



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECCIA**

**DETERMINACIÓN DEL PERFIL METABÓLICO EN CABRAS  
PREPÚBERES DE RAZA SAANEN**

**TESIS QUE PRESENTA  
JOSE JUAN MAGALLAN VILLALON**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO  
VETERINARIO ZOOTECCNISTA**

Morelia, Michoacán, Marzo del 2015.

# *AGRADECIMIENTOS*

*PRIMERO QUE NADA AGRADECER A DIOS POR DARME UN DIA MAS POR LA DICHA DE VER LA LUZ DEL SOL POR TENER LA FUERZA PARA LEVANTARME Y COMPATIR CON MI FAMILIA.*

*A MIS PADRES: BERNARDINO MAGALLAN Y ADELAIDA VILLALON POR BRINDARME SU APOYO INCONDICIONAL Y LO MEJOR DE TODO POR SER LA LUZ DE MI SENDERO.*

*A MIS HERMANOS POR ECHARME LA MANO SIEMPRE QUE LO NECESITE GRACIAS POR LA CONFIANZA.*

*A MI MUJER CHAPARRA MUCHAS GRACIAS POR TENERME LA PACIENCIA Y CONFIANZA Y SOBRE TODO POR APOYARME EN TODO MOMENTO ☺.*

*A MI BEBE HIJO GRACIAS POR DARME ESA EXPERIENCIA TAN MARAVILLOSA SIMPRE ESTARE A TU LADO TE AMOO.*

*A MIS PROFESORES ROGELIO GRACIEDUEÑAS POR LA PACIENCIA Y ORIENTACION BRINDADA.*

*A JUAN PABLO FLORES GRACIAS POR LOS CONSEJOS Y LA OPORTNIDAD BRINDADA PERO SOBRE GRACIAS POR SU AMISTAD.*

*AMIS AMIGOS QUE ME ACOMPAÑARON EN EL TRAYECTO DE ESTE HERMOSO CAMINO DE 5 AÑOS.*

***GRACIAS!!!!***

## INDICE GENERAL

I.- ABSTRACT .....	1
II.- RESUMEN .....	2
III.- INTRODUCCIÓN .....	3
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
IV.I.- Antecedentes .....	5
IV.II.- Población de ganado caprino .....	6
IV.III.- Sistemas de producción .....	8
IV.IV.- Interacción Alimentación-Reproducción .....	8
IV.V.- Evaluación del estado nutricional .....	10
IV.VI.- Perfil Metabólico.....	10
• Glucosa .....	12
• Triglicéridos .....	13
• Colesterol Total.....	14
• Proteínas Totales.....	14
• Urea.....	15
IV.VII.- Estado Prepúber-Pubertad.....	16
V.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
VI.- OBJETIVO GENERAL.....	18
VII.- OBJETIVOS PARTICULARES .....	18
VIII.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
IX.- RESULTADOS .....	21
IX.- DISCUSIÓN .....	29
X.- CONCLUSIONES .....	35
XI.- BIBLIOGRAFÍA.....	36

## INDICE DE TABLAS

Tabla I.- Población ganado caprino en México en el año del 2013.....	7
Tabla II.- Análisis proximal del pienso suministrado a las cabras prepúberes.....	19
Tabla III.- Determinación de la concentración de glucosa, triglicéridos y colesterol total (mg/dl) durante los muestreos semanales en cabras prepúberes de raza saanen.....	21
Tabla IV.- Promedios generales, desviación estándar y mínimos y máximos de las concentraciones de metabolitos (glucosa, triglicéridos y colesterol total) durante el transcurso de las 10 semanas de muestreo en cabras prepúberes de raza saanen.....	23
Tabla V.- Determinación del perfil proteico (urea y proteínas totales) semanal en cabras prepúberes de raza saanen.....	24
Tabla VI.- Promedios, desviación estándar y mínimos y máximos del perfil proteico (urea y proteínas totales) en el transcurso de las 10 semanas de muestreo en cabras prepúberes de raza saanen.....	24
Tabla VII.- Coeficientes de correlación (sobre la diagonal principal) y de determinación (bajo la diagonal principal) durante el muestreo del perfil metabólico.....	26
Tabla VIII.- Conversión a mmol/L de la concentración del perfil energético por medio del transecto SPINREACT, durante los muestreos semanales en cabras prepúberes de raza saanen.....	27
Tabla IX.- Conversión a mmol/L de la concentración del perfil proteico, durante los muestreos semanales en cabras prepúberes.....	28

## **INDICE DE GRAFICAS**

Grafica I.- Distribución de la población mundial de ganado caprino.....	6
Grafica II.- Comportamiento de los niveles de glucosa semanal en cabras prepúberes de la raza saanen.....	22
Grafica III.- Comportamiento de los niveles de triglicéridos semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.....	22
Grafica IV.- Comportamiento de los niveles de colesterol total semanal en cabras prepúberes de la raza saanen.....	23
Grafica V.- Comportamiento de los niveles de urea semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.....	25
Grafica VI.- Comportamiento de los niveles de proteínas totales semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.....	26
Imagen I.- Determinación de la concentración del perfil metabólico en cabras prepúberes de raza saanen.....	20



## I.- ABSTRACT

The objective of the study was to determine the metabolic profile in prepubertal saanen goats, the race, the work was carried out in the zootechnical post of the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, which is sampling 10 goats prepubertal (5 and 7 months) acyclic every 7 days until the manifestation of his first estrus. It was determined the concentration of metabolic profile (glucose, triglycerides, total cholesterol, total protein and urea); the results were analyzed by descriptive statistics obtaining a mean glucose and  $46.66 \pm 1.49$  mg/dl, triglycerides of  $18.27 \pm 2.8$  mg/dl of total cholesterol and  $17.54 \pm 3$  mg / dl concentration; observing an increase around 5 weeks before estrus, found a positive correlation coefficient between triglycerides and cholesterol total. In the case of total protein was found a mean score of  $6.7 \pm 0.33$  g/dl and urea of  $17.95 \pm 1.2$  mg/dl their largest concentration was presented a week before expressing estrus. Results obtained will be used for the application of nutritional management programs in order to increase the profitability of the herd.

**Keywords:** metabolic profile, glucose, triglycerides, total cholesterol, total protein, urea, goats prepubertal.



## II.- RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el perfil metabólico en cabras prepúberes de raza saanen, el trabajo se realizó en la posta zootécnica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, para el cual se muestreo a 10 cabras prepúberes (5 y 7 meses) acíclicas a intervalos de 7 días hasta la manifestación de su primer estro. Se determinó la concentración del perfil metabólico (glucosa, triglicéridos, colesterol total, proteínas totales y urea); los resultados fueron analizados por estadística descriptiva obteniendo una concentración promedio de glucosa e  $46.66 \pm 1.49$  mg/dl, triglicéridos de  $18.27 \pm 2.8$  mg/dl y colesterol total de  $17.54 \pm 3$  mg/dl; observando un incremento alrededor de las 5 semanas antes del estro, encontrado un coeficiente de correlacion positivo entre triglicéridos y colesterol total. En el caso de las proteínas totales se encontró un promedio general de  $6.7 \pm 0.33$  g/dl y urea de  $17.95 \pm 1.2$  mg/dl; su mayor concentración se presentó una semana antes de manifestar el estro. Se puede referir que los resultados obtenidos servirán para la aplicación de programas de manejo nutricional con el objetivo de aumentar la rentabilidad del rebaño.

**Palabras clave:** perfil metabólico, glucosa, triglicéridos, colesterol total, proteínas totales, urea, cabras prepúberes.



### III.- INTRODUCCIÓN

Las cabras son distinguidas por su rusticidad, principalmente por su habilidad de habitar en zonas no accesibles a otro tipo de ganado. La mayor población de cabras se encuentra en ecosistemas difíciles gracias a sus estrategias de adaptación en comparación con otras especies (Silanikove, 2000).

En términos generales la disponibilidad de recursos alimenticios suele ser limitada por el bajo consumo o baja calidad de la alimentación, lo que trae como consecuencia un pobre crecimiento, retraso del inicio de la pubertad, bajo rendimiento y baja fertilidad (Kouakou *et al.*, 2008).

La influencia de la alimentación sobre la reproducción se da desde el comienzo de la vida de los animales, ya que el plano de nutrición de los animales jóvenes puede afectar la edad en que llegan a la pubertad (McDonald *et al.*, 1999).

De igual manera, el inicio de la pubertad está relacionado con el peso corporal, que a su vez, depende del nivel de nutrición (Mendoza, 2014). En este aspecto ha ocasionado que esta especie sea observada de una manera despectiva o manejada como una vaca pequeña (Trujillo, 1995).

A pesar de la importancia de la especie para un gran sector rural del país, hay pocos estudios tendientes a obtener un mayor conocimiento de la especie para obtener los mejores beneficios. Los metabolitos en el plasma han sido utilizados como estimadores del balance energético y se han relacionado con la repuesta productiva de los ruminantes en diversas condiciones fisiológicas (Tadich *et al.*, 1989; Hussain *et al.*, 1996).

Las concentraciones de metabolitos sanguíneos representan un índice integrado del aporte adecuado de nutrientes con relación a la utilización de los mismos, lo cual es



independiente del estado fisiológico y permite un diagnóstico inmediato del estado nutricional puntual en el tiempo (Martínez, 2012).

La importancia de determinar los perfiles metabólicos radica en la posibilidad de diagnosticar en forma temprana desórdenes metabólicos antes que se afecte negativamente la capacidad productiva y reproductiva del animal, lo cual produciría pérdidas económicas de importancia (Varas *et al.*, 2007).

La glucosa representa la primera línea del nivel de energía basal, el colesterol representa las reservas reales para la síntesis de hormonas sexuales (Campos *et al.*, 2005). Los triglicéridos son el tipo más común de lípidos transportados en la sangre, depositados en las células y son gradualmente liberados de acuerdo con las necesidades de energía del organismo (Martínez, 2006).

Las proteínas tienen diferentes funciones como transporte de sustancias, estructural, mantenimiento de la presión oncótica, inmunidad humoral, entre otras (Zapata y Fajardo, 1992). Por su parte Noro *et al.* (2006), mencionan que la urea plasmática es un indicador sensible de la ingesta de proteína cruda y su sincronismo con la liberación de energía en el rumen.



## IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

### IV.I.- Antecedentes

Desde los albores de la humanidad hasta nuestros días, la cabra ha constituido una de las especies domesticas más importantes para el hombre. Además fue el primer rumiante en ser domesticado hace aproximadamente 7000 años en las montañas del Zagreb entre las fronteras de Irán e Irak (Gómez *et al.*, 2009).

