



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

---



**FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA.**

**EVALUACIÓN DEL PERFIL METABÓLICO Y CONDICIÓN  
CORPORAL Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO REPRODUCTIVO  
DE VACAS EN EL TRÓPICO SECO MICHOCANO.**

**TESIS**

**QUE PRESENTA:**

**JOSE PEPE VARGAS SOBERANIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

Morelia, Michoacán Marzo del 2009.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA.**

**EVALUACIÓN DEL PERFIL METABÓLICO Y CONDICIÓN  
CORPORAL Y SU RELACIÓN CON EL ESTADO REPRODUCTIVO  
DE VACAS EN EL TRÓPICO SECO MICHOACANO.**

**TESIS**

**QUE PRESENTA:**

**JOSE PEPE VARGAS SOBERANIS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

**Asesores:**

**DR. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA**

**DR GUILLERMO SALAS RAZO  
MC. JUAN PABLO FLORES PADILLA**

Morelia, Michoacán Marzo del 2009.

## **AGRADECIMIENTO**

Esta tesis representa un parteaguas entre una etapa muy enriquecedora y el camino que el tiempo obliga. En toda la experiencia universitaria y la conclusión del trabajo de tesis ha habido personas que merecen las gracias, porque sin su valiosa aportación no hubiera sido posible este trabajo y también hay quienes las merecen por haber plasmado su huella en mi camino.

Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de la vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecido. Soy yo el que está orgulloso de haber sido elegido por Dios por tener los padres más maravillosos del universo.

Con cariño y respeto.

**JESUS VARGAS LANCHO  
GUADALUPE SOBERANIS GARCIA**

Expreso un sincero agradecimiento a todos los miembros de mi familia en especial a mis hermanos Arcenio Alberto y Jesús por ser gran parte de mi vida y sobre todo que sé que así pase muchos años siempre voy a contar con ustedes.

La culminación de este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y orientación de mis asesores Dr. Rogelio Garcidueñas Piña, Dr. Guillermo Salas Razo y M.C Juan Pablo Flores Padilla.

Gracias también a la revisión oportuna del Dr Aureliano Juárez Caratechea y Dr. Daniel Val Arreola.

Gracias por el apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), puesto que el presente trabajo de tesis es parte del proyecto aprobado por ambas instituciones.

Gracias también a todos las persona que integran el equipo de trabajo, los amigos, productores y demás personas que colaboraron con un granito de arena para la culminación de esta tesis.

Agradezco, finalmente, a mis maestros por su disposición y ayuda brindadas.

## ÍNDICE

	Pagina
<b>I. RESUMEN</b>	1
<b>II. INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>1.- Perfil metabólico</b>	4
1.1.- Triglicéridos	6
1.2.- Colesterol	6
1.3.- Lipoproteínas	7
<b>2.- Condición corporal</b>	8
<b>III. MATERIAL Y MÉTODO</b>	11
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	14
<b>V. CONCLUSIÓN.</b>	28
<b>VI.- BIBLIOGRAFÍA</b>	29

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pag.
<b>Cuadro 1.</b> Comparación de medias: porcentaje de vacas gestantes, condición corporal y perfiles metabólicos en un hato bovino en el municipio de Churumuco.	14
<b>Cuadro 2.</b> Comparación de medias: porcentaje de vacas gestantes, condición corporal y perfiles metabólicos en un hato bovino en el municipio de Tzitzio.	15
<b>Cuadro 3.</b> Comparación de medias: porcentaje de vacas gestantes, condición corporal y perfiles metabólicos en un hato bovino en el municipio de Tuzantla	16
<b>Cuadro 4.</b> Medias de Mínimos Cuadrados y Error Estándar de los Caracteres bajo Estudio por Región	19
<b>Cuadro 5.</b> Medias de Mínimos Cuadrados, Coeficiente de Variación y Desviación Estándar de los Caracteres bajo Estudio por Etapa.	21
<b>Cuadro 6.</b> Medias de Mínimos Cuadrados y Desviación Estándar de los Caracteres bajo Estudio por Estado Fisiológico.	25
<b>Cuadro 7.</b> Medias de Mínimo Cuadrados y Desviaciones estándar de los Caracteres bajo Estudio por Estado Fisiológico en el municipio de Tuzantla	27
<b>Figura 1.</b> Cambios observados en las variables en estudio de acuerdo a la época de medición, Condición Corporal, % de gestacion, Colesterol, triglicéridos, LDLc y HDLc.	17
<b>Figura 2.</b> Distribución de promedios de número de parto, condición corporal y estado reproductivo de los hatos de los tres municipios en estudio.	18
<b>Figura 3.</b> Distribución de promedios de concentración de metabolitos lípidos en los hatos de tres municipios de Mich.	20
<b>Figura 4.</b> Distribución de los promedios por época, Condición Corporal, Estado reproductivo, colesterol, triglicéridos, LDLc y HDLc.	23
<b>Figura 7.</b> Condición corporal y concentración plasmática de metabolitos lipídicos en la época de estiaje y su relación con el estado reproductivo de las vacas después de lluvias en el mpo de Tuzantla	26

## I. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue, determinar la condición corporal y las concentraciones plasmáticas de los metabolitos lípidos colesterol, triglicéridos, y lipoproteínas de alta y baja densidad en dos épocas del año (estiaje y después de lluvias), el trabajo se realizó en tres municipios (Churumuco, Tzitzio y Tuzantla) en donde se muestrearon 135 vacas en la época de estiaje y después de las lluvias, se evaluaron ginecológicamente por palpación trans-rectal; se determinó la condición corporal (escala 1 a 5) y la concentración plasmática de colesterol, triglicéridos y lipoproteínas de alta y baja densidad por el método enzimático-colorimétrico. Los datos fueron analizados mediante técnicas de estadística descriptiva y análisis de varianza de una sola vía. Los resultados obtenidos en esta investigación favorables: existió un efecto de época ( $p < 0.05$ ), más favorable en concentraciones plasmáticas de metabolitos lípidos, porcentaje de gestación y condición corporal en la época después de lluvias; la condición corporal no es un indicativo del perfil metabólico ( $p < 0.05$ ); aunque se establecieron los parámetros y rangos del perfil metabólico de los animales en las dos épocas, su gran variabilidad ( $> 30\%$ ) no permite arribar a implicaciones prácticas sobre su empleo, pero permite plantear una estrategia reproductiva acorde a la región.

**Palabras Clave:** Perfil metabólico, Condición corporal, Estado Reproductivo, trópico seco michoacano. .

---

## II. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina y la industria de la carne en México representan una de las principales actividades del sector agropecuario del país y es tal vez la actividad productiva más diseminada en el medio rural. Hay más de un millón y medio de unidades de producción y ranchos ganaderos diseminados a lo largo y ancho de todas las regiones del país, trabajando con diferentes métodos y tecnologías (Osuna, 2002).

En México, la ganadería bovina explotada en climas cálidos se ha caracterizado por ser de tipo extensiva, con poca o nula tecnificación y con alimentación a base de pastoreo, que las hace vulnerable a los cambios estacionales. Dicha ganadería está constituida por animales Cebú y sus cruza con razas europeas que han demostrado buena adaptación a las condiciones existentes en el trópico; sin embargo, sus índices productivos son bajos ya que presentan una madurez sexual tardía, largos periodos de anestro posparto y una marcada estacionalidad en la producción de becerros (Salas, 2007).

En Michoacán, la ganadería es la segunda actividad de importancia económica en la entidad, ocupando el 43% del territorio estatal debido a que se basa en sistemas de producción extensivos: para lo cual el pastoreo del ganado se realiza no solo en terrenos desmontados, sino también en áreas forestales, afectando fuertemente con el “ramoneo” y el apisonamiento del terreno (Comisión Forestal del Estado, 2008).

Los principales problemas que dañan la actividad ganadera son las condiciones climatológicas adversas, concretamente la sequía, así como la falta de flujo crediticio al campo, baja rentabilidad de las empresas, escaso mercado, precios bajos de los productos pecuarios, mala sanidad, y la introducción de carne importada y de contrabando a nuestro país (Osuna, 2002).

La eficiencia reproductiva de las vacas ha sido considerada como un reflejo de la eficiencia en el manejo general y en la rentabilidad económica de los sistemas de producción bovina. Se espera que una vaca lechera produzca una

cría por año sin problemas y que vuelva a quedar gestante en el momento apropiado, mientras mantiene una lactancia de 305 días. Los criterios para establecer un programa reproductivo en cada región, obviamente van a depender de las condiciones ambientales específicas y básicamente de la disponibilidad de agua y forraje (Molina *et al.*, 2007).

Una de las causas de mayores pérdidas en los hatos de cría es el anestro post-parto (vacas que retardan la aparición del celo por estar en un pobre estado nutricional) (Kugler, 2000); en cambio, en el ganado productor de leche las causas principales son la baja producción láctea y los problemas de infertilidad.

En los animales explotados extensivamente los desordenes reproductivos se relacionan con el manejo nutricional durante el periodo seco, de tal manera que los desordenes metabólicos pueden ser minimizados con una dieta apropiada y un correcto manejo nutricional durante esta etapa (Roldan *et al.*, 2005) lo que redundará en mejores condiciones para lograr una mejor fertilidad en el hato.

