

20
24



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



Facultad de Estudios Superiores
"Cuautitlán"

***EVALUACION DEL CONSUMO VOLUNTARIO APARENTE
EN CABRAS LECHERAS MEDIANTE UN
MODELO DE SIMULACION***

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

JOSE ALBERTO CASTRO TELLEZ

ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Indice:	página
Resumen.....	1
Introducción.....	1
Objetivos.....	19
Material y Métodos.....	20
Resultados.....	26
Discusión.....	29
Conclusiones.....	31
Bibliografía.....	32

Resumen:

El presente trabajo se realizó en la Granja Puma, ubicada en el municipio de Villa del Marqués, estado de Querétaro. Se utilizaron 60 cabras hembras (50 adultas y 10 primíparas) con diferentes grados de mestizaje. La leche y los animales se pesaron mensualmente, el suplemento fue de 2.3 a 3 Mcal de energía metabolizable (EM) y 120 g de proteína digestible (PD) por kg de materia seca (MS).

El suplemento se ofreció de la siguiente manera: enero, febrero y marzo 500 g; abril, mayo y junio 400 g; julio, agosto y septiembre 600 g. Los animales pastoreaban diariamente sobre esquilmos y arbustivas que existían en los 9 meses que duró la observación.

Los resultados demostraron un consumo promedio aproximado para el hato combinado de 640 kgs/año de materia seca, se les dió en promedio un total de 146 kg de suplemento a los 2 grupos lo que constituyó el 30% de la MS consumida.

El promedio de leche fue de 1.2 y .8 kg para adultas y primíparas respectivamente. El hato combinado tuvo un promedio de 240 días de lactación, 1.15 kg día y 265 kgs por lactancia.

El peso de las cabras fue de 51.8 kg para las adultas y 32.8 kgs para las primíparas.

El aporte de la energía total, por parte del forraje fue del 54% y por el concentrado del 46% de la energía necesaria para estos niveles de producción. Por otro lado de las 396 Mcal necesarias para la producción de leche, el suplemento por sí solo aportó 430 Mcal o sea cubría totalmente la cuota energética de la leche y parte del mantenimiento, por lo que la energía del forraje completo la mayor parte de las necesidades de mantenimiento y crecimiento.

Para los cálculos de consumo voluntario se utilizaron los procedimientos para determinar capacidad de ingestión, necesidades de energía y proteína para las cabras sugeridos por el INRA de Francia (1989); ensayado y modificados por Galina et al (1991) en México.

Introducción

La ganadería en México particularmente la caprina se mantiene como una actividad en estado latente. Aunque su contribución al producto interno bruto pecuario es menor que el de otras especies, su importancia económica y social es trascendente, particularmente en las zonas áridas y semiáridas, donde genera empleo e ingreso secundario aunque desafortunadamente no ha existido una política oficial que defina, explícitamente, la estrategia y mecanismos para su desarrollo (Juárez, 1984).

México es uno de los países pioneros en los esfuerzos para desarrollar una caprinocultura productiva. Destacan las primeras propuestas de Arnulfo Landaverde (El libro de la cabra 1931) y Abraham Agraz García ambos responsables en su tiempo de dirigir la política oficial caprina. En fechas más recientes han participado instituciones de crédito (BANAGRO/ BANRURAL), de investigación y docencia (ITESM/ INIFAP, INIA, UNAM, CHAPINGO) y algunos particulares dedicados a la cría de los caprinos y la industrialización de lácteos y pieles, que han contribuido en forma importante para crear una infraestructura más sólida y dinámica en algunas regiones del país. Para el caprinocultor, uno de los agricultores generalmente más atrasados, el desarrollo de la tecnología implica una gran labor de convencimiento, solamente para que acceda a la captura de algunas variables mismas que permitan medir y mejorar el proceso, como sería el pesar las cabras mensualmente. Es por ello que se piensa que de poderse instituir esta práctica será posible a través de ella, diseñar programas de apoyo a su economía familiar, utilizando la estadística como el instrumento de interpretación. Con la utilización de esta herramienta se han realizado varios trabajos con el objeto de describir los sistemas productivos caprinos prevalentes en México, siendo la alimentación y el mercado los ejes fundamentales de su desarrollo, con características más o menos bien definidas e interconectadas dinámicamente entre sí (Juárez y Peraza, 1981; Juárez, 1984). Dentro de los sistemas caprinos en nuestro país trabajos previos los describen como tres grandes subsistemas. En primer lugar describen estos investigadores un sistema que denominan extensivo en el cual consideran a todos aquellos animales con bajo o nulo uso de tecnología. Este subsistema constituye para los investigadores mexicanos un estrato periférico de la producción, donde ubican la mayor parte de la población caprina, predomina en él, el manejo de pastoreo en agostadero de zonas áridas o semi-áridas cuyo principal producto es la carne (de cabrito en el norte del país y de ganado adulto en el sur) y eventualmente la leche, que aunque son la mayoría de los sistemas del país, las posibilidades de uso de tecnología son muy limitadas debido a su diversidad, la pobre infraestructura económica y la poca receptividad de los productores para la utilización de las herramientas tecnológicas (Juárez, 1984).

Por otro lado, según este mismo grupo de investigadores, se observó un sistema "semi-intensivo" denominado de "pastoreo sobre esquilmos o arbustivos" practicado en forma más o menos organizada y sistemática alrededor de las zonas agrícolas con riego o de temporal medio (400-600mm) cuyo producto principal es la leche y en forma casi equivalente el cabrito de abasto. De este subsistema se podrían describir dos variantes, por un lado una de pastoreo suplementado, sobre arbustivos; y por el otro uno con alimentación a base de subproductos agrícolas y/o pastoreo estratégico, con o sin suplementación, el cual se ha desarrollado anteriormente casi en forma natural, originalmente en lugares como La Laguna, posteriormente en la costa del Pacífico y finalmente medido con mayor precisión en el Bajío (Galina y Morales, 1987; Juárez, 1984; Galina et al, 1990; Galina et al, 1991; Galina y Morales, 1990).

Finalmente en los trabajos de Juárez (1984) se describió un tercer subsistema de estabulación total o "intensivo". Localizado en el estrato central, en el, el modo de producción se da generalmente bajo confinamiento total, o en pastoreo de praderas irrigadas, con énfasis en la producción de leche, o de ganado fino para la recría y de cabritos para el abasto, como ingreso marginal.

Por otro lado, concluye este investigador, desde el punto de vista agropecuario la producción caprina permite una más amplia y armónica integración a través del aprovechamiento económico de los residuos agrícolas y la producción eficiente de leche y carne. Los sistemas de producción en rastrojeras, con suplementación temporal y el pastoreo en agostadero de zonas áridas con suplementación deben de explorarse con todo cuidado e interés. Las posibilidades de adecuar prácticas agronómicas que valoren y expresen mejor el potencial zootécnico de los caprinos, la rehabilitación de agostaderos mediante arbustivas forrajeras, la producción temporal o estacional de leche con forrajes cultivados con uso restringido de agua, pueden dar lugar a modelos de producción suigéneris desarrollados en México, que reduzcan los costos totales de operación (Juárez,1984).

Sin embargo, otros trabajos han demostrado que uno de los factores de importancia económica, dentro de los sistemas de producción, es precisamente el de la alimentación de la especie, ya que constituyó, en un análisis previo el 60% del costo total de la producción (Galina,1985).

Así mismo se han presentado recientemente algunos trabajos que no solo destacan los aspectos nutricionales del ganado caprino, si no que discuten el impacto económico sobre las diferentes fases del ciclo productivo, sobre todo en lo referente a la suplementación y la fisiología reproductiva en zonas áridas, siendo este generalmente mayor en el ciclo otoño-invierno debido a su estacionalidad y menor en el de primavera-verano con una relación inversa con la producción de leche lo cual lógicamente afecta considerablemente los ingresos del productor (Peraza, 1984; 1987).

También se discutió ampliamente la importancia de la alimentación de todo el hato, y no solo en forma individual, demostrando bajo varias hipótesis, que el índice de error, utilizando como base del programa de alimentación las variaciones del peso vivo, no es, en el mayor de los casos superior al 5%, siendo por lo tanto de baja significancia para la toma de decisiones de manejo del programa de alimentación del hato, por el caprinocultor (Peraza,1984;1987).

Desafortunadamente la mayor parte de los estudios sobre el consumo voluntario aparente de materia seca (MS), las necesidades nutricionales y la composición nutritiva de los alimentos se han realizado en bovinos y borregos. Sin embargo los principios fundamentales de este método se pueden utilizar también en las cabras (Galina,1987; Galina, et al 1991).

En los últimos años una serie de investigadores franceses han estudiado los principios fisiológicos de la capacidad de ingestión de los rumiantes, y desarrollado un sistema de evaluación denominado "unidad empanzonante" (unite d'engouement) utilizada ya por varios años en bovinos y ovinos. Sin embargo sólo recientemente se ha aplicado en cabras, habiendo sido utilizado durante los últimos años con forrajes de muy buena calidad, es decir digestibles y energéticos, con un aporte mínimo de concentrado sin que la producción y la fertilidad se vean afectados, este último sistema se ha desarrollado en Francia y en los países escandinavos, habiendo sido utilizado durante los últimos tres años por un grupo de investigadores mexicanos, (Echavez, 1987; Galina et al., 1989;1991; INRA, 1988).