Desde la más remota antigüedad, la cabra ha aportado al humano carne y leche para alimentarse, piel y pelo para confeccionar su vestimenta, e incluso inspiración poética y religiosa. En México, han constituido una fuente de trabajo familiar, además de haber demostrado con la producción y transformación de la leche, capacidad empresarial de la especie, en diferentes regiones del país, por ello se dice que es el animal domesticado que posee el hábitat de mayor rango ecológico (Agraz, 1984; Guerrero, 2010; Calderón, 2012).

Silanikove (2000) reportó que la mayor población de cabras se encuentra en ecosistemas difíciles debido a sus estrategias de adaptación en comparación con otras especies. Por lo tanto, los caprinos han desarrollado diferentes estrategias reproductivas para lograr una máxima sobrevivencia de las crías (Galina y Valencia, 2010).

Aréchiga *et al.* (2008), afirman que la cría de cabras tiene un importante papel en la alimentación humana con una gran importancia social sobre todo en los países subdesarrollados, ya que la ingestión de proteína animal por habitante en estas naciones rara vez excede los 10 gramos por día, cuando en los desarrollados alcanza alrededor de los 55 gramos.

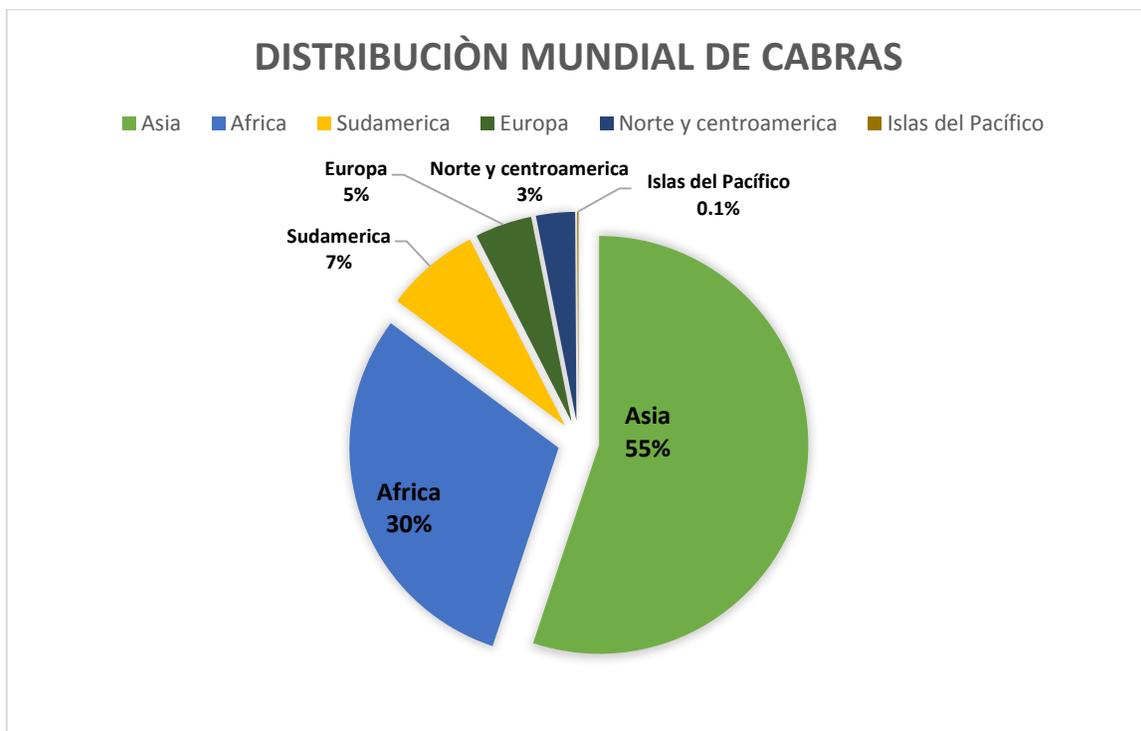


A pesar de la importancia de la especie para un gran sector rural del país, hay pocos estudios tendientes a obtener un mayor conocimiento de la especie para utilizarla en forma racional y obtener mayores beneficios. Ya que la producción de caprinos representa un recurso importante para la población rural (Tadich *et al.*, 1989; Navarrete, 2010).

#### IV.II.- Población de ganado caprino

Los datos recabados por Aréchiga *et al* (2008) mencionan que existe una población mundial de 720 millones de cabras las cuales se encuentran distribuidas como se observa en la gráfica I:

Gráfica I.- Distribución de la población mundial de ganado caprino.



Fuente: Aréchiga *et al.* (2008) Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización.



Los países con mayor población de caprinos son China con el 20.61 % de la población mundial, India con el 17.08%, Pakistán con el 6.58 %, Sudán con el 5.25%, y México representa el 1.33 % del total mundial (Aréchiga *et al.*, 2008).

En México, según las últimas estimaciones del Sistema de Información Agrícola y Pesquera de SAGARPA (SIAP, 2013), hay una población total de 8, 664, 613 millones de ganado caprino. Siendo el estado de Oaxaca con el mayor inventario de caprino, por su parte Michoacán se ubica en el octavo lugar, como se puede observar en la tabla I:

Tabla I.- Población ganado caprino en México en 2013.

<b>Estado</b>	<b>Población de ganado Caprino</b>
Oaxaca	1 249 487
Puebla	1 218 318
Guerrero	660 347
Coahuila	643 305
San Luis Potosí	615 673
Zacatecas	615 355
Guanajuato	573 510
Michoacán	460 709
Nuevo León	408 096
Durango	311 191

Fuente: SIAP con información de la Delegación de SAGARPA 2013.



#### IV.III.- Sistemas de producción

Los sistemas de producción están determinados por el clima, la vegetación y las exigencias del mercado (Gómez *et al.*, 2009). En México el 87% del ganado caprino se ubica en el área rural, en las regiones áridas y semiáridas, sitios donde se han localizado el mayor número de cabras (Guerrero, 2010).

El 64% de las cabras en México se concentra en los sistemas de producción característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país. Los hatos más numerosos están en las regiones Norte y Mixteca, con sistemas extensivos muy peculiares. El sistema intensivo se encuentra en varias partes del país, donde se produce gran cantidad de forraje con riego, como en el Bajío y La Laguna (Cantú *et al.*, 1989; Gómez *et al.*, 2009).

Aréchiga *et al.* (2008), afirman que los sistemas de producción regionales son heterogéneos, con rezagos tecnológicos y de sanidad, y con poca o nula organización e integración. En Michoacán los caprinos siguen siendo una alternativa económica importante para el sostenimiento de miles de familias que resuelven sus problemas económicos más urgentes con la venta de una o dos cabras que crían en las zonas donde otros animales no sobreviven (Fabela, 2006).

#### IV.IV.- Interacción Alimentación-Reproducción

McDonald *et al.* (1999), mencionan que la influencia de la alimentación sobre la reproducción se inicia al comienzo de la vida de los animales, ya que el plano de nutrición de los animales jóvenes puede afectar a la edad en que llegan a la pubertad; esta es la consecuencia de una interacción entre el peso, tamaño y edad, que permite la actividad sexual (Agudelo, 2001).



Hafez y Hafez (2002), afirman que la edad óptima en que se presenta la pubertad es a los 6 a 7 meses. Pero razas de mayor dependencia estacional puede llevarles de 18 a 20 meses (Mendoza, 2014).

En la edad de la pubertad influyen el ambiente físico fotoperiodo, época de nacimiento, raza, heterosis, temperatura ambiental, peso corporal como un efecto de la nutrición y ritmo de crecimiento antes y después del destete (Hafez y Hafez 2002; Galina y Valencia, 2010).

Guerra (2007) menciona que la condición corporal, ejerce un efecto sobre la reproducción a través de la regulación hormonal y metabólica, ya que determinado nivel de condición corporal produce sus propias señales al interior del organismo, mediante las cuales se sensibilizan determinados órganos o se amplía la respuesta a otros estímulos. Existe evidencia que implica la importancia de este mecanismo de retroalimentación, en la mediación de efectos nutricionales y su metabolismo en la reproducción (Hedge *et al.*, 1987).

El inicio de la pubertad está relacionado con el peso y la condición corporal que a su vez, depende del nivel de nutrición; estos son indicadores útiles del estatus nutricional de los animales (Mellado, 2008; Mendoza, 2014). En este aspecto hay discrepancia, debido a la poca información que existe en cuanto a la alimentación de cabras lo que ha ocasionado que esta especie sea manejada como una vaca pequeña (Trujillo, 1995).



#### IV.V.- Evaluación del estado nutricional

Las características nutricionales propias del comportamiento alimentario del caprino han determinado la dificultad de proporcionar una dieta con los nutrientes necesarios y que sea apetecible por parte de los animales para mantener una buena condición fisiológica y lograr niveles aceptables de producción (Brem *et al.*, 2011).

La capacidad metabólica de los rumiantes para afrontar las demandas nutricionales de producción, ha hecho de la condición corporal una herramienta indispensable para el manejo de rumiantes. Simultáneamente, con la intensificación de los sistemas de producción y el desarrollo de equipos y los analizadores automáticos, los investigadores han comenzado a buscar indicadores que evalúan el estado metabólico de los animales más detalladamente (Caldeira *et al.*, 2007).

A fin de evaluar el estado nutricional del animal bajo diversas condiciones se usa la condición corporal y últimamente se han desarrollado los perfiles metabólicos como herramientas diagnósticas de desbalances nutricionales mediante la determinación de metabolitos sanguíneos indicadores de las vías metabólicas de proteínas energía y minerales (Varas *et al.*, 2007).

#### IV.VI.- Perfil Metabólico

Un 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 para la clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos (Villa *et al.*, 1999).

Whitaker *et al.* (1999), mencionan que los perfiles metabólicos se utilizaron inicialmente en Gran Bretaña en la década de los 60 en el ganado lechero en países tropicales y subtropicales. Sin embargo, valor práctico fue encontrado en el enfoque como una ayuda para el manejo nutricional.



En la actualidad se efectúa de manera rutinaria en los seres humanos y los animales, series (perfiles) de exámenes sanguíneos en aparatos clínicos automatizados (Church *et al.*, 2002).

La estimación de los parámetros bioquímicos en la sangre tales como hormonas, metabolitos y proteínas, son herramientas de diagnóstico complementarios útiles ya que forman la base de las pruebas de perfil metabólico que ayudan a predecir y evitar la aparición de varias enfermedades metabólicas (Celi *et al.*, 2008).

El examen de los perfiles metabólicos puede ser modificado a diferentes condiciones para ser utilizados en ovinos y caprinos. Dichos perfiles ayudan en la vigilancia de la situación nutricional y en la detección de desequilibrios nutricionales. En particular, la medición de algunos parámetros de la sangre puede permitir el diagnóstico de desequilibrios metabólicos antes de la capacidad productiva y reproductiva de los animales se ven afectados negativamente (Tadich *et al.*, 1989; Cabiddu *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).