Después del parto la vaca enfrenta un desequilibrio energético que la obliga a realizar un ajuste metabólico, mismo que se caracteriza por la movilización de sus reservas y por los cambios en las concentraciones plasmáticas de algunos metabolitos lípidos involucrados en el proceso del restablecimiento de la actividad reproductiva de la vaca (Ceballos *et al.*, 2002). A este respecto, en los últimos años se han desarrollado estrategias alimenticias tendientes a minimizar los efectos adversos que el balance energético negativo ejerce sobre la vaca en el posparto temprano (González y Bas, 2002; López *et al.*, 2004).

La suplementación con lípidos (grasa de by-pass) se ha utilizado para incrementar la densidad energética de la dieta con la finalidad de minimizar los efectos del balance energético negativo prevenir desordenes metabólicos, favorecer la producción láctea, restaurar la pérdida de condición corporal y mejorar el desempeño reproductivo de la vaca (Getachew *et al.*, 2001; González y Bas, 2002; López *et al.*, 2004).



Recientemente, se han desarrollado nuevas investigaciones en torno a la suplementación de la dieta con ácidos grasos específicos sobre la reproducción de la vaca de carne; sin embargo, éstas se han enfocado a obtener una respuesta sobre aspectos reproductivos específicos durante el ciclo estral (Hess, 2003).

Los perfiles metabólicos se han utilizado para evaluar el grado de movilización grasa y la magnitud del desequilibrio energético (Ceballos *et al.*, 2002; Salas *et al.*, 2003), y podrían ser utilizados para establecer y evaluar las estrategias de alimentación que lleven a la vaca a una condición metabólica ideal para su pronto reinicio de la actividad reproductiva en el posparto temprano.

Francisco *et al.* (2003), mencionan que para reestablecer la función ovárica en el posparto temprano de la vaca se requieren de las condiciones óptimas de varios factores metabólicos y endocrinos que se interrelacionan entre sí.

La cantidad de lípidos consumidos en la dieta están relacionados con los cambios en las concentraciones sanguíneas de colesterol y pueden mejorar la biosíntesis lútea de progesterona, modular la dinámica folicular y acelerar la actividad lútea en el posparto (Vann *et al.*, 2002); ya que el colesterol es el precursor para la esteroidogénesis en todos los tejidos secretores de esteroides (Hawkins *et al.*, 1995).

Algunos indicadores relevantes que podrían describir la situación metabólica de la vaca asociados a una respuesta reproductiva son: las concentraciones de colesterol (COL), triglicéridos (TG) y lipoproteínas de alta y baja densidad (HDLc y LDLc) (Ceballos *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2006).

### **1.- Perfil metabólico**

El perfil metabólico es un conjunto de determinaciones de laboratorio que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos y tienen por objeto aportar una ayuda clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos (Villa *et al.*, 1999).

En la realización de un perfil metabólico se determinan los diferentes metabolitos sanguíneos relacionados con el estado funcional de las vías metabólicas (biotransformación), las que están determinadas por el consumo de nutrientes al seguir diferentes vías después de su ingestión en el organismo; el estado de estas vías puede verse afectado por los desbalances en el ingreso, transformación o egreso de los ingredientes de la ración consumida por los animales (Villa *et al.*, 1999).

Los análisis realizados en un perfil metabólico estándar son diversos, incluyéndose varios metabolitos; en general, se pretende evaluar el estado de las vías metabólicas que guardan relación con el aporte de proteína, energía y minerales (Villa *et al.*, 1999).

Las concentraciones de metabolitos sanguíneos representan un índice integrado del adecuado aporte de nutrientes con relación a la utilización de los mismos, la cual es independiente del estado fisiológico y permite una indicación inmediata del estado nutricional puntual en el tiempo. Las pruebas del perfil metabólico han sido utilizadas para evaluar la adecuada nutrición de dietas en vacas lecheras durante la lactancia y la concentración de algunos metabolitos, se utilizan para determinar los requerimientos suplementarios de energía (Razz *et al.*, 2006).

El perfil metabólico sanguíneo aporta gran cantidad de información relacionada con la nutrición y sanidad animal, además permite determinar factores de riesgo, tales como desbalances nutricionales, que pudieran incidir en el desempeño productivo y reproductivo del ganado bovino (Razz *et al.*, 2006).

Las variaciones en los valores hematológicos y en algunos metabolitos sanguíneos de los bovinos se han atribuido a distintos estados fisiológicos de los animales. Señalados han sido el sexo, la edad, época del año, fase de lactación, gestación, raza, el nivel de producción y la alimentación (Ramírez *et al.*, 2001).

El perfil metabólico sanguíneo (glucosa, urea, proteína total, albúmina, cuerpos cetónicos y ácidos grasos, entre otros) 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 (Oseguera *et al.*, 2001).

Los lípidos tienen importancia tanto en el aspecto nutricional como en el estado reproductivo en que se encuentra el bovino (Byers *et al.*, 1993).

### **1.1.- Triglicéridos**

Los triglicéridos son el tipo más común de grasas o lípidos transportados en la sangre, depositados en las células o presentes en los alimentos. La unión de 3 ácidos grasos mediante una esterificación produce un triglicérido que se almacena en el tejido adiposo quedando depositado para su posterior utilización (Martínez, 2006).

La cantidad de triglicéridos circulantes se derivan de alimentos grasos ingeridos o de la síntesis del hígado a partir de otros nutrientes (hidratos de carbono) el exceso de calorías que consumimos y no son utilizadas se depositan como triglicéridos, en músculos y tejido adiposo (como fuente de energía) y son gradualmente liberados de acuerdo con las necesidades de energía del organismo (Martínez, 2006).

### **1.2.- Colesterol**

Las concentraciones de colesterol sanguíneo y de las lipoproteínas han sido asociadas con el desempeño reproductivo, debido a que el colesterol es el precursor para la esteroidogénesis en todos los tejidos que segregan este tipo de hormonas (Ruegg *et al.*, 1992).

El colesterol y los ésteres de colesterol son lípidos importantes en la dieta y provienen de las grasas y fosfolípidos de las plantas. El colesterol es el estero

más abundante en los tejidos animales, tanto libre como esterificado. Es un derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno que posee el radical -OH en el C3 en posición cis o beta y una doble ligadura entre el C5-C6. Se presenta como un sólido de color blanco, insoluble en agua, muy soluble en cloroformo y benceno (Coppo *et al.*, 2003).

Fisiológicamente, el colesterol es necesario para la síntesis de sales biliares, vitamina D y hormonas gonadales y corticoadrenales, además de participar en la composición de tejidos y secreciones. Patológicamente, se eleva en el hipotiroidismo, diabetes mellitus, obesidad, síndrome nefrótico, pancreatitis aguda, ictericia obstructiva, hiperadrenocorticismo, ciertas retinopatías y otros trastornos, disminuyendo en la insuficiencia hepática, mala absorción e hipertiroidismo (Coppo *et al.*, 2003).

El colesterol proviene de los lípidos alimentarios, pero también existe una activa biosíntesis, principalmente hepática; su eliminación se efectúa por excreción biliar y láctea. En la sangre, el colesterol total existe en forma libre o esterificado con ácidos grasos, siendo esta última la predominante. Para ser transportado en plasma o linfa, el colesterol se une a lipoproteínas que lo solubilizan en el agua intravascular (Coppo *et al.*, 2003).

### **1.3.- Lipoproteínas**

Las lipoproteínas son macromoléculas que incluyen un núcleo de lípidos hidrófobos (triglicéridos, ésteres de colesterol) y una zona superficial hidrofílica (fosfolípidos, colesterol no esterificado y apoproteínas). Las apoproteínas, elaboradas por hepatocitos y enterocitos, son proteínas especializadas necesarias para la formación de lipoproteínas y para la unión de éstas con los receptores celulares (Coppo *et al.*, 2003).

El perfil lipoprotéico del bovino presenta algunas particularidades con relación al de otros mamíferos; en el plasma de los bovinos, las lipoproteínas predominantes (73% del total) son las de alta densidad, que constituyen la

---

principal vía de transporte del colesterol en esta especie (Chapman, 1980 y Patto *et al.*, 1982).

En base a su densidad de ultracentrifugación, las lipoproteínas se clasifican en lipoproteínas de alta densidad,  $\alpha$  (HDLc), lipoproteínas de baja densidad,  $\beta$  (LDLc), lipoproteínas de muy baja densidad, pre- $\beta$  (VLDLc) y lipoproteínas de densidad intermedia,  $\beta$ -flotadora, las dos últimas muy escasas en animales adultos. Las HDLc se forman en intestino e hígado, ubicándose como  $\alpha 1$  globulinas en la corrida electroforética. Son las más pequeñas y densas. Su rol es el transporte reverso de colesterol, desde los tejidos hacia el emuntorio biliar, por lo que son consideradas como “factor de protección” del riesgo aterogénico (Coppo *et al.*, 2003).

