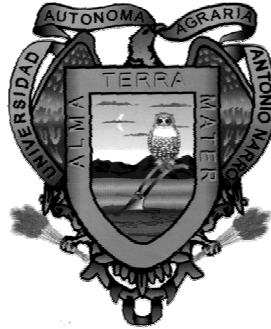


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
División Regional de Ciencia Animal**



**“OBTENCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE  
ENERGÍA Y PROTEÍNA EN CABRAS LECHERAS A  
TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE COMPUTACIÓN  
PARA CÁLCULO DE RACIONES EN GANADO  
CAPRINO”**

**POR:**

**WILBER HERNÁNDEZ MONTIEL**

**TESIS**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**División Regional de Ciencia Animal**

**TESIS**

**“OBTENCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE  
ENERGÍA Y PROTEÍNA EN CABRAS LECHERAS A  
TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE COMPUTACIÓN  
PARA CÁLCULO DE RACIONES EN GANADO  
CAPRINO”**

**APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

---

**M.C. JOSE LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**División Regional de Ciencia Animal**

**WILBER HERNÁNDEZ MONTIEL**

**TESIS**

**“OBTENCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE  
ENERGÍA Y PROTEÍNA EN CABRAS LECHERAS A  
TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE COMPUTACIÓN  
PARA CÁLCULO DE RACIONES EN GANADO  
CAPRINO”**

**ASESOR PRINCIPAL**

---

**DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**División Regional de Ciencia Animal**

**T E S I S**

**WILBER HERNÁNDEZ MONTIEL**

**“OBTENCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y  
PROTEÍNA EN CABRAS LECHERAS A TRAVÉS DE UN  
PROGRAMA DE COMPUTACIÓN PARA CÁLCULO DE  
RACIONES EN GANADO CAPRINO”**

**TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ  
PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESIDENTE: \_\_\_\_\_  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO**

**VOCAL: \_\_\_\_\_  
M.V.Z RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO**

**VOCAL: \_\_\_\_\_  
MC. JOSE FRANCISCO SANDOVAL ELIAS**

**VOCAL SUPLENTE: DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2007**

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios por haberme dado a vida, acompañarme siempre en mi camino.

A mi Alma Terra Mater: por haberme permitido estudiar en sus instalaciones y así desarrollarme en esta gran etapa de mi vida y poder ser mejor cada día.

A mi asesor de tesis el Dr. Jesús Enrique Cantú Brito por ayudarme a terminar la ultima etapa de mi carrera, que es la de titularme.

A mis padres: Carmen Hernández Lara y Julia Montiel Góngora quienes me han dado la vida y siempre me han apoyado en todos los momentos buenos o malos de mis estudios y gracias a ellos he logrado terminar con satisfacción mis estudios, por lo cual soy el hombre que soy.

## DEDICATORIAS

A mis padres:

A mi papa Carmen Hernández quien me ha enseñado a trabajar, el respeto a las demás personas, la honestidad y ante todo la responsabilidad; a mi mama Julia Montiel quien me ha enseñado a sonreír ante todo sea bueno o malo, a ser valiente y decidido para enfrentarme a los retos que me esperan.

A mis hermanos:

Esmeralda, a mi hermano y compadre Juan Isidro a su esposa Marina y por su puesto a mi querida sobrina Gabrielle, a mi hermanita Carmen gracias por apoyarme cada día de mi existir, pues son lo mas hermosos que tengo y son una parte muy importante en todo el desarrollo de mi vida.

A Deysi por apoyarme siempre y gracias por confiar en mi, a mis tíos Pedro y Néstor por que me ha apoyado con sinceridad dándome sus consejos que hasta el día de hoy me han servido y también me han regalado momentos agradables en mi vida.

Gracias a toda mi familia por apoyarme siempre...los quiero a todos.

A mis amigos: Tuky, Quetzal, Tóala, Lemus, Roger, Pedrito, Alejandro, Gerardo, Pat, Gustavo, Ricardo, Mario, Arturo, Blas y a todos aquellos que me han brindado su amistad asta el día de hoy.

## INDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
3.1. General.....	4
3.2. Específico.....	4
<b>IV. HIPOTÉISIS.....</b>	<b>5</b>
<b>V. REVICION DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
5.1. ANTECEDENTES.....	6
5.2. SITUACIÓN MUNDIAL.....	7
5.2.1. Producción de leche.....	9
5.3. INVENTARIO DE PRODUCCION CAPRINA A NIVEL MUNDIAL.....	13
5.4. INVENTARIO GANADERO Y SU PRODUCCIÓN EL LA REGION LAGUNERA.....	16

5.5. CARACTERÍSTICAS Y ALIMENTACIÓN DEL GANADO	
CAPRINO.....	18
5.6. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	21
5.6.1. Proteína.....	23
5.6.2. Agua.....	23
5.6.3. Energía.....	24
5.6.4. Fibra cruda.....	25
5.6.5. Minerales.....	26
5.6.6. Calcio.....	29
5.6.7. Fósforo.....	29
5.6.8. Vitaminas.....	29
5.6.9. Balanceo de raciones.....	31
5.6.10. Grasas.....	33
5.7. CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DE RACIONES.....	33
5.7.1. Instituto para la investigación de la cabra: E (Kika) de la Garza.....	33
5.7.2. Calculador de los nutrientes requeridos.....	34
5.7.3. Requerimientos nutricionales para cabras.....	35
<b>VI. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>39</b>
6.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	39
6.2. MATERIALES.....	39



6.3. METODOLOGÍA.....	40
6.3.1. Parámetros a evaluar.....	52
6.3.2. Análisis de los datos de salida.....	53
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
7.1. ENERGÍA METABOLIZABLE.....	55
7.1.1. Energía metabolizable para una cabra de 35 kg. de PV.....	55
7.1.2. Energía metabolizable para una cabra de 50 kg. de PV.....	58
7.1.3. Energía metabolizable para una cabra de 55 kg. de PV.....	61
7.2. PROTEÍNA METABOLIZABLE.....	64
7.2.1. Proteína metabolizable para una cabra de 35 kg. de PV.....	64
7.2.2. Proteína metabolizable para una cabra de 50 kg. de PV.....	68
7.2.3. Proteína metabolizable para una cabra de 55 kg. de PV.....	73
7.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON VALORES NRC.....	77
7.4. RESULTADOS DE VALORES PREDICHOS DE CONSUMO.....	78
7.4.1. Resultados de salida de los valores predichos de consumo....	78
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>83</b>

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
1 Población de rumiantes en distintas regiones del mundo.....	12
2 Principales países con mayor población caprina, años 1997- 2000.....	12
3 Inventario caprino en países desarrollados (PD) y en vías de desarrollo (PVD).....	12
4 Micro elementos Requeridos por el Ganado Caprino.....	28
5 Macro elementos requeridos por el ganado caprino.....	28
6 Requerimiento de vitamina “A” y “D” para animales adultos con distintos Pesos Corporales.....	31
7 Resultados de Salida obtenidos con el “requirement calculator” para el factor de Energía Metabolizable para una cabra de 35 Kg. con diferentes producciones de leche (De 1.5 a 4.5 Kg) y por cientos de grasa (3.5, 4.0 y 4.5 %)......	56
8 Resultados de Salida obtenidos con el “requirement calculator” para el factor de Energía Metabolizable para una cabra de 50 Kg. con diferentes producciones de leche (De 1.5 a 4.5 Kg) y porcentajes de grasa (3.5, 4.0 y 4.5 %)......	59
9 Resultados de Salida obtenidos con el “requirement calculator” para el factor de Energía Metabolizable para una cabra de 55 Kg. con diferentes producciones de leche (De 1.5 a 4.5 Kg) y	

	porcentajes de grasa (3.5, 4.0 y 4.5 %)	62
10	Resultados de salida del factor de proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, % requerido en la dieta y total para una cabra de 35 kg. de peso vivo y un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5)	65
11	Resultados de salida del factor de proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, % requerido en la dieta y total para una cabra de 50 kg. de peso vivo y un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5)	69
12	Resultados de salida del factor de proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, % requerido en la dieta y total para una cabra de 55 kg. de peso vivo y un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5)	74
12	Comparación de resultados del presente estudio (pesos vivos de 35, 50, 55 Kg.) con los datos del NRC (peso vivo de 35 Kg.)	78
13	Resultados de salida de los valores predichos de consumo en kilogramos y en porcentaje de peso vivo para cabras de 35, 50 y 55 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de	

porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5)..... 79

## INDICE DE FIGURAS

	pág.
1 Producción mundial de leche de cabra (en millones de toneladas, 2001 a 2004).....	9
2 Producción mundial de leche de cabra (en % del total según los países promedio, años 2002 al 2004).....	11
3 Poblacion caprina en México de 2000 a 2005 (SAGARPA, 2006).....	14
4 Producción láctea nacional total y por especie bovina y caprina para el año 2006.....	15
5 Producción láctea en la región lagunera total y por especie bovina y caprina para el año 2006 (SIAP, 2006).....	18
6 Figura que muestra la página principal de Langston University en el área de extensión e investigación, siendo el área de interés el instituto de investigación en cabras E (Kika) de la Garza.....	41
7 Figura que muestra los campos de investigación en cabras del instituto de investigación en cabras E (Kika) de la Garza.....	41
8 Página que muestra el calculador de requerimientos de nutrientes para cabras para energía y proteína metabolizable.....	42
9 Página que muestra la explicación sobre el desarrollo del modelo de predicción de requerimientos nutricionales en cabras.....	43
10 Figura que muestra los factores de energía, proteína	

	metabolizable y proteína cruda para distintos estados fisiológicos del ganado caprino.....	44
11	Cuadro que muestra los principales datos de entrada para calcular la EM.....	46
12	Figura que muestra la página de salida de los datos de requerimientos en la dieta de la energía metabolizable para mantenimiento, producción de leche, ganancia de peso, el consumo de materia seca de la dieta en porcentaje de peso vivo y en kilogramos, principalmente.....	47
13	Resultados arrojados por el programa en formato de impresión.....	48
14	Figura que muestra el nutriente proteína y la selección del número tres para la obtención de los requerimientos de la proteína metabolizable.....	49
15	Página que muestra la tabla de ingreso de datos para la obtención de PM en la cual se observan el peso vivo, ganancia de peso, y producción de leche, además de proporcionar un ejemplo para calcular la PM para una cabra de 50 kilogramos con una producción de leche de 3 kilogramos y una concentración de proteína en leche de 3 %.....	50
16	Figura que muestra los resultados obtenidos para PM.....	51
17	Resultados obtenidos por el programa en formato de impresión	

en el cual se observan los datos de entrada y salida de PM listos  
para utilizarlos..... 52

## RESUMEN

El presente trabajo, se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio narro” Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila México, durante los meses de febrero a noviembre del presente año. Se trabajó con un software desarrollado para cabras conocido como “Nutrient Calculator” en su versión técnica. Desarrollado en español por la Universidad de Langston en el centro de investigación “programa de nutrición animal” en el cual se tuvo que ingresar a la red de internet a la página de la Universidad de Langston, en el área de investigación de nutrición en cabras, el estudio se enfocó a estimar los requerimientos nutricionales de Energía Metabolizable (EM) y Proteína Metabolizable (PM) para mantenimiento y producción las cabras de acuerdo al nivel de producción láctea y distintos pesos. Para ingresar a este programa, se teclea la dirección de la Universidad de Langston exclusivamente en la extensión del área de investigación en nutrición en cabras: <http://www2.luresext.edu/>, se selecciona “Nutrients Calculator” y se da enter sobre “Technical Version Calculator”, en la cual se dan los lineamientos para el cálculo de los requerimientos nutricionales en cabras.

Las áreas utilizadas en el presente trabajo fueron: Energía: Requerimientos de Energía Metabolizable (EM) para cabras lactantes con distintos niveles de producción de leche por día (1.5-4.5 lt/día) y diferentes niveles de grasa en leche (3.5-4.5) y diferentes pesos (35, 50 y 55 Kg/pv).



Proteína: Requerimientos de Proteína Metabolizable (PM) para cabras lactantes con distintos niveles de producción de leche por día y diferentes niveles de grasa en leche.

Los resultados estimados para EM y PM se consideran bastante cercanos a las pruebas llevadas a cabo en jaulas metabólicas, en otros estudios y en los valores de la NRC, existiendo variaciones debidos a que en este trabajo no se consideraron los factores ambientales.

Los resultados obtenidos en promedio para PM para tres diferentes pesos (35, 50 y 55 Kg) muestran 129, 313 y 325 g/día respectivamente y para EM 7.71, 8.24 y 8.44 Mcal para cabras de 35, 50 y 55 Kg respectivamente.



## I. INTRODUCCIÓN

En el año 2006 en la Comarca Lagunera la producción de carne de caprino tuvo una producción de 3,859 ton con un ingreso de \$115 millones de pesos. En cuanto a la producción de leche se contó con un total de 463,730 cabras lecheras de las cuales 216 mil se encuentran en producción para la obtención de leche con una producción anual de 80.11 millones de litros al año que representan un valor de \$274 millones de pesos, datos que hacen de la caprinocultura una actividad muy importante, teniendo actualmente un gran auge en los sistemas intensivos (SAGARPA, 2007).

Para llegar a ser eficientes en el sistema de producción intensiva de leche se hace necesario contar con herramientas analíticas que apoyen la toma de decisiones de los productores ya que el sistema en si es complejo y requiere del conocimientos en las diversas áreas del conocimiento como la alimentación, reproducción, mejoramiento genético, manejo del hato, sanidad y administración.

Uno de los principales componentes dentro del programa de producción intensivo de leche de cabra lo representa la alimentación, la cual llega a representar entre un 70 y 80 % de los costos de producción. La alimentación del ganado caprino intensivo incluye la elaboración de raciones equilibradas en cuanto a nutrientes se refiere, incluyendo requerimientos de energía,

proteína, proteína metabolizable, energía neta para lactancia, vitaminas y minerales.

Uno de los problemas en el balanceo de raciones en cabras lo representa la disponibilidad y determinación de los requerimientos de proteína y energía, los cuales han sido desarrollados ampliamente para ganado bovino y ovino, así como ver la conveniencia de su aplicación en ganado caprino.

Dentro de los sistemas de producción intensivos de la región es probable que la energía sea el nutriente más importante y limitante de la producción, ya que una eficiente utilización de los nutrientes depende de un adecuado suministro de energía, dado que una deficiencia de esta retrasa el crecimiento, la pubertad y a su vez reduce la fertilidad disminuyendo la producción láctea.

Muchos factores pueden tener efectos sobre la meta del mejoramiento de la producción de leche y carne en ganado caprino, el software disponible al menos para el ganado bovino pueden contribuir a resolver los costos de la formulación y maximizar la producción de leche. Desafortunadamente algunos de los software no se han utilizado tan intensivamente como en bovinos, razón por la cual es necesario llevar a cabo estudios enfocados a implementar herramientas computacionales para el balanceo de raciones específicamente para ganado caprino.

## II. JUSTIFICACIÓN

Uno de los puntos principales para el desarrollo de la especie y de las relaciones de la cadena de producción ha sido la organización de los productores y ser más eficiente en el sistema de producción de leche intensiva.

Para lograr una producción de leche, de la cual se desprenden otros subproductos como dulces (donde destacan las cajetas) y quesos, en la cadena productiva se cuidan aspectos como: alimentación, el manejo, la higiene, el control de enfermedades de los animales, además de la capacitación e higiene del personal involucrado en el sistema de producción.

La nutrición es la base del sistema de producción y se hace necesario desarrollar raciones balanceadas y equilibradas al menor costo posible, sin embargo algunos de los requerimientos para cabras lactantes no están disponibles como en ganado bovino de leche, lo que hace necesario la utilización de modelos de predicción de dichos requerimientos que actualmente se han desarrollado y validado en instituciones de los Estados Unidos. Así tal es el caso del programa desarrollado por la Universidad de Langston en el centro de investigación para cabras conocido como “Nutrient Calculator” en su versión técnica.