De acuerdo a la capacidad económica de los productores se han desarrollado dos sistemas diametralmente opuestos de suministros de concentrados:

En uno se buscan producciones máximas de leche con un gran liberal de concentrado hasta libre acceso en ciertos periodos productivos independientemente de la calidad y naturaleza de los forrajes de la ración, este sistema se ha desarrollado en los Estados Unidos y Francia, el cual se ensayó originalmente para la cabra mexicana con base de alfalfa y concentrado (Galina, 1985). Y uno segundo en el cual se se pretende la utilización máxima de forrajes, cuando estos son de muy buena calidad es decir digestibles y energéticos, y un aporte mínimo de concentrado, con menor producción, pero más económica, por litro de la leche, sin que la fertilidad se vea afectada, este último sistema se ha desarrollado en Francia y en los países escandinavos y también ha sido ensayado en México (Echavez, 1987; Galina, 1989).

Regulación del consumo voluntario en rumiantes.

Las dietas de los rumiantes en pastoreo son en su mayoría de tipo voluminoso, con alto índice de fibra y relativamente bajo de energía digestible, lo que señala la importancia del efecto físico de distensión del tracto digestivo en limitar el consumo voluntario (INRA, 1981).

Las variaciones en el consumo de alimentos es el factor más importante en la determinación del nivel y la eficiencia en la producción de los rumiantes. Según el instituto francés de investigaciones agrícolas cuatro son los factores fundamentales en nutrición a considerar, siendo estos: las necesidades del animal, los contenidos de nutrientes del forraje, la digestibilidad del alimento y la cantidad que se consume (INRA, 1981).

Consumo de alimentos.

Los animales comen y beben para cubrir sus necesidades y lograr un estado de saciedad. El hambre y la sed son los estados fisiológicos que corresponden a la percepción del estado de necesidad y que desencadenan las actividades alimenticias (búsqueda, elección e ingestión de alimentos y agua). La saciedad es

una sensación que corresponde, en principio a la desaparición del estado de necesidad que origina el consumo (INRA, 1981).

El control del consumo de alimentos puede estar considerado como un mecanismo homeostático del balance energético. El equilibrio energético esta determinado por la diferencia entre la ingestión de energía con el alimento y la salida de la misma en forma de heces, orina, metano, además del incremento calórico más la energía utilizada para el mantenimiento, producción de leche, reproducción y actividad física. Existe la tendencia en los animales adultos de mantener un equilibrio energético igual a cero, es decir un peso corporal constante durante periodos de tiempo bastante prolongados a pesar de las variaciones en el consumo de energía. En forma semejante los animales jóvenes tienden a crecer a una velocidad uniforme. Tanto los animales en crecimiento como los adultos, mantienen un equilibrio energético a pesar de la variación marcada en la actividad física y en el gasto energético, lo que indica que el animal es capaz de ajustar el consumo de energía a través del consumo de alimentos (INRA, 1981).

Control nervioso del consumo de alimentos

El control del balance de energía y especialmente el consumo de alimentos esta intimamente relacionado con la función del sistema nervioso central, siendo el hipotálamo, localizado en el diencefalo la región que controla la ingestión de alimentos en forma directa. El hipotálamo interviene directamente en la regulación del consumo de alimentos y del equilibrio energético. En el se localizan dos centros implicados en el control del consumo de alimentos: a) centro del apetito (Áreas laterales) y b) centro de la saciedad (Áreas ventromediales). Un cambio en el equilibrio energético de un animal origina una señal de retroalimentación que se integra en forma última por el hipotálamo. Existen receptores periféricos que emiten señales ya sea por la distensión o llenado del tracto digestivo o relacionadas con el metabolismo, que pueden clasificarse en quimiostáticas o termostáticas. Estos receptores periféricos son del tipo de los mecanorreceptores localizados en los compartimentos pregástricos, estómago e intestino, en particular los mecanorreceptores ruminales son también quimiosensitivos (INRA, 1981).

Regulación del balance de energía

Los rumiantes procuran ajustar el consumo de energía a sus necesidades, pero este ajuste esta generalmente limitado, retardado o impedido por las particularidades de su regimen alimenticio, de su aparato digestivo y de sus actividades alimenticias, sobre todo cuando se trata de raciones compuestas o exclusivamente por forrajes, (INRA, 1981).

Se ha mencionado que el consumo de alimentos es el factor más importante que determina la cantidad de energía por los rumiantes. Una reciente revisión de los trabajos de Montgomery y

Baumgardt, efectuada por el INRA francés (1981) en la cual propusieron un modelo donde describen la interrelación del consumo de materia seca, energía y el valor nutritivo de la ración, utilizando raciones pobres en "valor nutritivo" (debido a su escasa digestibilidad y volumen excesivo) el consumo de energía fue en poca cuantía, por el efecto de la distensión del tracto digestivo e inhibición del consumo antes de satisfacer la demanda energética. Al incrementar el valor nutritivo de la ración, aumenta el consumo de alimentos y de energía hasta que el consumo de energía alcanza el punto establecido por la demanda fisiológica del animal. Aumentos posteriores del valor nutritivo de la ración van acompañados por una disminución en el consumo de alimentos en una cantidad que permita mantener aproximadamente estable el consumo de energía. Otro grupo de investigadores describen el control del consumo de alimentos por tiempo de acción en dos niveles; a corto y largo plazo. En donde al ser digeridos, absorbidos y metabolizados los nutrientes se efectúan un control a corto plazo, determinado por la distensión rumino-reticular, concentración de ácidos grasos volátiles, acetato en el rumen, propionato en vena ruminal e hígado y también de tipo hormonal. El control a largo plazo se determina por el estado fisiológico, lactación, medio ambiente, nivel productivo y demanda total de energía. El hígado también regula el metabolismo energético a corto plazo, por la acción del propionato que es el metabolito precursor de la glucosa, teniendo un efecto depresor sobre el consumo (INRA, 1981, 1988).

Los mecanismos propuestos han tratado de explicar el consumo de alimentos por el predominio de acción de un agente en particular, de ahí se derivan las siguientes hipótesis de regulación del consumo: a) Quimiostática, b) Termostática y c) Física discutidas recientemente (Galina y Palma, 1991; Palma y Galina, 1991).

Control quimiostático del consumo.

Se ha observado que en rumiantes no se aplica la teoría glucostática del control del consumo de alimentos, debido a que los niveles de glucosa en sangre tienen poca o ninguna relación con el consumo. Los niveles de insulina se relacionan con la influencia del nivel energético de la dieta en rumiantes o no rumiantes, de la cantidad de alimento consumido o de ambas. El lactato es un metabolito que a nivel de duodeno activa receptores que inhiben el consumo (Galina y Palma, 1991; Palma y Galina, 1991).

Existe evidencia que indica que los ácidos grasos volátiles actúan regulando el consumo. Altos niveles de acetato en el rumen inhiben el consumo de alimentos. El propionato tiene el mismo papel que el acetato pero sus receptores se encuentran en la pared de las venas ruminales y rumen. El butirato tiene un mínimo efecto sobre el consumo de alimentos, como ha sido demostrado en una serie de trabajos resumidos recientemente por el instituto de investigaciones franceses. (INRA, 1981, 1988).

Control lipolítico del consumo de alimentos

La hipótesis lipostática sobre el control del consumo de alimentos sugiere que la cantidad de tejido adiposo corporal puede servir para aumentar o disminuir el consumo de alimentos a medida que disminuye o aumenta la cantidad de grasa corporal. Se ha propuesto que una señal de saciedad después de comer, se asocia con la lipogénesis (o insulina) y que una señal posterior como la lipólisis (hormona del crecimiento, epinefrina, norepinefrina y cortisol) provoca el consumo de alimentos, aunque las investigaciones en la literatura sobre el papel de los lípidos en el control del consumo de alimentos son controvertidas. A esta discusión se agrega un efecto indirecto, considerándose que un exceso de tejido graso en la cavidad abdominal reduzca el espacio ocupado por el rumen durante la alimentación (INRA, 1981, 1988).

Otros estudios señalan que la actividad realizada por las hormonas en la regulación del consumo de alimentos, se ve relacionada con la movilización de los lípidos. La lipogénesis depende de una relación de niveles altos de insulina:hormona del crecimiento, donde relaciones bajas de este binomio hormonal estimula la lipólisis (INRA, 1981).

En rumiantes dosis muy bajas de estrógenos como los usados como promotores del crecimiento estimulan el consumo marcadamente, pero altas dosis deprimen esta actividad. Los anabólicos esteroidales y estrógenos sintéticos, estimulan directamente el crecimiento y se observa un incremento en el consumo de alimentos, como una respuesta al aumento de las necesidades energéticas como factor primario a la respuesta del crecimiento (INRA, 1981, 1988).

Control termostático del consumo.

Los rumiantes responden de manera similar que los animales de digestión simple a los efectos de la temperatura ambiental. Exposiciones prolongadas al calor deprimen y situaciones continuas al frío aumentan al consumo de alimentos. Considerando los datos relativos a la especie, se produce un descenso gradual en el consumo cuando la temperatura ambiental se aproxima a los 32°C, y un descenso más intenso cuando la temperatura ambiental se acerca a los 40°C. De acuerdo a esta teoría el incremento calórico se produce por tres vías: a) acción dinámica específica (ADE), b) incremento en la tasa metabólica como una función del nivel de alimentación y c) incremento en la misma tasa como una función del peso corporal. La primera se relaciona con un control a corto plazo y las dos restantes están relacionadas con el balance de energía, (INRA, 1981).