Las rutas metabólicas de los distintos nutrientes pueden ser reflejadas en los perfiles bioquímicos mediante la medición de la concentración plasmática de los metabolitos indicadores de las diferentes vías (Borrás *et al.*, 2013).



Campos *et al.* (2005), afirman que las evaluaciones nutricionales podrían usar el perfil metabólico como una herramienta de precisión en el ajuste de las dietas para optimizar la producción y reducir los efectos de alteraciones nutricionales y metabólicas tales como: acidosis ruminal aguda, desplazamiento de abomaso, síndrome de hígado graso y cetosis.

De aquí la relevancia de los perfiles metabólicos que son estudios que permiten establecer por medio de análisis de sangre de grupos representativos de animales de un rebaño, su grado de adecuación a las principales vías metabólicas relacionadas con la energía, proteínas y minerales (Borras *et al.*, 2013).

Por lo tanto, el análisis de los perfiles metabólicos constituye un apoyo cuando se desea dilucidar trastornos metabólicos dentro de un rebaño, así mismo permite establecer el riesgo que se presenten dichos trastornos, y así prevenir problemas futuros (Tadich *et al.*, 1989).

En caprinos se ha utilizado el análisis de metabolitos sanguíneos y de otros elementos orgánicos como la leche para evaluar el balance nutricional de la cabra lechera. En esta especie, se han descrito como indicadores del aporte nutricional las determinaciones de las concentraciones sanguíneas de glucosa,  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB), cuerpos cetónicos totales, ácidos grasos no esterificados (NEFA), colesterol, triglicéridos y urea (Ríos *et al.*, 2006).

- **Glucosa**

La glucosa es el único azúcar que se encuentra en la sangre, constituye la fuente primordial de energía que se encuentra en la sangre circulante de las células en todos los mamíferos (Martínez, 2012).

En los rumiantes, la principal fuente de energía proviene de materias vegetales ricas en celulosa, que fermentan en el rumen por acción de los microorganismos allí existentes produciéndose ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico)



(Bücher, 1998). La glucosa es un metabolito esencial en el metabolismo energético del sistema nervioso (Bücher, 1998; Correa y Cuellar, 2004).

Los rumiantes reciben el suministro de glucosa necesaria a través de la gluconeogénesis. Esto se hace mediante el uso de los nutrientes absorbidos tales como propionato y los productos metabólicos de glucógeno que se pueden reciclar en glucosa. Estos metabolitos provienen de la glucogenolisis de desaminación de aminoácidos y de la hidrólisis de triglicéridos (Mahmoud y Azab, 2014).

En las cabras casi la totalidad de carbohidratos incorporados a la dieta son fermentados por la flora microbiana del rumen y convertidos en ácidos grasos volátiles, los cuales son sustratos utilizados como precursores de glucosa (Zabaleta *et al.*, 2012).

Después de la ingesta, gran cantidad de glucosa presente en la sangre se absorbe en el intestino delgado (como producto final de la digestión de los carbohidratos) y se traslada para almacenarse como glicógeno en el hígado y músculos. Algunas veces la glucosa se libera de los tejidos para mantener una concentración plasmática suficiente (Castañeda, 2010).

- **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 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 se consumen y no son utilizadas se deposita como triglicéridos, en músculos y tejido adiposo (como fuente de energía) y son gradualmente liberados de acuerdo con las necesidades de energía del organismo (Vargas, 2009).



- **Colesterol Total**

El colesterol, es un esteroide de 27 carbonos, se transforma en pregnenolona (20 carbonos) cuando su cadena lateral es separada. La pregnenolona de manera subsecuente se convierte en progesterona, que a su vez se convierte en andrógeno y en estrógenos (Hafez y Hafez, 2002).

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 esteroide más abundante en los tejidos animales, tanto libre como esterificado (Vargas, 2009).

En el plasma sanguíneo, la hormona esteroide (colesterol) está unida a la albumina principalmente, que es una proteína del plasma con baja afinidad y alta capacidad por esteroides. Otra porción de la hormona esteroide está unida a una o más proteínas específicas con alta afinidad. En la sangre, el colesterol existe en forma libre o esterificada con ácidos grasos, siendo esta última la predominante. Para ser transportado en plasma o linfa, se une a lipoproteínas que lo solubilizan en el agua intravascular (Hafez y Hafez, 2002; Martínez, 2012).

La concentración de colesterol sanguíneo ha sido asociado 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, además de ser un indicador adecuado para establecer el consumo de energía, y de alguna manera el estado productivo del animal (Martínez, 2012).

- **Proteínas Totales**

Las proteínas totales han sido usadas como indicadores sanguíneos del metabolismo nitrogenado. Estos indicadores muestran relaciones con el metabolismo energético (Campos *et al.*, 2004).



El déficit de proteína en la dieta reduce las reservas en sangre, hígado y músculos y predisponen a los animales a padecer una variedad de enfermedades graves o incluso fatales (Castañeda, 2010).

Las proteínas plasmáticas cumplen una serie de funciones como en el fenómeno de coagulación, en el metabolismo del agua, interviniendo en el mantenimiento de la presión oncótica de la sangre, como agente de solubilización, en el transporte de numerosas sustancias y en la intervención de los fenómenos inmunológicos. Las características químicas y pesos moleculares de estas proteínas, han permitido clasificarlas en: albúmina (A) y globulinas (G) (Gutiérrez *et al.*, 1990; Martínez, 2012).

Las proteínas totales se separan unas de otras por medios químicos sencillos y determinando la cantidad de cada grupo se obtiene la relación A-G. La albúmina de la sangre y las globulinas con excepción de algunas gamma globulinas, son sintetizadas en el hígado. Por lo tanto, cualquier proceso que afecte la síntesis de albúmina disminuirá la relación A-G. Las proteínas totales se encuentran en el rango de  $67.41 \pm 2.59$  g/en cabras 10 a 40 días posparto (Zapata y Fajardo. 1992; Varas *et al.*, 2007).

- **Urea**

Sinclair *et al.* (1993) citados por Noro *et al* (2006) mencionan que la urea plasmática es un indicador sensible de la ingesta de proteína cruda y su sincronismo con la liberación de energía en el rumen, ya que sus concentraciones son dependientes de la producción y absorción del amonio ruminal.

Silanikove (2000) afirma que en las cabras y otros rumiantes, la urea funciona como fuente de N para la biosíntesis de los aminoácidos en el tracto digestivo por su reciclado al rumen. Por la degradación de los compuestos nitrogenados del alimento se obtiene amoníaco, que es removido por la flora ruminal para la síntesis de sus propias proteínas.



Estas proteínas son digeridas y absorbidas en forma de aminoácidos. Una parte del amonio formado pasa por la pared ruminal y llega al hígado vía porta, donde es transformado en urea (Bücher, 1998).

Calderón (2012) menciona que cuando debido a la extensa degradación de las proteínas, la cantidad de amoníaco es elevada, el exceso de amoníaco se absorbe por medio de las paredes del tracto digestivo. Posteriormente, se convierte en urea en el hígado, para reducir la circulación de este compuesto por el organismo, pues es tóxico para el animal.

La urea producida se puede reciclar al rumen para utilizarse por parte de los microorganismos o se excreta en la orina del animal, con la consecuente pérdida de N; este proceso, conocido como Ciclo de la Urea, es el resultado de la adaptación de los rumiantes al uso ineficiente de las proteínas en el rumen, para evitar la toxicidad de las moléculas de amoníaco y aprovechar el N que se libera posteriormente (Calderón, 2012).

Wittwer (1997) afirma que la concentración de urea en la sangre es regulada por el balance o adecuación de energía-proteínas degradables en el rumen. Un aporte deficiente de energía en la dieta lleva a una disminución en el contenido de proteínas en la sangre y por otra parte un exceso absoluto o relativo, en relación a la energía, de proteínas degradables o solubles en el rumen conduce a una excesiva formación y absorción de amonio ruminal con un incremento de la concentración de urea en sangre.

#### **IV.VII.- Estado Prepúber-Pubertad**

Durante el período prepúber, la concentración sérica de progesterona permanece en niveles indetectables, esto se debe a que la hembra no ovula durante este período. Por lo tanto, no se desarrolla la estructura ovárica que produce esta hormona, el cuerpo lúteo (Bonilla, 2001).



En el período prepuber los ovarios se presentan un ligero crecimiento folicular, estas estructuras inician su crecimiento pero se vuelven atrésicas debido a que no encuentran el ambiente endocrino adecuado para su desarrollo (Bonilla, 2001).

Hernández *et al* (2009), indican que el inicio de la pubertad es el resultado de una serie de complejos eventos neuroendocrinos que ocurren en el eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal caracterizado por el inicio en una alta frecuencia en el ritmo de liberación de GnRH. LH y FSH, generando el primer pico preovulatorio de LH y posterior primoovulación. La aparición de la pubertad depende críticamente de las reservas corporales adecuadas de energía, sin embargo el sustrato neuroendocrino para tal regulación metabólica de la pubertad y la fertilidad ha comenzado a revelarse recientemente.

Por lo tanto, un mayor entendimiento de los mecanismos del sistema puede permitir el desarrollo de métodos para modificar la intensidad de la activación de la estimulación nutricional del hipotálamo, incrementando la habilidad para modular la reproducción (Calderón, 2012).

Mendoza (2014) afirma que la mayoría de las razas de cabras alcanzan la pubertad entre los 5 y los 7 meses de vida, pero las razas con mayor dependencia estacional pueden llevarse 18-20 meses para estar lo suficientemente desarrolladas para mostrar signos de estro.



## V.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México la producción de caprinos es heterogénea con rezagos tecnológicos, con poca o nula organización e integración. Debido que a los caprinos se manejan de manera displicente, sin conocer sus requerimientos nutricionales; lo que trae como consecuencia un deficiente desarrollo del rebaño. Un aspecto fundamental en la producción caprina es la edad en que se presenta la pubertad en las hembras caprinas, para lo cual la edad y peso están relacionados que a su vez dependen del nivel de nutrición por parte de la ración. De aquí la relevancia en conocer el perfil metabólico en cabras prepúberes ya que es una herramienta que permite conocer el estado nutricional puntual, para que no afecte en la rentabilidad del rebaño.

## VI.- OBJETIVO GENERAL

- Determinar el perfil metabólico (Glucosa, Colesterol Total, Triglicéridos, Proteínas Totales, Urea) en cabras prepúberes de raza saanen.

## VII.- OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar el comportamiento de las concentraciones del perfil metabólico durante el transcurso del muestreo.
- Analizar las relaciones entre las concentraciones de los metabolitos (Glucosa, Colesterol Total, Triglicéridos Proteínas Totales urea).