Por todo lo anterior, el presente estudio se enfoca a estimar los requerimientos nutricionales de Energía Metabolizable (EM) y Proteína Metabolizable (PM) para mantenimiento y producción las cabras de acuerdo al nivel de producción láctea.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Estimar los requerimientos nutricionales de Energía Metabolizable (EM) y Proteína Metabolizable (PM) para mantenimiento y producción de cabras lecheras con diferentes pesos y producciones de leche, a través del modelo de predicciones “Estimador de Requerimiento Nutricionales en Cabras”.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- a) Obtener los requerimientos nutricionales de EM para mantenimiento en cabras lecheras.
- b) Obtener los requerimientos nutricionales de EM para producción de leche.
- c) Obtener los requerimientos de consumo de materia seca (MS) por día y en porcentajes de peso vivo (PV) para cabras en producción de leche.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Es factible estimar los requerimientos confiables de EM y PM para mantenimiento y producción de leche para cabras lecheras a través de programas computacionales como el programa de cálculo de requerimientos nutricionales para cabras de la Universidad de Langston, USA.

## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1. Antecedentes

Pocas especies de animales domésticos tienen buen potencial, a nivel regional como mundial, para mejorar la nutrición familiar y los ingresos de los pequeños productores, como las cabras y en particular las de razas lecheras.

Además de las ventajas asociadas a su tamaño al igual que las otras especies menores, como son precocidad y prolificidad relativa (comparada con rumiantes mayores), las cabras tienen varias ventajas adicionales que deben ser mencionadas:

- La adaptabilidad a variadas combinaciones de temperatura y humedad.
- La docilidad al manejo rutinario, especialmente en la ordeña, que las hace muy idóneas para el cuidado por niños, mujeres y ancianos.
- Los rendimientos de leche por lo general relativamente mayores que en las vacas. Por ejemplo, no es inusual el obtener rendimientos de leche de hasta 3 a 4 litros por cabra por día, con un promedio de 2 litros por lactancia, comparables a lo que producen las vacas criollas.
- La capacidad de metabolizar compuestos secundarios de las plantas, les permite consumir una amplia gama de follajes.
- La leche de alta digestibilidad y valor nutritivo.



## 5.2. Situación mundial

El caprino es un animal que se destaca por su rusticidad, precocidad, docilidad y adaptación al medio ambiente. De origen asiático, es una especie estrictamente productora de leche, aunque también constituye una especie productora de carne, cuero e incluso pelo. La población caprina en el mundo es de alrededor de 780 millones de cabezas, las que se concentran principalmente en países con altos índices de pobreza, siendo su principal destino el autoconsumo y la venta doméstica. China es el país con mayores existencias caprinas, con un total de 183 millones de cabezas. A este le siguen India (120 millones de cabezas), Pakistán (55 millones de cabezas), Sudán (42 millones de cabezas) y Bangladesh (35 millones de cabezas) (FAO, 2004).

En el mundo existían en el año 2002 un poco más de 693 millones de cabezas de caprinos, que producen 12,34 millones de toneladas métricas de leche. Las existencias han tendido a estabilizarse en los últimos años en torno a los 694 millones de cabezas, con una leve tendencia de crecimiento de la producción de leche de alrededor de 0,79% anual. Esta producción se destina mayoritariamente (en un 70%) a la elaboración de quesos y el resto a consumo directo y alimentación de cabritos (FIA, 2002).

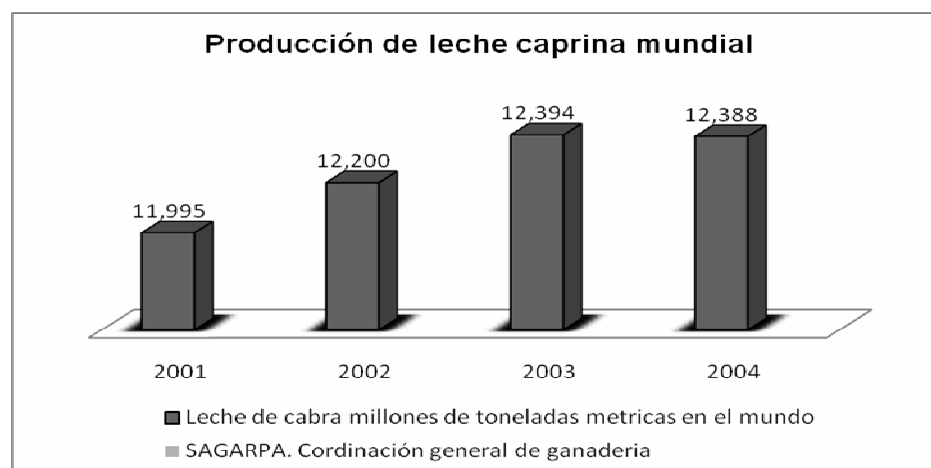
Asia es el continente con el mayor número de cabezas de caprinos (67% del total) y también con la mayor producción de leche (56,2%), e India

es el principal productor de esa región. Le sigue en importancia África, con un 25,2% y un 22,2% del total de cabezas y producción de leche. En estas últimas dos regiones, los rendimientos promedios son significativamente inferiores a los de Europa, donde con un número de cabezas que representa el 2,6% del total mundial se genera el 18,8%, del volumen total de leche caprina. Dentro de esa región, países como Francia y España muestran el mayor desarrollo en producción de quesos, tecnologías, calidad de productos y agregación de valor. América concentra 36,7 millones de cabezas (5,3% del total mundial) y produce 341.000 tm de leche (2,8% del total) (FIA, 2002).

Los principales productores de la región son Brasil y México, con aproximadamente 135.000 toneladas de leche cada uno. Otros países como Chile y Argentina representan valores significativamente menores. A nivel mundial, presentan un nivel creciente la producción y la demanda de los derivados lácteos caprinos (quesos, en particular), como resultado del aumento del consumo per cápita tanto en países desarrollados como en vías de serlo. Frente a esta tendencia, la producción de lácteos de origen caprino apunta hoy principalmente a asegurar que el consumo de lácteos caprinos es seguro y confiable, con el objeto de incrementar así el tamaño del mercado, incorporando a sectores que tradicionalmente no consumían este tipo de productos (FIA, 2002).

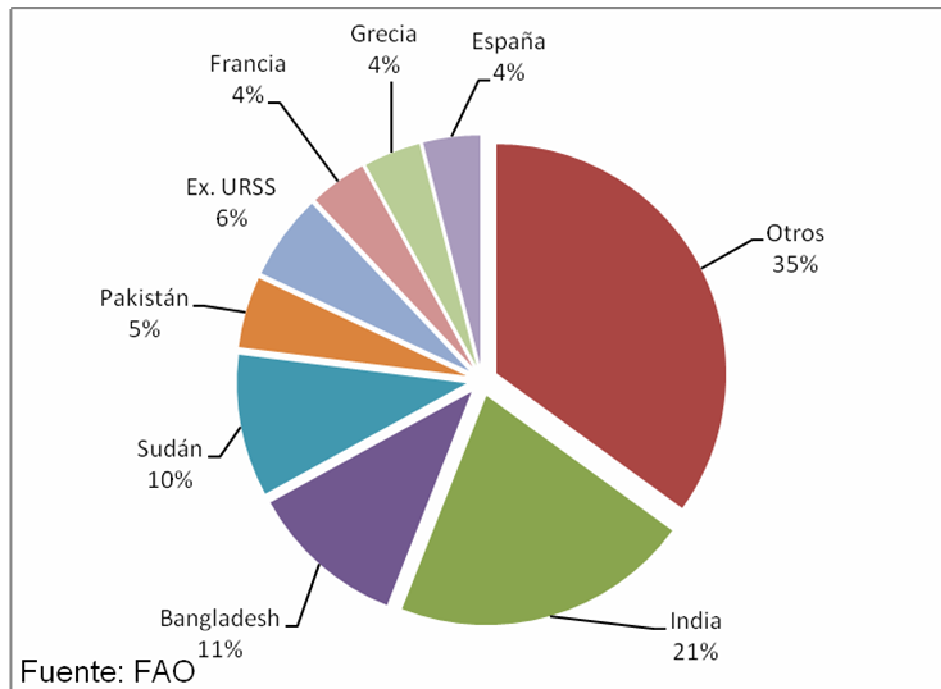
### 5.2.1. Producción de leche

La cabra está especialmente adaptada para la producción láctea, superando en esto a otros mamíferos, ya que puede producir hasta un 10% de su peso vivo (entre 400 y 1,500 litros por lactancia). La cantidad de grasa de la leche de cabra supera a la de la vaca, siendo su composición muy similar a la de la mujer, especialmente en el grado de emulsión y en el tamaño de los glóbulos grasos (más chicos que los de la vaca). Por esta razón esta grasa es rápidamente metabolizable, produciendo energía de forma inmediata. Por otro lado, se ha demostrado que la leche de cabra es baja el colesterol y favorece la absorción de grasa, proteínas, calcio y otros minerales de la dieta. Sin embargo, a pesar de sus excelentes propiedades, la leche de cabra sólo representa el 2% de la producción mundial de leche, con un total de 12,2 millones de toneladas para el año 2004. (Figura 1)



**Figura 1. Producción mundial de leche de cabra (en millones de toneladas, 2001 a 2004).**

El principal país productor mundial de leche de cabra es la India, con 2,6 millones de toneladas (22% de la producción mundial), seguido por Bangladesh con 1,4 millones de toneladas y Sudán con un total de 1,3 millones de toneladas (Figura 2). Se puede decir que la producción mundial de leche caprina se concentra, principalmente, en pocos países caracterizados por condiciones ambientales poco favorables para la explotación de otro tipo de rumiantes, es decir áreas tropicales o muy áridas. En estos países el destino fundamental de la leche es el consumo humano. Respecto a la Unión Europea, durante la última década el ganado caprino lechero se ha expandido en las zonas áridas y semiáridas del sur del continente. Francia, España y Grecia representan los principales productores de leche de cabra, con un total de 540 mil toneladas., 470 mil toneladas y 460 mil toneladas de leche, respectivamente. En éstos países el principal destino de la leche caprina es la elaboración de diferentes tipos de quesos, los que representan un producto muy demandado a nivel mundial (principalmente los de origen francés). (FAO, 2004).



**Figura 2. Producción mundial de leche de cabra (en % del total según los principales Países productores; años 2002 al 2004).**

En el cuadro 1 se puede observar la población de ovinos y caprinos en diferentes macro-regiones en comparación con otros animales rumiantes según estadísticas de la FAO en 1999. En se muestra que en Asia se localiza el mayor número de animales caprinos seguido de África. Sin embargo, el número de bovinos es mayor en los Estados Unidos con 480 millones de cabezas seguido de Asia con 460 millones. En cuanto a la distribución de ovinos se puede observar que la mayor densidad ocurre en Asia con 404 seguido de África y 115 millones de cabezas en los Estados Unidos (FAO, 1999).

**Cuadro 1. Población de rumiantes en distintas regiones del mundo (millones de cabezas; FAO, 1999).**

	<b>Bovinos</b>	<b>Búfalos</b>	<b>Ovejas</b>	<b>Cabras</b>
<b>Asia</b>	460	152	404	437
<b>África</b>	220	3.1	237	204
<b>USA</b>	480	1.5	115	40
<b>Europa</b>	150	0.2	159	18
<b>Oceanía</b>	36	0.06	165	1

En los cuadros (2 y 3) se muestran el número de cabras en el mundo y su distribución en los principales países con población caprina durante varios años. Así mismo el inventario caprino en países desarrollados y en vías de desarrollo.

**Cuadro 2. Principales países con mayor población caprina desde los años 1997, hasta el año 2002. (Millones de cabezas. FAO, 2002).**

<b>Países</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>
<b>China</b>	132.3	135.1	142.0	148.4	764.5
<b>India</b>	119.5	121.4	122.5	123.0	173
<b>Pakistán</b>	42.5	44.2	47.4	47.4	124.5

**Cuadro 3. Inventario caprino en países desarrollados (PD) y en vías de desarrollo (PVD) (Millones de cabezas; FAO, 2000).**

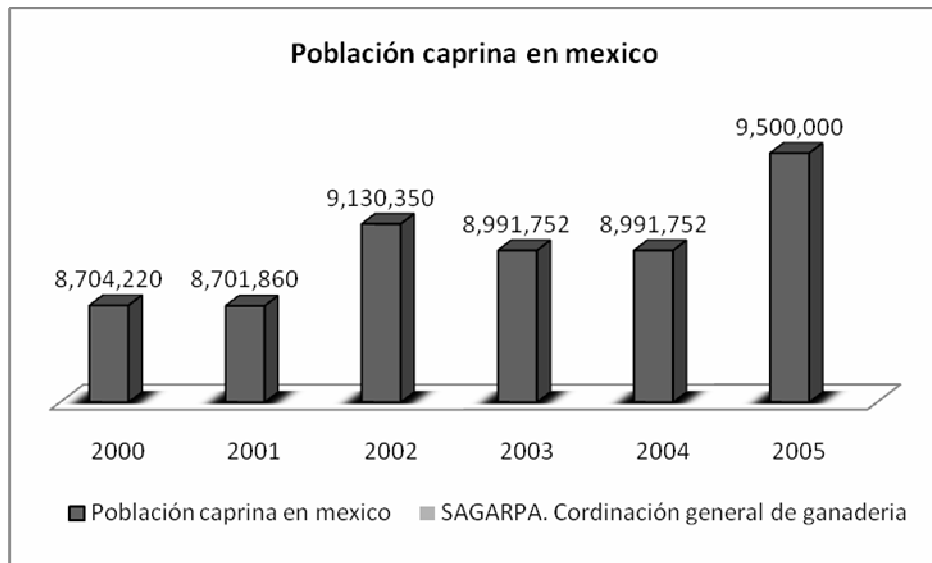
<b>Total mundial</b>	<b>676.7</b>	<b>696.0</b>	<b>708.8</b>	<b>715.3</b>
<b>PD</b>	<b>645.2</b>	<b>665.5</b>	<b>679.3</b>	<b>686.2</b>
<b>PVD</b>	<b>31.5</b>	<b>30.5</b>	<b>29.5</b>	<b>29.1</b>

Respecto al mejoramiento e incremento de la población y producción caprina a nivel mundial en los últimos años, varios factores han influido en la eficiencia de los sistemas de producción como son el mejoramiento de las técnicas de alimentación, junto con el constante incremento del potencial genético, el mejor control de la reproducción, la prevención de principales patologías asociadas con condiciones intensivas de producción, el mejoramiento del tipo de instalaciones y salas de ordeña modernas han hecho posible en el curso de los últimos años un incremento mayor del doble de los niveles de producción de leche y carne en sistemas de tipo intensivo, (Boyazoglu and Morand-Fehr, 2001).

Además se muestra un incremento paulatino anual a nivel mundial de población ganadera caprina, ya que en el año 2000 se tenía una población de 715.3 millones de cabezas y para los registros del año 2004 se contaba con 780 millones de cabezas, es decir hubo un crecimiento de 64.7 millones de cabezas de esta especie animal. (FAO, 2004).

### **5.3. Inventarios de producción caprina a nivel nacional**

México ocupa el primer lugar en América Latina en caprinocultura, con nueve millones 500 mil cabezas. La producción de carne en 2004 se estima fue de casi 47 mil toneladas, y la producción de leche en 155 millones de litros (SAGARPA, 2005).



**Figura 3. Poblacion caprina en México de 2000 a 2005 (SAGARPA, 2006)**

Al liderazgo de México en la cantidad de caprinos en América Latina le siguen Brasil, con nueve millones 87 mil cabezas; Argentina, con cuatro millones 200 mil cabezas, y Venezuela, con dos millones 950 mil cabezas.