Las LDLc son los productos finales de las VLDLc (sintetizadas por enterocitos y hepatocitos); electroforéticamente corren con las  $\beta$  globulinas y están involucradas en el denominado transporte directo del colesterol, que lo distribuye y deposita en los tejidos, incluyendo las paredes vasculares. Su vida termina cuando son internalizadas (endocitosis mediada por receptores) y clivadas por enzimas lisosomales (Coppo *et al.*, 2003).

## **2.- Condición corporal**

La cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones al momento del parto o inmediatamente después del mismo, en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia (Kungler, 2000).

Desde hace algunos años se ha venido utilizando por los productores un método subjetivo que permite estimar la cobertura de tejido graso y muscular en el animal vivo, independientemente de la talla y el peso vivo. El sistema presupone la inspección visual como la palpación y en conjunto todo puede expresarse a través de la condición corporal (López, 1994).

Es importante saber que una de las causas de mayores pérdidas en los hatos de cría es el anestro post-parto (vacas que retardan la aparición del celo por estar en un pobre estado) (Kungler, 2000).

La condición corporal al parto está estrechamente relacionada con los días hasta la aparición del primer celo y con la producción de leche, y por ende, con el peso al destete de los terneros y al servicio, con la cantidad de servicios o monta natural que recibe una vaca hasta quedar preñada y el intervalo entre partos (Kungler, 2000).

En la determinación de la "condición corporal" de los vientres; existen dos escalas, una que va del 1 al 5 y otra que va del 1 al 9, siendo 1 el valor correspondiente a una vaca extremadamente delgada y 5 ó 9 (dependiendo de la escala que se utilice) el correspondiente a una vaca extremadamente gorda. Ambas escalas son equivalentes (Fertig *et al.*, 2005).

La condición corporal guarda una estrecha correlación con la cantidad de grasa corporal almacenada por los animales (Wright y Russel, 1984). En este caso, el metabolismo de los lípidos desempeña un importante papel para el depósito de grasa en el tejido celular subcutáneo.

El método de la condición corporal es una técnica que informa sobre la delgadez o gordura de una vaca. Ayuda a predecir las reservas corporales que una vaca podrá liberar tras el parto en forma de energía metabolizable para convertir en leche (Bustamante *et al.*, 1997). La medición de la condición corporal es una herramienta económica y sencilla que permite anticiparse a los problemas, por ejemplo, destinando los mejores potreros a las vacas en peor estado, previo o al inicio del servicio.

Es importante conocer las condiciones metabólicas de las hembras reproductoras en el trópico seco michoacano, ya que no se tiene información al respecto en esa región y podrían ser diferentes a los reportes generados por otros investigadores. Por ello, el conocimiento de la condición corporal y metabólica de las vacas podría coadyuvar a la implementación de nuevas

estrategias de fácil adopción a fin de contribuir al desarrollo reproductivo de esta ganadería en el Estado, ya que la vocación productiva de esta región se centra en la producción de becerros.

Por tal motivo el objetivo general del presente trabajo fue, determinar la condición corporal y las concentraciones plasmáticas de los metabolitos lípidos colesterol, triglicéridos, y lipoproteínas de alta y baja densidad en dos épocas del año (estiaje y después de lluvias) y su relación con el estado reproductivo en vacas en el trópico seco de Michoacán.

Teniendo como objetivos particulares los siguientes:

1. Estimar parámetros de metabolitos lípidos de acuerdo al estado fisiológico de las vacas en el trópico seco michoacano.
2. Estimar parámetros de metabolitos lípidos en la época de estiaje y después de la época de lluvias en las vacas en el trópico seco michoacano.
3. Determinar las condiciones metabólicas y corporales más apropiadas para mantener una eficiencia reproductiva aceptable para las condiciones del trópico seco michoacano.

### III. MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo de investigación se desarrolló en los municipios de Churumuco, Tuzantla y Tzitzio del estado de Michoacán, durante los meses de abril a junio estiajes y después de lluvias durante los meses de septiembre del 2008 a febrero del 2009.

*Churumuco*; Se localiza al sur del Estado, en las coordenadas 18°40' de latitud norte y 101°39' de longitud oeste, a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. Su clima es tropical y seco estepario, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 639.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 22.9 a 36.1 grados centígrados (INAFED, 2005).

*Tuzantla*; Se localiza al este del Estado, en las coordenadas 19°12' de latitud norte y 100°34' de longitud oeste, a una altura de 580 metros sobre el nivel del mar, su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1.184.5 milímetros y temperaturas que oscila entre 19.9 a 36.7° centígrados (INAFED, 2005).

*Tzitzio*; Se localiza al noreste del Estado, en las coordenadas 19°35' de latitud norte y 100°56' de longitud oeste, a una altura de 1,540 metros sobre el nivel del mar. Su clima es tropical y templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,397.3 milímetros y temperaturas que oscilan de 13.1 a 27.2° centígrados (INAFED, 2005).

Se analizó la información recabada de 135 hembras con encaste cebuino; en Churumuco se muestrearon 30 hembras, en Tzitzio 25 hembras y en Tuzantla 80. Todos estos animales estuvieron bajo un régimen de explotación extensiva en pastoreo. El muestreo del ganado se realizó en dos épocas del año, durante la época de estiaje y después de la época de lluvias para poder comparar los perfiles de metabolitos y la condición corporal en estas dos épocas y su relación con su estado reproductivo.



En las dos épocas, las hembras fueron evaluadas ginecológicamente por palpación rectal para determinar su estado reproductivo (vacío o gestante).

Se evaluó su condición corporal en la escala 1 a 5 de acuerdo a la escala propuesta por Wildman *et al.* (1982) (donde 1 es flaca y 5 es obesa).

Se les tomó una muestra de sangre por medio de punción ano-caudal. Se colocó en tubos con anticoagulante (EDTA 10%) y posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Innovación en Investigación Pecuaria-IIAF donde se centrifugo a 3500 rpm durante 7 min para obtener el plasma, el cual se envasó en viales en alícuotas de 2.0 ml y posteriormente se almacenó a -20 °C hasta la determinación de colesterol, triglicéridos y lipoproteínas de alta y baja densidad.

Para la determinación de la concentración de colesterol y triglicéridos se utilizó un equipo de reacción enzimática (SPINREACT, Colesterol CHOD-POD. Enzimático colorimétrico, Ref.: 1002120 y SPINREACT, Triglicéridos GPO-POD. Líquido, Ref.: 1002120, respectivamente). Para la determinación de la concentración de lipoproteínas de alta y baja densidad se utilizaron equipos de reacción enzimática, (SPINREACT, Colesterol HDLc Directo. Enzimático colorimétrico, Ref: 1002120 y SPINREACT, Colesterol LDLc. Enzimático colorimétrico líquido, Ref: 1002120, respectivamente); todas las determinaciones se hicieron por espectrofotometría (espectrofotómetro SPINLAB ®, modelo E189263).

La información recabada fue analizada mediante técnicas de estadística descriptiva y análisis de varianza de una sola vía y se realizaron comparaciones entre medias de concentraciones plasmáticas de metabolitos lipídicos entre época de muestreo (estiaje y después de las lluvias), municipios (Churumuco, Tuzantla y Tzitzio), estado reproductivo (vacías y gestantes) y condición corporal de los animales (1-5) a fin de detectar la significancia de las diferencias.

El modelo general lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  representa el valor de una observación

$\mu$  representa el efecto común a todas las observaciones

$T_i$  representa el efecto del  $i$ -ésimo factor ( $i$ = época, estado fisiológico, condición corporal)

$e_{ij}$  representa el efecto aleatorio asociado a cada observación

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

López *et al.* (2004) señala que el conocimiento de las variaciones de las concentraciones sanguíneas de algunos metabolitos lipídicos ayudan a explicar el comportamiento productivo de las vacas, en tanto que Palmquist (1996) y Coppo *et al.* (2003) destacan la importancia del colesterol en los bovinos, y cómo a partir de su alimentación en condiciones de pastoreo, lo obtienen de las grasas y fosfolípidos de las plantas, y a partir de la biosíntesis.

Por lo tanto el trabajo se discutirá primero por municipio y después de forma general.

En el municipio de Churumuco en donde se muestrearon 30 hembras, se observó, que durante la época de estiaje el porcentaje de vacas gestantes y la condición corporal fueron significativamente menores que el de la época después de las lluvias (Cuadro 1); lo cual era de esperarse, ya que después de la época de lluvias existe mayor disponibilidad de forraje y este es de mejor calidad. En cuanto al perfil metabólico, la concentración plasmática de colesterol y lipoproteínas de alta densidad (HDLc) fueron mayores en la época después de lluvias mientras que los triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (LDLc) fueron superior en la época de estiaje.

Debido posiblemente a la baja disponibilidad de forraje que caracteriza a esa región y a que en el municipio de Churumuco no se suplementa el ganado en la época de estiaje.