## VIII.- MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ubicada en el kilómetro 9.5 de la Carretera Morelia–Zinapécuaro, en el municipio de Tarímbaro. Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 609.0 mm y temperaturas que oscilan de 2.5 a 25.1°C (INAFED. 2010).

El trabajo se realizó entre los meses de noviembre y diciembre, se utilizaron 10 cabras de la raza saanen con una edad de 5 a 7 meses, las cuales se encontraban acíclicas (estado prepuber), con una condición corporal de 3 puntos (escala de 1 a 5), un peso vivo de  $30.44 \pm 1.93$  Kg. y una talla de  $62 \pm 2.69$  cm. Las cabras fueron apartadas en un corral y se identificaron mediante arete. Se determinó el contenido nutricional de la ración a través de un análisis proximal, para conocer el aporte energético y proteico de la ración (tabla II).

Tabla II.- Análisis proximal del pienso suministrado a las cabras prepúberes.

Composición química nutricional g%	Porcentaje
<b>Humedad</b>	9.10
<b>Materia seca</b>	90.90
<b>Extracto etéreo(grasa)</b>	3.43
<b>Fibra cruda</b>	24.04
<b>Proteína cruda</b>	16.84
<b>Cenizas</b>	5.73
<b>E.L.N. (carbohidratos)</b>	49.95

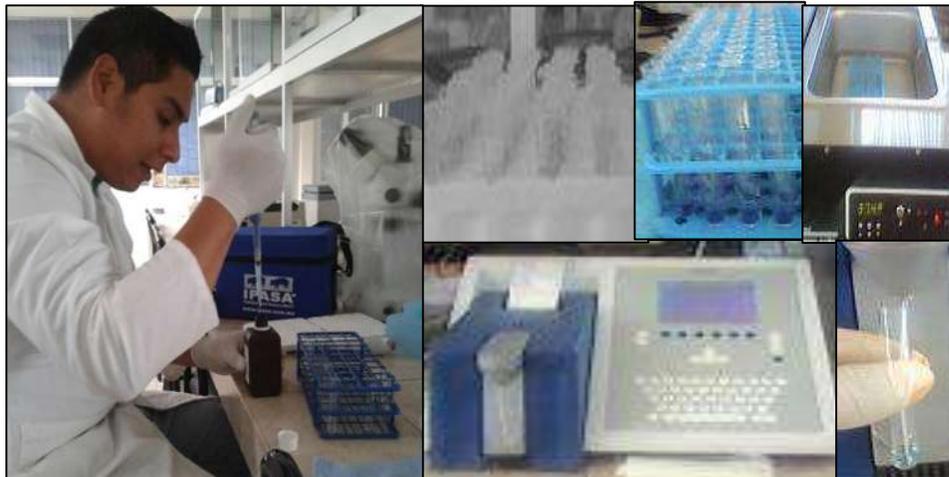
Análisis realizado en el laboratorio de Nutrición y Análisis de alimentos de la FMVZ de la UMSNH (anexo1)



Se realizaron una serie de muestreos sanguíneos a intervalos de siete días, hasta la manifestación de su primer estro, los animales estuvieron en ayuno previo de 12 horas, colectando 5 ml de sangre mediante venopunción yugular (sistema vacutainer). Posteriormente las muestras obtenidas fueron transportadas al Laboratorio de Desarrollo Rural del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo donde se centrifugaron por 10 minutos a 3500 rpm para separar el plasma, el cual fue congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

Se determinó el perfil metabólico (Glucosa, Triglicéridos, Colesterol total, Proteínas Totales, Urea) mediante la utilización de equipos comerciales de reacción enzimática, por medio de espectrofotometría, utilizando un espectrofotómetro modelo E189263. Los resultados fueron analizados mediante el empleo de técnicas de estadística descriptiva. La asociación entre las variables se calculó mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Imagen I.-Determinación de la concentración del perfil metabólico en cabras prepúberes de raza saanen.



En la imagen I, se observa el pipeteo, mezclado e incubación y lectura de las muestras de plasma de cabras prepúberes de raza saanen.



## IX.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentaran en dos partes la primera consta del perfil energético (glucosa, triglicéridos y colesterol total), la segunda corresponde al perfil proteico (urea y proteínas totales).

Con respecto a la parte energética se determinaron los promedios de las concentraciones de glucosa, triglicéridos y colesterol total por muestreo (tabla III).

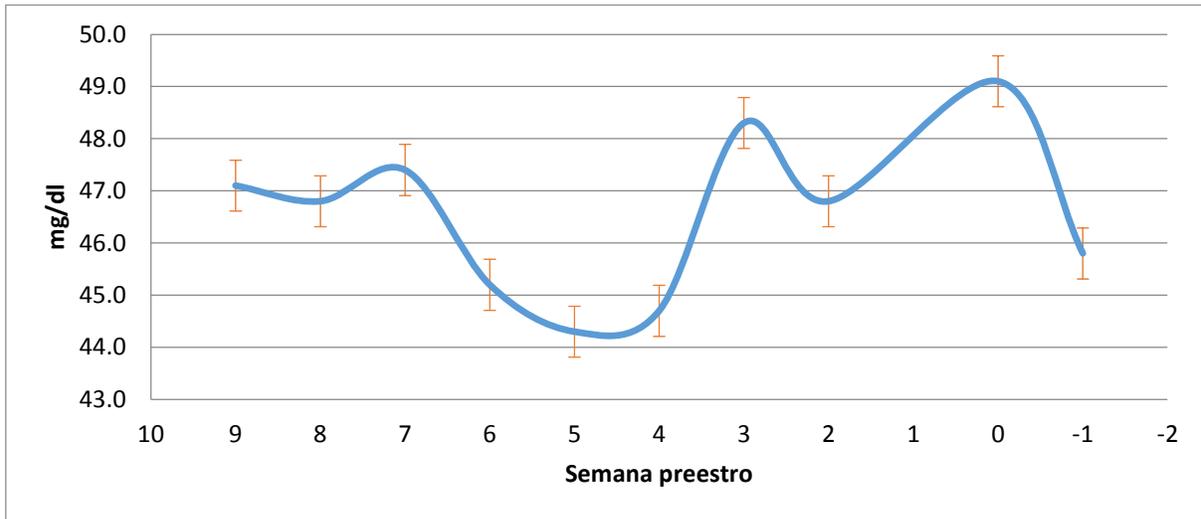
Tabla III.-Determinación del perfil energético (glucosa triglicéridos y colesterol total) durante los muestreos semanales en cabras prepúberes de raza saanen (mg/dl).

Muestreo	Glucosa	Triglicéridos	Colesterol Total
1	47.1 ± 4.1	22.5 ± 4.0	22.6 ± 3.6
2	46.8 ± 3.9	16.0 ± 3.9	15.4 ± 4.5
3	47.4 ± 3.6	19.0 ± 3.6	17.5 ± 4.9
4	45.2 ± 3.0	15.0 ± 1.6	14.1 ± 2.3
5	44.3 ± 3.2	14.0 ± 2.4	12.5 ± 1.6
6	44.7 ± 3.5	16.3 ± 3.0	16.3 ± 3.0
7	48.3 ± 2.6	18.2 ± 3.1	18.2 ± 3.1
8	46.8 ± 2.2	20.0 ± 4.2	20.4 ± 4.8
9	49.1 ± 3.9	22.7 ± 6.6	21.2 ± 5.4
10	45.8 ± 3.6	18.6 ± 5.7	16.8 ± 6.1

Como puede observarse en los datos y, gráficamente en la gráfica II, los niveles de glucosa disminuyeron alrededor de las 5 semanas antes del estro, después de lo cual comenzaron a elevarse, alcanzando su máximo nivel ( $p < 0.05$ ) en la semana en que entraron a estro, para, inmediatamente después de éste, disminuir.

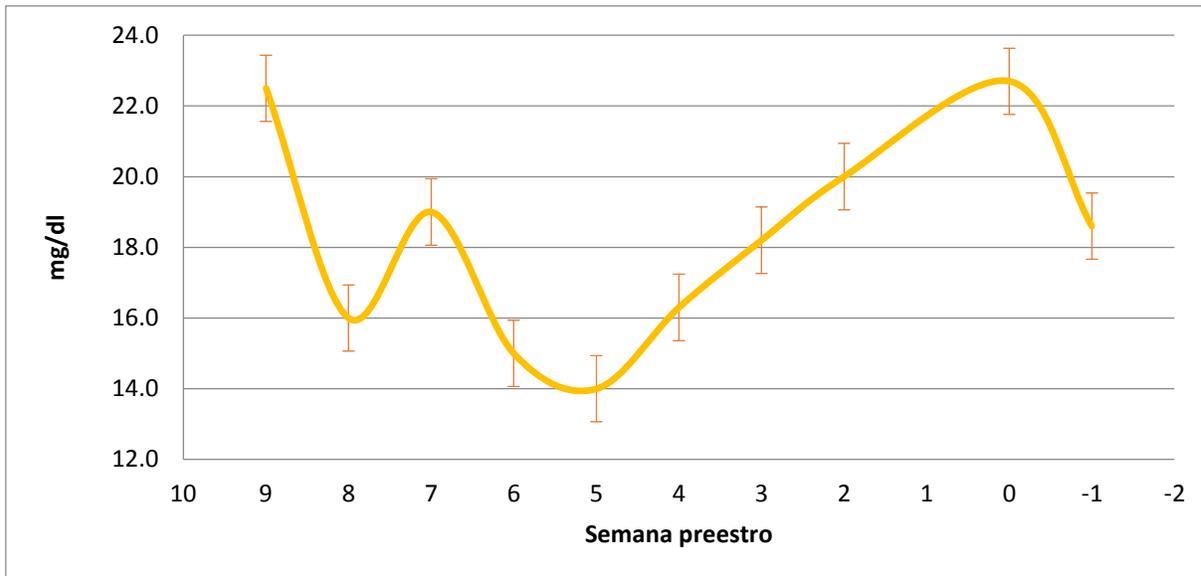


Gráfica II.- Comportamiento de los niveles de glucosa semanal en cabras prepúberes de la raza saanen.



El comportamiento de la concentración de triglicéridos tuvo un patrón similar, en el sentido de que hubo una disminución hacia la quinta semana antes del estro y un incremento significativo ( $p < 0.05$ ) en la semana de presentación del estro (Tabla III, gráfica III).