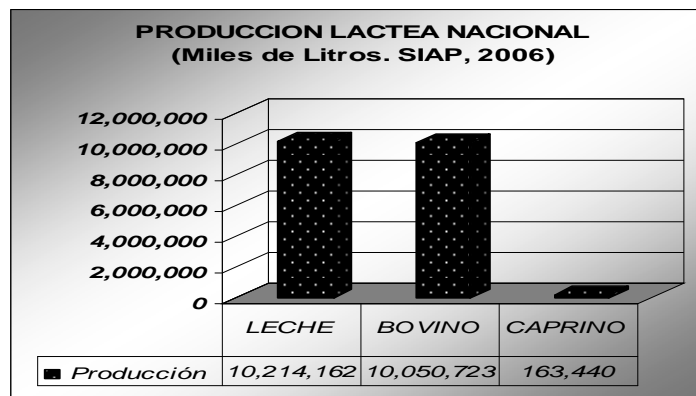
Esta actividad productiva ha venido tomando auge en nuestro país, y muestra de ello es que el pronóstico de producción de leche de esta especie fue superior en el 2004 en un tres por ciento. Los principales estados productores son Coahuila, Durango, Guanajuato, Chihuahua y Jalisco. La finalidad zootécnica depende bastante de la comercialización de los productos obtenidos. En las áreas cercanas a centros urbanos predomina la producción de leche y se comercializa tanto en forma fluida como transformada. En este sistema se acostumbra la venta del cabrito a los dos meses de edad. Por otro lado, mientras más alejadas están las



explotaciones de los centros de población, es sistema imperante es la venta de animales adultos, o bien, se explotan las cabras con la finalidad de utilizarlas para autoconsumo. En algunas otras regiones la comercialización de animales jóvenes es sistema establecido, por lo cual predomina la producción de carne. El 75% de los caprinos en el país se crían bajo un sistema extensivo en el cual los animales principalmente se explotan para la producción de carne y la obtención de leche es solo ocasional (para el autoconsumo). (SIAP, 2006).

En la figura 4, se observa que para el año 2006 la leche caprina representó el 2% de la producción láctea nacional con una cantidad de 163, 440 miles de litros. Gran parte de este volumen se destina a la industria manufacturera de dulces, quesos y otros productos. A pesar de este bajo porcentaje la producción láctea caprina ha conservando la tendencia creciente anual de la producción total de leche (SIAP, 2006)

**Figura 4. Producción láctea nacional total y por especie bovina y caprina para el año 2006 (SIAP, 2006).**



#### **5.4. Inventarios ganaderos y su producción en la región Lagunera**

La Comarca Lagunera se encuentra localizada en las zonas áridas del norte de México, perteneciente a los estados de Durango y Coahuila, es una región que se distingue por presentar características ecológicas y climatológicas muy peculiares entre las que se incluyen buena calidad de los suelos que le permiten establecer superficies considerables de producción de forrajes bajo condiciones de riego y fertilización. El clima que presenta es caluroso con baja precipitación lo que permite el desarrollo de una ganadería caprina bajo sistemas intensivos de producción.

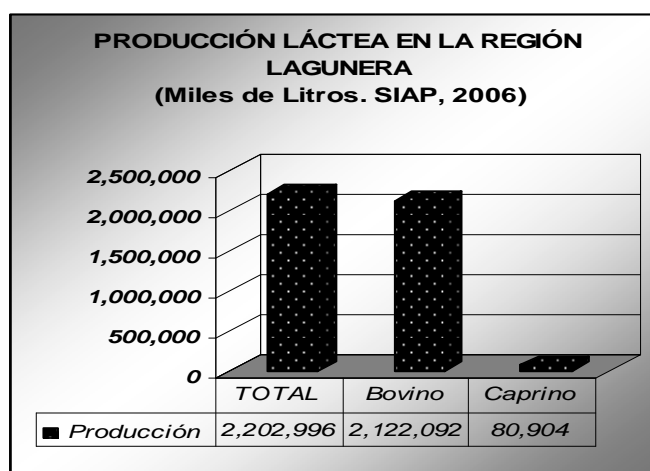
La producción de leche a nivel regional se ubica para el año 2006 con una producción de 80.904 millones de litros de leche, produciéndose 41.396 millones en la Comarca Lagunera de Coahuila y 39.508 millones en la de Durango. En lo que respecta a la carne en canal de ganado caprino, para el mismo año, se mostró una producción de 4,165 toneladas de carne en canal distribuyéndose 2,768 toneladas en la Comarca Lagunera de Coahuila y 1,397 toneladas en la de Durango (SIAP, 2006).

La producción de leche tuvo una tasa de crecimiento menor, sin embargo, sigue siendo positiva y ascendente en comparación a 2005. El aumento fue de 2.41 por ciento en la leche extraída de las cabras de la Comarca Lagunera. Las cifras pasaron de 78 millones 236 mil litros a 80 millones 119 mil litros durante 2005-2006, respectivamente.

La industria lechera caprina enfrentó un fuerte golpe en la producción 2005, ya que de tasas de crecimiento de 6.23 por ciento en 2006 disminuyendo a 2.41 por ciento. Sin embargo, el valor de la producción de leche caprina registró un aumento de 3.33 por ciento durante el año pasado. De ingresos por 265 millones 956 mil pesos en 2005, la cifra alcanzó los 274 millones 830 mil pesos en 2006.

La caprinocultura en la Comarca Lagunera, es una actividad común e importante en la población rural y para el año 2004 contó con un total de 457,475 cabezas explotadas, de las cuales las destinadas a la producción de leche, produjeron 77 millones 124 mil litros con un valor \$354,770.4 miles de pesos aproximadamente, en cuanto al 2006 la producción ascendió a 80 millones 904 mil litros de leche con un valor aproximado de \$404, 520 miles de pesos (figura 6). Con lo que se observó un incremento en la producción lechera debido a que en los últimos años se han incorporado a la producción regional un número considerable de cabras principalmente de las razas Saanen y Alpina francesa, animales genéticamente mejorados y que tienen la capacidad de producir leche bajo condiciones intensivas. (SIAP, 2006). En esta región la leche caprina representó el 4% de la producción láctea con 80 millones 904 mil litros, de la cual gran parte de ésta se destina a la industria manufacturera de dulces, quesos y otros productos, a pesar de el bajo porcentaje la producción se incrementó en 727 000 litros, con respecto el

año 2005, conservando con ello la tendencia creciente anual de la producción (SIAP, 2006).



**Figura 5. Producción láctea en la Región Lagunera por especie bovina y caprina para el año 2006 (SIAP, 2006).**

### **5.5. Características y alimentación del ganado caprino**

La producción de cabras se ha incrementado en el Sureste de los Estados Unidos debido principalmente al incremento de la demanda de carne de cabra y a los productos derivados de la leche particularmente en las áreas metropolitanas. Los sistemas de producción caprina en esta región de los Estados Unidos generalmente incluyen alimentación a base de ensilaje de maíz, concentrados y como suplementos el pastoreo de forrajes como parte de un complemento de la dieta en total confinamiento o estabulado (Terril et al., 1998).

Las características dietéticas de la ración de las cabras influyen directamente sobre la producción de leche, la condición corporal de las cabras lecheras, y así mismo en el crecimiento de las cabras primíparas. Debe de existir una consideración de nutrientes para las demandas de energía para el continuo crecimiento de las hembras y los efectos asociados sobre la partición de los nutrientes y el relativo incremento concerniente con las hembras de primer parto contra las hembras de más de dos años de edad (Goetsch et al., 2001).

La influencia de diferencias en la partición de los nutrientes entre cabras primíparas y múltiparas sobre las respuestas a las dietas varían en propiedades tales como los niveles de concentrado y la energía que no han sido estudiados con tanta profundidad (Goetsch et al., 2001).

Las cabras lactantes utilizan sus reservas corporales al inicio de la lactancia cuando el consumo de alimento no llena las demandas de nutrientes. Al inicio de la lactación, la energía proviene de las reservas corporales y es utilizada con mayor eficiencia para la producción de leche que la energía en el alimento (NRC, 1989). Debido al impacto en su habilidad para concebir tarde en la lactación, y su efecto sobre la próxima lactación las cabras lecheras deben ganar y acumular peso en el periodo seco. Sin embargo, efectos de diferencias en el periodo de tiempo durante el cual el cuerpo almacena y restaura su estado energético sobre el funcionamiento de

la siguiente lactación por las cabras lecheras son aun no son muy claras hasta hoy (Goetsch et al., 2001).

Muchos factores pueden tener mayor o menor efecto sobre el mejoramiento de la producción de leche y carne de cabras. Programas computacionales están disponibles al menos para vacas que tienen la capacidad de resolver formulaciones de bajo costo que maximizan u optimizan la producción de leche. En cualquier caso es importante enfocarse en la utilidad neta. La razón es que las leyes de disminución de utilidades parecen influir mucho en la producción animal y en especial la alimentación y su relación con la reproducción. Esto significa que por unidad adicional de costo, tal como la alimentación, existe un decrecimiento y disminución de los beneficios en utilidades en dólares por unidades de leche y carne. Esto también significa que la alimentación adicional deberá producir libras de leche y carne adicional hasta ciertos límites biológicos, pero mientras tanto pueden ya producir efectos negativos sobre el ingreso de dólares a partir de ciertos puntos (Haenlein, 1997).

Los nutricionistas las emplean para el cálculo de dietas completas. Se emplean para ello dos herramientas básicas, el cálculo manual y más recientemente el uso de programas especializados. De cualquier forma que se utilicen, presentan el inconveniente de que hay que estar interpolando entre los valores establecidos en la tabla, pues en ellas se presentan solamente determinados rangos. Además, las operaciones de cálculo

manual son tediosas y con frecuencia ocurren errores sistémicos. En cuanto al uso de un paquete computacional se debe eliminar toda posible introducción de errores. Por estas razones es necesario emplear un modelo simple de cálculo que permita establecer los requerimientos de las cabras (Elizondo, 2002).

Se ha comenzado el desarrollo de nuevos centros de investigación y fondos de apoyo para cabras. Así como seminarios nacionales e internacionales, simposios y conferencias, con voluminosas memorias, boletines de requerimientos de nutrientes de los Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia. La NRC (National Research Council), la USDA (United States Department of Agriculture), el manual de extensión de cabras, la revista internacional mensual de pequeños rumiantes, la inclusión en revistas, libros, videos y revistas comerciales, y los estándares de investigación en bovinos, los cuales ahora también tienen artículos sobre tópicos de cabras lecheras y productoras de carne (Haenlein, 1997).

## **5.6. Requerimientos nutricionales**

Los requerimientos nutricionales en ganado caprino no están tan establecidos como en ganado bovino de leche y en algunos caso sino es que en la mayoría de las veces se utilizan los requerimientos establecidos para ovinos. Sin embargo, existen actualmente a nivel mundial artículos científicos que tratan de precisar algunos de estos requerimientos como los de Sutton y

Alderman, (2000); Goetsch et al., (2001) ;Petersen, (1995); Haenlein, (1996); la AFRC (Agriculture and Food Research Council), (1998); el INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989 entre otros.

Un programa balanceado de alimentación para cabras debe contener forraje, heno, granos y plantas arbustivas y ramoneables. Al alimentar a las cabras se debe de tener en mente lo siguiente (Anónimo, S/F):

1. Una ración que es modificada cuando es necesario llenar los requerimientos de los animales durante diferentes estados del ciclo reproductivo es generalmente más económica.
2. La cantidad de alimento permitido deberá ser ajustado adecuadamente a los requerimientos del animal en cada estado del ciclo reproductivo, por lo que el alimento no será desperdiciado por proporcionar mayor alimento del que el animal puede convertir en productos como leche y carne.
3. Alimentos de valores nutritivos similares pueden ser intercambiados en la ración con el objeto de obtener cada nutriente esencial de la fuente más económicamente disponible.

Generalmente los nutrientes en la alimentación de ganado caprino están divididos en los siguientes grupos, siendo estos la proteína, energía, la fibra, los minerales, vitaminas, grasas y el agua.



### **5.6.1. Proteína**

La proteína es el único nutriente que contiene nitrógeno. La calidad de la proteína en términos del contenido de aminoácidos no ha tenido significancia en la nutrición de rumiantes excepto en niveles muy altos de producción de leche. Los microorganismos del rumen producen sus propias proteínas que contienen todos los aminoácidos necesarios que posteriormente son digeridos por el animal. Las hembras no lactantes requieren entre 0.64–3.45 g de proteína digestible/Kg de peso, los requerimientos de nitrógeno para mantenimiento son de 2.5 g/Kg<sup>W.75</sup>. El requerimiento de la proteína digestible (PD) para cabras lactantes es de 0.7 g/Kg<sup>W.75</sup> (Haenlein, 1995). La proteína metabolizable (PM) para mantenimiento es de 53 g PD/día, para producción de leche hasta 215 g PD/día y para cabras secas y gestación de cinco meses de 115 g/día (INRA, 1988).

### **5.6.2. Agua**

Una cabra adulta, tiene un 71-73% de líquido corporal. Para producir 1 kg. de leche tiene que consumir 1.28 Kg. de agua, no es posible tener o alcanzar altos niveles de producción sin ofrecer agua a libre acceso ya que cabras altas productoras pueden consumir desde 6 hasta 20 litros de agua/día. Cabras con agua constante y disponible han mostrado producir

más leche que aquellas con solo dos veces al día y sobre un 10% más que aquellas que tienen agua solo una vez al día (Anónimo, sin fecha).

### **5.6.3. Energía**

Las nuevas tecnologías de los sistemas de producción en ganado son ofrecidas para que los productores se envuelvan en el manejo de los rumiantes que pasan de sistemas intensivos a semi-intensivos y extensivos. Para acompañar esta meta se hace necesario un conocimiento profundo en varios aspectos del comportamiento y nutrición animal (Lachica y Aguilera, 2005). La disponibilidad de energía es el principal factor limitante en la producción animal para una utilización eficiente de recursos y para alcanzar niveles aceptables del funcionamiento animal compatible con la conservación de los recursos.

Los requerimientos de energía neta (EN) para el mantenimiento de una cabra adulta son de 77 kcal/Kg, y un máximo de energía metabolizable (EM) de 94.55 Mcal de EM/Kg, esto se aplica a cabras no lactantes con pesos que varían de 13.8 a 27.9 Kg. (Petersen, 1995).

Para la lactancia el requerimiento necesario de energía se incrementa a 250% para mantener la condición corporal. Esto es igual a consumir 4-5% del peso vivo de materia seca. Los suplementos pueden tener niveles de 0.8 a 1Kg de una mezcla de concentrado para 2.5 litros de leche por día (Petersen, 1995).

Para la preñez, el total de energía requerida en la cabra debe tener al menos una constancia de 6 semanas de la preñez con  $66.8 \text{ Mcal/Kg}^{W.75}$ , esto corresponde a un incremento aproximado del 150% comparado con la energía requerida para un animal no preñado (Petersen, 1995).

Para cabras en desarrollo la eficiencia de EM para mantener un buen estado de carne después del destete está estimado a  $78 \text{ Kcal. ME/Kg}^{W.75}$  /día, que realmente corresponde a cero de retención de energía (Petersen, 1995). Niver (2005) menciona que en un promedio de 10 referencias bibliográficas se estableció un valor de  $101.38 \text{ Mcal de EM/KgW}^{0.75}$  para cabras sin distinción de edad, estado de desarrollo, madurez o biotipo. En publicaciones más recientes Lou et al (2004) estimaron un requerimiento de EM de  $431 \text{ KJ/KgPV}^{W.75}$  lo que equivale a  $103.0 \text{ Kcal/Kg/PV}^{W.75}$ .

#### **5.6.4 Fibra cruda**

La fibra en la dieta contribuye significativamente al balanceo de requerimientos de nutrientes en cabras. La fibra dietética también juega un papel importante en la producción caprina a través de su influencia e interacción con el consumo y la digestión de los nutrientes (Lu et al., 2005). La regulación fisiológica del consumo es dominante en cabras alimentadas con dietas altas en concentrado, mientras que el llenado físico es el factor predominante en la regulación del consumo cuando las cabras fueron alimentadas con dietas altas de forraje. En cabras altas productoras de leche

el consumo de fibra en la dieta juega un papel importante para prevenir la disminución del porcentaje de grasa en leche (Lu et al., 2005). Parece ser que un 18-20 % de fibra detergente ácido (FDA) o 41 % de fibra detergente neutro (FDN) son niveles nutricionalmente adecuados para cabras altas productoras de leche. Para cabritas en crecimiento entre los 4 y 8 meses de edad se requiere de 23% de fibra detergente ácido.