Las grasas y las proteínas tienen una (ADE) menor que el acetato el cual tiene efecto marcado sobre el consumo y un mayor incremento térmico. Se ha considerado que el calor generado en la fermentación no tiene un efecto significativo en el control del consumo de alimento, sin embargo existe una relación entre la temperatura de la piel y el consumo de alimentos, ligados a

través de los mecanismos sensitivos periféricos de temperatura (INRA, 1981, 1988).

Control físico del consumo.

En los rumiantes en pastoreo, donde el principal componente de la dieta son los forrajes, el efecto físico de distensión del tracto digestivo limita el consumo voluntario, determinado por sus características de volumen y tenor de fibra, así como por su bajo contenido en energía. Por ello el consumo de alimentos está limitado por condiciones físicas dentro del tracto digestivo, en donde los factores como llenado del retículo-rumen, tasa de digestión y tasa de pasaje son los mecanismos implicados en esta regulación. La tasa de desaparición de la digesta del retículo-rumen depende en forma primaria de la tasa de digestión, que a su vez, se relaciona con la composición física y química del alimento consumido. Los alimentos fibrosos tienen una menor digestibilidad, con un bajo nivel de ruptura, por lo tanto, van a tener un bajo nivel de paso. La demora del paso del alimento, debido a la tasa de ruptura de la digesta en el rumen se ve influenciada por los siguientes procesos: a) digestión microbiana, b) desintegración mecánica y c) mecanismo de propulsión que acarrea la digesta a través del intestino. Varios procesos fisiológicos como el crecimiento, gestación, lactación, la demanda de nutrientes por el animal, así como el excesivo depósito de grasa en cavidad abdominal pueden modificar la capacidad del retículo-rumen y posiblemente de los factores responsables de la ruptura y remoción de la digesta del rumen. La distensión del retículo-rumen es un mecanismo de control a largo plazo, regulando el consumo día con día, pero es posible que se integre un control físico a largo plazo con el balance de energía en animales adultos. Por ejemplo, los cambios de estado fisiológico debido a la lactación, pueden modificar su capacidad de retículo-rumen y esto provee condiciones para provocar variaciones en el consumo asociado a la lactación (INRA, 1981, 1988).

Con la ingestión de forrajes los factores físicos se activan para limitar el consumo, emitiendo una señal que controla el apetito, siendo esta la distensión del retículo-rumen, a través de sus receptores específicos de distensión, que al ser estimulados vía nervio vago transmiten señales al hipotálamo y se inhibe el consumo. A diferencia del efecto que se presenta con dietas ricas en concentrados donde las señales quimiostáticas tienen un mayor papel (INRA, 1988).

Se ha observado así mismo que existe una relación entre la digestibilidad de la materia seca con el consumo de alimentos, se determinó, que en raciones cuya digestibilidad variaba entre 52 y 66% , el aumento de la digestibilidad de la ración, marcaba asimismo, un aumento en el consumo de alimentos, hasta un cierto límite. Mientras que aquellas raciones cuya digestibilidad oscilaba entre el 67 y 80% el consumo decrecía al mejorarse el índice de digestión. Se mostraban como limitantes, en el primer caso, el peso vivo del animal y la cantidad de materia seca indigestible del alimento y en las raciones de mayor calidad el

consumo fué regulado por el peso metabólico, la producción y la propia digestibilidad de la ración (Conrad, 1964). En estas condiciones el consumo depende por lo tanto del volumen estructural y el contenido de pared celular en las dietas. La relación entre el tenor de agua del forraje y el consumo, puede ser una función del volumen estructural, si el agua de la planta esta contenida en la pared celular. La adición de agua por si misma, al rumen, tiene poco efecto sobre el consumo porque ésta es rápidamente absorbida y removida. Sin embargo la retención del agua por efecto de esponja de los componentes estructurales del forraje ingerido puede tener un efecto inhibitorio sobre el consumo (Van Soest, 1982). Asimismo, se ha demostrado un control físico en el consumo de forrajes o pajas que tiene contenidos de proteína por abajo del 10% , el consumo voluntario aparente (CVA) es limitado por la capacidad del retículo-rumen y la tasa de desaparición de la digesta de este órgano, el cual aumenta cuando se mejora el nivel de nitrógeno, ya sea con proteína verdadera o nitrógeno no proteico (Allison, 1985). El cubrir las necesidades energéticas por medio de la alimentación implica una serie de procesos metabólicos y fisiológicos en relación al inicio y terminación del consumo de alimentos (Forbes, 1980). Los ruminantes inician el consumo de alimentos en respuesta a una deficiencia de energía y detienen su consumo cuando rectifican este faltante, excepto cuando en forma física se limite su consumo. La regulación del consumo de alimentos es un proceso multifactorial que dependiendo de los receptores estimulados, origina el predominio de un mecanismo regulador en particular. Alimentos concentrados desencadenan una regulación de tipo quimiostático para el consumo de alimentos (Palma, 1991).

Alimentación de los caprinos.

Las cabras en nuestro país estan básicamente dedicadas a la producción de carne, sin embargo una parte del rebaño nacional se ordeña. No obstante el volumen es bajo y restringido a la época de lluvias. Desde luego para los hatos lecheros las necesidades de alimentación aumentan de acuerdo a su nivel de producción, existen algunos establos que obtienen más de 350 kg de leche por lactación, este tipo de cabras son animales de 50 a 55 kg de peso vivo en los animales adultos y de 35 a 45 kg en las primas, sostienen lactaciones de más de 210 días y producciones totales de 350 a 450 kgs de leche con una tasa butírica promedio del 4% y una tasa proteica de 30 g por litro. Estos animales suelen presentar una marcada estacionalidad con partos a partir de octubre o noviembre pero mayoritariamente en los primeros meses del año. Desde el punto de vista nutricional estas cabras necesitan de un manejo específico, generalmente acompañados de niveles estratégicos o altos de suplementación, (Galina, 1990).

Evolución de la Capacidad de Ingestión durante la gestación y el curso de la producción

La capacidad de ingestión y las necesidades de una cabra durante la lactación varían en forma significativa. Según trabajos previos en los primeros meses de gestación, el peso vivo de

las cabras aumenta lentamente de 2 a 4 kgs, aumentando significativamente en los dos últimos meses de la preñez en que de acuerdo a estos trabajos, pueden ser en las cabras mexicanas de 50 a 55 kgs de 6 a 10 kg de peso vivo. Las reservas corporales se acumulan en base a una concentración energética positiva de la ración, como respuesta a un aumento y desarrollo significativo del útero y su contenido. En las tres últimas semanas de gestación el peso vivo de la cabra aumenta rápidamente y en algunos casos se detiene este crecimiento antes del parto. La capacidad de ingestión de las cabras por lo tanto expresada en kgs de materia seca o en unidades empanzonantes disminuye continuamente en promedio de 5 a un 15% expresado en porcentaje sobre el peso vivo. Por otro lado los requerimientos nutricionales de gestación no tiene un aumento significativo sino hasta los dos últimos meses. En este momento se conjugan dos factores, por un lado aumentan los requerimientos nutritivos de la madre sumado a las necesidades de crecimiento de los productos y por el otro lado se disminuye la capacidad de ingestión al aumentar el volumen del útero, por ello el organismo sostiene el balance energético progresivamente negativo asociado a la movilización creciente de grasas de reserva. Al iniciarse la lactación en la primera y la segunda semana los requerimientos aumentan rápidamente, en este momento las necesidades de producción, (la relación entre las necesidades de mantenimiento y producción láctea) es de 2 a 4. Por otro lado la capacidad de ingestión aumenta lentamente llegando a su máximo entre la 5a y 8a semana de lactación. Este proceso fisiológico al inicio de la lactación explica el balance negativo y la movilización de las reservas corporales que se manifiestan por una pérdida de peso vivo en este período. En las primeras 3 ó 4 semanas la cabra pierde de 2 a 6 kgs de peso, el enflaquecimiento es aún mayor pero se confunde con el aumento de peso de las vísceras y contenido digestivo. Para el tercer mes de lactación el peso vivo suele estabilizarse y para el quinto o sexto mes de lactación la cabra comienza a reconstituir sus reservas corporales aumentando de .5 a 2 kgs por mes. Esta reconstitución será mayor cuando en el regimen alimenticio se considere una dieta con una densidad superior a 2.5 Mcal de EM por kg de materia seca. Esto debe ser tomado en consideración cuando se planea la alimentación del hato durante todo el año, (Galina, 1990).

Capacidad de Ingestión.

La expresión de capacidad de ingestión en kg de materia seca permite obtener estimaciones medias lo suficientemente precisas en raciones conocidas de forrajes como el ensilaje de maíz, o alfalfa, acompañadas de niveles preestablecidos de concentrado. No así cuando se alimentan las cabras a base de forrajes menos conocidos aunque progresivamente se desarrollan ensayos de validación en diferentes manejos alimenticios. Con las cabras en pastoreo sobre los esquilmos y arbustivas donde se cambia constantemente el forraje se ha obtenido una correlación de .75 utilizando las sugerencias francesas en un modelo de simulación (Galina et al, 1990).