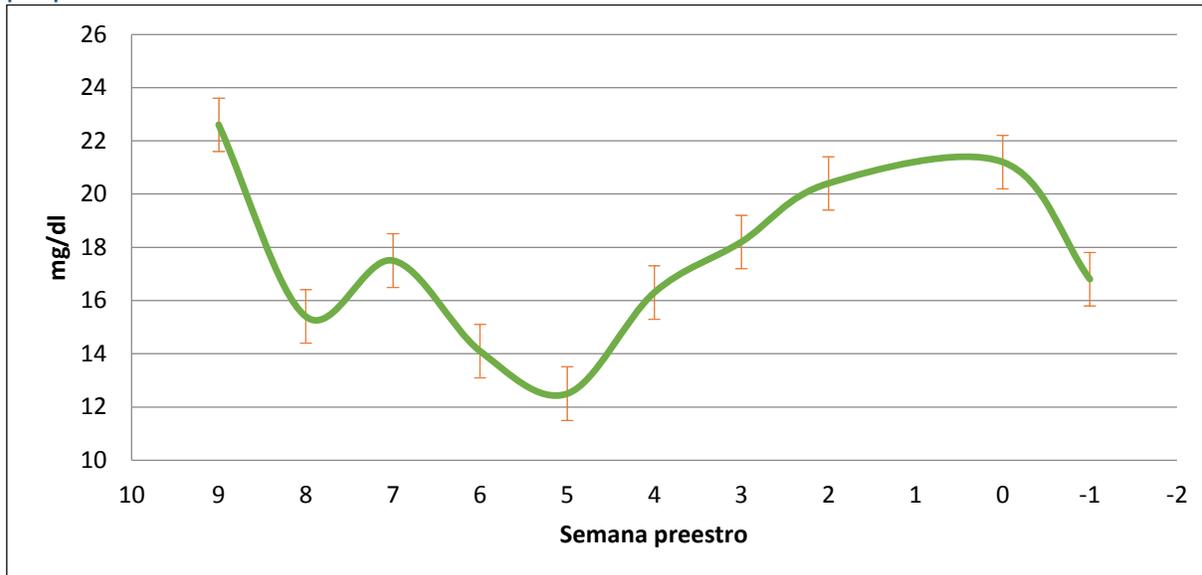
Gráfica III.-Comportamiento de los niveles de triglicéridos semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.



De igual manera, la concentración de colesterol total se incrementó conforme se aproximaba el estro, momento en que alcanzó su máximo nivel ( $p < 0.05$ ) (Gráfica IV).



Gráfica IV.-Comportamiento de los niveles de colesterol total semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.



En cuanto al perfil energético (tabla IV) se encontró que la concentración promedio de glucosa en el transcurso de las 10 semanas de muestreo fue de  $46.55 \pm 1.5$  mg/dl, en triglicéridos se obtuvo una concentración promedio de  $18.23 \pm 2.9$  mg/dl, y  $17.5 \pm 3.1$  mg/dl en el colesterol total.

Tabla IV.-Promedios generales, desviación estándar y mínimos y máximos de las concentraciones de metabolitos (glucosa, triglicéridos y colesterol total) durante el transcurso de las 10 semanas de muestreo en cabras prepúberes de raza saanen.

	Glucosa	Triglicéridos	Colesterol Total
Promedio	46.55 mg/dl	18.23 mg/dl	17.5 mg/dl
Desviación estándar	1.5 mg/dl	2.9 mg/dl	3.1 mg/dl
Mínimo	44.3 mg/dl	14 mg/dl	12.5 mg/dl
Máximo	49.1 mg/dl	22.7 mg/dl	22.6 mg/dl



En el caso del perfil proteico (urea y proteínas totales) se muestran los promedios y desviaciones estándar semanales y en general en la tablas VI y VII, respectivamente.

Tabla V.-Determinación del perfil proteico (urea y proteínas totales) semanal en cabras prepúberes de raza saanen.

Muestreo	Urea	Proteínas Totales
1	15.3 ± 1.7 mg/dl	6.6 ± 0.5 g/dl
2	16.3 ± 1.6 mg/dl	6.2 ± 0.2 g/dl
3	18.4 ± 1.6 mg/dl	6.2 ± 0.3 g/dl
4	17.5 ± 1.7 mg/dl	6.8 ± 0.4 g/dl
5	17.9 ± 1.7 mg/dl	6.8 ± 0.5 g/dl
6	18.5 ± 1.5 mg/dl	6.8 ± 0.4 g/dl
7	18.4 ± 1.3 mg/dl	6.9 ± 0.4 g/dl
8	19.0 ± 6.8 mg/dl	7.1 ± 0.2 g/dl
9	18.5 ± 6.3 mg/dl	6.9 ± 0.4 g/dl
10	19.7 ± 2.0 mg/dl	7.2 ± 0.2 g/dl

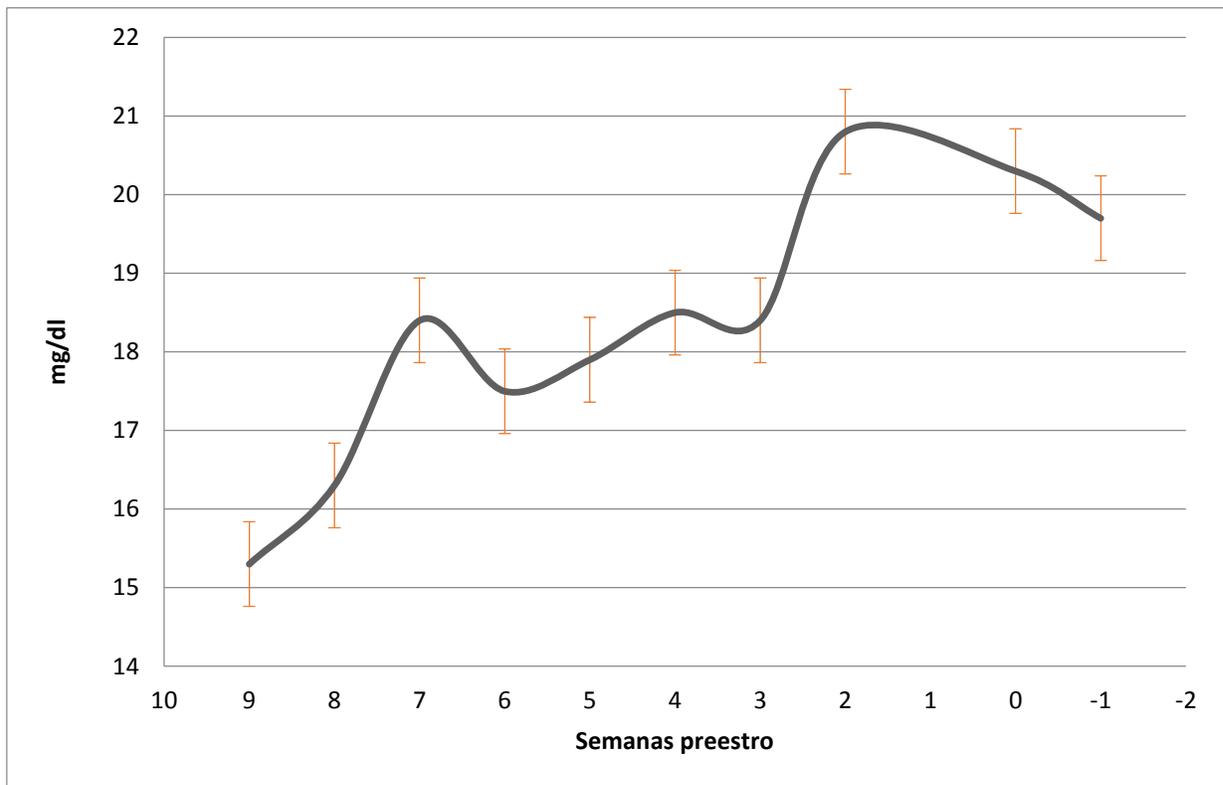
Tabla VI.- Promedios, desviación estándar y mínimos y máximos del perfil proteico (urea y proteínas totales) en el transcurso de las 10 semanas de muestreo en cabras prepúberes de raza saanen.

	Urea	Proteínas Totales
Promedio	17.95 mg/dl	6.75 g/dl
Desviación estándar	1.29 mg/dl	0.33 g/dl
Mínimo	15.3 mg/dl	6.2 g/dl
Máximo	19.7 mg/dl	7.2 g/dl



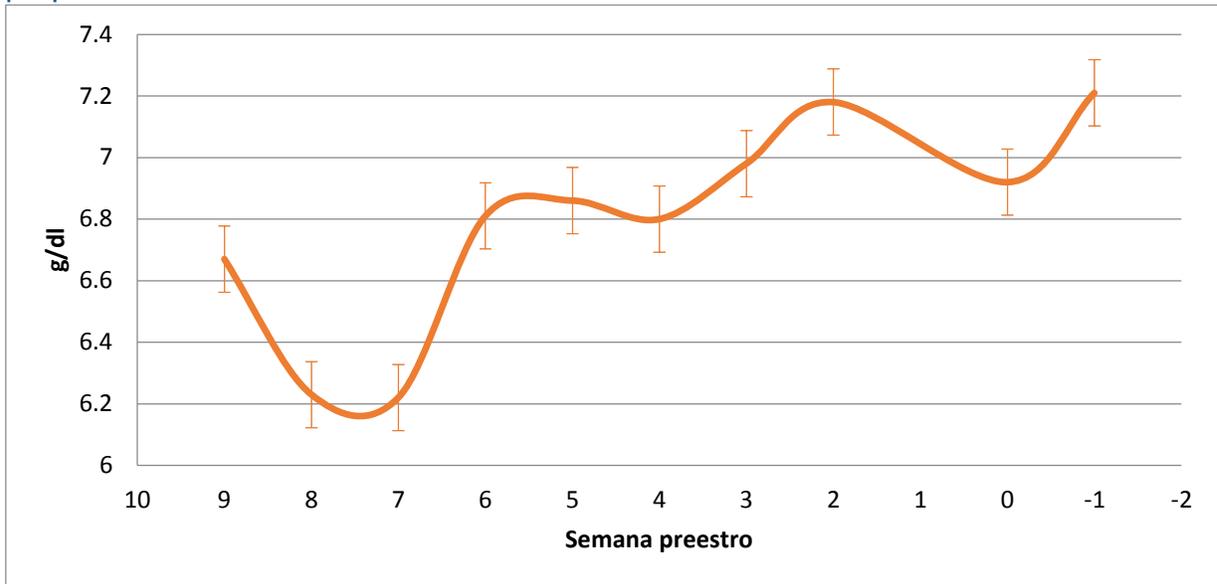
De acuerdo con el perfil de urea (grafica V) y de las proteínas totales (grafica VI), su concentración se va incrementando conforme se acerca el momento de la presentación del estro. Sin embargo, los niveles más elevados de proteínas y urea fueron alcanzados en la semana previa a la manifestación del estro, aunque, en el caso de las proteínas, no difirieron significativamente ( $p>0.05$ ) de los valores encontrados en las semanas previas.