#### **5.6.5. Minerales**

Muchos minerales son requeridos por las cabras. La mayoría son obtenidos de un forraje de buena calidad y de una mezcla regular de concentrado. Los mayores minerales conciernen al calcio, fósforo y sal. Los cuales son usualmente adicionados a la ración antes de la mezcla de granos o por la alimentación a libre acceso. Las cabras no consumen minerales a libre acceso de acuerdo a sus necesidades. Por lo tanto, es recomendado que los minerales sean forzados en la alimentación a través de mezclas con alimentos succulentos como el ensilaje o forrajes verdes de ser posible. La relación calcio-fósforo es importante y puede ser mantenida alrededor de 2:1. Estos minerales pueden estar a libre acceso, en dietas de cabras jóvenes y secas. Una mezcla buena es aquella que contiene partes iguales de sal y fosfato dicalcico, como se encuentra en una mezcla comercial.

Muchos minerales son requeridos por las cabras. Los minerales son activadores enzimáticos, son esenciales co-factores de reacciones

metabólicas, funcionan como acarreadores de proteínas, regulan la digestión, respiración, el balance de líquidos, reacciones musculares, transmisión nerviosa, resistencia ósea, balance del pH, regulación en el balance mental, protección de algunas enfermedades y son antagonistas o sinérgicos de otros elementos y juegan un rol vital en la resistencia, adaptación y evolución de nuevas crías y razas (Haenlein, 1996).

Los macro y micro minerales requeridos en nutrición caprina son 23. Los macro minerales son Calcio, Fósforo, Sodio, Cloro, Magnesio, Potasio, Sulfuro. Los micro-minerales son Hierro, Yodo, Cobre, Molibdeno, Zinc, Manganeso, Cobalto, Selenio, Flúor, Cromo, Estaño, Vanadium, Silicio, Níquel, Arsénico y Plomo (Petersen, 1995). Algunos de los micro-elementos que son requeridos por el ganado caprino en miligramos (mg.) por kilogramo de materia seca (Kg. /MS) se muestran en el cuadro 5.

Las cantidades o requerimientos de macro-elementos que son utilizados en ganado caprino se muestran en el cuadro 6, observando que se tienen valores para la manutención de las cabras, para producción de leche (g/Kg de leche), y para ganancia de peso en gramos por kilogramos de aumento de peso vivo.

**Cuadro 4. Micro elementos Requeridos por el Ganado Caprino. (en miligramo por kilogramo de Materia Seca(Mg/Kg de MS). (Haenlein, 1987; Kessler, 1991).**

<b>Micro Elementos</b>	<b>Mg/Kg de MS</b>
Hierro	30-40
Cobre	8-10
Cobalto	0.1-0.15
Yodo	0.4-0.6
Manganeso	30-40
Zinc	40-50
Selenio	0.1-0.2
Molibdeno	0.1

**Cuadro 5. Macro elementos Requeridos por el Ganado Caprino.**

<b>Macro Elementos</b>	<b>Mantención (% de Materia Seca)</b>	<b>Producción de Leche (Gr./ Kg. de leche)</b>	<b>Crecimiento (Gr./Kg. de Peso Vivo)</b>
Calcio	0.7	1.25	10.7
Fósforo	0.5	1.0	6.0
Magnesio	0.2	0.14	0.4
Potasio	0.5	2.1	2.4
Sodio	0.5-0.6	0.4	1.6
Azufre	0.16-0.32		

Fuente: (Haenlein, 1987; Kessler, 1991).

Algunos de los requerimientos de minerales necesarios para la nutrición de las cabras son los siguientes:

#### **5.6.6. Calcio**

Para machos de 7 meses que tienen una ganancia de 100 grs al día fueron determinados 380 mg. de calcio por kilogramo de peso vivo por día o 78.3 mg de calcio por kilogramo de peso metabólico/ peso vivo. (Haenlein, 1996).

#### **5.6.7. Fósforo**

En cabras primerizas y lactantes 3 gr. de fósforo por kg. MS en la ración por día, deficiencias de 2 gr. por kilo de MS por día reducen el crecimiento pre y posparto, disminución de la tasa de concepción, disminuye en el consumo de alimento, disminuye en el rendimiento en la producción de leche, sin afectar el contenido de grasa, mientras el contenido de proteína se incrementó. (Haenlein, 1996).

#### **5.6.8. Vitaminas**

Las vitaminas son requeridas por el organismo animal en pequeñas cantidades. Debido a que todas las vitaminas del complejo "B" y vitamina "K" son producidas en el rumen y la vitamina "C" es producida por los tejidos corporales, siendo las vitaminas A, D y E las de importancia en la nutrición animal de ganado caprino (Anónimo, sin fecha).

Petersen, (1995) menciona que básicamente no existen requerimientos específicos para las vitaminas hidrosolubles debido a que estas son sintetizadas por los microorganismos del rumen. En general las vitaminas liposolubles pueden ser almacenadas y así sus deficiencias no son observadas tan a menudo como la vitamina "E" la cual esta asociada con la enfermedad del músculo blanco en países como Nueva Zelanda.

Algunos requerimientos obtenidos para vitaminas son reportados por Goetsch et al. (2001) mencionan 2,200 UI (Unidades Internacionales) de vitamina "A", 1,200 UI de vitamina D3 y 2.2 UI de vitamina "E". Por otro lado se tiene información para animales adultos con diferentes pesos para vitamina A y D tal y como se muestra en el cuadro 7.

Las vitaminas son necesarias para el cuerpo en pequeñas cantidades. Desde todo el complejo B y la vitamina K son producidas en el rumen y la vitamina C es fabricada en los tejidos del cuerpo, las únicas vitaminas que conciernen a la nutrición en rumiantes son la vitamina A, D, y E. Durante los últimos de primavera, verano y principios de otoño los animales pueden obtener todos sus requerimientos de forrajes verdes y de la luz solar. En adición, estos pueden almacenar una buena fuente de estas vitaminas para utilizarlas en los meses de invierno. Sin embargo, es una buena idea agregar esas vitaminas en un rango de 6 millones de unidades de vitamina A y 3 millones de unidades de vitamina D por cada tonelada de concentrado,



durante los meses de invierno como una precaución adicional ya que estas no son muy caros.

**Cuadro 6. Requerimiento de vitamina “A” y “D” para animales adultos con distintos Pesos Corporales.**

Kilogramos de Peso	Mantenimiento de Animales Adultos	
	Vitamina “A” (UI)	Vitamina “D” (UI)
50	2100	429
60	2500	492
70	2800	552

#### **5.6.9. Balanceo de raciones**

Una de las formas para proporcionar los nutrientes requeridos a los animales en sus diferentes estados fisiológicos es a través del balanceo de raciones, por medio del cual se hace necesario contar con información sobre los animales como son los kilogramos de peso vivo y la producción de leche por día. Por otro lado es necesario contar con información sobre la calidad y aporte de nutrientes y costos de los diferentes ingredientes con que se cuentan además de poder balancear una ración económicamente costea-ble para el productor.

De acuerdo con Haenlein (1995), se requieren siete pasos o fases para realizar el cálculo del balanceo de una ración siendo estos los siguientes:

1. Determinar el peso vivo para calcular los requerimientos de energía, proteína, fibra, calcio y fósforo de las tablas disponibles.
2. Determinar la producción de leche y el contenido de grasa por día, además de un factor de corrección del 10% para el inicio de la lactancia para el cálculo de los requerimientos de producción de energía, proteína, fibra, calcio y fósforo de las tablas disponibles.
3. Agregar dos categorías de requerimientos para cada uno de los cinco nutrientes en base a materia seca.
4. Determinar la composición del alimento en heno (menos los rechazos) para los cinco nutrientes de las tablas o de los valores actuales obtenidos del análisis de laboratorio.
5. Determinar el consumo actual por día de heno de las cabras en cuestión y multiplicar esto con la composición de los nutrientes en base a materia seca.
6. Restar los resultados del paso cinco del total del paso tres, obteniendo nuestro déficit de nutrientes, el cual deberá ser proporcionado por un suplemento de grano en base a materia seca.
7. Determinar la composición y precio de varias alternativas comerciales o alimentos o suplementos producidos en la explotación, y multiplicarlo por el

nivel más probable para llenar el total del déficit de nutrientes, recordando que el cálculo de la ración y alimentos ofrecidos no podrán exceder del 3-5% del PV (peso vivo) del nivel normal de consumo diario de materia seca por las cabras. Si se encuentra que las cabras consumen menos del 3% de su peso vivo sobre la base de materia seca, estas estarán hambrientas o su ración de alimento no es lo suficientemente palatable o gustable para las cabras.

#### **5.6.10. Grasas**

Las grasas tienen una importancia menor en la ración de los rumiantes. Prácticamente todos los alimentos tienen pequeñas cantidades de grasa, y aumentar los niveles no es práctico. Un nivel de 1.5-2.5 por ciento en el concentrado es normal.

### **5.7. Características del programa utilizado para el cálculo de raciones.**

#### **5.7.1 Instituto para la Investigación de la Cabra: E (Kika) de la Garza**

En los estados unidos, la investigación sobre nutrición en cabras es dirigida por el “Instituto E (Kika) de la Garza para la investigación de la cabra” en la Universidad de Langston. La investigación principal es en la nutrición de la cabra lechera. El alcance de la investigación incluye las cabras de Angora, de carne y de cashemire. Los estudios de la nutrición están orientados principalmente hacia la determinación de los requerimientos nutricionales de las cabras con un énfasis especial en las cabras lecheras altas productoras. Los estudios científicos básicos se están manejando en los requerimientos de los aminoácidos de las cabras de

Angora para la producción de la fibra. La selección de los animales de estudios para la producción de cashemire se ha terminado. Los métodos para manipular la producción de la cashemire también se han investigado. Esta en curso la investigación del pastoreo que observa el uso de los pastos perennes de la época fría y los sistemas del forraje de poca disponibilidad para las cabras.

Las instalaciones en el instituto incluyen un establo lechero de 150 cabras, una lechería, edificios de laboratorio, oficina y un edificio de demostración de campo donde la evaluación del Macho cabrio de Angora en Oklahoma se lleva acabo cada año. Además existen instalaciones de laboratorios generales, hay algunos especiales para el análisis de leche, el análisis de la fibra y el análisis de isótopo estable. El laboratorio del análisis de leche también proporciona el análisis para el programa de mejora de hato lechero (DHI por sus siglas en ingles) en cabras. El laboratorio es el único de DHI que calibra los instrumentos con estándares para leche de cabra. El programa proporciona servicio a productores de leche de cabra por todo Estados Unidos. También se está conduciendo la investigación en el área de salud de las glándulas mamarias y de mastitis en cabras lecheras.

La investigación del instituto incorpora folletos, los cuales son distribuidos por el programa de extensión de la cabra. Los datos se resumen a menudo, o en artículos en un boletín de noticias trimestral. Además, los resultados de investigación se publican en los journal apropiados para la investigación de la cabra, incluyendo el Journal of Animal Science, Small Ruminant Research, Journal of Dairy Science, Canadian Journal of Animal Science, Sheep and Goat Research Journal and Animal Feed Science and Technology. (<http://www2.luresext.edu/goats/index.htm>)

### **5.7.2. Calculador de los Nutrientes Requeridos**

- Calculadora técnica de la versión.

Este programa es probablemente el más conveniente para las personas con un cierto conocimiento en nutrición de rumiantes y tiene valores razonablemente exactos para las entradas de datos, tales como peso corporal, cambio del peso corporal (ganancia de peso), producción y composición de la leche, crecimiento limpio de la fibra del mohair, composición de la dieta, etc. Es probablemente el más apropiado para los nutriólogos, los estudiantes graduados en nutrición de rumiantes, y el personal de la extensión que se especializa en la nutrición. Este programa arroja requerimientos energéticos en MegaJoules (Mj), requerimientos de la proteína en gramos, y predice el consumo de materia seca en kilogramos. Este programa se basa en las ecuaciones derivadas de la investigación realizada en el instituto para desarrollar expresiones de requerimientos nutricionales de las cabras publicadas en una edición especial de la revista Small Ruminant Research (2004, volumen 53, número 3) publicada por Elsevier Science. Varias calculadoras ancilares están también disponibles.

Existe actualmente un programa técnico de la versión traducida a varios idiomas como el árabe, chino, francés, y español ([http://www2.luresext.edu/goats/research/nutr\\_calc.htm](http://www2.luresext.edu/goats/research/nutr_calc.htm)).

### **5.7.3. Requerimientos Nutricionales para Cabras**

Las cabras proporcionan el alimento y la fibra a mucha gente del mundo, así como otras ventajas sociales y económicas. No obstante, existe mucho menos conocimiento sobre requerimientos nutricionales de las cabras que de bovinos y ovinos. Por lo tanto, se hace necesario la realización de más investigación sobre las necesidades nutricionales de las cabras, junto con el empleo creciente de las técnicas avanzadas, más sofisticadas, y más apropiadas para su estudio. La investigación en la cabra en muchos lugares alrededor del mundo se ha incrementado en los últimos años, por lo que es deseable compilar resultados existentes para el

utilizarlos en desarrollar tablas de requerimientos de nutrientes mas exactas y para diferentes pesos y niveles de producción. Para llevar a cabo lo anterior, una institución competitiva y con número de proyecto (proyecto número 98-38814-6241 del USDA) titulada “Nutrient Requirements of Goats: an Update and Reevaluation” fueron realizadas en 1998 por el instituto E (Kika) de la Garza American For Goat Research from United States Department of Agriculture 1890 Institution Capacity Building Grant Program. Los resultados de este proyecto están descritos en una edición especial de la revista Small Ruminant Research (2004, volumen 53, número 3) publicada por Elsevier Science. Estos métodos del cálculo están basados en este proyecto y publicación.

Existen diversas formas para determinar las expresiones de los requerimientos nutricionales en los animales. Algunas descritas en los reportes de este proyecto y usados en este programa de predicción, las cuales son pensadas lógicamente dada la información disponible. Haciendo un intento formal para desarrollar las expresiones (requerimientos) que serian útiles para los productores. Sin embargo, el estudio de la fisiología de las cabras como otros rumiantes no es tan simples y, asimismo, en algunos casos la mayoría de las tablas exactas de los requerimientos nutricionales pueden ser más complejas que lo deseado.

Las estimaciones de requerimientos alcanzadas en los estudios eran empíricas, sobre todo los requerimientos de la energía y de la proteína determinados por la regresión del consumo de la energía metabolizable o de la proteína, o una fracción repartida, contra la producción, tal como el cambio de peso corporal, producción de leche, y el desarrollo de fibra limpia. Por lo tanto, las expresiones de requerimientos particulares pueden necesariamente no tener importancia directa para la fisiología del mantenimiento o la producción (e.g., leche, carne, y fibra). Además, las expresiones, tomadas en el contexto de lo aceptado, fueron encontradas

capaces de describir respuestas a los cambios en alimento o fuente de energía.

Las estimaciones nutricionales sobre el peso corporal están en una base alimenticia fija, porque un método adecuado de ajuste para una base de peso corporal varía según varían las condiciones experimentales. Como se notó en algunos informes y basado en las condiciones para la mayoría de las observaciones en la base de datos, las estimaciones de los requerimientos de los nutrientes son pertinentes para animales en los planos de nutrición constante de mantenimiento, en un ambiente termoneutral y de confinamiento y sin ninguna carga significativa de los parásitos. Sin embargo, las formas de calcular los costos energéticos en pastoreo también fueron propuestas por Sahlu et al. (2004), NRC (2007), y una opción de cálculo para este método está disponible en este predictor.

Otros factores no considerados directamente en este proyecto que puede influenciar en los requerimientos nutricionales y en la ingesta de alimento es el estrés de la aclimatación, estrés calórico y de frío, y el previo plano alimenticio. Sahlu et al. (2004) presentó posibles formas de impactos con influencia de tales factores. A estos métodos para la aclimatación y el previo plano alimenticio están disponibles. Según lo descrito en el sitio de cálculos, se trata el plano previo alimenticio basado en el grado de condición corporal y el tiempo de cambio después de una sub o sobrealimentación. Los cálculos de los requerimientos energéticos incluyen estos coeficientes de adaptación opcionales.