El modelo francés original utiliza una cabra de raza Alpina de 60 kg de peso vivo (PV) en la mitad de la lactación con una producción de 4 kg de leche/día, ajustado a 4% de grasa, alimentada con un forraje de 15% de proteína cruda (PC), 25% de fibra cruda (FC) y 77% de digestibilidad de materia orgánica (DMO), con una densidad energética de 2.7 Mcal de energía metabolizable (EM)/kg de MS, (energía contenida en 1 kg de cebada forraje utilizado por los franceses como referencia) utilizando el sistema de unidades empanzonantes "UE"; (INRA, 1978;1988). Los franceses calculan un consumo total de 2.586 kg/día de MS, es decir, el 4.3% del peso vivo. El modelo matemático utiliza el PV como la principal variable para calcular el consumo voluntario aparente (CVA) que para el animal de referencia consumiendo el pasto señalado es de 120 g por kg de peso metabólico (PM), siendo este consumo igual a 1 UE (siempre que la densidad energética de la ración sea de 2.7 Mcal de EM/kg de MS), disminuyendo el CVA por la gestación en el último mes (los franceses determinan el CVA restandole un 25% en esta etapa). También sugieren un ajuste al consumo de acuerdo al estado de la lactación, para la primera semana de 89g/kg de PM, 99g/kg de PM para la segunda 106g/kg de PM para la tercera y 110g/kg de PM para la cuarta semana de lactación. Del día 30 al 150 utilizan 120g/kg de PM. Finalmente después del 150 día de lactación y hasta el final de la misma utiliza el valor de 100g/kg de PM (Galina et al, 1990).

En el cuadro número 1 se muestra la capacidad de ingestión de la cabra en el primer mes y del segundo mes al final de lactación.

La capacidad de ingestión sugerida por los franceses supone por un lado que los animales tienen la posibilidad de seleccionar el forraje con una tasa de rechazo del 10 al 15%, por otro lado, que la ración ingerida tiene una densidad energética igual o superior a 2 Mcal de EM por kg de MS. Existirá por lo tanto un mayor error cuando se restrinja el forraje o exista una tasa de rechazo superior al 20%. Entre las cabras del mismo estadio de lactación, las cantidades ingeridas varían de .013 kg de MS por cada kilogramo de peso vivo de diferencia y .305 kg por cada litro de leche comparadas con el animal de referencia. Finalmente la capacidad de ingestión disminuye en un 10% en relación al peso vivo al final de la lactación y es solamente el 72, 83, 90 y 95% de la capacidad de referencia en las primeras 4 semanas de lactación, (Galina, 1990).

Las modificaciones sugeridas por el autor en estabulación sugieren un consumo menor ya que la cabra mexicana es más pequeña, cercana a los 50 kg de peso y con 2 kg de leche en promedio en la mitad de la lactación, con una ración que contiene 2.5 Mcal de EM/kg de MS. Para ella se determinó un consumo de 63g/kg de PM seca y 58g/kg de PM en el 5o mes de gestación. Durante la lactación un consumo de 69g, 79g, 86g y 91g para la primera, segunda, tercera y cuarta semana de ordena y 100g en la mitad de la lactación, 30-150 días, con 80g después de los 150 días de ordena, todos estos valores por kg de PM, sin embargo estos valores no han permitido explicar convincentemente los volúmenes totales de

energía y proteína necesarios para estos niveles de producción, (Galina et al, 1990)

Cuadro 1. Capacidad de ingestión de la cabra lechera en las primeras 4 semanas de lactación.

		la semana	2a semana	3a semana	4a semana
Peso vivo	kg leche	kg MS	kg MS	kg MS	kg MS
50	1	1.08	1.25	1.35	1.43
	2	1.30	1.50	1.63	1.72
	3	1.52	1.75	1.90	2.00
	4	1.74	2.01	2.18	2.29
	5	1.96	2.25	2.45	2.58
	6		2.51	2.73	2.88
60	1	1.18	1.36	1.48	1.56
	2	1.40	1.61	1.75	1.85
	3	1.62	1.87	2.08	2.14
	4	1.84	2.12	2.30	2.43
	5	2.06	2.37	2.58	2.72
	6		2.62	2.85	3.00

Capacidad de ingestión del 2o mes al final de la lactación.

Peso vivo	kg leche	kg MS
50	1	1.50
	2	1.81
	3	2.11
	4	2.42
	5	2.72
	6	3.03
60	1	1.64
	2	1.94
	3	2.25
	4	2.55
	5	2.86
	6	3.16

* Modificado de INRA, 1988.

En estabulación las cabras mexicanas produjeron en promedio 450 kg de leche en 260 días de lactación. El (CVA) fué de 664 kg anuales de MS, (2.210 kg/día que correspondieron al 4% de su peso vivo), con una densidad energética de 2.5 Mcal de EM kg/MS, el nivel de suplementación fué del 45% (305 kg) de un concentrado de 120g de proteína digestible PD y 3 Mcal de EM por kg de MS. En pastoreo los resultados globales del hato combinado fueron en promedio de 225 días (1.49 kg/día) y 326 kg de lactación. Sin embargo la densidad energética de la ración fué de sólo 2.1 Mcal de EM kg de MS. Con el programa de simulación utilizando la referencia francesa (INRA, 1988), se calculó un CVA de 828 kg de

MS al año (2.320 kg/día, el 4.3% de su PV) distribuidos en 185 kg de suplemento/ año (22%) y 643 kg de forraje año (78%) (Galina, et al, 1990).

El consumo de alimentos es el factor más importante en la determinación del nivel y la eficiencia en la producción de los rumiantes, los factores fundamentales en nutrición a considerar son cuatro: a) las necesidades del animal, b) contenido de nutrientes del alimento, c) digestibilidad del alimento y d) la cantidad de alimento consumida por el animal (INRA, 1988).

Los modelos utilizados para predecir el consumo en ganado lechero utilizan características del animal, del alimento o de ambos, (INRA, 1978; 1988; Ruiz y Menchaca, 1990).

Las ecuaciones basadas en el peso del animal y nivel de producción han predicho adecuadamente el consumo cuando la dieta ha tenido un alto contenido en energía, el consumo estará regulado por la demanda fisiológica de energía del animal, pero existe una pobre relación cuando su contenido energético es bajo y con altos niveles de fibra. Asimismo, las predicciones realizadas cuando las dietas tienen altos niveles de fibra han sido apropiadas, siendo poco eficientes cuando sus niveles de fibra son bajos, (Ruiz y Menchaca, 1990).

Estos mismos autores (Ruiz y Menchaca, 1990) encontraron que los rumiantes tratan de realizar un consumo estable de fibra, para lo cual proponen la utilización de un modelo matemático para predecir el consumo de pastos y forrajes a partir de la fibra cruda del forraje, peso y estado fisiológico del animal.

El consumo de materia seca ha sido el factor individual más importante entre los que determinan el valor nutritivo de los alimentos en general y de interés particular de los forrajes. Asimismo, es la variable que más afecta el comportamiento productivo de los rumiantes. Se ha observado que cuando se reduce el consumo de nutrientes paralelamente se disminuye también la eficiencia global de la conversión alimenticia, es decir que existe una relación entre lo que se aporta, (consumo) y lo que se obtiene (producto), razón por la cual ha sido necesario utilizar aquellos modelos que se acercan más apropiadamente a lo realizado por el animal (INRA, 1978,1988).

Previsión del consumo de alimentos

Para alimentar correctamente a los rumiantes, se deben de tomar una serie de medidas, la primera de las cuales sería una predicción correcta del volumen de alimento que el animal puede consumir por día. A partir de este dato, es posible establecer un programa de alimentación correspondiente a las diferentes etapas del ciclo productivo. Los principales factores que determinan las cantidades de alimento que pueden consumir son: el tipo de alimento (forraje, concentrado o la asociación entre ellos), su digestibilidad por su contenido de fibra, su clase botánica (gramínea o leguminosa), la especie (bovino, ovino,

caprino), la edad, el estado fisiológico del animal, por ejemplo si está en gestación o lactación y el peso vivo (Galina, 1987;1990).

Las comparaciones de los alimentos consumidos en relación a materia seca son mejores a aquellas que se hacen con el producto bruto. Para ello se utilizó la expresión de las cantidades consumidas en kg de MS/24 horas. Por ejemplo, para una cabra adulta de 60 kg de peso vivo y 4 kg de producción de leche de un 3.5% de grasa, consume 2.500 kg de materia seca de un forraje de buena calidad que corresponde al 4% de su peso vivo (INRA, 1988).

También es posible expresar las cantidades consumidas en kg de MS por 100 kg de peso vivo cada 24 horas. Para el mismo animal y el mismo forraje, la cantidad consumida sería de 4.311 kg de MS por 100 kg de PV por día. Otra forma de expresarlo es como la cantidad de MS por kg de peso elevado al 0.75, llamado peso metabólico (PM). Se determinó un consumo para la cabra de referencia de 120 g por kg de PM. Para el mismo animal sería por lo tanto: $60 \cdot 0.75 = 21.55 \times 120 \text{ g} = 2.586 \text{ kg de MS por día}$ (INRA, 1981; 1988).

Factores que afectan el consumo voluntario aparente

a) **Peso vivo:** Para un rumiante del mismo tipo, la cantidad de materia seca voluntariamente ingerida/día (MSVI/día), aumenta con el peso vivo del animal, este aumento es resultado del incremento de las necesidades energéticas de mantenimiento.

Cuadro 2. Variación de las cantidades de MSVI consumidas por día por los caprinos en raciones de mantenimiento, en base al pasto de referencia (70% de digestibilidad).