**Cuadro 1. Comparación de medias, el porcentaje de vacas gestantes, condición corporal y perfiles metabólicos en un hato bovino en el municipio de Churumuco**

Época	% Gestantes	Condición Corporal	Colesterol (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	HDLc (mg/dl)
ESTIAJE	3.33% <sup>a</sup>	2.80 ± 0.54 <sup>a</sup>	113.96 ± 61.74 <sup>a</sup>	36.73 ± 65.57 <sup>a</sup>	51.56 ± 57.82 <sup>a</sup>	72.20 ± 33.47 <sup>a</sup>
LLUVIA	40% <sup>b</sup>	3.48 ± 0.58 <sup>b</sup>	117.73 ± 31.18 <sup>b</sup>	27.63 ± 8.87 <sup>b</sup>	12.8 ± 9.62 <sup>b</sup>	169.66 ± 168.34 <sup>b</sup>

Nota: Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Cabe mencionar que aunque hubo mucha variabilidad en la estimación de los parámetros lipídicos plasmáticos cuantificados en esta investigación, todos ellos se ubicaron dentro de los rangos de referencia reportados para bovinos (Coppo, 2003).

En cuanto a la concentración plasmática de LDLc y triglicéridos se observaron mayores concentraciones durante la época de estiaje posiblemente, a que en esta época los alimentos que ingieren los animales lo almacenan para las épocas más críticas en donde dependen en gran parte de sus reservas corporales. Relling *et al.* (2003) mencionan que las lipoproteínas de baja densidad o LDLc, representan una fuente de colesterol para los tejidos. Martínez (2006). comenta que los triglicéridos se depositan en los músculos y tejido adiposo (como fuente de energía) y son gradualmente liberados de acuerdo con las necesidades de energía del organismo.

En el municipio de Tzitzio en donde se muestrearon 25 hembras, se observa que después de la época de lluvias no se tienen vacas gestantes (Cuadro 2), la causa principal de esto es que el productor al utilizar un programa de empadre controlado no expuso durante el experimento a las hembras con el semental; en cuanto a la concentración plasmática de colesterol, triglicéridos, HDLc y la condición corporal fueron mayores después de lluvias. Después de la época de lluvias existe mayor disponibilidad de pasto y de mejor calidad lo que lleva a obtener una mayor condición corporal y concentración plasmática de colesterol, triglicéridos y HDLc.

**Cuadro 2. Comparación de medias, el porcentaje de vacas gestantes, condición corporal y perfiles metabólicos en un hato bovino en el municipio de Tzitzio**

Época	% Gestantes	Condición Corporal	Colesterol (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	HDLc (mg/dl)
ESTIAJE	8%	2.98 ± 0.51 <sup>a</sup>	102.81 ± 34.02 <sup>a</sup>	28.12 ± 7.45 <sup>a</sup>	23.96 ± 25.52 <sup>a</sup>	59.24 ± 23.92 <sup>a</sup>
LLUVIAS	8%	4.27 ± 0.36 <sup>b</sup>	164.62 ± 50.70 <sup>b</sup>	30.48 ± 7.02 <sup>b</sup>	14.44 ± 10.30 <sup>b</sup>	79.52 ± 32.16 <sup>b</sup>

Nota: Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

En el municipio de Tuzantla después de la época lluvias se observó que existe un mayor número de vacas gestantes (Cuadro 3) y mayores concentraciones

de colesterol y HDLc. Así mismo se observó una diferencia significativa en cuanto a la condición corporal; esto puede ser debido a que en Tuzantla, en la época de estiaje se suplementa al ganado..

**Cuadro 3. Comparación de medias, el porcentaje de vacas gestantes, condición corporal y perfiles metabólicos en un hato bovino en el municipio de Tuzantla**

Época	% Gestantes	Condición Corporal	Colesterol (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	HDLc (mg/dl)
ESTIAJE	25% <sup>a</sup>	3.60 ± 0.32 <sup>a</sup>	113.86 ± 38.92 <sup>a</sup>	43.72 ± 26.16 <sup>a</sup>	64.84 ± 104.62 <sup>a</sup>	39.66 ± 65.58 <sup>a</sup>
LLUVIAS	41.25% <sup>b</sup>	3.65 ± 0.36 <sup>b</sup>	173.06 ± 53.26 <sup>b</sup>	29.23 ± 14.05 <sup>b</sup>	16.02 ± 34.09 <sup>b</sup>	55.81 ± 78.61 <sup>b</sup>

Nota: Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

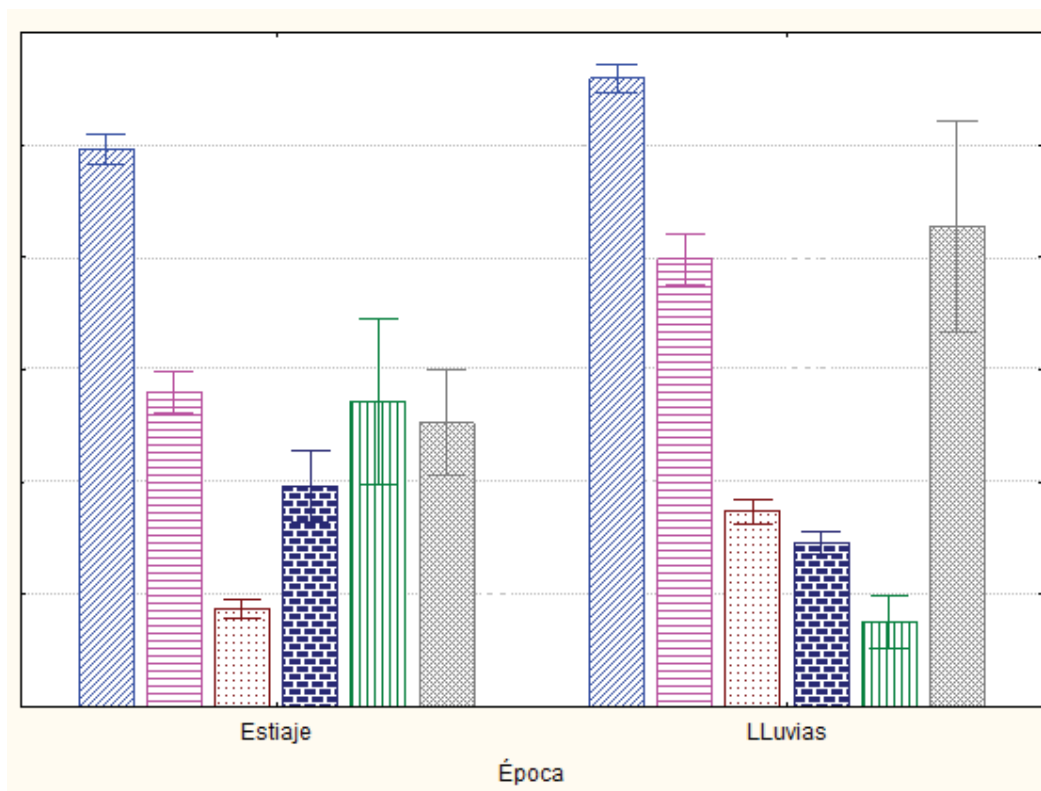
El hecho de que exista mayor concentración plasmática de triglicéridos y LDLc en la época de estiaje se debe principalmente a que las LDLc, son responsables de transportar el colesterol hacia los tejidos periféricos para la acumulación de reservas y que este sea utilizada durante las épocas críticas donde hay una marcada escases de forraje y de mala calidad (Coppo *et al.*, 2003).

Después de haber determinado las concentraciones plasmáticas de los perfiles metabólicos a las vacas de los tres municipios se observó una relación entre las lipoproteínas de baja densidad o LDLc con respecto a las lipoproteínas de alta densidad o HDLc de 1/0.9 en la época de estiaje y de 1/5.6 en la época después de lluvias.

En este trabajo se comprobó que la concentración plasmática de HDLc fue mayor después de lluvias debido a que se tiene mayor disponibilidad de forraje y este es de mayor calidad, por consecuencia se tiene un porcentaje mayor de vacas gestantes, lo cual indica que el ganado está utilizando el colesterol que tiene de reserva para las cuestiones fisiológicas. Cuneo (2001) en su investigación comenta que la HDLc es responsable del llamado “transporte reverso del colesterol”, nombre que recibe el flujo del colesterol desde las células de la pared vascular (y otros órganos) hacia el hígado para su utilización en el organismo.