Hay dos formas de cálculos disponibles para ayudar en la formulación de la dieta. Uno permite la determinación de la cantidad apropiada de suplemento concentrado necesario para conocer los requerimientos de la energía y proteína metabolizable para un forraje basal dado, así como identificar la concentración de EM en el suplemento necesitado para conocer

exactamente los requerimientos cuando la PM estaba más limitada, y viceversa. El otro es una simple aplicación de una hoja de cálculo para las mezclas de las raciones totales. Ambos están ligados a otros sitios para derivar estimaciones de requerimientos y consumo alimenticio.

Aunque correcciones y verificaciones de estos programas han ocurrido, debido al gran número de ecuaciones y de su interrelación entre sí, también son considerados desafíos en la programación para desarrollar un formato de uso fácil, puede todavía haber errores no deseados u otros medios potenciales para su mejora ([Gipson](#) y [Goetsch](#), 2004).

Estos cálculos están basados en uno o dos métodos utilizados para determinar los requerimientos de Energía para lactación como lo describió Nsahlai et al. (2003), los requerimientos de EM para mantenimiento que estos han utilizado son para cabras maduras:  $423 \text{ kJ/kg peso corporal}^{0.75}$  para cabras de carne e indígenas y  $501 \text{ kJ/kg de peso corporal}^{0.75}$  para cabras lecheras. Los requerimientos de EM para lactación son  $5224 \text{ kJ/kg de } 4\% \text{ de grasa corregida de la leche}$ , equivalente a una eficiencia de la utilización de EM para lactación de 0.589. El calculador está también ajustado para determinar los requerimientos con movilización de la energía de los tejidos para lactación y el aumento energético en estos, con la aceptación de  $23.9 \text{ MJ/kg de tejido}$  la eficiencia de la dieta EM utilizada para la ganancia de 0.84, y una eficiencia para emplear la movilización de la energía para la lactación de 0.75. Los requerimientos para mantenimiento incluyen un costo energético de sistema de crianza en confinamiento o estabulado para cabras maduras. Sin embargo para el uso de factor del pastoreo, los requerimientos de energía metabolizable para el mantenimiento pueden ser ajustados para un estimado costo energético en pastoreo.



## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Descripción del sitio de estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coah, dentro de la Comarca Lagunera (101°40' y 104°45' long. Oeste y 25°05' y 26°54' lat. Norte): esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, tiene una altitud de 1139 msnm y su temperatura media anual es de 18.6°C (Schmidt, 1989).

#### Duración del estudio

El trabajo tuvo una duración de 10 meses y se realizó desde el mes de febrero hasta el mes de Noviembre del año 2007.

### 6.2. Materiales

Para la realización del presente proyecto se requirió del apoyo del siguiente material:

1. Una computadora Pentium IV con 80 Gb. de disco duro con 256 Mb. de memoria RAM.
2. Impresora HP.
3. El Software utilizado fue el programa de Nutrición Animal diseñado por la Universidad de Langston, Oklahoma, USA para elaborar con los resultados

arrojados las tablas en Excel, en las cuales se pretende desarrollar el programa nutricional.

4. Se requirió de material y artículos de cómputo, cartuchos de tinta, papel, un dispositivo de almacenamiento masivo para guardar los avances a medida que se cumpla con el desarrollo del modelo

5. Red permanente de acceso a Internet.

### **6.3. Metodología**

Para la realización del presente trabajo se llevó a cabo la siguiente metodología:

1) El primer paso consiste en ingresar a la red de Internet se tecléa la dirección de la Universidad de Langston exclusivamente en la extensión del área de investigación nutricional en cabras: <http://www2.luresext.edu/>, esto mostrará en la pantalla la página principal (figura 6) del área de investigación y extensión de la universidad en la que se observan: El Programa de Agricultura, programa para el desarrollo del campo y el programa de interés para este trabajo la cabra del Instituto E (Kika) de la Garza.

2) Una vez que aparece la página Web anteriormente citada se da un enter dentro del título "E(Kika) de la Garza Institute for Goat Research y abrirá la siguiente página (figura 7):



Figura 6. Figura que muestra la página principal de Langston University en el área de extensión e investigación, siendo el área de interés el instituto de investigación en cabras E (Kika) de la Garza.



Figura 7. Figura que muestra los campos de investigación en cabras del instituto de investigación en cabras E (Kika) de la Garza cuyo sitio en línea es el siguiente: (<http://www2.luresext.edu/goats/index.htm>).

3) Una vez abierta dicha página, se da un enter en el icono de “Nutrient Calculator”, lo cual permite desplegar la página de interés del presente proyecto, la que se observa en la figura 8.



**Figura 8. Página que muestra el calculador de requerimientos de nutrientes para cabras para energía y proteína metabolizable.**

4) Una vez completado el paso número tres, se da un enter sobre “Technical Version Calculator”. Lo cual desplegará la siguiente pantalla (figura 9), en la cual se dan los lineamientos para el cálculo de los requerimientos nutricionales en cabras.

En esta página se ofrece una explicación sobre el desarrollo del modelo en computadora y de las fichas técnicas de los algoritmos utilizados para la generación de los datos sobre requerimientos nutricionales en cabras. Aquí

también se ofrece los journal en donde se han publicado los principales resultados de investigación y validación del programa de investigación en cabras de la universidad de Langston.



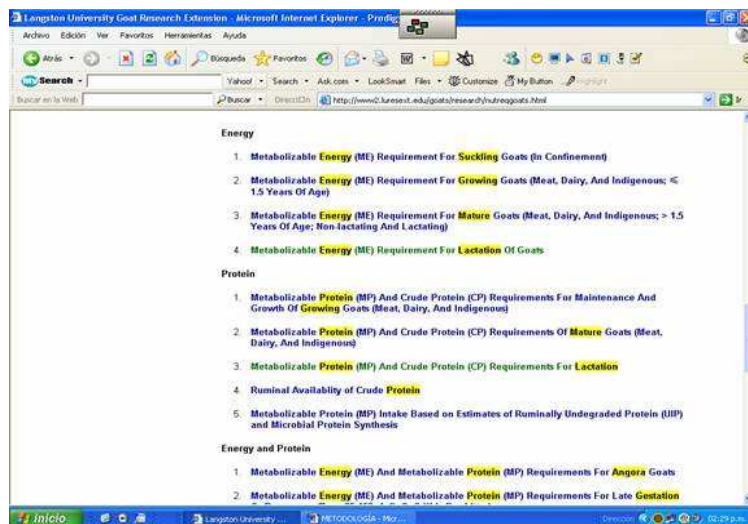
**Figura 9. Página que muestra la explicación sobre el desarrollo del modelo de predicción de requerimientos nutricionales en cabras.**

En la figura 10 se muestran los lineamientos para seleccionar los requerimientos de energía y proteína metabolizable y digestible para distintas edades, pesos, producción de leche y carne.

Las áreas de interés que fueron seleccionadas en el presente trabajo fueron las siguientes:

Energía: Requerimientos de Energía Metabolizable (EM) para cabras lactantes con distintos niveles de producción de leche por día y diferentes niveles de grasa en leche.

Proteína: Requerimientos de proteína metabolizable (PM) para cabras lactantes con distintos niveles de producción de leche por día y diferentes niveles de grasa en leche.

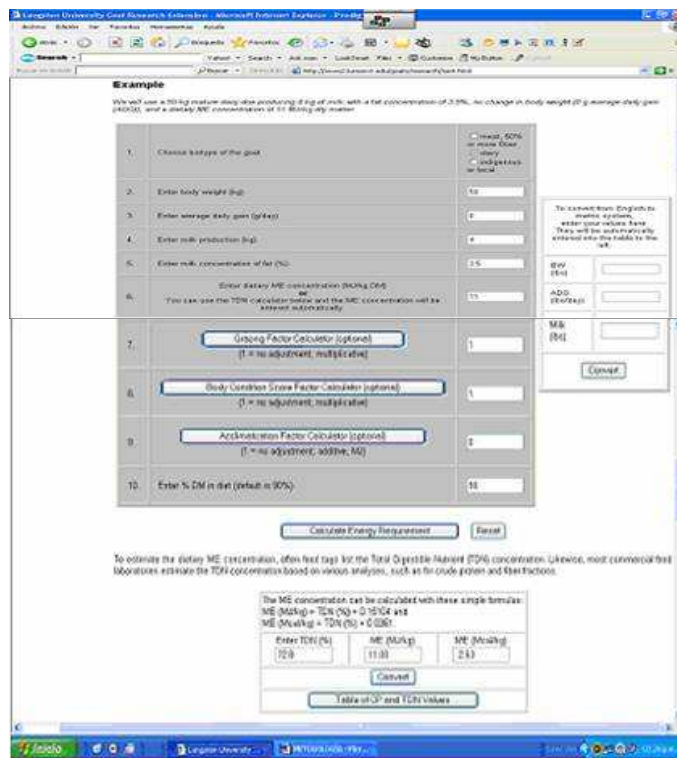


**Figura 10. Figura que muestra los factores de energía, proteína metabolizable y proteína cruda para distintos estados fisiológicos del ganado caprino.**

5) En este paso se selecciona en el rubro de energía el cálculo de energía metabolizable. Para ello se necesita localizar, en la página ya desplegada (figura anterior), el tema “Metabolizable Energy (ME) Requirement For Lactation of Goats”. Lo anterior permite mostrar la página en la cual aparece y se despliega el cuadro de cálculos del programa para este mismo factor. En la figura 11 se muestra el despliegue de la página inicial para el cálculo de energía metabolizable para cabras lactantes. En esta página se puede observar un ejemplo para una cabra de 50 Kg. de peso vivo con una

producción láctea de 4 kilogramos, una concentración de 3.5 % de grasa en la leche y una ganancia de peso vivo de 0 kg.

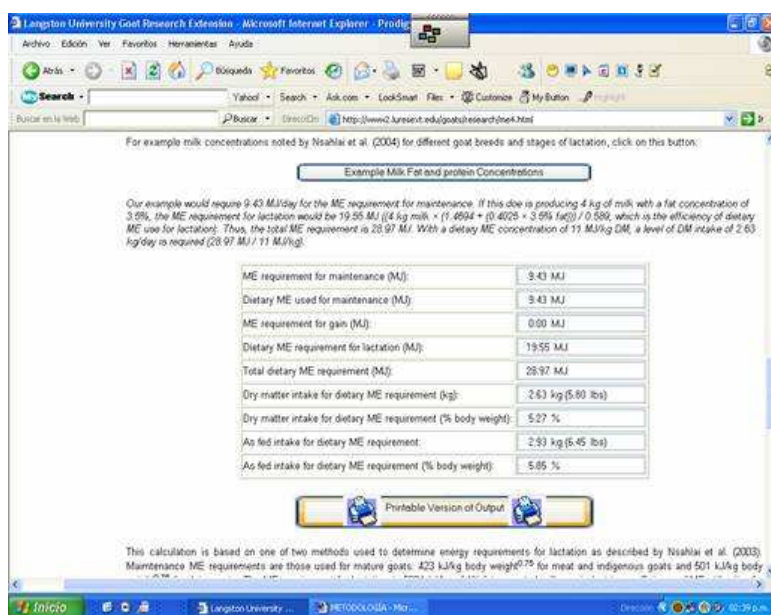
Dentro de este cuadro (de la figura 11) los datos requeridos para introducir son los siguientes: en el número uno se muestra el tipo de cabra a seleccionar, ya sea carne, leche o nativa, en el número dos es solicitado el peso corporal del animal, en kilogramos, posteriormente en el número tres esta la ganancia de peso diaria que se desea incrementar, en los números cuatro, cinco y seis se observan la cantidad de producción diaria de leche, la concentración de grasa en leche y la concentración de EM requerida en dieta, respectivamente. Para obtener este último (número seis), se puede utilizar el porcentaje de TND e insertarlo dentro de un convertidor, el cual arroja el equivalente del por ciento introducido en MJ para después insertar éste dentro del espacio correspondiente al paso seis. Otros datos requeridos son: factor de pastoreo, en el número siete; factor de condición corporal, en el número ocho; factor de aclimatación, en el número nueve y por último en el número diez es el por ciento de materia seca en la dieta.



**Figura 11. Cuadro que muestra los principales datos de entrada para calcular la EM.**

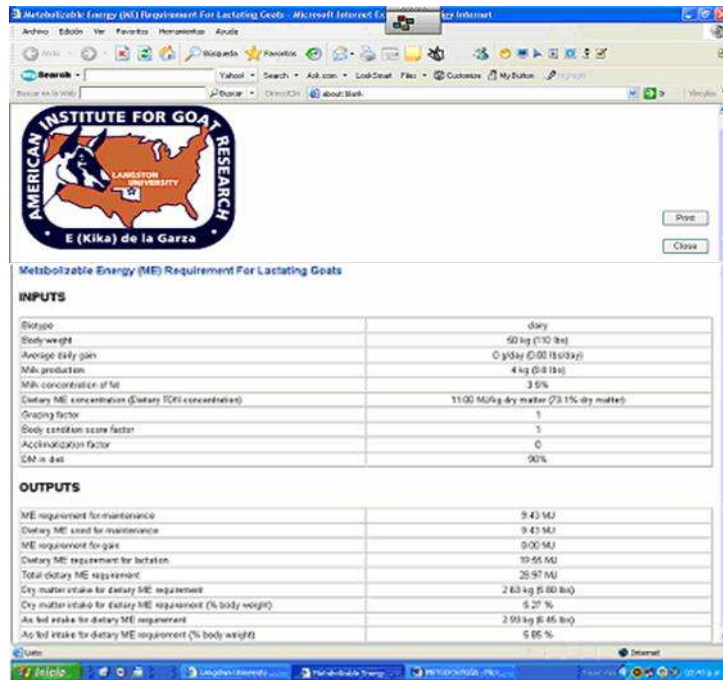
Se muestra enseguida el cuadro de la Energía Metabolizable ya calculada, que muestra la página de salida de los datos de requerimientos en la dieta de la energía metabolizable para mantenimiento, producción de leche, ganancia de peso, el consumo de materia seca de la dieta en por ciento de peso corporal y en kilogramos, principalmente. Tal como se muestra en la figura 11.





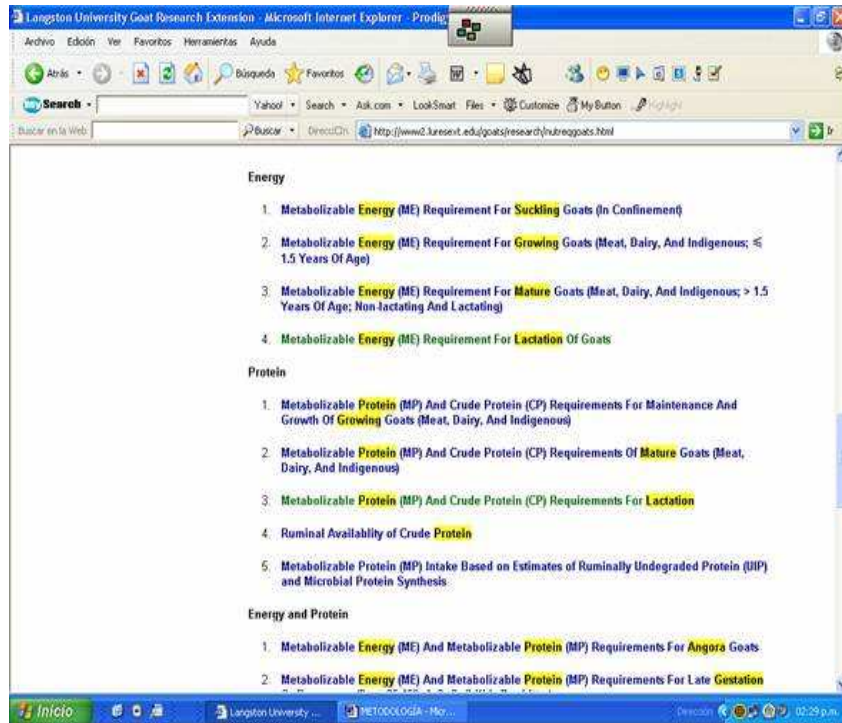
**Figura 12. Figura que muestra la página de salida de los datos de requerimientos en la dieta de la energía metabolizable para mantenimiento, producción de leche, ganancia de peso, el consumo de materia seca de la dieta en por ciento de Peso Vivo y en kilogramos, principalmente.**

6) Se da enter en la opción de versión de salida en formato de impresión: "Printable version of Output", mostrada en la parte inferior de la figura anterior para poder visualizar la pantalla siguiente. Tal y como se muestra en la figura 12.