Gráfica V.- Comportamiento de los niveles de urea semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.





Gráfica VI.- Comportamiento de los niveles de proteínas totales semanales en cabras prepúberes de la raza saanen.



En el periodo de estudio se determinó en el perfil proteico una concentración promedio de urea de  $17.95 \pm 1.29$  mg/dl y de  $6.75 \pm 0.33$  g/dl de proteínas totales.

Al analizar las posibles relaciones entre los metabolitos se encontró (grafica VII) que solamente fueron significativas ( $p < 0.05$ ) la concentración de triglicéridos con la del colesterol total ( $r = 0.84$ ) y la concentración de proteínas totales con la de urea ( $r = 0.32$ ).

Tabla VII.- Coeficientes de correlacion (sobre la diagonal principal) y de determinación (bajo la diagonal principal) durante el muestreo del perfil metabólico.

	Glucosa	Triglicéridos	Colesterol Total	Proteínas Totales	Urea
Glucosa	1	NS	NS	NS	NS
Triglicéridos	NS	1	<b>0.8387</b>	NS	NS
Colesterol Total	NS	<b>0.7034</b>	1	NS	NS
Proteínas Totales	NS	NS	NS	1	<b>0.3177</b>
Urea	NS	NS	NS	<b>0.1009</b>	1

NS= No Significante



Además se utilizó factores de conversión de la reacción enzimática SPINREACT, para su conversión en mmol/L en cada metabolito como se observa en la tabla VIII y IX.

Tabla VIII.-Conversión a mmol/L de la concentración del perfil energético por medio del transecto SPINREACT, durante los muestreos semanales en cabras prepúberes de raza saanen.

<b>Muestreo</b>	<b>Glucosa</b>	<b>Triglicéridos</b>	<b>Colesterol Total</b>
1	2.6±0.22	0.2±0.04	0.5±0.09
2	2.6±0.21	0.1±0.04	0.3±0.11
3	2.6±0.19	0.2±0.04	0.4±0.12
4	2.5±0.16	0.1±0.018	0.3±0.05
5	2.4±0.17	0.1±0.02	0.3±0.05
6	2.4±0.19	0.1±0.03	0.4±0.07
7	2.6±0.14	0.2±0.03	0.4±0.07
8	2.6±0.12	0.2±0.04	0.5±0.12
9	2.6±0.21	0.2±0.07	0.5±0.13
10	2.5±0.19	0.2±0.06	0.4±0.15
<b>Promedio</b>	<b>2.5±0.18</b>	<b>0.16±0.03</b>	<b>0.4±0.09</b>

\*Fuente: transecto del kit de reacción enzimática SPINREACT.

Glucosa factor de conversión mg/dl x 0.0555= mmol/L

Triglicéridos factor de conversión mg/dl x 0.0113= mmol/L

Colesterol Total factor de conversión mg/dl x 0.0258= mmol/L



Tabla IX.- Conversión a mmol/L de la concentración del perfil proteico, durante los muestreos semanales en cabras prepúberes.

<b>Muestreo</b>	<b>Urea</b>	<b>Proteínas Totales (PT)</b>
<b>1</b>	<b>2.5±0.02</b>	<b>956.3±72</b>
<b>2</b>	<b>2.7±0.02</b>	<b>898.3±28</b>
<b>3</b>	<b>3±0.02</b>	<b>898.3±43</b>
<b>4</b>	<b>2.9±0.02</b>	<b>985.3±57</b>
<b>5</b>	<b>2.9±0.01</b>	<b>985.3±72</b>
<b>6</b>	<b>3±0.01</b>	<b>985.3±57</b>
<b>7</b>	<b>3±0.02</b>	<b>999.8±57</b>
<b>8</b>	<b>3.1±0.11</b>	<b>1028.7±28</b>
<b>9</b>	<b>3±0.10</b>	<b>999.8±57</b>
<b>10</b>	<b>3.2±0.03</b>	<b>1043.3±28</b>
<b>Promedio</b>	<b>2.9±0.03</b>	<b>978.04±52.8</b>

\*Factores de conversión de los kit de reacción enzimática SPINREACT.

Urea factor de conversión mg/dl x 0.01665= mmol/L

Proteínas Totales g/dL x 144.9 = mmol/L



## IX.- DISCUSIÓN

La concentración promedio de glucosa obtenida fue de  $46.66 \pm 1.49$  mg/dl dicho valor se encuentra dentro del rango establecido por Brem *et al.* (2011) quienes determinaron en diferentes épocas la concentración de glucosa, encontrando en la época de invierno una concentración de  $45 \pm 0.11$  mg/dl; sin embargo en otoño obtuvieron una concentración menor  $34 \pm 8$  mg/dl, dicha diferencia puede deberse a las grandes diferencias pluviométricas registradas entre los años de su ensayo.

Por su parte Bani *et al.* (2008) reportan una concentración de 46 mg/dl en cabras gestantes de cruza de las razas Shami y Baladi, este valor es inferior al reportado por Hussain *et al.* (1996) quienes mencionan una concentración de glucosa de 59.4 mg/dl de glucosa en cabras durante la gestación, sin embargo Varas *et al.* (2007) reportan una concentración de  $63.18 \pm 6.66$  mg/dl en los últimos 20 días de gestación, en cabras criollas adultas de biotipo regional, de 2ª parición y en pastoreo; dicha variación pudiera ser resultado del estrés, ya que causa una elevación de glucosa en plasma debido al rompimiento de glicógeno en hígado existiendo como antecedente un incremento en los niveles séricos de cortisol (Kannan *et al.*, 2000).

Zabaleta *et al.* (2012), obtuvieron una concentración de  $45.38 \pm 8.29$  mg/dl en el periodo seco (2 semanas antes del parto) en cabras de raza canaria de  $\leq 2$  parición; mientras Borrás *et al.* (2013) afirman que la concentración de glucosa es de 52 mg/dl en cabras de razas Criolla x Nubian, vacías y secas. Cabiddu *et al.* (1999), quienes trabajaron con caprinos sometidos a sistemas de producción extensivos en el Mediterráneo obtuvieron una concentración de  $2.52 \pm 0.08$  mmol/L de glucosa a los 80 días de lactación, que coincide con el reportado en el presente trabajo de  $2.5 \pm 0.07$  mmol/L. También se debe tener en cuenta que durante la deficiencia de energía debido al ayuno o bajo consumo de alimento, la glucosa plasmática disminuye como resultado de la movilización de la grasa corporal (Hussain *et al.*, 1996).



Se debe tomar en cuenta que la glucosa está bajo un severo control homeostático en la sangre, dado por distintas hormonas. Por esto, cambios de las concentraciones hormonales pueden ser la causa primaria de variaciones en las concentraciones del metabolito (Bücher, 1998).

Los triglicéridos son el tipo más común de grasas o lípidos transportados en la sangre, depositados en las células o presentes en los alimentos (Martínez, 2006). En el caso de los triglicéridos se determinó una concentración  $18.27 \pm 2.8$  mg/dl, en cabras prepúberes (5 a 7 meses) con un peso promedio de  $30.44 \pm 1.93$  Kg, con un aporte de Proteína cruda de 16.84 g% en el alimento, que es inferior a lo reportado por Matheus y Figueiredo (2004), quienes reportan una concentración promedio de  $20.93 \pm 9.3$  mg/dl, en hembras vacías de 3 y 4 años con un peso promedio de  $24.65 \pm 4.1$  Kg. Mientras tanto Posada *et al.* (2012) afirman que la concentración de triglicéridos es de  $24.4 \pm 13.8$  mg/dl en cabras de segundo parto con un aporte en la dieta de 9.63 de proteína cruda, estas variaciones son influenciada por el peso corporal asociado positivamente a la concentración de triglicéridos (Matheus y Figueiredo, 2004).

En el rumiante, el incremento de energía en la dieta y un déficit energético es capaz de causar aumento de triglicéridos en sangre. Los triglicéridos son los componentes más importantes de los quilomicrones, se hidrolizan a glicerol y ácidos grasos. Estos componentes pueden utilizarse para la síntesis de nuevos triglicéridos y fosfolípidos u oxidarse a CO<sub>2</sub> para liberar energía (Coppo y Mussart, 2006).

Por su parte Sotillo *et al.* (1994) reportan que a los 120 días de gestación la concentración de triglicéridos es de  $9.96 \pm 0.20$  mg/dl, que es superior a la obtenida por Varas *et al.* (2007) de  $5.76 \pm 0.09$  y  $6.3 \pm 0.09$  mg/dl en últimos 60 y 20 días de gestación respectivamente. Zabaleta *et al.* (2012) reporta a las 4 semanas de lactación una concentración de  $15.79 \pm 7.02$  mg/dl y  $14.34 \pm 9.91$  mg/dl en cabras de 2 y 3 partos respectivamente; que es inferior a lo reportado por Sotillo *et al.* (1994) quienes afirman que la concentración de triglicéridos a los 30 días de lactación es de  $82.62 \pm 4.31$  mg/dl; esta variaciones se deben a que la cantidad de triglicéridos en sangre determina el



grado de movilización de grasas en un mediano plazo, con lo cual es posible identificar si el animal se encuentra en un balance energético positivo o negativo (López *et al.*, 2008).

Las concentraciones de colesterol sanguíneo está asociada 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 (Vargas. 2009). La concentración de colesterol total determinada en el presente trabajo fue de  $17.54 \pm 3$  mg/dl que es inferior a la propuesta por Matheus y Figueiredo (2001)  $20.93 \pm 9.32$  mg/dl en cabras vacías, sin embargo ambos valores están por debajo por lo reportado por Brem *et al.* (2011) quienes estudiaron el efecto estacional del ambiente en otoño e invierno del 2008, en donde reportaron un promedio de  $73.5 \pm 12.5$  y  $105 \pm 19$  mg/dl en otoño e invierno respectivamente; mientras tanto Sotillo *et al.* (1994), obtuvo a los 120 días de gestación una concentración de  $96.3 \pm 4.2$  mg/dl dicha diversificación se debe a la variación estacional registrada lo que ocasiona cambios en la calidad y cantidad de la pastura ocasionados por las grandes diferencias pluviométricas. Debido a que el colesterol proviene de los lípidos alimentarios, pero también existe una activa biosíntesis, principalmente hepática (Martínez, 2012).

La concentración de glucosa es considerada como un índice de metabolismo energético (Remesy y Demigne. 1981; Borrás *et al.*, 2013). La glucosa es el componente de mayor importancia en el metabolismo energético, ya que todos los tejidos demandan un mínimo de glucosa para su funcionamiento (Azab *et al.*, 1999). El colesterol representa las reservas reales para la síntesis de hormonas sexuales (Campos *et al.*, 2005).