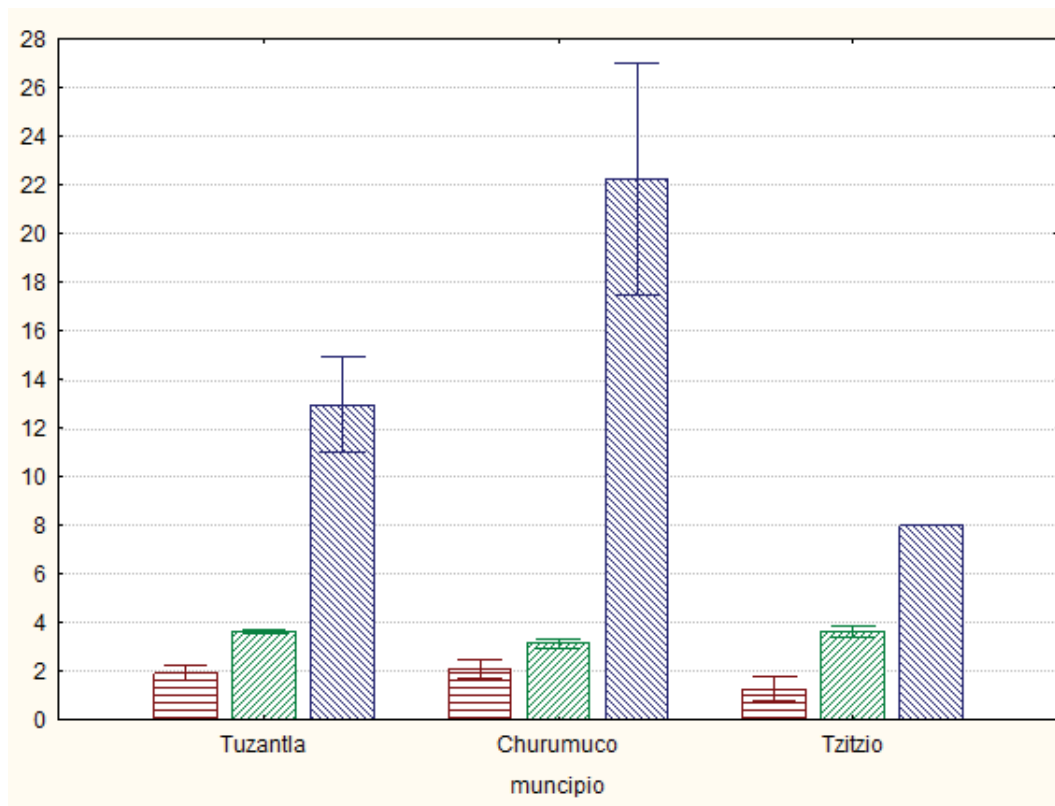
En la época de estiaje existe una menor cantidad de forraje disponible y este es de menor calidad, por lo que el poco alimento que el ganado consume lo destina para su mantenimiento, esto da una mayor concentración de LDLc, que indica que el colesterol se está destinado para las reservas. Relling *et al.* (2003) mencionan que las lipoproteínas de baja densidad o LDLc, representan una fuente de colesterol para los tejidos. Realizan la función contraria a las lipoproteínas de alta densidad o HDLc, que sintetizadas en el hígado y en el intestino serían las responsables de movilizar el exceso de colesterol desde los tejidos extra hepáticos hasta el hígado.

En forma general, se observó (Figura 1) un cambio en las variables en estudio de la época de estiaje con respecto a la época después de las lluvias. La condición corporal, el porcentaje de vacas gestantes y las concentraciones plasmáticas de colesterol y HDLc se vieron incrementadas en la época después de las lluvias, en tanto que la concentración plasmática de triglicéridos y LDLc se vieron disminuidas.



**Figura 1.** Cambios comparativos observados en las variables en estudio de acuerdo a la época de medición (Condición Corporal, Colesterol, % gestantes, triglicéridos, LDL, HDL)

En lo que respecta a la distribución por municipios, en la Figura 2 se puede apreciar la falta de relación entre condición corporal con número de parto o el estado reproductivo de los animales. Se esperaba que los hatos de mejor condición corporal fueran los que tuvieran los mayores valores reproductivos; por ejemplo, en Churumuco, el hato tiene la menor condición corporal pero un valor reproductivo comparable con Tuzantla, que es el que tiene la mejor condición corporal. En cambio el ganado de Tzitzio tiene una condición corporal comparable con el de Tuzantla, pero tiene un porcentaje de vacas gestantes menor.



**Figura 2.** Distribución de promedios de número de parto, condición corporal y estado reproductivo de los hatos de los tres municipios en estudio (▨ n° parto, ▨ condición corporal, ▨ % gestantes)

En el (Cuadro 4) se puede observar los promedios y desviaciones estándar encontrados en los hatos muestreados. En las dos épocas hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los municipios en las diferentes variables (porcentaje de gestación, condición corporal, colesterol, triglicéridos, LDLc y HDLc) que se analizaron en este estudio, excepto en cuanto a la concentración de triglicéridos ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 4. Medias de Mínimos Cuadrados y Error Estándar de los Caracteres bajo Estudio por Región**

Municipios	% Gestación	Condición Corporal	Colesterol (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	HDLc (mg/dl)
Churumuco	21.66% <sup>b</sup>	3.14 ± 0.68 <sup>a</sup>	115.85 ± 6.89 <sup>a</sup>	32.18 ± 3.61 <sup>a</sup>	32.18 ± 8.63 <sup>b</sup>	120.93 ± 10.83 <sup>a</sup>
Tzitzio	4.00% <sup>a</sup>	3.63 ± 0.74 <sup>b</sup>	133.72 ± 7.54 <sup>a</sup>	29.30 ± 3.95 <sup>a</sup>	19.20 ± 9.45 <sup>a</sup>	69.38 ± 11.86 <sup>b</sup>
Tuzantla	33.12% <sup>b</sup>	3.62 ± 0.42 <sup>b</sup>	143.46 ± 4.21 <sup>b</sup>	36.42 ± 2.21 <sup>a</sup>	40.43 ± 5.28 <sup>b</sup>	47.74 ± 6.63 <sup>b</sup>

Nota: Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

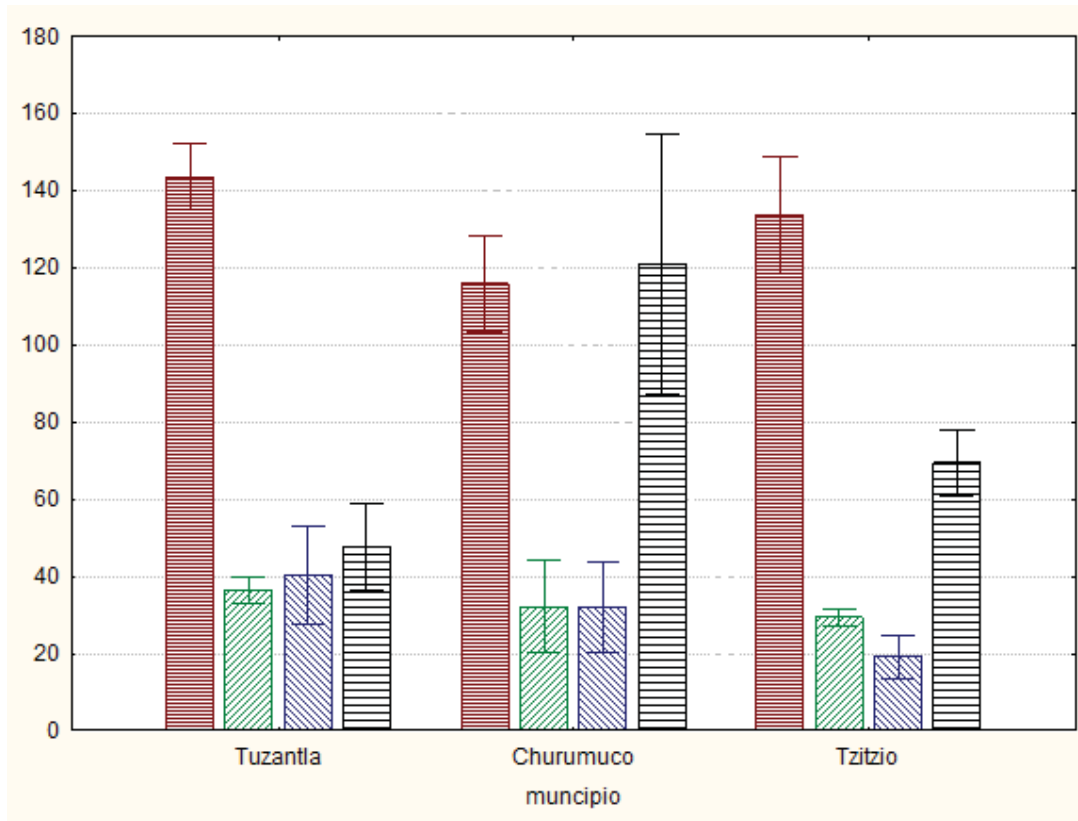
El porcentaje de gestación fue diferente entre municipios, lo cual se debe principalmente al tipo de manejo reproductivo que se le da al ganado, en Churumuco y en Tuzantla se maneja el ganado con monta natural todo el año, mientras que en Tzitzio se maneja un empadre controlado. A lo que Molina *et al.*, (2007), menciona que la eficiencia reproductiva de las vacas ha sido considerada como un reflejo de la eficiencia en el manejo general y en la rentabilidad económica de los sistemas de producción bovina.

La condición corporal en el municipio de Churumuco, tuvo un promedio menor (P<0.05) con respecto a los otros dos municipios debido en gran parte a que en este municipio no se suplementa al ganado en la época de estiaje y en los otros dos sí, por consiguiente existe en esta ganadería una mayor demanda de sus reservas corporales.