Peso vivo en kg	kg de MS por día	Kg de MS por 100 PV pr día
40	1.908	4.77
50	2.256	4.51
60	2.586	4.31

b) **Producción de leche:** Para las cabras del mismo peso, el consumo de materia seca aumenta linealmente con la producción lechera entre 1 y 3 kg de leche, con un promedio de 270 g de MS/kg de leche producida, (INRA, 1981).

c) **Estado fisiológico del animal:** En el principio de la lactación, la capacidad de ingestión de una cabra aumenta regularmente para llegar a su máximo a los dos meses después del inicio de la lactación. Se mantiene en estas cantidades para disminuir hacia el final, (INRA, 1981).

Durante el período seco del animal su capacidad de ingestión disminuye en razón del aumento del espacio que ocupa el feto. al final de la gestación. Otro factor que ha demostrado tener influencia sobre la capacidad de ingestión ha sido el tipo genético por ejemplo, el (CVA) de una cabra de raza Saanen es ligeramente mayor que la de una Nubia. Por último el estado corporal: la capacidad de ingestión disminuye cuando el estado de engrasamiento corporal aumenta, aunque es difícil de separar la influencia de estos factores en el animal vivo (Galina, 1987).

Definición de una Unidad Empanzonante

A fines de la década de los 70's el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INRA) de Francia propone la utilización de un método para estimar la capacidad de ingestión y consumo de materia seca de los animales, con una estimación paralela de la calidad de los forrajes, al cual denominaron "L'Unité d'Encombrement UE" (INRA, 1978; 1988).

Esta metodología ha sido adaptada para ambientes tropicales, en Cuba ha sido denominada como "Unidad de Consumo" (García-Trujillo y Cáceres, 1984, 1985; García-Trujillo y Pedroso, 1989; Xande y García-Trujillo, 1985).

En dicho modelo se integran:

- 1) la capacidad de ingestión de los animales
- 2) el valor de consumo de los alimentos voluminosos (forrajes)
- 3) el efecto asociativo que producen los concentrados con el consumo de forraje.

Este sistema ha permitido realizar dos tipos de balances:

- a) Determinar la cantidad de forraje y concentrado a suministrar para obtener una producción determinada y b) Conocer el consumo de materia seca de los forrajes y la producción animal que se puede obtener si se cuenta con una cantidad fija de alimento concentrado, (García-Trujillo y Cáceres, 1984, 1985; García-Trujillo y Pedroso, 1989; INRA, 1978, 1988; Jarrige et al., 1986; Xande y García-Trujillo, 1985).

Los investigadores del INRA en Francia han efectuado un gran número de mediciones de la materia seca voluntariamente ingerida (MSVI) en los ovinos y en los bovinos inicialmente para llevarlo a cabo posteriormente en las cabras. De esta manera, este grupo de trabajo ha podido hacer comparaciones entre ellas, con el objeto de determinar las cantidades de materia seca ingeridas por día. Por lo tanto se puede clasificar a los forrajes ya sea de acuerdo a su palatabilidad, o según sea su capacidad empanzonante. Este es el enfoque que se utilizará, y se conoce como unidades empanzonantes. La capacidad de ingestión voluntaria de un alimento de referencia se le da el valor empanzonante o de llenado de 1. Como alimento de comparación se utilizó un pasto

joven de 70% de digestibilidad; por lo tanto 1 kg de MS de este pasto tiene un valor empanzonante de 1.0 (UE). Para efectuar la medición, se han seleccionado animales de referencia: un borrego castrado de 1 a 3 años que pesa 40 a 70 kg; un bovino hembra de 600 kg, que produce 17 kg de leche/día en mitad de la lactación o una cabra de 60 kg de peso, buena productora con 4 kg de leche de 3.5% de grasa, (INRA, 1981; 1988).

El consumo del pasto de referencia en base seca, para los tipos de animales standard fué el siguiente: EL ovino 75 g de MS por kg de PM por día; el bovino 122 g de MS por kg de PM por día y en la cabra de 120 g por kg de PM también diariamente. Con el objeto de caracterizar la palatabilidad de un forraje cualquiera y expresarlo en unidades empanzonantes, es suficiente comparar las cantidades consumidas del forraje y relacionarlos con el pasto de referencia, ya sea en base a su digestibilidad o usando tablas (INRA, 1988; 1988a)

Para el caso de los ovinos:

Uno puede hablar de las unidades empanzonantes del ovino:UEO

Valor de empanzonamiento de un forraje (en UEO)	75 (g de MS/kg de PM/día)

	Cantidad de forraje ingerido por el borrego standard en g de MS por kg de PM

En el caso de los bovinos:
Se determinaría una Unidad Empanzonante Bovina: UEB

Valor empanzonante de un forraje (en UEB)	122 (g de MS/kg de PM/día)

	Cantidad de forraje ingerido por el bovino standard en g de MS por kg de PM

En caso de las cabras:
Se determinaría una Unidad Empanzonante Cabra: UEC

Valor empanzonante de un forraje (en UEC)	120 (g de MS/kg de PM/día)

	Cantidad de forraje ingerido por la cabra standard en g de MS por kg de PM

Para calcular el volumen final se debe considerar que el pasto de referencia tiene un tenor de MS de 17% promedio por lo tanto 75 g de MS corresponden a 441 g de producto fresco/día, 122g de MS corresponden a 721g de producto fresco/día (Galina, 1987).

Capacidad de ingestión

Los forrajes por lo tanto se pueden clasificar según su capacidad empanzonante en UEB o UEO y las cantidades que puede consumir un animal expresadas en UE, por ejemplo un alimento que tenga un alto valor empanzonante puede tener 2 UEB/ kg de MS por lo tanto consumiría 3 kg de MS/día, y otro animal alimentado con forraje de menor cantidad de fibra (menos empanzonante) podría tener 1 UEB/ kg de MS, lo que le permitiría consumir 6 kg de MS/día. La capacidad de ingestión, expresada en Unidades Empanzonantes es una constante del animal considerando cualquier fuente de alimentación o cualquier tipo de alimento (INRA, 1988).

Cuando se pone o adiciona en la ración forrajera consumida voluntariamente una cantidad variable de concentrado (expresado por la variable Q), la cantidad de forraje consumida varía. Ella disminuye de acuerdo a una cantidad $Q \times S$; S representa la tasa de sustitución que se establece entre el forraje y el concentrado. Por ejemplo, si adicionamos 1 kg de MS/día de un alimento concentrado a una ración forrajera consumida a voluntad se establece una disminución del consumo de forraje de 0.8 kg de MS/día, se puede decir que la tasa de sustitución S tiene un valor de 0.8, que en la mayoría de los casos S se sitúa entre 0 y 1, (INRA, 1984).

Sistemas de estimación y de expresión del valor energético de los alimentos.

De acuerdo a un trabajo reciente realizado por el INRA en Francia, (INRA, 1988), han sido revisados algunos de los conceptos básicos sobre la nutrición de los rumiantes.

Previamente han sido desarrolladas dos familias de sistemas de estimación del valor energético de los alimentos. Una de ellas se basa en el contenido de nutrientes digestibles (Total Digestible Nutrients, TND en los Estados Unidos) o en energía metabolizable de los alimentos, mientras que el otro grupo de sistemas se basa en el contenido de energía neta de los alimentos. En todos estos sistemas se asigna a cada alimento un valor energético único y se admite que los alimentos tienen entre ellos mismos un mismo valor relativo para el mantenimiento, la lactación y la engorda, lo que evidentemente no es el caso, especialmente para la engorda (INRA, 1980).

En el sistema TND se estima que el valor energético de los alimentos depende únicamente de su contenido en elementos digestibles. Se admite que la EM se utiliza con una eficacia constante para el mantenimiento (0.76), para la lactación (0.69) y para el crecimiento y la engorda (0.58), cualquiera que sean las características de los alimentos. Este sistema conduce a sobreestimar el valor de los alimentos con porcentajes altos en fibra en relación a los alimentos concentrados, sobre todo para el crecimiento y la engorda. A nivel de rancho, sin embargo, los errores no son muy importantes si las raciones son similares y contienen mucho alimento concentrado, lo que a menudo es el caso

en los Estados Unidos (INRA, 1981).

Lo anterior justifica plenamente un cambio en la estrategia actual de distribución del alimento concentrado, aplicando los sistemas vigentes de alimentación de los rumiantes de países que optimizan sus recursos forrajeros proporcionando cantidades reducidas de concentrado (Echavez, 1987).

En México la Asociación Mexicana de Técnicos Especializados en Caprinocultura, AZTECA han propuesto dos hipótesis de desarrollo de tecnología para la producción caprina basados en estos principios de alimentación. Una primera que permite cuotas rentable de carne o leche a base de arbustivas y una segunda que logre esos mismos resultados a base de esquilmos agrícolas y/o praderas inducidas, ambas con niveles estratégicos de suplementación. La segunda hipótesis fué desafiada en Querétaro y un primer nivel de manejo y suplementación sugerido recientemente, (Galina y Morales, 1987).

En base a lo anterior para el presente trabajo se planteo la siguiente hipótesis: Es posible obtener cuotas rentables de leche en caprinos alimentados a base de subproductos agrícolas con bajos niveles de suplementación estratégica, dentro del subsistema "semi-intensivo" de producción, se determinara la capacidad de ingestión del hato, desafiando las recomendaciones del INRA y otros trabajos similares con las cuotas aparentes de energía y proteína estimadas. Y por otro lado se utilizaran los sistemas franceses para la evaluación de los requerimientos nutricionales de las cabras desafiandose los resultados contra los obtenidos por Galina y Morales (1987).