Los triglicéridos son el tipo más común de lípidos transportados en la sangre, depositados en las células y son gradualmente liberados de acuerdo con las necesidades de energía del organismo (Martínez, 2006). Los incrementos en los niveles de triglicéridos y colesterol sanguíneos están asociados a balances energéticos positivos y adecuados planos nutricionales (Mazur *et al.*, 2009).



Se obtuvo una concentración de  $6.7 \pm 0.33$  g/dl de proteínas totales que es similar a la encontrada por Brem *et al.* (2011) de  $6.7 \pm 0.62$  g/dl en la época de invierno, que coincide con la época (noviembre-diciembre) del presente trabajo; sin embargo Matheus y Figueiredo, (2001), obtuvieron una mayor concentración de proteínas totales en hembras vacías reportando  $7.8 \pm 0.9$  g/dl.

Por su parte, Calderón (2012) en su estudio determinó una concentración de  $8.02 \pm 0.36$  g/dl en cabras prepúberes encastadas 7/8 Saanen – Alpino y 1/8 Criollo de tres meses de edad y peso promedio, a las cuales les suministró glutamato (AAE) para inducir la pubertad, sin embargo en su grupo control obtuvo una concentración de  $8.08 \pm 0.36$  g/dl sin encontrar variaciones séricas de proteínas totales. El peso corporal de las cabras está asociado positivamente con la relación sérica de proteína totales (Matheus y Figueiredo, 2001). Varas *et al.* (2007) reportaron un promedio de  $67.41 \pm 2.59$  g/l 10 a 40 días posparto en cabras, según Tadich *et al.* (1989) proponen que el valor de las proteínas totales en cabras criollas de carne es de  $71.6 \pm 6.53$  g/l. Zabaleta *et al.* (2010) reportan concentraciones plasmáticas 7,23 g/mL en el periodo seco y en el inicio de la lactancia de 7,85 g/mL respectivamente. Las proteínas totales se mantuvieron dentro del rango promedio para la especie con una tendencia a aumentar hacia mediados de lactancia, debido al aumento observado en las concentraciones de globulinas post parto (Zabaleta *et al.*, 2010)

Rowlands (1980) afirma que las globulinas séricas aumentaron significativamente posterior al parto, lo que se debería al traspaso de inmunoglobulinas séricas hacia la glándula mamaria, durante las dos últimas semanas de gestación, lo que lleva posteriormente a un aumento en las concentraciones sanguíneas inmunoglobulinas. El número de partos no tiene efecto en la concentración proteínas totales plasmáticas (Zabaleta *et al.*, 2010).

Las concentraciones de urea son usadas para evaluar el metabolismo proteico. Este metabolito se origina del amonio absorbido por el rumen o del catabolismo de amino



ácidos y en ambas vías, la ingesta de energía y proteínas puede modificar el contenido de urea (Colin *et al.*, 1998).

La concentración en el presente trabajo es de  $17.95 \pm 1.2$  mg/dl que es menor a las reportadas por Brem *et al.* (2011) determinaron una concentración de  $28 \pm 0.08$  mg/dl en otoño y  $34 \pm 0.08$  mg/dl invierno, la variación estacional registrada en algunos indicadores del perfil proteico estudiados podría deberse a cambios en la calidad y cantidad de la pastura ocasionados por las grandes diferencias pluviométricas registradas (Brem *et al.*, 2011). Por su parte Ríos *et al.* (2006) reportó una concentración de  $198 \pm 2$  mg/dl en periodo preparto en cabras de raza Saanen, además de  $180 \pm 1.5$  mg/dl al inicio de lactancia y  $234 \pm 2.1$  mg/dl mediados de lactancia. Una situación similar fue descrita por Ríos *et al.* (2001), quienes encontraron altas concentraciones de urea tanto en sangre como en leche de cabras Saanen estabuladas, atribuyéndolas también a excesos de aporte proteico de la dieta.

Sykes y Field (1973) citado por Bücher, (1998) mencionan que el estatus proteico de un animal no puede ser caracterizado por su ingesta de proteína ya que el catabolismo proteico es parte esencial del metabolismo energético, especialmente en dietas bajas en energía.

Las proteínas y los aminoácidos que las constituyen se encuentran presentes en todos los organismos vivos, son el principal componente de los órganos y de las estructuras blandas del cuerpo animal y forman parte también de sus principales productos (Zabaleta *et al.*, 2010). Uno de los indicadores más promisorios es el nivel de urea en sangre, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen (Razz y Clavero; 2004).

Los metabolismos energético y proteico están estrechamente relacionados en los rumiantes, donde la deficiencia de uno, lleva a una deficiente utilización del otro (Orskov, 1997). Un bajo aporte proteico deprime la actividad de la flora ruminal, lo que



determina una alteración en la digestión de los carbohidratos. Por otra parte, si la dieta es pobre en hidratos de carbono la flora ruminal es privada de la materia prima requerida para multiplicarse y realizar sus funciones. Además los carbohidratos aportan el carbono, fundamental en la estructura de los aminoácidos. Por lo tanto, una deficiencia energética puede provocar secundariamente, una deficiencia proteica (Bücher, 1998). Las características nutricionales propias del comportamiento alimentario del caprino han determinado la dificultad de proporcionar una dieta con los nutrientes necesarios y que sea apetecible por parte de los animales para mantener una buena condición fisiológica y lograr niveles aceptables de producción (Brem *et al.*, 2011). Otro aspecto de vital importancia es el señalado por Hussain *et al.* (1996) afirman que al estudiar el efecto de la nutrición en el estado metabólico el día y la hora en que son recolectadas las muestras es de vital importancia, Topps y Thompson, (1984) coinciden en que la hora del día en que se toma la muestra, el estrés al momento del muestreo y el manejo de la muestra son otros factores que pueden modificar los resultados y confundir su interpretación.



## X.- CONCLUSIONES

Se puede referir que a partir de la quinta semana preestro, la concentración de glucosa comenzó a incrementarse conforme se acercaba la presentación del estro, comportamiento similar mostraron los triglicéridos y colesterol total.

Existe un coeficiente de correlación de 0.83 y 0.70 coeficiente de determinación entre triglicéridos y colesterol total. En el caso concreto de la urea se observó un incremento en la concentración de este metabolito una semana antes de la manifestación del estro, dicho comportamiento es similar en las proteínas totales. Se obtuvo un coeficiente de correlación positivo de 0.31 y 0.10 de coeficiente de determinación. Lo que se hace muy evidente es el efecto positivo de la dieta suministrada durante el tiempo de muestreo, lo cual indica que una buena alimentación antes de la pubertad ayudara en la manifestación del estro. Por lo tanto la información generada en este trabajo servirá de ayuda para aquellos técnicos dedicados a la producción caprina con el objetivo de elaborar programas de alimentación y suplementación en caprinos. En base a lo anterior se hace énfasis en la importancia de los perfiles metabólicos en cabras deben de tener más auge para enriquecer la información sobre el comportamiento nutricional y metabólico, lo que provocaría un mejor aprovechamiento debido a que en los rebaños actuales se tiene nulo cuidado en el rebaño.



## XI.- BIBLIOGRAFÍA

- Agraz, A. 1984. Caprinotecnia. (2ª ed.).(Vol. 3).Ed. Limusa México D.F. p. 2053-2055.
- Agudelo, G. G. 2001. Fundamentos de nutrición animal aplicada. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.p.181-182.
- Aréchiga, C.F.; Aguilera. J.I.; Rincón, R.M.; Méndez, de Lara, S.; Bañuelos, V.R. y Meza, H. C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9 (1):1-14.
- Azab, M.E.; Hussein, A.; and Abdel, M. A. 1999. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. *Small Rum Res* 34: 77-85.
- Bani, I. Z.A.; Al-Majali, A.M.; Amireh, F.; Al-Rawashdeh, O.F. 2008. Metabolic profiles in goat does in late pregnancy with and without subclinical pregnancy toxemia. *American Society for Veterinary Clinical Pathology*. 37:(4).434–437.
- Bonilla, S. A. 2001. Protocolo de investigación influencia de la medroxiprogesterona sobre la anovulación de cabras prepúberes. 5as Jornadas de Investigación Universidad Autónoma de Zacatecas del 25 al 29 de Junio del 2001. Zacatecas. México.
- Borrás, M.M.; Arias, R.; Cordiviola C.A; Trigo M.S; Muro M.G; Arauz M. S. y Lacchini, R. 2013. Uso de indicadores metabólicos en la formulación de raciones para cabras estabuladas. *Veterinaria argentina*. 29:(297).1-6.



- Brem, J.J.; Ortíz, M.L.; Trulls, H.E.; Zach, A. y Brem, J.C. 2011. Perfil energético-nitrogenado en caprinos del nordeste argentino según estaciones en dos años con diferente régimen pluvial. *Rev. Vet.* 22:(2). 100-104.
- Bücher, B. D. D. 1998. Caracterización del balance metabólico energético y proteico en el período de ordeño de ovejás Latxa Cara Rubia a pastoreo. (Tesis de licenciatura) Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Zootecnia. Valdivia Chile.
- Cabiddu, A.; Branca, A.; Decandia, M.; Pesb, A.; Santuccic, P.M.; Masoerod, M. and Calamar, L. 1999. Relationship between body condition score, metabolic profile, milk yield and milk composition in goats browsing a Mediterranean shrubland. *Livestock Production Science* 61. 267–273.
- Caldeira, R. M.; Belo, A.T.; Santos, C.C.; Vazques, M.I. and Portugal, A.V. 2007. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research* 68.233–241.
- Calderón, L. M. G. 2012. Suplementación de glutamato, inicio de pubertad y metabolitos sanguíneos en cabras: proteína total y urea (Tesis de Maestría). Universidad de Córdoba. Máster en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada. Córdoba España.
- Cantú, R.E.; Colín, N.M.; Contreras, M. y García, J. 1989. Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las razas Saanen y Alpina. En: *Memorias de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Zacatecas. México.p.67.