En la Figura 3 se puede observar la relación que existe en cuanto a las concentraciones plasmáticas de metabolitos en las dos épocas del año en los municipios muestreados, en donde el ganado del municipio de Tuzantla tiene mayor concentración de colesterol; debido en gran parte a la suplementación del ganado por lo cual existe mayor movilización de dicho metabolito, Coppo, (2003) menciona que el colesterol es un indicador nutricional en bovinos; las concentraciones plasmáticas de este metabolito dependen del tipo de dieta.



En el municipio Churumuco se tiene mayor concentración plasmática de HDLc debido a que en algunos animales presentaron concentraciones altas de esta lipoproteína.



**Figura 3.-** Distribución de promedios de concentración de metabolitos lípidos en los hatos de tres municipios de Mich. (■ colesterol, ■ triglicéridos, ■ LDLc, ■ HDLc)

Se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las dos épocas, estiaje y después de la época de lluvias, en todas las variables analizadas (Cuadro 5).

**Cuadro 5.- Medias de Mínimos Cuadrados, Coeficiente de Variación y Desviación estándar de los Caracteres bajo Estudio por Etapa.**

Época	% Gestación	Condición Corporal	Colesterol (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	HDLc (mg/dl)
EST	17.03 %	3.30±0.04	111.84±4.21	39.28±2.37	54.32±5.53	50.52±7.49
CV		16.49*	39.42*	94.58*	159.78*	109.66*
DLLU	33.33%	3.72±0.04	159.21±4.21	29.11±2.37	15.01±5.53	85.50±7.49
CV		13.37*	33.53*	41.11*	179.47*	128.55*

EST Época de estiaje, DLLU Época después de lluvias, CV\* Coeficientes de variación

En el cuadro 5 muestra los promedios y desviaciones estándar del perfil metabólico, condición corporal y el porcentaje de vacas gestación en las dos épocas del año, se encontró una condición corporal de  $3.30 \pm 0.04$  en la época de estiaje y un porcentaje de gestación del 17%, mientras que en la época después de lluvias se encontró una condición corporal de  $3.72 \pm 0.04$  y un porcentaje de gestación de 33.33%.

La condición corporal no es indicativa del estado metabólico ya que al medir la concentraciones plasmáticas de los metabolitos lípidos se observa que el ganado con condición corporal de  $3.30 \pm 0.04$  en la época de estiaje está en buena condición corporal para reproducirse, pero es posible que se encuentra en un balance energético negativo y lo que está consumiendo lo está utilizando para su mantención o para almacenamiento y no para las cuestiones productivas.

En la época después de lluvias se tiene una condición corporal de  $3.72 \pm 0.04$ , mayor que en la época de estiaje, lo que indica que el ganado se encuentra en un balance energético positivo, dado que existen mayores concentraciones de colesterol y HDLc que nos indica que el colesterol está siendo utilizado en gran parte para las cuestiones productivas y es en esta época en donde se tiene mayor porcentaje de vacas gestantes.

Salas (2007) en su investigación concluye que las concentraciones plasmáticas de colesterol son mayores al final de la época de lluvias, independientes de la condición corporal y del estado fisiológico de los animales, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

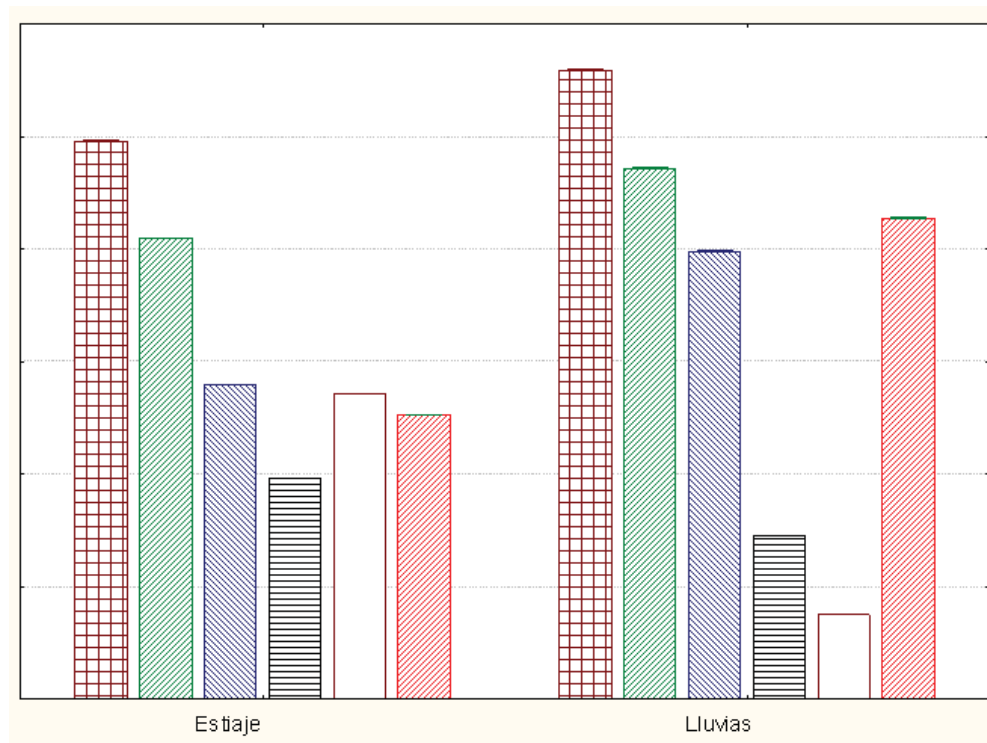
Los coeficientes de variación (cuadro 5), excepto en condición corporal fueron mayores al 30% llegando incluso a ser mayor al 100% (LDLc y HDLc) lo que significa que existe una enorme variabilidad, e incluso muestra que los caracteres no siguen una distribución normal. Esta situación nos permite inferir que los metabolitos analizados varían de acuerdo a factores no identificados.

En la época de estiaje el porcentaje de vacas gestante, condición corporal, colesterol y HDLc fue menor que en la época después de lluvias, contrario a las concentraciones plasmáticas de triglicéridos y LDLc; esto se puede apreciar con mayor claridad en la Figura 4 en donde las concentraciones plasmáticas de triglicérido y LDLc disminuyeron en la época después de lluvias.

Uno de los factores más importantes para que esta movilización metabólica se dé en esta forma, es que durante la época de estiaje no se cuenta con abundante forraje de buena calidad, por lo que lleva a los animales a utilizar las reservas corporales en la época de escasez de alimento. Otro factor posible, es que las condiciones en que son manejados los animales son diferentes en los municipios.

De acuerdo con Sommer (1999) el colesterol es un indicador adecuado para establecer el consumo de energía y de alguna manera el estado productivo del animal. Las concentraciones plasmáticas de colesterol en promedio que se encontraron en este estudio en la época de estiaje y después de la época de lluvias fue de  $111.84 \pm 4.21$  y  $159.21 \pm 4.21$  mg/dl, respectivamente; resultados similares a los reportados por Galvis *et al.* (2007) quienes encontraron un promedio de  $166.02 \pm 49.05$  mg/dl para la concentración sanguínea de colesterol, con un rango de 80.33 hasta 279.66 mg/dl; esta variación se considera normal debido a que el colesterol tiene un amplio rango de variación influenciado por la etapa productiva y por el estado energético en que se

encuentra el animal. Kaneko (1989), por su parte reporta un rango de 80 hasta 240 mg/dl.



**Figura 4.-** Distribución comparativa de los promedios por época, (Condición Corporal, Estado reproductivo, Colesterol, Triglicéridos, LDLc, HDLc).

Las concentraciones plasmáticas de colesterol encontradas en la época después de lluvias en el municipio de Tuzantla fueron de  $173.06 \pm 53.21$  mg/dl algo similar a los que reportan López *et al.* (2008) en la época de lluvias para vacas de 2.5 y 3.5 años, que fueron de  $197.7 \pm 8.0$  y  $180.6 \pm 5.3$  mg/dl respectivamente.

La concentración plasmática de triglicéridos obtenida es significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) en la época de estiaje que en la época después de la lluvias, a lo que López *et al.* (2008) en su trabajo observa que la concentración plasmática de triglicéridos es significativamente ( $P < 0.05$ ), en la época de sequias que en la época de lluvias. En donde concluye que el nivel sanguíneo de triglicéridos es un índice de la condición metabólica y por consiguiente del estado nutricional del bovino.

Con respecto a los niveles plasmáticos de LDLc en este trabajo se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre la época de estiaje con respecto a la época después de lluvias, similar a lo reportado por López *et al.* (2008).

Al analizar el estado reproductivo de las vacas en este estudio se encontró una diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) entre las épocas de estiaje y después de las lluvias en cuanto a las concentraciones plasmáticas de metabolitos lipídicos, similar a lo reportado por Salas (2007).

El porcentaje de vacas gestantes y la condición corporal después de la época de lluvias fueron mayores en los municipios de Churumuco y Tuzantla, pero en Tzitzio el porcentaje de vacas gestantes es menor esto se debe al tipo de manejo reproductivo que se tiene en este municipio (empadre controlado), lo que concuerda con los resultados de Salas (2007). Esto era de esperarse ya que al incrementar el consumo de pasto de mejor calidad, de cierta forma incrementa la condición corporal y el perfil metabólico.