**Figura 13. Resultados arrojados por el programa en formato de impresión.**

7) Después de haber obtenido los resultados de la EM fue necesario calcular el otro ingrediente de interés en el presente trabajo el cual fue PM, para ello se siguió el mismo procedimiento de esta metodología hasta llegar al paso número cuatro. Posteriormente en la hoja de la figura 10 se selecciona el tema “Protein” y se da un enter en el subtema “Metabolizable Protein (MP) And Crude Protein (CP) Requirements For Lactation”. Lo que mostrará la página (figura 15) en la que aparece el cuadro de cálculos del programa para este mismo factor, donde arroja la otra parte de los resultados de nuestro interés.



**Figura 14. Figura que muestra el nutriente proteína y la selección del número tres para la obtención de los requerimientos de la proteína metabolizable.**

8) Cuando se efectúa el paso 7 se despliega la página que se muestra en la figura 15, en la cual aparece el cuadro para llevar a cabo los cálculos de las PM para cabras lactantes con diferentes producciones de leche por día y porcentaje de grasa. Tal como se muestra en la siguiente imagen.

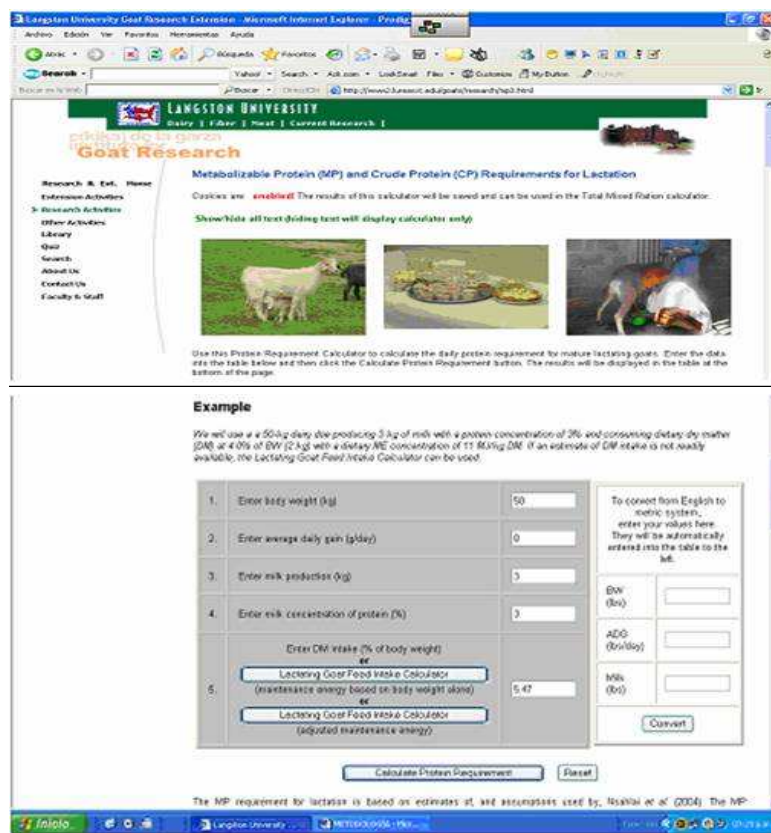
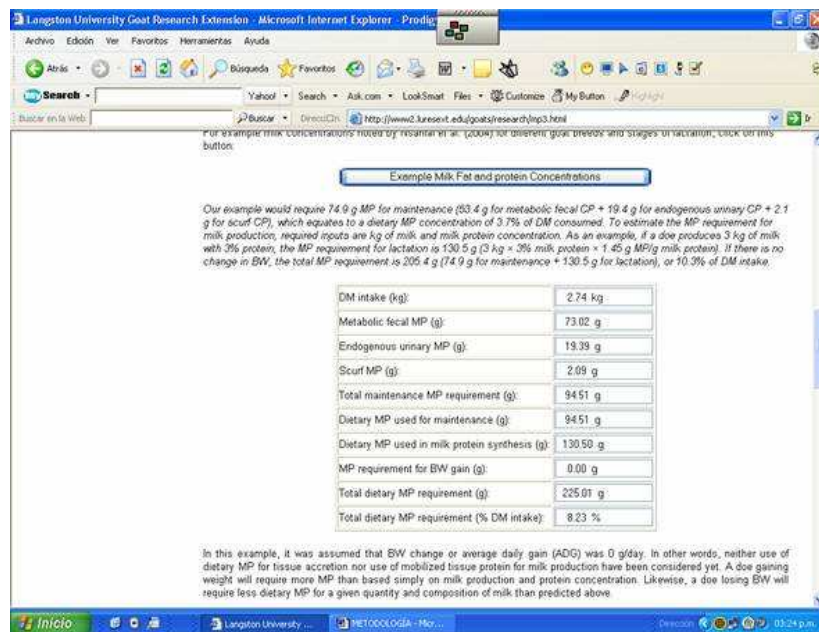


Figura 15. Página que muestra la tabla de ingreso de datos para la obtención de PM en la cual se observan el peso vivo, ganancia de peso, y producción de leche, además de proporcionar un ejemplo para calcular la PM para una cabra de 50 Kg. con una producción de leche de 3 kilogramos y una concentración de proteína en leche de 3 %.

Como se puede observar este cuadro tiene menos datos requeridos para hacer los cálculos en comparación al cuadro de entrada de la EM. Dentro de este cuadro los datos necesarios para introducir son los siguientes: en el número uno se muestra el peso vivo, en el número dos esta la ganancia de peso diaria, en el tres se muestra la producción de leche, así

como en los números cuatro y cinco observan la concentración de la proteína en leche y el consumo de materia seca en por ciento de peso vivo. Los datos de salida del programa se muestran en la figura 16.



**Figura 16. Figura que muestra los resultados obtenidos para PM.**

Como se puede observar algunos de los resultados arrojados son: consumo de materia seca, requerimientos de PM para mantenimiento, ganancia de peso vivo, lactación, por ciento requerida en dieta y total.

9) Se da enter en la opción de versión de salida en formato de impresión: "Printable version of Output", mostrada en la parte inferior del cuadro de la figura anterior para poder visualizar la pantalla siguiente (figura 17):

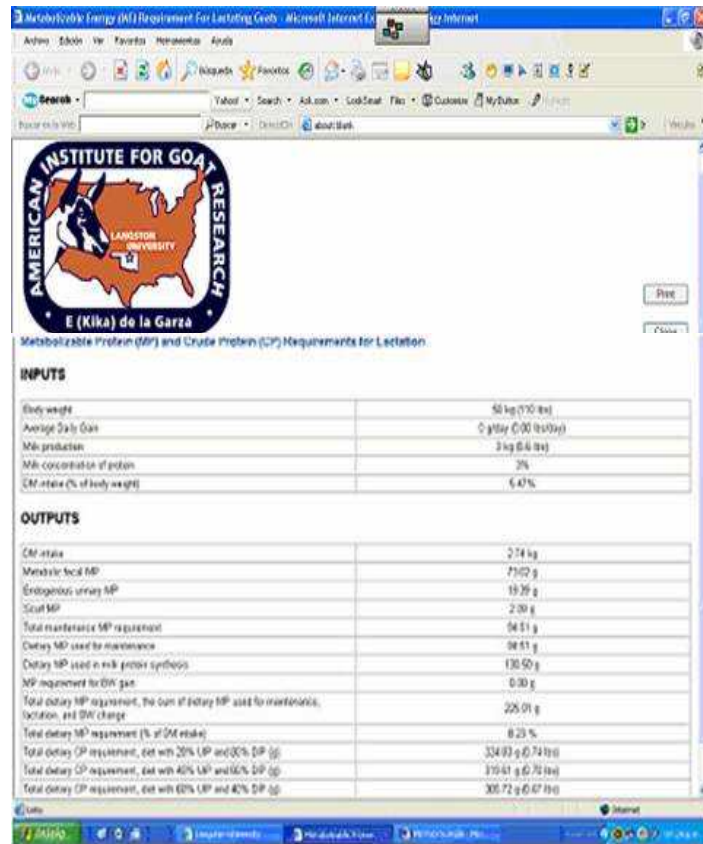


Figura 17. Resultados arrojados por el programa en formato de impresión en el cual se observan los datos de entrada y salida de PM listos para utilizarlos.

### 6.3.1. Parámetros a evaluar

A).- Predecir los requerimientos de EM para mantenimiento y lactación para cabras de 35, 50 y 55 Kg. de PV y para un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje en leche (3.5, 4.0 y 4.5) utilizando el "Goat Nutrient Requirements Calculator" de la

Universidad de Langston ([Langston University Goat Research Extension](#)) en el Centro de Investigación en Cabras.

B).- Estimar los requerimientos de Proteína Metabolizable (PM) para mantenimiento y lactación para una cabra de 35 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje en leche (3.5, 4.0 y 4.5), utilizando el Goat Nutrient Requirements Calculator de la Universidad de Langston ([Langston University Goat Research Extension](#)) en el Centro de Investigación en Cabras.

C).- Estimar el consumo en kilogramos por día y en % de PV para una cabra cuyo peso es de 35 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5), utilizando el Goat Nutrient Requirements Calculator de la Universidad de Langston ([Langston University Goat Research Extension](#)) en el Centro de Investigación en Cabras.

### **6.3.2. Análisis de los datos de salida**

Una vez obtenidos resultados de salida del programa para EM, se procedió a estratificar la información en cuadros para la presentación de los resultados de acuerdo al PV del animal, producción de leche, y porcentaje de grasa en leche (GL) para los requerimientos de mantenimiento y lactación.

Para los resultados obtenidos en PM, tanto para lactancia como para mantenimiento, se estructuró otro cuadro de acuerdo al PV, porcentaje de GL en leche, producción de leche (lts/día) y para la estimación del consumo de MS por día.



## **VII. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados obtenidos en las salidas del programa para estimar los requerimientos de energía y proteína se muestran en los cuadros del 7 al 14.

### **7.1. Energía metabolizable (EM)**

#### **7.1.1. Energía Metabolizable para una cabra de 35 Kg. de PV.**

Los resultados obtenidos para (EM) se muestran en el cuadro 7, en el cual se observa en las salidas para una cabra de 35 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

Se observa que en los resultados obtenidos no existió variación entre las distintas producciones de leche y distintos por cientos de grasa, encontrando el modelo de predicción una energía metabolizable de 7.55 Mj/Kg de MS y de 1.81 Mcal/Kg de MS. Esto debido a que se utilizó en forma constante para todas las raciones el 50 % del total de nutrientes digestibles (TND), el cual es solicitado al momento de ingresar los datos al programa.

Los resultados obtenidos en las salidas del modelo para energía metabolizable para mantenimiento y lactación, se muestran en el cuadro 7 en MJ para una cabra de 35 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

**Cuadro 7. Resultados de salida obtenidos con el “Requirement calculator” para el factor de Energía Metabolizable para una cabra de 35 Kg. con diferentes producciones de leche (De 1.5 a 4.5 Kg) y porcentajes de grasa (3.5, 4.0 y 4.5 %)**

Peso Vivo (kg)	Producción de Leche (kg)	Grasa en Leche (%)	Energía Metabolizable (EM)				Total Requerida (MJ)	Total Requerida (Mcal)
			MJ/kg MS	Mcal/kg	Mantenimiento (MJ)	Lactación (MJ)		
35	1.5	3.5	7.55	1.81	7.21	7.33	14.54	3.47
	2		7.55	1.81	7.21	9.77	16.99	4.05
	2.5		7.55	1.81	7.21	12.22	19.43	4.64
	3		7.55	1.81	7.21	14.66	21.87	5.22
	3.5		7.55	1.81	7.21	17.10	24.32	5.81
	4		7.55	1.81	7.21	19.55	26.76	6.39
	4.5		7.55	1.81	7.21	21.99	29.20	6.97
35	1.5	4	7.55	1.81	7.21	7.84	15.06	3.59
	2		7.55	1.81	7.21	10.46	17.67	4.22
	2.5		7.55	1.81	7.21	13.07	20.28	4.84
	3		7.55	1.81	7.21	15.68	22.90	5.47
	3.5		7.55	1.81	7.21	18.30	25.51	6.09
	4		7.55	1.81	7.21	20.91	28.13	6.72
	4.5		7.55	1.81	7.21	23.53	30.74	7.34
35	1.5	4.5	7.55	1.81	7.21	8.35	15.57	3.72
	2		7.55	1.81	7.21	11.14	18.35	4.38
	2.5		7.55	1.81	7.21	13.92	21.14	5.05
	3		7.55	1.81	7.21	16.71	23.92	5.71
	3.5		7.55	1.81	7.21	19.49	26.71	6.38
	4		7.55	1.81	7.21	22.28	29.49	7.04
	4.5		7.55	1.81	7.21	25.06	32.28	7.71

Los resultados estimados con el modelo para energía metabolizable para mantenimiento son similares con 7.21 MJ debido a que no se modifica el peso vivo de 35 Kg. Sin embargo, la energía metabolizable para lactación muestra incrementos a medida que la cabra aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de

grasa 7.33 MJ, mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos hasta 14.54 MJ y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa hasta 21.99 MJ, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa la energía metabolizable para lactación se incrementa en 0.51 MJ, obteniendo 7.84 MJ para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una EM para lactación de 15.68 y 23.53 MJ respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la energía metabolizable para lactación se incrementa en 0.51 MJ, obteniendo 8.35 MJ para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una EM par lactación de 16.71 y 25.06 MJ respectivamente.

Los resultados obtenidos para la EM requerida total se puede observar que a medida que se incrementa la producción de leche se incrementa la EM total la cual es obtenida de la suma de la EM para mantenimiento y EM para lactación.

Los resultados estimados con el modelo se muestran en la última columna del cuadro 7 en Megacalorias (Mcal), se observa con un animal de

35 kg y una producción, de leche de 1.5 con 3.5 % de grasa un requerimiento estimado de 3.47, mientras que la NRC proporciona un valor de 4.49 para cabras con ese mismo peso y con 2 kg de leche por día. A medida que se incrementa el % de grasa se incrementa en 0.12 Mcal de 3.5 a 4 % de grasa y cuando se incrementa la producción de leche en 500 mililitros se incrementan de 0.55 a 0.67 Mcal.

#### **7.1.2. Energía metabolizable para una cabra de 50 Kg. de PV.**

Para estos resultados obtenidos no existió variación entre las distintas producciones de leche y distintos porcentos de grasa, encontrando el modelo de predicción una energía metabolizable de 7.55 Mj/Kg de MS y de 1.81 Mcal/Kg de MS. Esto se debió a que se utilizó en forma constante para todas las raciones el 50 % del total de nutrientes digestibles (TND), el cual es solicitado al momento de ingresar los datos al programa.