OBJETIVOS:

Predecir el consumo voluntario aparente de materia seca en cabras lecheras en relación a un forraje de referencia de 15% de proteína cruda, 25% de fibra cruda y 77% de digestibilidad de materia orgánica tomando como variables el peso vivo, nivel de producción, estado fisiológico del rumiante y el contenido de fibra cruda del forraje.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en los meses de enero a septiembre de 1991 con 110 cabras de diferentes edades, pesos (como media 51.8 kg para las adultas y 32.4 kg para las primaras), estados fisiológicos (vacías, gestantes y lactantes), procedencias y grados de mestizaje, siendo la población de la granja de las razas Nubia, Alpina Francesa, y Saanen, cruzadas con Alpina Francesa, Saanen, Toggenbourg, Granadina y Nubia en grados de 1/2, 3/4, 7/8, 15/16 de sangre en sus cruces.

La granja donde se desarrolló el trabajo se encuentra en la zona semiárida de Querétaro, entre el paralelo 19°15' y 99°20' de latitud norte y entre los meridianos 100°15' y 99°20' de longitud oeste. Su altitud es de 1,950 m.s.n.m. y un clima (según Köppen) perteneciente al tipo Bsl kw (w) (e), es decir: seco, estepario, semiarido, templado, con lluvias escasas en el verano, con precipitación pluvial de 460mm anuales. El periodo de sequía es de 6 a 8 meses (DGSM, 1978; 1982).

Los animales pastoreaban diariamente sobre los esquilmos que existían en las diferentes épocas del año, de acuerdo al calendario de manejo agrícola de la unidad. Consideramos como esquilmo un subproducto de la agricultura que queda en el campo después de la cosecha y que generalmente tiene menor valor nutritivo por su cantidad de fibra, que un pasto joven y succulento y aún que un forraje producto de una planta madura. El rancho cuenta con 120 has de riego dedicadas al cultivo de brocoli, chícharo, avena, sorgo, maíz, alfalfa, quelite y pradera de ray grass entre otros, (utilizados después del corte que se vendía como forrajes), aprovechando los canales y costados de las tablas agrícolas. Además de 50 hectáreas de temporal y 30 de agostadero, con pastos nativos como "pata de gallo" (*Bouteloua curtipendula*) y "navajita" (*Bouteloua spp*) localizadas estas últimas en zona cerril, principalmente con arbustivas. Las cabras se adaptaban al cultivo o la zona de pastoreo por lo que se señala solamente los días que pastorearon activamente el producto agrícola después del corte, aunque algunos días estuvieron pastoreando los canales o alrededor del forraje.

El nivel de suplementación (en materia seca), fue administrado en comederos globalmente en el corral (80%) e individualmente en la ordeña (20%), fueron de 600gr/día de un concentrado de 3 Mcal de energía metabolizable (EM) y 120 g de proteína digestible (PD), obtenidos a partir de los análisis químicos proximales con las técnicas convencionales, (Morfin, 1989). Los niveles variaron al final de la gestación e inicio de la lactación, es decir, enero, febrero y marzo 500 g, abril, mayo y junio 400 g, julio agosto y septiembre 600 g. Estas variaciones fueron planeadas en relación al manejo alimenticio del año anterior.

La ordeña fue manual, una vez al día, en una sala tipo tunel para cuatro cabras. Los animales y la leche fueron pesados mensualmente, y el nivel de suplemento diariamente.

El manejo de los animales para el pastoreo salían al campo a las 10 de la mañana y regresaban a las 4 de la tarde, en algunos casos pastoreaban un forraje en un periodo matutino y otro en el vespertino.

Los animales fueron alimentados enero y febrero sobre el corte de ray grass, marzo y abril brocolí, mayo, junio y julio sobre varios, de agosto a septiembre en pastoreo de arbustivas.

La unidad empanzonante de acuerdo al forraje de pastoreo se definió de esta manera para todo el año: enero y febrero 1.1, marzo y abril 1.3, de mayo hasta septiembre 1.2.

El pastoreo fue de enero a julio cercano (plano no mayor de 1 km) y de agosto a septiembre lejano (agostadero cerril con 1 o más km).

Para los cálculos se utilizaron los requerimientos de las cabras sugeridos por el INRA, (1981; 1989) y el ITOVIC, (1986) en Francia, adaptados y ajustados según las sugerencias de trabajos en México (Peraza, 1984; 1985; Galina et al, 1985; 1986; 1987 y Galina, 1990).

Se utilizó un programa diseñado para computadora personal en lenguaje basic que tomaba en consideración las siguientes variables:

a) Determinación de la capacidad de ingestión:

Se tomaba en cuenta el peso vivo actual, elevándose a la potencia 0.75 para obtener el peso metabólico y multiplicándose por 120 g que es la sugerencia del INRA para el forraje de referencia.

Peso vivo $^{.75} \times 120 \text{ g} =$ Consumo voluntario pasto de referencia.
En caso de estar en el último mes de gestación se efectuó el siguiente ajuste

$(\text{Peso vivo } ^{.75} \times 120) \times .75 =$ Consumo voluntario gestación
Se sustrajo la cantidad de suplemento (concentrado pesado)

Consumo de Forraje = Consumo voluntario - concentrado

La materia seca del forraje aparentemente consumida fue:

MSF = Forraje / Unidad empanzonante

La Unidad empanzonante se determinó en base a las tablas del INRA, comparadas con algunas digestibilidades para los mismos forrajes en México, en general se usó el siguiente criterio que fue la tasa de sustitución y que para el concentrado es mayor que 1, utilizando los criterios establecidos con anterioridad por investigadores en Colima, de acuerdo al nivel de fibra cruda del forraje con los criterios establecidos para las observaciones en Querétaro. (Galina et al, 1991).

1. Concentrados = .8
2. Forrajes de excelente digestibilidad como alfalfa joven o ray grass en crecimiento = 1
3. Forrajes de buena digestibilidad como Brocoli, Chicharo, alfalfa o ray grass maduro = 1.1
4. Forrajes de mediana digestibilidad como avena, sorgo, silo de maiz, pastos maduros o arbustivas = 1.2
5. Forrajes de baja digestibilidad como rastrojo de maiz, pajas de avena o de sorgo = 1.3

El total de materia seca aparentemente consumido fué por lo tanto la suma del forraje y el concentrado

Total Materia Seca = Materia seca forraje + materia seca concentrado

b) Determinación de la energía necesaria.

Para comprobar si el volumen calculado individualmente correspondía al probable consumo calculamos la energía y proteína necesaria sugerida para esos niveles de producción y estado fisiológico de las cabras con las siguientes ecuaciones:

Para Energía:

Se dividió el programa en energía de mantenimiento, de crecimiento, de gestación y de producción de leche.

Para la energía de mantenimiento se calculó el peso metabólico y multiplicándose por 117 Kcal de energía metabolizable que es la sugerida para la cabra de referencia en México. El INRA estableció las sugerencias en unidades forrajeras leche (UFL), unidades de energía neta que para su interpretación en el programa las pasamos a energía metabolizable utilizando de referencia la cebada y su valor en EM (INRA, 1988).

1 Unidad Forrajera Leche = 2.71 Mcal de Energía Metabolizable

EM = Peso vivo $^{.75}$ x .120 Kcal

Según el sistema de manejo se utilizan los siguientes porcentajes de acuerdo al autor (Galina, et al 1991).

1. Estabulación EM = EM
2. Pastoreo EM = EM x 1.25 (pastoreo en plano cerca del establo)
3. Agostadero EM = EM x 1.5 (pastoreo en agostadero de arbustivas)

Para la energía de crecimiento (EGAN) se calculó restando el peso actual (PACT) del peso anterior (PANT) y dividiéndolo por 30 días, la ganancia diaria se multiplicó por 9.5 Mcal de EM

EGAN = (PACT - PANT / 30) x 9.5 (INRA, 1988).

Para la energía de gestación (EGES) se calcularon 3 necesidades a el 3o, 4o y 5o mes de gestación de la siguiente forma:

1. 3er mes de gestación EGES= EM x .2
2. 4to mes de gestación EGES= EM x .35
3. 5to mes de gestación EGES= EM x .50
(INRA, 1988)

Para la energía de lactación (ELAC) se usó la siguiente ecuación:

ELAC= Kilos de leche x 1.16 Mcal de EM

Se realizó una corrección de acuerdo al porcentaje de grasa de la leche de la siguiente forma:

Cuando grasa de la leche = 3.5% ELAC= ELAC
Cuando grasa de la leche = 4 % ELAC= ELAC + (ELAC x .08)
Cuando grasa de la leche = 4.5 % ELAC= ELAC + (ELAC x .16)
Cuando grasa de la leche = 5% ELAC= ELAC + (ELAC x .24)
(INRA, 1988)

La energía total fué la suma de las cuatro anteriores.

c) Para calcular la proteína digestible se dividió en proteína de mantenimiento, PMAN; de crecimiento, PGAN; de gestación, PGES y de lactación; PLAC, con las ecuaciones correspondientes. Para el diseño del programa se utilizaron las recomendaciones de materia nitrogenada digestible (MND), correspondiente a la proteína digestible y no las de proteína digestible intestino ya que las tablas francesas presentan ambas.