En cuanto a la relación que se encontró entre LDLc y HDLc en la época después de lluvias Bauchart (1993) afirma que en el periodo final de la gestación la elevación en los estrógenos provoca un aumento en los receptores de LDLc, lo cual disminuye las concentraciones plasmáticas de esta lipoproteína.

Respecto al estado fisiológico (Cuadro 6), se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en cuanto a la concentración de los metabolitos lípidos analizados, en cuanto a vacas gestantes y vacías; uno de los factores probables que dan esta condición es que en una vaca gestante su organismo es más eficiente para aprovechar al máximo el alimento que consume, y otro de los factores que favorece esta condición es que se tiene mayor número de vacas gestantes después de la época de lluvias. Ramírez *et al.* (2001) comenta que las variaciones en los valores hematológicos y en algunos metabolitos lípidos sanguíneos de los bovinos se han atribuido a distintos estados fisiológicos de los animales.

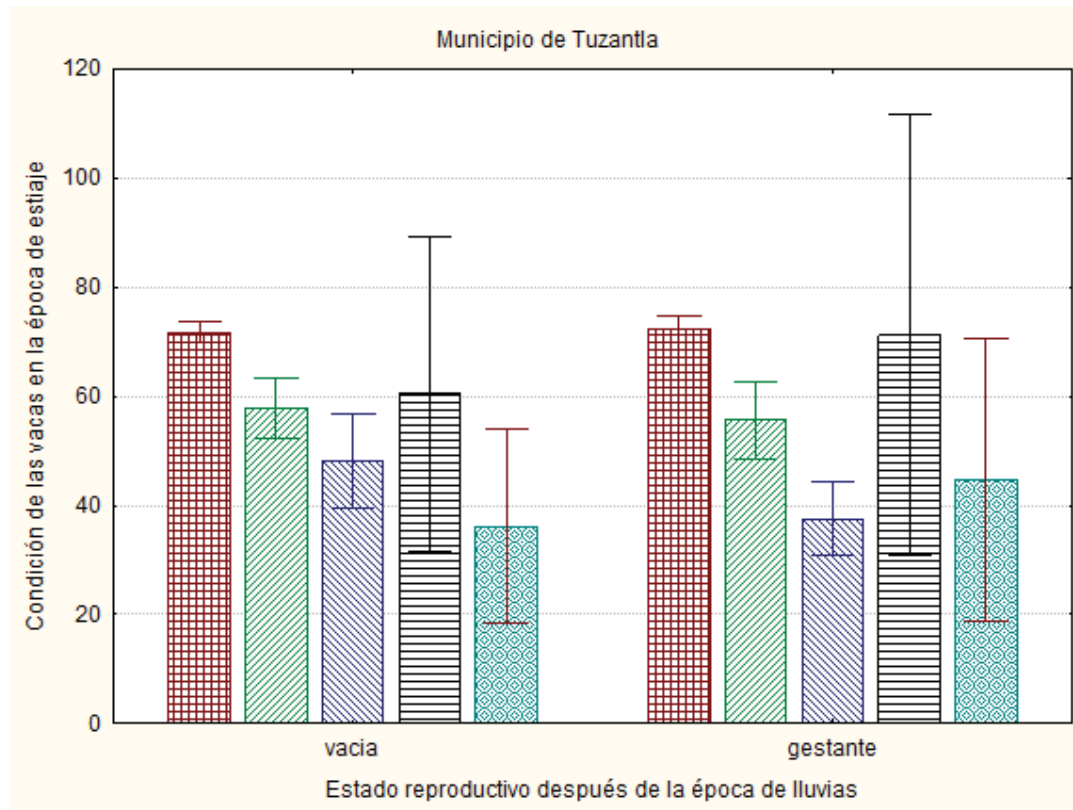
**Cuadro 6.- Medias de Mínimos Cuadrados y Desviación estándar de los Caracteres bajo Estudio por Estado Fisiológico.**

Estado Fisiológico	Condición Corporal	Colesterol (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	LDLc (mg/dl)	HDLc (mg/dl)
Vacías	3.44 ± 0.039 <sup>a</sup>	131.09 ± 3.81a	33.92 ± 1.98a	39.35 ± 4.72a	60.37 ± 6.21a
Gestantes	3.72 ± 0.065b	148.17 ± 6.44b	34.99 ± 3.35a	21.29 ± 7.98a	89.85 ± 10.50b

Nota: Letras diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas al analizar las concentraciones plasmáticas de estos metabolitos y la condición corporal en la época de estiaje y su relación con el estado reproductivo después de la época de lluvias, aunque se observa una tendencia a que las vacas que tenían mejor condición corporal y la mayor concentración plasmática de todos los metabolitos lipídicos estudiados durante la época de estiaje estuvieron gestantes después de la época de lluvias. Sin embargo, dadas las condiciones de manejo reproductivo tan desigual en los tres municipios podrían quedar algunos efectos ocultos o confundidos. De tal manera que para tener una mejor idea de la relación de que guardan las condiciones metabólicas y corporal en la época de estiaje con el estado reproductivo después de la época de lluvias, se tomó como modelo los datos recabados en el ganado del municipio de Tuzantla, que es donde se tienen las mejores condiciones de empadres durante la época de lluvias.

En la Figura 7 y el Cuadro 7 se observa que la condición corporal en la época de estiaje es prácticamente irrelevante para predecir el estado reproductivo después de la época de empadre y el perfil metabólico tampoco puede ser tomado como un indicador, puesto que no se encontraron diferencias significativas en los valores determinados en la época de estiaje entre los grupos de vacas gestantes y no gestantes.



**Figura 7.** Condición corporal y concentración plasmática de metabolitos lipídicos en la época de estiaje y su relación con el estado reproductivo de las vacas después de la época de lluvias en el municipio de Tuzantla (■ Condición corporal (20x), ■ colesterol, ■ triglicéridos, ■ LDLc, ■ HDLc).

En el presente estudio, en el ganado del municipio de Tuzantla, la condición corporal tanto de las vacas que no quedaron gestantes ( $3.58 \pm 0.05$ ) como de las que quedaron gestantes ( $3.61 \pm 0.06$ ) fue casi la misma y el porcentaje de gestación logrado después de la época de empadre fue de sólo el 41.25 %.

Con respecto al perfil metabólico se puede observar que las vacas que estuvieron gestantes después de la época de empadre fueron aquellas que tuvieron menor concentración de colesterol y de triglicéridos y mayor concentración de lipoproteínas de alta y de baja densidad, aunque ninguna de las diferencias fue significativa (cuadro 7).

Al no ser significativas las diferencias no se pueden determinar cuáles son las condiciones fisiológicas óptimas para que el ganado pueda tener una mayor eficiencia reproductiva.

<b>Cuadro 7.- Medias de Mínimos Cuadrados y Desviación estándar de los Caracteres bajo Estudio por Estado Fisiológico en el municipio de Tuzantla.</b>					
<b>Estado Fisiológico</b>	<b>Condición Corporal</b>	<b>Colesterol (mg/dl)</b>	<b>Triglicéridos (mg/dl)</b>	<b>LDLc (mg/dl)</b>	<b>HDLc (mg/dl)</b>
<b>Vacias</b>	3.58 ± 0.05	115.81 ± 5.70	48.08 ± 3.76	60.41 ± 15.34	36.12 ± 9.60
<b>Gestantes</b>	3.61 ± 0.06	111.09 ± 6.81	37.52 ± 4.49	71.15 ± 9.61	44.72 ± 11.46

De acuerdo al análisis anteriormente presentado se sugiere la implementación de un manejo reproductivo consistente en un empadre restringido de acuerdo a las siguientes consideraciones:

El momento de empadre se deberá realizar cuando exista abundancia de forraje y de buena calidad, es decir, en los meses de junio a agosto, por lo que en los meses de abril y mayo se debería suplementar a las hembras.

La parición de las crías se programará para los meses de marzo a mayo, cuando las condiciones climatológicas van a ser favorables para el desarrollo de las crías, puesto que durante el primer mes la principal fuente de alimento de los becerros es la leche materna; cuando los becerros cumplan 2 a 3 meses de edad sus demandas de forraje serán mayores, lo cual coincidirá con el crecimiento de los pastos en los meses de junio y julio.

El destete de los becerros deberá ser realizado en los meses de octubre a noviembre y, posteriormente estos serán vendidos junto con los animales de desecho, poco antes de la época crítica, cuando disminuye notoriamente el forraje.



**V. CONCLUSIONES.**

Existe un efecto de época sobre todas las variables analizadas: La condición corporal, el porcentaje de gestación y las concentraciones plasmáticas de colesterol y HDLc son mayores en la época después de lluvias, mientras que las concentraciones plasmáticas de triglicéridos y LDLc son mayores en la época de estiaje.

La medición del perfil metabólico, al menos en la ganadería del trópico seco michoacano, por sí solo no es suficiente para determinar la eficiencia reproductiva del ganado.