Los resultados obtenidos en las salidas del modelo para energía metabolizable para mantenimiento y lactación, se muestran en el cuadro 8 en MJ para una cabra de 50 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

**Cuadro 8. Resultados de salida obtenidos con el “requirement calculator” para el factor de Energía Metabolizable para una cabra de 50 Kg. con diferentes producciones de leche (De 1.5 a 4.5 Kg) y porcentajes de grasa (3.5, 4.0 y 4.5 %)**

Peso Vivo (kg)	Producción De Leche (kg)	Grasa en Leche (%)	Energía Metabolizable (EM)				Total Requerida (MJ)	Total Requerida (Mcal)
			MJ/kg MS	Mcal/Kg	Mantenimiento (MJ)	Lactación (MJ)		
50	1.5	3.5	7.55	1.81	9.43	7.33	16.76	4.00
	2		7.55	1.81	9.43	9.77	19.20	4.58
	2.5		7.55	1.81	9.43	12.22	21.64	5.17
	3		7.55	1.81	9.43	14.66	24.09	5.75
	3.5		7.55	1.81	9.43	17.10	26.53	6.34
	4		7.55	1.81	9.43	19.55	28.97	6.92
	4.5		7.55	1.81	9.43	21.99	31.42	7.50
50	1.5	4	7.55	1.81	9.43	7.84	17.27	4.12
	2		7.55	1.81	9.43	10.46	19.88	4.75
	2.5		7.55	1.81	9.43	13.07	22.50	5.37
	3		7.55	1.81	9.43	15.68	25.11	6.00
	3.5		7.55	1.81	9.43	18.30	27.72	6.62
	4		7.55	1.81	9.43	20.91	30.34	7.27
	4.5		7.55	1.81	9.43	23.53	32.95	7.87
50	1.5	4.5	7.55	1.81	9.43	8.35	17.78	4.24
	2		7.55	1.81	9.43	11.14	20.57	4.91
	2.5		7.55	1.81	9.43	13.92	23.35	5.58
	3		7.55	1.81	9.43	16.71	26.14	6.24
	3.5		7.55	1.81	9.43	19.49	28.92	6.91
	4		7.55	1.81	9.43	22.28	31.71	7.57
	4.5		7.55	1.81	9.43	25.06	34.49	8.24

Los resultados estimados con el modelo para energía metabolizable para mantenimiento para cabras con 50 kg. PV son similares con 9.43 MJ debido a que el peso vivo de 50 Kg. se mantiene constante, sin embargo la energía metabolizable para lactación si muestra incrementos a medida que la cabra incrementa su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día,

obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 7.33 MJ, y con el doble de producción se incrementa hasta 14.66 MJ y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa hasta 21.99 MJ, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa la energía metabolizable para lactación se incrementa en 0.51 MJ, obteniendo 7.84 MJ para una cabra de 50 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una EM par lactación de 15.68 y 23.53 MJ respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 (4.5) el por ciento de grasa en leche, la energía metabolizable para lactación se incrementa en 0.51 MJ, obteniendo 8.35 MJ para una cabra de 50 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una EM par lactación de 16.71 y 25.06 MJ respectivamente.

Los resultados para la EM requerida total se puede observar que a medida que se incrementa la producción de leche se incrementa la EM total la cual es obtenida de la suma de la EM para mantenimiento y EM para lactación.

Los resultados estimados con el modelo para una cabra de 50 Kg, se muestran en la última columna del cuadro 8 en Megacalorías (Mcal), se

observa una producción, de leche de 1.5 con 3.5 % de grasa un requerimiento estimado de 4.00, mientras que la NRC proporciona un valor de 7.25 para cabras con ese mismo peso y con 2 Kg de leche por día. A medida que se incrementa el % de grasa se incrementa en 0.12 Mcal de 3.5 a 4 % de grasa y cuando se incrementa la producción de leche en 500 mililitros se incrementan de 0.58 a 0.67 Mcal.

### **7.1.3. Energía Metabolizable para una cabra de 55 Kg. de PV.**

En este caso, los resultados obtenidos no existió variación entre las distintas producciones de leche y distintos por cientos de grasa, encontrando el modelo de predicción una energía metabolizable de 7.55 Mj/Kg de MS y de 1.81 Mcal/Kg de MS. Esto se debió a que se utilizó en forma constante para todas las raciones el 50 % del total de nutrientes digestibles (TND), el cual es solicitado al momento de ingresar los datos al programa.

Los resultados para energía metabolizable para mantenimiento y lactación, se muestran en el cuadro 9 en MJ para una cabra de 55 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

**Cuadro 9. Resultados de salida obtenidos con el “requirement calculator” para el factor de Energía Metabolizable para una cabra de 55 Kg. con diferentes producciones de leche (De 1.5 a 4.5 Kg) y porcentajes de grasa (3.5, 4.0 y 4.5 %).**

Peso Vivo (Kg)	Producción de Leche (Kg)	Grasa en Leche (%)	Energía Metabolizable (EM)				Total Requerida (MJ)	Total Requerida (Mcal)
			MJ/kg MS	Mcal/Kg	Mantenimiento (MJ)	Lactación (MJ)		
55	1.5	3.5	7.55	1.81	10.12	7.33	17.45	4.17
	2		7.55	1.81	10.12	9.77	19.90	4.75
	2.5		7.55	1.81	10.12	12.22	22.34	5.33
	3		7.55	1.81	10.12	14.66	24.78	5.92
	3.5		7.55	1.81	10.12	17.10	27.23	6.50
	4		7.55	1.81	10.12	19.55	29.67	7.09
	4.5		7.55	1.81	10.12	21.99	32.11	7.67
55	1.5	4	7.55	1.81	10.12	7.84	17.97	4.17
	2		7.55	1.81	10.12	10.46	20.58	4.91
	2.5		7.55	1.81	10.12	13.07	23.19	5.54
	3		7.55	1.81	10.12	15.68	25.81	6.16
	3.5		7.55	1.81	10.12	18.30	28.42	6.79
	4		7.55	1.81	10.12	20.91	31.04	7.41
	4.5		7.55	1.81	10.12	23.53	33.65	8.04
55	1.5	4.5	7.55	1.81	10.12	8.35	18.48	4.41
	2		7.55	1.81	10.12	11.14	21.26	5.08
	2.5		7.55	1.81	10.12	13.92	24.05	5.74
	3		7.55	1.81	10.12	16.71	26.83	6.41
	3.5		7.55	1.81	10.12	19.49	29.62	7.07
	4		7.55	1.81	10.12	22.28	32.40	7.74
	4.5		7.55	1.81	10.12	25.06	35.19	8.41

Los resultados para energía metabolizable para mantenimiento para cabras con 55 Kg. de PV son similares con 10.12 MJ debido a que no se modifica el peso vivo de 55 Kg., sin embargo la energía metabolizable para lactación si muestra aumentos a medida que la cabra incrementa su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de



leche y 3.5% de grasa 7.33 MJ, mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos hasta 17.45 MJ y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa hasta 21.99 MJ, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se aumenta en 0.5 el por ciento de grasa la energía metabolizable para lactación se incrementa en 0.51 MJ, obteniendo 7.84 MJ para una cabra de 55 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una EM para lactación de 15.68 y 23.53 MJ respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la energía metabolizable para lactación se incrementa en 0.51 MJ, obteniendo 8.35 MJ para una cabra de 55 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una EM par lactación de 16.71 y 25.06 MJ respectivamente.

Los resultados estimados con el modelo se muestran en la última columna del cuadro 9 en Megacalorias (Mcal), se observa con un animal de 55 Kg y una producción, de leche de 1.5 con 3.5 % de grasa un requerimiento estimado de 4.17. A medida que se incrementa el % de grasa se incrementa en 0.12 Mcal de 3.5 a 4 % de grasa y cuando se incrementa la producción de leche en 500 mililitros se incrementan de 0.58 a 0.67 Mcal.

## **7.2. Proteína metabolizable**

### **7.2.1. Proteína metabolizable para una cabra de 35 Kg. de PV**

Los resultados obtenidos para proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, y total se muestran en los cuadros 10, 11 y 12 en gramos, así como también el porcentaje de PM requerida en la dieta para cabras de 35, 50 y 55 kilogramos de peso vivo y con un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

Los resultados obtenidos en las salidas del modelo para proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, y total se muestran en el cuadro 10 en gramos, así como también el porcentaje de PM requerida en dieta para una cabra de 35 Kg. PV, y con un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

**Cuadro 10. Resultados de salida del factor de proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, % requerida en dieta y total para una cabra de 35 Kg. de peso vivo y un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).**

Peso Vivo (kg)	Producción De Leche (kg)	Grasa en Leche (%)	Proteína Metabolizable			Requerida En Dieta (%)
			Mantenimiento (gr)	Lactancia (gr)	Total (gr)	
35	1.5	3.5	64.28	65.25	129.53	7.24
	2		71.48	87.00	158.48	7.70
	2.5		78.67	108.75	187.42	8.05
	3		85.87	130.50	216.37	8.33
	3.5		93.06	152.25	245.31	8.56
	4		100.26	174.00	274.26	8.75
	4.5		107.41	195.75	303.20	8.90
35	1.5	4	66.06	65.25	131.31	7.08
	2		73.81	87.00	160.81	7.50
	2.5		81.57	108.75	190.32	7.81
	3		89.33	130.50	219.83	8.06
	3.5		97.18	152.25	249.43	8.26
	4		104.93	174.00	278.93	8.42
	4.5		112.69	195.75	308.44	8.56
35	1.5	4.5	67.74	65.25	132.99	6.93
	2		76.15	87.00	163.15	7.31
	2.5		84.47	108.75	193.22	7.59
	3		92.88	130.50	223.38	7.81
	3.5		101.19	152.25	253.44	7.99
	4		109.60	174.00	283.60	8.14
	4.5		117.92	195.75	313.67	8.26

Los resultados estimados con el modelo para proteína metabolizable para mantenimiento para cabras de 35 Kg. PV muestran incrementos a medida que el animal aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5 % de grasa 64.28 gr., mientras que esa misma cabra con 4.0 Kg de producción incrementa sus requerimientos hasta 93.06 gr. y para una producción de 4.5 Kg. de leche por día se incrementa hasta 107.41 gr., con el mismo porcentaje de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa en leche la proteína metabolizable para mantenimiento aumenta en 1.78 gr., obteniendo 66.06 gr. para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM para mantenimiento de 89.33 y 112.69 gr. respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la proteína metabolizable para mantenimiento se aumenta en 1.68 gr., obteniendo 67.74 gr. para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM para mantenimiento de 92.88 y 117.92 gr. respectivamente.

Los resultados estimados con el modelo de proteína metabolizable para lactación para una cabra de 35 kg. muestran incrementos a medida que incrementa su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 65.25 gr., mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos hasta 130.50 gr. y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa hasta 107.41, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa la proteína metabolizable para lactación no muestra incremento, obteniendo los mismos

resultados anteriores para una cabra de 35 Kg. de peso vivo y 1.5 Kg. de producción de leche y 4 % de grasa en leche. De igual manera para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día no se obtuvieron resultados diferentes a los obtenidos con 3.5 por ciento de grasa en leche y con esta misma producción. Comportándose de igual manera cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche.

Así mismo los resultados estimados con el modelo para proteína metabolizable requerida en dieta muestra incrementos a medida que la cabra aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 7.24 %, mientras que con el doble de producción incrementa la PM requerida a 8.33 % y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa a 8.90 %, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa en leche la proteína metabolizable para lactación sufre un decremento de 0.16 %, obteniendo 7.08 % para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa.

Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM requerida de 8.06 y 8.56 % respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la proteína metabolizable requerida en dieta sufre otro decremento de 0.12 %, obteniendo 6.93 para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de

grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM requerida de 7.81 % y 8.26 % respectivamente.

Los resultados obtenidos para la PM requerida total se puede observar que a medida que se incrementa la producción de leche se incrementa la PM total la cual es obtenida de la suma de la PM para mantenimiento y PM para lactación. Los resultados estimados con el modelo se muestran penúltima columna del cuadro 10.

#### **7.2.2. Proteína metabolizable para una cabra de 50 kg. de PV**

Los resultados obtenidos en las salidas del modelo para proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, y total se muestran en el cuadro 11 en gramos, así como también el porcentaje de PM requerida en dieta para una cabra de 50 Kg. PV, y con un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

**Cuadro 11. Resultados de salida del factor de proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, % requerida en dieta y total para una cabra de 50 Kg. de peso vivo y un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5)**

Peso Vivo (kg)	Producción de Leche (kg)	Grasa en Leche (%)	Proteína Metabolizable			
			Mantenimiento (g)	Lactancia (g)	Total (g)	Requerida En Dieta (%)
50	1.5	3.5	76.48	65.25	141.73	6.88
	2		83.69	87.00	170.69	7.33
	2.5		90.90	108.75	199.65	7.68
	3		98.11	130.50	228.61	7.97
	3.5		105.19	152.25	257.44	8.21
	4		112.40	174.00	286.40	8.41
	4.5		119.60	195.75	315.35	8.58
50	1.5	4	78.22	65.25	143.47	6.75
	2		85.96	87.00	172.96	7.16
	2.5		93.71	108.75	202.46	7.48
	3		101.58	130.50	232.08	7.74
	3.5		109.32	152.25	261.57	7.95
	4		117.07	174.00	291.07	8.13
	4.5		124.94	195.75	320.69	8.28
50	1.5	4.5	79.95	65.25	145.20	6.63
	2		88.37	87.00	175.37	7.00
	2.5		96.64	108.75	205.39	7.30
	3		105.05	130.50	235.55	7.53
	3.5		113.46	152.25	265.71	7.71
	4		121.74	174.00	295.74	7.88
	4.5		130.15	195.75	325.90	8.01

Los resultados para proteína metabolizable para mantenimiento para cabras de 50 Kg. de PV muestran incrementos a medida que el animal aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5 % de grasa 76.48 gr. (4.15 gr. más que una cabra de 35 Kg. de PV con ésta misma producción), mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos hasta 98.11 gr. (12.24 gr. más que una cabra de 35 Kg. de PV con ésta producción), y para una producción de 4.5 Kg. de leche por día se incrementa hasta 119.60 gr. (12.19 gr. más que una cabra de 35 Kg. de PV con ésta producción), con el mismo porcentaje de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa en leche la proteína metabolizable para mantenimiento aumenta en 1.81 gr., obteniendo 78.22 gr. para una cabra de 50 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM para mantenimiento de 101.58 gr. y 124.94 gr. (12.25 gr. y 12.25 gr. más que una cabra de 35 Kg. de PV con la misma producción), respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la proteína metabolizable para mantenimiento se aumenta en 1.73 gr., obteniendo 79.95 gr. para una cabra de 50 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM para mantenimiento de 105.05 y 130.15 gr. (12.17 y 12.23 gr. más que una cabra de 35 Kg. de PV con la misma producción), respectivamente.

Los resultados estimados con el modelo para proteína metabolizable para lactación para una cabra de 50 Kg. Muestran incrementos a medida que la cabra incrementa su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 65.25 gr., mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos hasta 130.50 gr. y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa hasta 195.75, con el mismo por ciento de grasa.



Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa la proteína metabolizable para lactación no muestra incremento, obteniendo los mismos resultados anteriores para una cabra de 50 Kg. de peso vivo y 1.5 Kg. de producción de leche y 4 % de grasa en leche. De igual manera para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día no se obtuvieron resultados diferentes a los obtenidos con 3.5 por ciento de grasa en leche y con esta misma producción. Comportándose de igual manera cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche.

Así mismo los resultados estimados con el modelo para proteína metabolizable requerida en dieta muestra incrementos a medida que la cabra aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 6.88%, mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa la PM requerida a 7.97% y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa a 8.58%, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa en leche la proteína metabolizable para lactación sufre un decremento de 0.13%, obteniendo 6.75% para una cabra de 50 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM requerida de 7.74 y 8.28% respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la proteína metabolizable requerida en dieta sufre otro decremento de 0.12 %, obteniendo 6.63 para una cabra de 50 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM requerida de 7.53% y 8.01% respectivamente.

Los resultados obtenidos para la PM requerida total se puede observar que a medida que se incrementa la producción de leche se incrementa la PM total la cual es obtenida de la suma de la PM para mantenimiento y PM para lactación. Los resultados estimados con el modelo se muestran penúltima columna del cuadro 11.

### **7.2.3. Proteína metabolizable para una cabra de 55 kg. de PV**

Los resultados proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, y total se muestran en el cuadro 12 en gramos, así como también el porcentaje de PM requerida en dieta para una cabra de 55 kg. PV, y con un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles % de grasa.