PMAN= Peso Actual x .6 g de Proteína digestible

Se utilizaron los mismos porcentajes de corrección que para la energía de mantenimiento de acuerdo a el manejo del hato.

Proteína de Ganancia:

PGAN= Ganancia de peso diaria x 260 g de PD

Proteína de gestación:

1. 3er mes de gestación PGES= PMAN x .2
2. 4to mes de gestación PGES= PMAN x .35
3. 5to mes de gestación PGES= PMAN x .50

Proteína de lactación:

PLAC= leche diaria x 60 g de PD
(INRA, 1988)

La proteína total fué la suma de todas ellas

El método de calculo de la capacidad de ingestión fué en base a su peso metabólico y multiplicándolo por 120 g por kg como recomienda el INRA francés para el pasto de referencia, de acuer-

do a la cantidad de fibra y su digestibilidad particular de los diferentes forrajes se les asignaba un valor comparativo con la unidad de referencia o se tomaba el recomendado por las tablas del INRA, dividiendo el resultado inicial por el factor de corrección de acuerdo al forraje. Este cálculo inicial sirvió para determinar la capacidad forrajera en su relación a llenado, "unidad empanzonante". A esta cantidad inicial se le restaron los gramos de concentrado en materia seca de la dieta, pesados diariamente. El concentrado se dividió por un factor inferior a la unidad ya que su digestibilidad es mayor y su porcentaje de fibra menor que el forraje de referencia de aproximadamente .8 . Finalmente se calculo su capacidad de ingestión forrajera, restando la cantidad de suplemento ofrecido y por diferencias se determino el volumen del forraje ingerido (ajustandose mediante el uso del sistema de unidades empanzonantes) la capacidad de ingestión final se determinó sumando cada uno de los elementos de la dieta, (INRA, 1981).

Posteriormente se determinaron las necesidades totales de energía y proteína de acuerdo a las sugerencias establecidas con anterioridad por los franceses o modificaciones de trabajos en México . Se substrajo la energía y proteína del suplemento calculándose por diferencia la del forraje. Se realizaron paralelamente varios exámenes químicos proximales tanto del suplemento como de diferentes forrajes con el fin de establecer el valor nutritivo aproximado de los mismos. Se realizó el estudio estadístico mediante una prueba de hipótesis para la media poblacional utilizando pruebas de muestras grandes (distribución normal) entre los resultados calculados del forraje mediante los exámenes químicos proximales o los sugeridos por las tablas de alimentos contra los resultados de densidad energética o proteica de acuerdo a el nivel de producción y estado fisiológico para estimar el margen de acuciosidad de nuestra predicción de consumo voluntario aparente.

Se determinó de esta manera la cantidad total y mensual de materia seca aparentemente consumida, se pesó en kg el suplemento diario, calculando el mensual y total. Por diferencia se determinó la cantidad probable de forraje consumido. Así mismo se determinó la EM, mensual y total, la EM del suplemento y por diferencia la EM de los diferentes esquilmos agrícolas, (comparados con los valores obtenidos en los exámenes químicos proximales, y en las tablas de alimentos) y el porcentaje mensual y total que aportó el suplemento, realizándose el mismo ejercicio para la proteína comparando estos resultados con las recomendaciones para la cabra lechera establecidas en los países europeos. Es decir observar si las recomendaciones de volumen y calidad de los alimentos en una granja tenían una correlación importante con las sugerencias para el manejo alimenticio elaboradas en los institutos de nutrición especializados. Las comparaciones tuvieron como objetivo medir la repetibilidad de las recomendaciones de capacidad de ingestión, energía y proteína dentro de los establecido por la escuela europea y si ellos correspondían a lo calculado para la cabra en nuestra granja.

La observación calculada del consumo de energía y proteína solamente sirve para estimar el grado de error de las ecuaciones de predicción de consumo voluntario y niveles de suplementación.

RESULTADOS

Los resultados observados corresponden a los pesos de las cabras adultas y primaras y su producción de leche tratados en forma mensual. (cuadro 1).

En el cuadro 2 se resumen los promedios obtenidos por meses para la energía total, proteína total, total de materia seca, energía y proteína del forraje, y porcentaje de materia seca.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis para la media poblacional, donde se utilizó la prueba para muestras grandes. En los tres primeros meses se obtuvieron resultados de significancia, en los siguientes meses no.

Por otro lado se presentan las variaciones mensuales del peso de las cabras a través de los 9 meses, con un promedio de peso de 51.8 Kg para las cabras adultas y 32.4 kg para las de primera lactación. Los datos de capacidad de ingestión global fue calculada en base a las sugerencias de los investigadores franceses y que en promedio fue de 1.74 Kg para el hato combinado, o sea el 3% de su peso vivo.

El promedio de leche fue de 1.2 y .8 para las adultas y primaras respectivamente. El hato combinado tuvo un promedio de 240 días de lactación, 1.15 kg al día y 265 kg por período.

Para el hato combinado se calculo un consumo promedio aproximado de 640 Kg/año de materia seca, se les dio en promedio un total de 146 Kg de suplemento a los 2 grupos lo que constituyo el 30% de la materia seca consumida en las adultas y en las primaras.

La densidad energética combinada promedio fue de 2.4 Mcal/EM/Kg/MS. Para ello el suplemento fue de 2.7 a 3 Mcal/EM/Kg/MS y 120 g de PD/Kg/MS y el forraje varió de acuerdo al esquilmo o arbustiva con un promedio de 1.68 Mcal de EM/Kg/MS. Así mismo de las 396 Mcal necesarias para la producción de leche, el suplemento por si solo aportó 438 Mcal o sea cubrió totalmente la cuota energética de la leche y parte del mantenimiento, por lo que el forraje completó la mayor parte de la energía de mantenimiento y crecimiento de los animales.

El aporte de energía por parte del forraje fue del 54% del total de energía consumida, mientras que el concentrado aportó el 46%.

Los forrajes se clasificaron por su costo, de la siguiente forma: esquilmos primarios el que se puede recojer y vender como forraje fuera de la granja, como fue el caso de parte del brócoli, la avena y el Ray grass; el de esquilmos secundarios, los que se pueden aprovechar mediante el pastoreo por las cabras; y las arbustivas de la zona cerril, que solamente se pastorean en verano. La mayor parte de los esquilmos de esta observación

fueron del tipo secundario.

Durante la lactación se observó una ganancia de peso de Enero hasta Abril en las adultas, mientras que las primíparas mostraron una tendencia de aumento moderado de peso hasta julio debido a que aún estaban en período de crecimiento, a partir de agosto y hasta octubre se observan aumentos considerables que coinciden con sus últimos meses de gestación período en el que la ganancia de peso se eleva debido al mayor desarrollo de los productos.

Cuadro 1. Peso vivo mensual de cabras adultas y primíparas con su producción de leche durante los nueve meses.

Mes	Peso vivo Kg	Peso vivo Kg	Leche Kg	Leche kg
	Adultas 50 animales	Primíparas 10 animales	Adultas	Primíparas
Enero	49.7	28.38	1.4	1.03
Febrero	51.0	29.91	1.3	1.03
Marzo	53.3	32.44	1.3	.91
Abril	51.9	30.55	1.3	.94
Mayo	50.1	31.20	1.1	.70
Junio	49.4	31.44	1.2	.66
Julio	49.0	32.41	1.3	.90
Agosto	53.1	35.75	1.0	.82
Septiembre	58.9	39.64	.8	.54
Media	51.8	32.4	1.1	.8

Cuadro 2. Promedios obtenidos por meses para la energía, proteína y total de materia seca. Energía, proteína y porcentaje de materia seca del forraje.

	Mcal	Kg	Kg	Mcal	g	%
Enero	4.09	1.01	1.81	1.94	83	34
Febrero	4.96	1.41	1.83	2.54	104	34
Marzo	5.10	1.41	1.69	3.00	120	37
Abril	4.20	1.19	1.59	2.45	97	31
Mayo	3.64	0.91	1.68	1.92	71	30
Junio	3.94	1.06	1.66	2.13	81	30
Julio	4.73	1.25	1.74	2.55	107	43
Agosto	5.85	1.47	1.83	3.27	117	41
Septiembre	6.00	1.32	1.97	3.00	93	39
Media	4.72	1.11	1.74	2.55	97	35.5

Cuadro 3. Resultados mensuales de la prueba de hipótesis para la media poblacional.

Mes	Resultado	
Enero	5.94	**
Febrero	5.23	**
Marzo	7.49	**
Abril	0.48	ns
Mayo	0.004	ns
Junio	0.025	ns
Julio	0.731	ns
Agosto	0.114	ns
Septiembre	0.112	ns

** significativo
ns no significativo.

DISCUSION

No se pretende sugerir patrones de consumo de energía o proteína, sino solamente y en base al consumo observar si las sugerencias del INRA, (1981; 1988), corresponden a la práctica caprina de nuestras condiciones.

Como fue señalado anteriormente, la cantidad de alimento ingerido de manera voluntaria es un factor muy importante, frecuentemente limitante, en el caso de los forrajes por la energía ingerida en la ración total. Recientemente se discutieron los elementos teóricos para su evaluación, que en la mayoría de los casos coinciden en que la cabra consume en promedio de 4 a 5 kg de MS / 100 kg de peso. Aunque puede llegar según algunos investigadores a 6 o hasta 7 kg (Galina, et al 1985; ITOVIC, 1986; Peraza, 1987). Los datos necesarios para evaluar este consumo fueron: el estado fisiológico, de acuerdo al mes correspondiente, estado de lactación o gestación, el peso vivo mensual, ganancia o pérdida de peso y la producción de leche ya que existe una elevada correlación matemática, superior al 90% como lo demostró Peraza, (1987). Los resultados demostraron un promedio de 3.0 kg/100 kg de peso vivo con variaciones que fueron desde 3 y 4 kg en septiembre y meses posteriores donde es el final de la gestación hasta casi 5 kg en febrero y marzo y arriba de 5 kg durante los meses de abril y julio (pico de la lactación), que concuerda con hallazgos anteriores.

