Cows. *Acta Vet. Brno.* 72:541-546.
95. Ruegg, P. 2001. Calidad de Leche y Manejo Sanitario de la Vaca Seca. University of Wisconsin, Madison.
http://www.uwex.edu/MilkQuality/PDF/dry_cow_en_enspanol.pdf
96. Ruegg, P. L., and Milton, R. L. 1995. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edgward Island, Canada: relationships with yield, reproductive performance and disease. *J. Dairy Sci.* 78: 552-564.
97. Rukkwamsuk, T., Kruij, T. A. M., Meijer, G. A. L., and Wensing, T. 1999. 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.* 82:280-287.
98. Rukkwamsuk, T., Geelen, M.J.H., Kruij, T.A.M., and Wensing, T. 2000. Interrelation of Fatty Acid Composition in Adipose Tissue, Serum, and Liver

- of Dairy Cows During the Development of Fatty Liver Postpartum. *J. Dairy Sci.* 83:52-59
99. Samarütel, J., Ling, K., Jaakson, H., Kaart, T., Kärt, O. 2006. Effect of Body Condition Score at Parturition on the Production Performance, Fertility and Culling In Primiparous Estonian Holstein Cows. *Veterinarija Ir Zootechnika.* 36:69-74.
 100. Sato, H., Mohamed, T., Goto, A., Oikawa, S., and Kurosawa, T. 2004. Fatty Acid Profiles in Relation to Triglyceride Level in the Liver of Dairy Cows. *J. Vet. Med. Sci.* 66:85-87.
 101. Shah, M. A., Friedman, E. J., Bahaa, A. O., and Murphy, M. R. 2004. Effect of Liquid Flavor Supplementation of the Diet on Dairy Cows in the Transition Period. *J. Dairy Sci.* 87:1872-1877.
 102. SYSTAT® Software. 2000. User's Guide: Statistics, Versión 10. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
 103. Vazquez-Anon, M., Bertics, S., Luck, M., And Grummer, R. R. 1994. Peripartum Liver Triglyceride and Plasma Metabolites in Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 77:1521-1528.
 104. Veenhuizen, J. J., Drackley, J. K., Richard, M. J., Sanderson, T. P., Miller, L. D. and Young, J. W. 1991. Metabolic Changes in Blood and Liver during Development and Early Treatment of Experimental Fatty Liver and Ketosis in Cows. *J. Dairy Sci.* 74:4238-4253.
 105. Villa-Godoy, A., Hughes, T. L., Emery, R. S., Stanisiewsk, E. P., and Fogwell, R. L. 1990. Influence of Energy Balance and Body Condition on Estrus Cycles in Holstein Heifers. *J Dairy Sci.* 73:2759-2765.
 106. Waltner, S. S., McNamara J. P., Hillers J. K. 1993. Relationships of Body Condition Score to Production Variables in High Producing Holstein Dairy Cattle. *J. Dairy Sci* 76:3410-3419.
 107. Zurek, E., Foxcroft, O. R., and Kennelly, J. J. 1995. Metabolic Status and Interval in Postpartum Dairy Cows to First Ovulation. *J. Dairy Sci.* 78:1909-1920.