Los resultados proteína metabolizable para mantenimiento para cabras de 55 Kg. PV muestran incrementos a medida que el animal aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5 % de grasa 80.31 gr. (3.83 gr. más que una cabra de 50 kg. de PV con ésta misma producción y por ciento de grasa), mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos hasta 101.90 gr. (16.03 gr. más que una cabra de 35 Kg. de PV con ésta misma producción y por ciento de grasa), y para una producción de 4.5 Kg. de leche por día se incrementa hasta 123.49 gr. (3.89 gr. más que una cabra de 50 Kg. de PV con ésta misma producción), con el mismo porcentaje de grasa

**Cuadro 12. Resultados de salida del factor de proteína metabolizable para mantenimiento, lactación, % requerida en dieta y total para una cabra de 55 Kg. de peso vivo y un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).**

55	1.5		82.08	65.25	147.33	6.66
	2		89.86	87.00	176.86	7.07
	2.5		97.64	108.75	206.39	7.39
	3	4	105.42	130.50	235.92	7.65
	3.5		113.21	152.25	265.46	7.86
	4		120.99	174.00	294.99	8.04
	4.5		128.77	195.75	324.52	8.20
55	1.5		83.84	65.25	149.09	6.55
	2		92.21	87.00	179.21	6.92
	2.5		100.58	108.75	209.33	7.21
	3	4.5	108.95	130.50	239.45	7.44
	3.5		117.32	152.25	269.57	7.63
	4		125.69	174.00	299.69	7.80
	4.5		134.06	195.75	329.81	7.93

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa en leche la proteína metabolizable para mantenimiento aumenta en 1.80 gr., obteniendo 82.08 gr. para una cabra de 55 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM para mantenimiento de 105.42 y 128.77 gr. (3.84 gr. y 3.83gr. más que una cabra de 50 Kg. de PV con la misma producción y por ciento de grasa), respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la proteína metabolizable para mantenimiento se aumenta en 1.68 gr., obteniendo 83.84 gr. para una cabra de 55 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5% de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM para mantenimiento de 108.95 y 134.06 gr. (3.09 y 3.91 gr. más que una cabra de 50 Kg. de PV con la misma producción), respectivamente.

Los resultados estimados con el modelo para proteína metabolizable para lactación para una cabra de 55 Kg. muestran incrementos a medida que la cabra incrementa su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 65.25 gr., mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos

hasta 130.50 gr. y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa hasta 195.75, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 por ciento de grasa la proteína metabolizable para lactación no muestra incremento, obteniendo los mismos resultados anteriores para una cabra de 50 Kg. de peso vivo y 1.5 Kg. de producción de leche y 4 % de grasa en leche. De igual manera para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día no se obtuvieron resultados diferentes a los obtenidos con 3.5 por ciento de grasa en leche y con esta misma producción. Comportándose de igual manera cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche.

Así mismo los resultados estimados con el modelo para proteína metabolizable requerida en dieta muestra incrementos a medida que la cabra aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 6.79%, mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa la PM requerida a 7.87% y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa a 8.49%, con el mismo por ciento de grasa.

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa en leche la proteína metabolizable para lactación sufre un decremento de 0.13%, obteniendo 6.66% para una cabra de 55 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4% de grasa. Para

una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM requerida de 7.65 y 8.20% respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, la proteína metabolizable requerida en dieta sufre otro decremento de 0.11%, obteniendo 6.55 para una cabra de 55 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron una PM requerida de 7.44% y 7.93% respectivamente.

Los resultados obtenidos para la PM requerida total se puede observar que a medida que se incrementa la producción de leche se incrementa la PM total la cual es obtenida de la suma de la PM para mantenimiento y PM para lactación. Los resultados estimados con el modelo se muestran penúltima columna del cuadro 12.

### **7.3 Comparación de resultados con valores del NRC**

Al comparar los resultados obtenidos con la utilización de este modelo con los valores publicados por la NRC, 1981 para 2 kilogramos de producción de leche y para una cabra de 35 Kg estos se observan en el cuadro 14. Se puede observar que los valores obtenidos por el modelo para esos nutrientes están dentro de los rangos para la NRC.

En otro estudio realizado por Ríos et al (2000) encontraron valores para proteína total de rangos de 338.3 a 398.3 gr. por día y en el presente estudio de 140.41 a 419.84 gr por día. En el caso de EM total los investigadores encontraron rangos de 2.99 a 8.23 Mcal/día de 6.95 a 12.28 en cabras de 35 y 50 Kg. respectivamente. Como se puede observar se estimaron valores por arriba de los rangos manejados por la NRC.

**Cuadro 13. Comparación de resultados del presente estudio (pesos vivos de 35, 40, 45 Kg.) con los datos del NRC (peso vivo de 35 Kg.)**

<b>Proteína Metabolizable Requerida (gr/día)</b>		<b>Energía Metabolizable Requerida (Mcal)</b>	
<b>NRC</b>	<b>Resultados del Estudio</b>	<b>NRC</b>	<b>Resultados del Estudio</b>
	De 129.53 a	De 4.49	
De 138 (35)	313.67 (35 kg)	(35) a 7.25	7.71 (35)
a	De 141.73a	(40)	8.24 (50)
343.5 (40)	325.90(50)		8.41 (55)
	De 145.56 a		
	329.81(55)		

#### **7.4. Resultados de valores predichos de consumo.**

#### **7.4.1. Resultados de salida de los valores predichos de consumo**

Los resultados obtenidos para el consumo en kilogramos y en por ciento de peso vivo de la Proteína Metabolizable se muestran en el cuadro 14, para una cabra de 35 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (Kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5).

Los resultados de los valores predichos de consumo en kilogramos y por ciento de peso vivo, para el primer caso, para el consumo en kilogramos, muestran incrementos a medida que la cabra aumenta su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 1.93 Kg., mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos de consumo a 2.90 Kg. MJ y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa a 3.87, con el mismo por ciento de grasa.



**Cuadro 14. Resultados de salida de los valores predichos de consumo en kilogramos y en por ciento de peso vivo para cabras de 35, 50 y 55 kilogramos de peso vivo y para un rango de producción de leche por día (kg.) de 1.5 hasta 4.5 con tres distintos niveles de porcentaje de grasa en leche (3.5, 4.0 y 4.5)**

Grasa en Leche (%)	Producción de Leche (kg)	Valores Predichos					
		Consumo			%PV		
		Kg de Peso Vivo					
		35	50	55	35	50	55
3.5	1.5	1.93	2.22	2.31	5.50	4.44	4.20
	2	2.25	2.54	2.64	6.43	5.09	4.79
	2.5	2.57	2.87	2.96	7.35	5.73	5.38
	3	2.90	3.19	3.28	8.28	6.38	5.97
	3.5	3.22	3.51	3.61	9.20	7.03	6.56
	4	3.54	3.84	3.93	10.13	7.67	7.15
	4.5	3.87	4.16	4.25	11.05	8.32	7.73
4	1.5	1.99	2.29	2.38	5.70	4.57	4.33
	2	2.34	2.63	2.73	6.69	5.27	4.96
	2.5	2.69	2.98	3.07	7.68	5.96	5.59
	3	3.03	3.33	3.42	8.67	6.65	6.22
	3.5	3.38	3.67	3.76	9.65	7.34	6.84
	4	3.73	4.02	4.11	10.64	8.04	7.47
	4.5	3.91	4.36	4.46	11.16	8.73	8.10
4.5	1.5	4.07	2.36	2.45	11.63	4.71	4.45
	2	2.43	2.72	2.82	6.95	5.45	5.12
	2.5	2.80	3.09	3.19	8.00	6.19	5.79
	3	3.17	3.46	3.55	9.05	6.92	6.46
	3.5	3.54	3.83	3.92	10.11	7.66	7.13
	4	3.91	4.20	4.29	11.16	8.40	7.80
	4.5	4.28	4.57	4.66	12.21	9.14	8.47

Cuando se incrementa en 0.5 el por ciento de grasa el valor predicho del consumo en kilogramos se aumenta en 0.06 Kg., obteniendo 1.99 Kg. para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4 % de grasa. Para una

producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron para este valor 2.90 y 3.87 Kg. respectivamente.

Cuando se incrementa en otro 0.5 el por ciento de grasa en leche, el consumo se incrementa en 0.14 Kg., obteniendo 2.07 Kg. para una cabra de 35 Kg. con 1.5 Kg. de leche y 4.5 % de grasa. Para una producción de 3.0 y 4.5 Kg. de leche por día se obtuvieron para este valor de 3.17 y 4.28 Kg. respectivamente.

Para el caso de los resultados estimados con el modelo para los valores predichos de consumo en por ciento de peso vivo muestra incrementos a medida que la cabra incrementa su producción de leche en 0.5 Kg. de leche por día, obteniendo para 1.5 Kg. de leche y 3.5% de grasa 5.50%, mientras que esa misma cabra con el doble de producción incrementa sus requerimientos de consumo a 8.28 y para una producción de 4.5 Kg. por día se incrementa a 11.05, con el mismo por ciento de grasa.

En lo referente a animales de 50 y 55 Kg. se puede observar un incremento de 0.07 Kg. en cada cambio de 5 kg. de aumento en peso vivo a medida que se incrementa la producción de leche en 0.5 Kg. se incrementa el consumo en 270 gr. con 3.5 % de grasa. Para animales de 50 kg. con 4% de grasa se incrementa el consumo en 290 gr. y para animales de 55 Kg. se incrementa en 320 gr. el consumo.

En ese mismo cuadro se estimo que con una cabra de 55 Kg con 4.5 litros de leche y 4.5 % de grasa el consumo es 4.66 Kg de MS/día, mientras que en una cabra con ese mismo peso pero con 3.5 % de grasa consume 4.25 kg.

## VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y una vez analizados los valores estimados y predichos por el modelo se puede concluir lo siguiente:

El programa “Nutrients Calculator” es un modelo de predicción que ha mostrado resultados dentro de los rangos deseables en la predicción de valores de EM y PM, así como el consumo de materia seca.

Los resultados estimados para EM y PM se consideran bastante cercanos a las pruebas llevadas a cabo en jaulas metabólicas, otros estudios y los valores de NRC, existiendo variaciones debido a que en este trabajo no se consideraron los factores ambientales.

Para poder llevar a cabo una mayor y más precisa obtención de los valores predichos por el modelo, se hace necesario que el operador del modelo (productor, técnico, investigador) tenga bien claros y estructurados los datos de entrada del modelo, como son: kilogramos de peso vivo, producción de leche o carne, porcentaje de grasa en leche, tipo de animal, condición corporal y el TND del alimento, ya que lo anterior está relacionado con los resultados obtenidos por el modelo.

## IX. LITERATURA CITADA

- Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1998. The nutrition of goats. CAB International, Wallingford, UK.
- Boyazoglu, J., and P. Morand-Fehr. 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Ruminant Research* 40:1-11.
- Ciappesoni, C.G. 2002. La producción caprina en Uruguay y Latinoamérica. Czech University of Agriculture – Prague. Institute of Tropical and Subtropical Agriculture.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1999, 2000, 2002, 2003, 2004. *Agricultural Statistics*, Rome, Italy.
- Gasparotto, S. 2000. Goats need selenium – but not too much. Article from goat rancher. Disponible en: [http:// www.jackmauldin.com/selenium.htm](http://www.jackmauldin.com/selenium.htm).
- Goetsch, A.L., G. Detweiler, T. Sahlu, R. Puchalu, L.J. Dawson. 2001. E (kika) de la Garza institute for goat research, Langston University, Langston. OK 73050, USA. Elsevier. *Sci*.
- Goetsch A L,G. Detweiler, T. Saúl, R. Puchala, LJ. Dawson. 2001. Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. *Small Ruminant Research* 41:117-125. Disponible en: <http://www2.luresext.edu/goats/index.htm>.

- Haenlein, G. F.W. 1997. Goat management. Feeding goat for improved milk and meat production. Department of Animal and Food Sciences. University of Delaware. Newark, Delaware. USA. [http:// ag.udel.edu/extension/information/goatmagt/gm-02.htm](http://ag.udel.edu/extension/information/goatmagt/gm-02.htm).
- Haenlein, G.F.W. 1987. Mineral and vitamin requirements and deficiencies. Proceedings IV International Conference on Goat. Brasilia, Brazil. March 8-13 p 1249.
- Harold Eddleman, 1999. Composition Of Human, Cow And Goats Milk. Indiana Biolab. Disponible en: <http://www.goatworld.com>
- Ilahi, H., P. Chastin, F. Bouvier, J. Arhainx, E. Ricard, E. Manfredi. 1999. INRA, station d'Amelioration génétique des animaux, BP 27, 31326 castanet-tolosan cedex, France, Domaine INRA de Galle, 18520, Avord, France. Elsevier. Sci.
- Kessler, J. 1991. Mineral nutrition of goats. In: Morand-Fehr (Ed.) Goat nutrition, Proc. Publi., Wageningen, Netherlands, EAAP. Publi. No. 46, p 104.
- Lachica, M y J.F. Aguilera. 2005. Energy needs of the free-ranging goat. Small Ruminant Research. 60:111-125.
- Lema, M. S/F. Sheep and goat nutrition guideline. Goat and Nutrition. Disponible en: [www.goatworld.com/articles/nutrition/sheepgoatnutrition.shtml](http://www.goatworld.com/articles/nutrition/sheepgoatnutrition.shtml).
- Lu, C.D., J.R. Kawas and O.G. Mahgoub. 2005. Fiber digestion and utilization in goats. Small Ruminant Research. 60:45-52.

- National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> Edition. National Academy Press. Washington, D.C.
  
- Niver, J. W. 2005. Energy and protein nutrition. Nutrition Conference Sponsor by Department of Animal Science, UT Extension and University Professional and Personal Development The University of Tennessee. USA:
  
- Petersen, J. 1995. Nutrition in the goat. Goat Nutrition. Disponible en: <http://ivabs.mssey.ac.nz/MUVSA/ass/nut/goats.htm>.
  
- Rios et al, 2000. Concentraciones sanguíneas de  $\beta$ -hidroxibutirato, NEFA, colesterol y urea en cabras lecheras. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/amv/v38n1>
  
- Schmidt, R.H. Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. J. Arid Environment. 16:241-256.
  
- SIAP, S.d.I.y.E.A.y.P., con información de las Delegaciones de la SAGARPA. 2006. Consumo Nacional Aparente [Online]. Available by SIAP [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx) .
  
- SIAP, S.d.I.y.E.A.y.P., con información de las Delegaciones de la SAGARPA. 2006. Concentrado Nacional de Producción Pecuaria [Online]. Available by SIAP [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).

- SIAP, S.d.I.y.E.A.y.P., con información de las Delegaciones de la SAGARPA. 2005. Producción Nacional de Ganado en Pie [Online]. Available by SIAP. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).
- Sutton, D. J., G. Alderman. 2000. The energy and protein requirements of pregnant and lactating dairy goats. The agriculture and food research council report. Department of agriculture, the University of reading, earley gate, reading RG6, UK. Elsevier sci.
- Terril, T. H., S.Galaye, E.A. Amoah, S. Miller, B. Kouakou, R.N. Gates, and W. W. Haana. 1998. Protein and energy value of pearl millet grain from mature goats. Agricultural research station, fort valley state university, fort valley. GA. Journal Animal Science. 76:1964-1969.
- Elizondo, J. 2002. Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del RNC para cabras. Agronomía Mesoamericana 13:159-163. 2002.
- FIA (Fundación para la innovación agraria). 2002. Boletín de caprinos de leche. Gobierno de Chile. Año I / N° 1. Mayo 2002. Fono (56-2) 431 30 00 Fax (56-2) 334 68 11. E-Mail [fia@fia.gob.cl](mailto:fia@fia.gob.cl) Web [www.fia.gob.cl](http://www.fia.gob.cl) Av. Santa María 2120, Providencia Santiago – Chile.
- SAGARPA.2005. es México primer productor en caprinocultura de América Latina con nueve millones 500 mil cabezas. NUM. 097/05 México, D.F., a 31 de marzo de 2005.