Las necesidades energéticas de mantenimiento y gestación juntas representarán el 72% del total de la energía necesaria para las cabras adultas que coinciden con las necesidades totales de un hato de 60 kg de peso vivo y 500 kg de leche mientras que nuestros animales adultos tuvieron promedio de peso de 52 kg y 396 kg de leche mientras que las primíparas tuvieron en promedio 32.4 kg de peso y una producción de 135 kg de leche.

Para determinar el CVA en el presente trabajo se utilizó el sistema de unidades empanzonantes que sugiere 120 g de MS/KgPM (peso metabólico) para la unidad de referencia (INRA, 1988). Los resultados fueron similares a los publicados en 1987, los cuales fueron calculados en base a ecuaciones de predicción de consumo voluntario (Galina y Morales, 1987). Así mismo el resultado de 640 kg/año de MS para adultas representó un 3.0% de su peso vivo en promedio, similar a lo presentado con anterioridad (Peraza, 1988 ; INRA, 1988; ITOVIC, 1986; Galina y Morales, 1987). No obstante que los resultados no mostraron una diferencia significativa con excepción de marzo y septiembre cuando se trataron las medias, el CVA aparente no permitió explicar la densidad energética de los forrajes en tratamientos individuales de los datos de los animales en todos los meses del año, por lo que pensamos que un mayor consumo cercano a los 140g por Kg de PM permitiría un mejor manejo del consumo en nuestras cabras, cifra que utilizaremos en futuras observaciones. El mayor consumo permitiría explicar los volúmenes de leche obtenidos con el manejo de campo de la cabra mexicana con la calidad de forrajes utilizados para ello.

La cantidad de energía del forraje correspondió cercanamente, (ligeramente inferior) a la obtenida en los análisis químicos proximales, la proteína digestible fué menor al promedio de los mismos estudios (80 g/Kg/MS) la diferencia, fué debido a que la obtenida en el estudio es producto de un cálculo matemático, lo que sugiere que la dieta suministrada aportó mayor proteína y energía que la recomendada, lo que ayuda a explicar probablemente el aumento de peso de parto a parto en las cabras adultas, ya que los requerimientos para ganancia de peso en gestación sólo representan las necesidades de los productos, sin considerar el aumento de peso de las madres.

Conclusiones

Dentro de las condiciones de este trabajo las cabras presentan un consumo voluntario aparente más cercano a los 140 g por kg de PM.

Para estimar con mayor precisión el consumo voluntario aparente hay que establecer con mayor rigurosidad la unidad empanzonante de los forrajes empleados, particularmente de las arbustivas en el agostadero.

Bibliografía:

- Allison, C.: Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. Range Manage.* 38 (4): 1985.
- Conrad, H. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 47:54-62. 1964.
- Dirección general de servicios meteorológicos nacional 1978. Catálogo de registros. Departamento de Topografía Nacional. SARH, México.
- Dirección general de servicios meteorológicos nacional. 1982 departamento de climatología de México. Tarjeta de resumen mensual y anual SARH, México.
- Echavez, V. E. 1987. Producción de leche con cantidades reducidas de concentrado en un hato lechero de la Comarca Lagunera Memorias III Congreso Nacional de AMENA, Cocoyoc Edo. de Morelos p 143 - 150.
- Forbes, J.: Hormones and metabolites in the control of food intake. In *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Ruckebush, y and thivend, P. MTP Press Limited. pp.145-160. 1980.
- Galina, M. 1985. Alimentación de la cabra. Memorias Alimentación de los Caprinos. AZTECA. AUBJO, Oaxaca, Oax.
- Galina, M. y R. Morales. 1985. Evaluación del consumo de materia seca en cabras productoras de leche en estabulación total. Niveles de energía y proteína digestible para mantenimiento, ganancia o pérdida de peso y reproducción de leche. Memorias curso nutrición y alimentación de los caprinos. AZTECA-UABJO, Oaxaca, México: 90-110.
- Galina, M., Morales y E. Pineda. 1985. Comportamiento alimenticio de la cabra durante la lactación. Memorias del XI Congreso Nacional de Buiatría. Guadalajara, Jalisco, México: 284-288.
- Galina, M. 1986. Niveles de materia seca, energía y proteína en cabras lecheras en estabulación. Curso sobre alimentación y nutrición de la cabra lechera. SARH, INCA, AZTECA, Zacatecas, Zac. México.
- Galina, M. 1987. Previsión del consumo de alimentos. AZTECA, memorias IV Congreso Nacional Universidad de Colima, p 19-29
- Galina, M. Morales, R. 1987. Alimentación de un hato, caprino productor de leche a base de esquilmos agrícolas. AZTECA, memorias IV Congreso Nacional, Universidad de Colima, México p. 35-55.
- Galina, M., G. Camacho y R. Morales. 1989. Manejo alimenticio de un hato caprino productor de leche con base a esquilmos agrícolas con suplementación. VI Congreso de AZTECA. Guadalajara, Jal. México, :158-163.
- Galina, M. 1990. Alimentación de los rumiantes. Curso sobre nutrición de rumiantes. SARH-Universidad de Colima. (Mimeografiado), Colima, México.
- Galina, M. y Palma, G.J.M. 1991. Previsión del consumo de alimentos. Nutrición y Alimentación de Rumiantes. SARH-Colima; Universidad de Colima: 12-17.

- Galina, M., R. Morales A., J.M. Palma y E. Silva P. 1991. Dos modelos tecnológicos de producción de leche. Avances en investigaciones agropecuarias. FES-Cuautitlán, UNAM, México. En Prensa.
- García-Trujillo, R., y O. Cáceres. Nuevos Métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Consumo. Pastos y Forrajes: 121-130.
- García-Trujillo, R., y Pedroso, D. Alimentos para Rumiantes. Tablas de Valor Nutritivo. Ed. EDICA. La Habana, Cuba. 1989
- INRA. 1981. Alimentación de los Rumiantes. Edit. Mundi Prensa, Barcelona España.
- INRA. 1988. Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, Francia.
- INRA. 1988. Tables de L'Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris. Francia.
- INRA, 1984. Alimentation des Bovins. ITEB. Paris. Francia.
- ITOVIC. 1986. Pratique de l'alimentation des Caprins. Conceils pour l'éleveur. Paris Francia.
- Jarrige, C.R.; et al, 1986. The INRA "fill unit" system for prediction the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: A review. J. Anim. Sci. 63: 1737-1758.
- Juárez, A. 1984. Productividad caprina en México. Estructura productiva y perspectivas de modernización. Caprina. Facultad de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México: p.99-120.
- Juárez, A., y C. Peraza, 1981. Systemes d'alimentation en elevages caprin semintensif; intensif et extensif au Mexique. Nutrition et Systemes d'alimentation de la Chevre. Symposium International-ITOVIC-INRA, Tours, Francia.
- Morales, R. 1985. Necesidades de energía y proteína de la cabra lechera en esta total. tesis, FES-Cuautitlán UNAM. México.
- Morfin, L. 1989. Bromatología. Manual de laboratorio. Departamento de Ciencias Pecuarias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Universidad Nacional Autónoma de México.
- Palma, G.J.M. y Galina, M. 1991. Estimación del consumo de alimentación y Nutrición en Rumiantes. SARH-Colima; U. de Colima, 23-26.
- Palma, G.J.M. 1991. Las unidades empanzonantes como alternativas para evaluar el consumo en los rumiantes. pp 29-41. UNAM y U. de Colima, Memorias.
- Peraza, C. 1980. Algunas consideraciones actuales sobre la alimentación de la cabra lechera. Primer encuentro internacional para impulsar la producción de leche de cabra. Torreón, Coah. p. 68-102.
- Peraza, C. 1982. Contribución al estudio científico y tecnológico de la producción de leche de cabra en un sistema semi-intensivo y de su transformación industrial a nivel familiar en la zona Árida de México. Datos no publicados.
- Peraza, C. 1984. Analisis de los requerimientos nutricionales de las cabras lecheras en un sistema semi-intensivo de las zonas semiáridas de México. Productividad Caprina. FMVZ UNAM. México: p.3-30.

- Peraza, C. 1987. Nutrición de la cabra lechera en agostadero. Seminario. III Congreso de la Asociación de Especialistas en Nutrición Animal Cocoyoc, Morelos.
- Ruiz, R. y Menchaca, M. 1990. Modelo matemático del consumo voluntario en rumiantes. 2 principios y métodos para estimar el consumo potencial de materia seca de los pastos y forrajes tropicales. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola (Cuba), 24; 51-59.
- Soest, P. Van.: Nutritional ecology of the Ruminant. O and B Books INC. Cervallis, OR. Oregon, USA. 1982.
- Xande, A., García-Trujillo, R. 1985. Tablas de valor alimenticio de los forrajes tropicales en la zona del caribe. INRA-Guadalupe, Indio-Hutey, ICA, Cuba.