- Castañeda, A. 2010. Importancia de los metabolitos como: glucosa, proteínas totales, triglicéridos, urea y creatinina en dos tratamientos t1: ovejas gestantes y t2: paridas. [En línea] <http://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/importancia-metabolitos-como-glucosa-t3047/p0.htm> Consultado: 31 de Agosto del 2014.
- Campos, R.; González, F.; Lacerda, L. y Coldebella, A. 2005. Perfil metabólico obtenido de pool de sueros o de muestras individuales. Archivos de Zootecnia. 54:(205): 113-116.
- Celi, P.; Di Trana, A.; and Claps, S. 2008. Effects of perinatal nutrition on lactational performance, metabolic and hormonal profiles of dairy goats and respective kids. Small Ruminant Research. 79:129–136.
- Church, D. C.; Pond, K. R. and Pond, R. K. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. (2ª Ed.). Ed. UTEHA WILLEY. México. D. F.
- Colin, S. O.; Jurjanz, S and Laurent, F. 1998. Nitrogen supply and fermentescible nitrogen deficit in total mixed ratio for dairy cows: Influence on milk yield and composition. Rencontre Recherche Ruminants 5: 222.
- Coppo, J. A. y Mussart, N. B. 2006. Bagazo de *Citrus* como suplemento invernal en vacas de descarte. Sitio Argentino de Producción Animal [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/78-bagazo\\_citrus.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/78-bagazo_citrus.pdf) [Consulta: 5 de Octubre, 2014].
- Correa, H. y Cuéllar, A. 2004. Aspectos clave del ciclo de la urea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Rev. Col. Cienc. Pec. 17:(1).29-38.



- Fabela, S. B. 2006. Manejo Integral en Caprinos Productores de Leche. (Servicio Profesional) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. México.
- Galina, C. y Valencia, J. 2010. Reproducción de animales domésticos. (3ª ed.). Ed. LIMUSA. México D.F. p.526-527.
- Gómez, G. A.; Pinos, R. J. M. y Aguirre, R. J. R. 2009. Manual de Producción Caprina.<http://www.cnsp.caprinos.org.mx/biblioteca/manuales/manualdeproduccioncaprinauaslp.pdf> [Consulta: 15 de Julio, 2014].
- Guerra, G. M. 2007. IGF-I y Actividad en la fase folicular tardía en cabras suplementadas con proteína no degradable en rumen en diferente condición corporal. (Tesis de Maestría). Instituto de enseñanza e Investigación en ciencias agrícolas. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Guerrero, C. M. M. 2010. La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. Revista universitaria digital de ciencias sociales RUDICS. 1(1):14.
- Gutiérrez, P. C.; Montes, A. M.; Fernández, P. J.; Bernal, L. J. y Bayón, A. 1990. Proteínas séricas y su fraccionamiento electroforético en los machos caprinos de la raza murciano-granadina. Anales de Veterinaria de Murcia.5.45-46.
- Hafez, E. S. E. y Hafez, B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. (7ª Ed.). Ed. Mc GRAW HILL. D.F., México. p.41-42.
- Hedge, A. D. H.; Colby, D. H. and Goodman, L. R. 1987. Clinical Endocrine Physiology. W.B. Saunders Company. Part III. Chapter 9.



Hernández, V. L.C.; Meza, H. C.A.; González, S. L.; Vicente, P. R.; González, B. A.; Veliz, D. F.G.; Mellado, B. M.; y Wurzinger, M. 2009. Suplementación exógena de Betacaroteno, inicio de la pubertad y niveles séricos de insulina en cabras peripuberales. *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*.8:215-221.

Hussain, Q.; Havrevoll, Q.; Eik, L. O. and Ropstad, E. 1996. Effects of energy intake on plasma glucose, non-esterified fatty acids and acetoacete concentration in pregnant goats. *Small Ruminant Research* 21:89-96.

INAFED. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México [en línea] Ver.2010 <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html> [Consulta: 6 marzo. 2014].

Kannan, G. J. L.; Terrill, T. H.; Kouakou, B.; Gazal, O.S.; Gelaye, S.; Amoah, E.A. and Samaké, S. 2000. Transportation of goats: Effects on physiological stress responses and live weight loss. *J. Anim. Sci.* 78:1450-1457.

Kouakou, B.; Gazal, O.S.; Terrill, T.H.; Kannan, G.; Gelaye, G. and Amoah, E.A. 2008. Digestibility, hormones and blood metabolites in dairy bucks subjected to underfeeding and refeeding. *Small Ruminant Research* 75:171–176.

López, A. A.; Márquez, Y. C.; Mendoza, C. A.; Ferraro, S. R. y 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. *Revista Veterinaria*. 19(1): 2-7.

Matheus, N. y Figueiredo, A. 2004. Peso corporal: su relación con la concentración sérica de proteínas, lípidos y glucose en cabras mestizas criollas. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. 2(9): 38-43.



- Mahmouda, S. and Azab, M. 2014. Regulation of glucose level during late pregnancy and onset of lactation in Egyptian female Baladi goats. *Small Ruminant Research*.121:320-324.
- Mazur, A.; Ozgo, M. and Rayssiguier, Y. 2009. Altered plasma triglyceride-rich lipoproteins and triglyceride secretion in feed-restricted pregnant ewes. *Veterinari Medicina*, 54: 412–418.
- Martínez, B. I. 2012. Efecto del acetato de melengestrol (MGA) sobre el perfil metabólico en vaquillas. (Tesis de maestría) Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. México.
- Martínez, M. D. 2006. ¿Qué significa triglicéridos y colesterol elevado? Vigilancia Epidemiológica. Médico Epidemiólogo de la Dirección de Información. DGE/Salud.[En línea]<[http://www.dgepi.salud.gob.mx/boletín/2006/sem50/pdf/e\\_dit5006.pdf](http://www.dgepi.salud.gob.mx/boletín/2006/sem50/pdf/e_dit5006.pdf)> Consulta: 30 de Junio de 2014.
- McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J. F. D. and Morgan, C.A. Nutrición animal. 1999. (5ª ed.). Ed. ACRIBIA. S. A. Zaragoza. España. p. 330-332.
- Mellado, M. 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9(1):47–63.
- Mendoza, V. E. 2014. Sincronización de la actividad ovárica y tasa de gestación en cabras púberes tratadas con acetato de melengestrol (MGA) en zonas rurales de México. (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. México.



- Navarrete, Q. S. 2010. Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en pequeños rumiantes (*Capra hircus* y *Ovis aries*) en 3 municipios del estado de Michoacán. (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. México.
- Noro, M.; Vargas, V.; Pulido, R. G. y Wittwer, F. 2006. Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 38(3):227-228.
- Orskov, E.R. 1997. Recent avances in protein and energy nutrition in ruminants and its practical implications. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17(3):191-195.
- Posada, S. L.; Noguera, R. R. and Bedoya, O. 2012. Perfil metabólico de cabras lactantes de la raza Saanen y Alpina. *Livestock Research for Rural Development* 24 (10):182-183.
- Razz, R. y Clavero, T. 2004. Niveles de urea, fósforo, glucosa e insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de *panicum maximum* y *leucaena leucocephala*. *Revista Científica, FCV-LUZ*.14 (4): 365 – 369.
- Remesy, C. and Demigne, C.1981. Les principaux aspects du metabolisme du glucose et des acides amines chez la vache Options Mediterraneennes. *laitie`re*. INRA. Paris. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix* 45:27–35.
- Ríos, C.; Paz, M. M.; Murasso, A. y Rudolph, W. 2001. Concentración de urea en la sangre y leche en cabras y su correlación en sistemas lecheros intensivos de la region metropolitana. *Avances en Ciencias Veterinarias* 16:52-57.



Ríos, C.; Marín, M.P.; Catafau, M. y Wittwer, F. 2006. Concentraciones sanguíneas de  $\beta$ -hidroxibutirato. NEFA, colesterol y urea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. Archivos de Medicina Veterinaria. 38(1):19-23.

Rowlands, G.J.1980. Metabolites in the blood of Beef and Dairy Cattle. Wid. Rev. Nutr. Diet. 35:172- 235.

SAGARPA.2012. Boletín de Prensa. México cuenta con el rebaño caprino más importante de América. [En línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/Paginas/2012B592.aspx> [Consulta: 1 Octubre. 2014].

Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP).Población ganadera de caprinos [en línea] <http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/Caprinos.pdf> [Consulta: 1 Octubre. 2014].

Silanikove, N. 2000. The Physiological basic of adaptation in goats to harsh enviroments. Small Rumin. 35:181-193.

Sinclair, L. P.; Garnsworthy, J.; Newbold, P. Buttery. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. J Agric Sci.120:251-263.

Sykes, A.R. and Field, A.C. 1973. Effects of dietary deficiencies of energy, protein and calcium on the pregnant ewe. J. Agric. Sci., Camb. 80:29-36.

Sotillo, J.; Montes, A.; Ceron, J.J.; Benedito, J. L. and Bruss, M.1994. Variation in serum lipids and minerals determined during different productive periods in fasted goats Am.VET. 9.10: 69-74.



- Tadich, N.; Wittwer, F. y Leal, C. 1989. Perfil metabólico de un rebaño de cabras criollas en el sur de Chile. *Monografías de Medicina Veterinaria*. 11(1):1-5.
- Topps J.H. y J.K. Thompson. 1984. *Blood characteristics and the nutrition of ruminants*. Her Majesty's Stationery Office. Londres.
- Trujillo, G. A. 1995. Introducción de Cabras Raza Boer para Producción de Carne en México. V - Congreso Nacional de Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootécnica. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F.
- Varas. M; Ricarte, R. A.; Chagra Dib. E. P. 2007. Concentraciones de metabolitos sanguíneos en cabras criollas con sistemas extensivos de producción en el SO de La Rioja, Argentina. *Sitio argentino de Producción Animal*. [En línea]:[http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_caprina/produccion\\_caprina/102-Varas\\_Metabolismosanguineo.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/102-Varas_Metabolismosanguineo.pdf) (Consultado 29 Septiembre de 2014).
- Vargas, S. P.J. 2009. Evaluación del perfil metabólico y condición corporal y su relación con el estado reproductivo de vacas en el trópico seco Michoacano. (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. México.
- 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. 34(12):2339-2343.
- Whitaker, D.A.; Goodger, W.J.; Garcia, M.; Perera, B.M.A.O. and Wittwer, F. 1999. Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine* 38:119-131.



Wittwer, F. 1997. Marcadores bioquímicos en el control de problemas metabólicos nutricionales en lecherías. En: Innovaciones en producción de leche. II Jornadas de Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria departamento de Ciencias Pecuarias. Universidad de Concepción. Chillan.

Zabaleta, J.; Pérez, M.L.; Riera, M.; Nieves, L. y Vila, V. 2010. Concentración de proteínas totales en el suero sanguíneo de cabras de la raza canaria en el parto e inicio de la lactancia. Rev. cient. (Maracaibo). 20(2):127–131.

Zabaleta, J.; Pérez, M.L.; Riera, M.; Nieves, L. y Vila V. 2012. Concentración de glucosa y triglicéridos en el suero sanguíneo de cabras de la raza canaria durante el período de transición. Revista Científica. 22(3):225-230.

Zapata, W. y Fajardo, H. 1992. Manual de química sanguínea veterinaria. [En línea]<http://www.monografias.com/trabajos/quimsangvet/quimsangvet.shtml> (Consultado 21 junio 2014).