La condición corporal por sí sola no es suficiente para determinar una estrategia reproductiva en los hatos.

Aunque se establecieron los parámetros y rangos del perfil metabólico de los animales en las dos épocas, su gran variabilidad (> 30%) no permite arribar a implicaciones prácticas sobre su empleo, pero permite plantear una estrategia reproductiva acorde a la región.

---

**VI. - BIBLIOGRAFÍA**

1. **Bauchart D. (1993).** Lipid absorption and transport in ruminants. *J Dairy Sci.* 76:3864-3881.
2. **Bustamante, J., Allés, A., Espadas, M. y Muñoz, J. (1997).** La condición corporal en vacuno de leche, información técnica. Centro de capacitación y experiencias agrarias de Mahón (Menoría). Ctera. de Fornells, Km-2; Apto. Enero del 1997.
3. **Byers, F. M, Schelling G. T. (1993).** Los lípidos en la nutrición de los ruminantes. En: *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición* (Church CD ed), Acribia, Zaragoza, p. 339-356.
4. **Ceballos, A. P. Gómez, M. Vélez, N. Villa, y L. López. (2002).** Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia.
5. **Chapman M., (1980).** Animal lipoproteins: chemistry, structure and comparative aspects. *J Lipid Res* 21: 789-854.
6. **Comisión Forestal del Estado, (2008).** [en línea] consultada el día, 05 de junio de 2008. a las 5:30 <http://cofom.michoacan.gob.mx/actividades.htm>
7. **Coppo, N. B., Coppo, J. A. y Lazarte, M. A. (2003).** Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Sargento Cabral 2139, Corrientes (3400), Argentina *Rev. Vet.* 14: 1
8. **Cuneo, C. (2001)** Lipoproteínas de alta densidad (HDL) y enfermedad coronaria. Servicio de Prevención Cardiovascular, Hospital San Bernardo, Salta. Dirección postal: Las Higueras 101. 4400 Salta. Argentina.

9. **Fertig, M. y Luchetti, D. (2005).** Manejo nutricional y condición corporal de la vaca de cría, Carpeta Técnica, [en línea] Ganadería N° 17 <http://www.inta.gov.ar/esquel/info/documentos/animal/bovinos17.htm>, consultada el 27 de agosto de 2008.
10. **Francisco, C., Spicer, L. and Payton, M. (2003).** Predicting cholesterol, progesterone and days to ovulation using postpartum metabolic and measure. J. Dairy Sci. 2852-2863.
11. **Galvis, D. R., Agudelo D y Saffon, A. (2007).** Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. AA 1779.
12. **González, F. y Bas. (2002).** Efecto de la suplementación con un aceite hidrogenado de pescado sobre la producción de leche en vacas Holstein Friesian. Tesis, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería en Alimentos, Valdivia, Chile. p 78.
13. **Hawkins, D. K., Niswender, G., Oss, C. Moeller, K., Odde, H. and Sawyer. (1995).** An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cow. J. Anim. Sci. 541-545.
14. **Hess, B. W. (2003).** Supplementing fat to the cow herd. Proceedings, The Range Beef Symposium XVIII. December 9 to 11, 2003 Mitchell, Nebraska.
15. **Kaneko J. J. (1989).** Clinical biochemistry of domestic animal. 4th ed. San Diego: Academic Press.
16. **Kugler, M. N. (2000).** El estado o condición corporal de la vaca de cría y su relación con la preñez Texas y Oklahoma, USA

17. **López, O. A. A., Márquez, Y. C., Mendoza, C. A., Ferraro, S. M., Márquez, A. A. (2008)** Perfil lipídico en becerras mestizas Carora durante el primer año de vida, en época de lluvias y de sequía, en Venezuela, Unidad de Investigación en Ciencias Funcionales “Dr. Haity Moussatché”, Facultad de Ciencias Veterinarias, UCLA, Apartado Postal 267, Barquisimeto 3100, Venezuela Rev. Vet. 19: 1, 2–7, 2008.
18. **López, R. (1994):** La condición corporal y su relación con algunos parámetros productivos y reproductivos en el ganado vacuno. Revisión Bibliográfica. Rev. Cub. Reprod. Animal 20(1): 1-23.
19. **López, S., López, e W. Stumpf Jr. (2004)** Parámetros séricos de vacas leiterias na jase inicial de lactacao supñementadas com diferentes fontes de gordura. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 12:96-102
20. **Martínez, M. M. D. (2006)** ¿Qué significa triglicéridos y colesterol elevado? Vigilancia Epidemiológica. [en línea] Médico Epidemiólogo de la Dirección de Información. DGE/Salud. <http://www.dgepisalud.gob.mx/boletin/2006/sem50/pdf/edit5006.pdf> consultada el 01 de septiembre del 2008.
21. **Molina, M. V. M., Gutiérrez, V. E. y Herrera, C. J. (2007).** Reinicio de la actividad ovárica post parto y concentración de progesterona plasmática en vacas lecheras suplementada con aceite vegetal. (Memorias) 1er Congreso Regional de Bullatría Morelia, Michoacán. 21 y 22 de septiembre del 2007. 95-101
22. **Oseguera, A. J., Pino, R. J.M., Sabas, P. J. G. y Salina, P. P. S. (2001).** Perfil metabólico sanguíneo de vacas lecheras alimentadas con dietas conteniendo lasalocida y cultivos de levadura, [en línea] Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim. Vol. 16 (1), <http://www.observatorio-alimentario.org/documentos/archivos/ayala.pdf>

- 
23. **Osuna, S. O. (2002).** La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro Nacional de Legisladores del Sector Agropecuario (Memorias). Culiacán Sinaloa México. Mayo 22, 23 y 24. 86-90.
  24. **Palmquist, D. (1996).** Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. In XII Curso de especialización Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España, noviembre de 1996.
  25. **Patton J. G., Dinh D. M., Mao S. J., (1982).** Phospholipid enhances triglyceride quantitation using an enzyme kit method. Clin Chim Acta 118: 125-128.
  26. **Ramírez, F., Pérez, R., Maldonado, M., Pavia, R. y Mancilla L. (2006)** Relación entre pastoreo, metabolitos y reproducción en hembras bovinas en Portuguesa. X Seminario, Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Abril 20 a 22, 2006. Luz-FCV, Maracaibo Venezuela. 165-173.
  27. **Ramírez, I. L. N., Soto, B. E., Morrillo, L. J. G. y Díaz. R. A. (2001).** Hematología y perfiles metabólicos en hembras peripartorientas con predominancia racial caroro. Universidad de los Andes-Trujillo. Apartado Postal 198. Trujillo. Estado Trujillo, Venezuela. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Volumen Especial: 73-78.
  28. **Razz, R. y Clavero, T., (2006).** Niveles de urea, fósforo, glucosa e insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de Panicum maximum y Leucaena leucocephala. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apdo 15098. Maracaibo 4005. Venezuela.

- 
29. **Relling, A., R y Mattioli, G., A. (2003)** Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes, Cátedra de Fisiología. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata pp 72.
  30. **Roldán, V. P., Gasparotti, M. L., Luna, M., Piérola, F., Sola, J. M., Papel, C. y Pinto, M. (2005).** Estudios comparativos de perfiles metabólico minerales de vacas lecheras gestantes perteneciente a la región centro de Santa Fe. Facultad de Ciencias Veterinaria, Departamento Ciencias Basicas, Cátedra Bioquímica, Laboratorio de Físico-Química, Esperanza-Santa Fe. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120503.pdf>
  31. **Ruegg, P. L., Goodger, W. J, Holmberg, C. A, Weaver, L. D. and Huffman M. E., (1992).** Relation among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations, and reproductive performance in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am J Vet Res* 53: 10-14.
  32. **Salas, R. G. (2007).** Efecto de la suplementación con grasa de By-Pass sobre el perfil lípidico, concentraciones plasmáticas de progesterona y el reinicio de la actividad ovárica posparto de vacas indobrasil en el trópico seco de Michoacán. (Tesis Doctoral). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Tarímbaro, Michoacán. 1-85.
  33. **Sommer H. (1999).** The role of the metabolic profile test in the control of cattle feeding, Magyar Állatorvosok Lapja. Memorias del Segundo Seminario Internacional en reproducción y metabolismo de la vaca lechera; Manizales: Universidad de Caldas. 714 – 717.
  34. **Vann, R. S., Tucker, R. Ray, and F. Baker. (2002).** Reproductive efficiency can be influenced through cholesterol profiles in beef heifers fed

a high fat cube. The Univ. of Georgia, CAES, Dep.. of Animal & Dairy Sci., Annual Report. 151-156.

35. **Villa, N. A., Ceballos, A., Ceron, D. y Serna, C. A. (1999).** Valores bioquímicas sanguíneas en hembras brahmán bajo condiciones de pastoreo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.34, n.12, p.2339-2343.
36. **Wildman, E., Jones, G., Wagner, P., Boman, R. Troutt Jr., H. and Lesch, T. (1982).** A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495.
37. **Wright, I.A. and A.J.F. Russell (1984).** Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. *Anim. Prod.* 38:23-32.