

77



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**RECRIA DE CABRITAS ALIMENTADAS CON PAJA DE
AVENA Y UN SUPLEMENTO PROMOTOR DE LA
FERMENTACION RUMINAL COMPARADA CON UNA
DIETA DE ALFALFA CON CONCENTRADO
BALANCEADO.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
VIOLETA DEL SOCORRO ORTIZ MACEDO

ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



ASAMBLA NACIONAL
EXAMENES DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
CENTRO DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Recría de cabritas alimentadas con paja de avena y un suplemento promotor de la fermentación ruminal comparado con una dieta de alfalfa con concentrado balanceado".

que presenta La pasante: Violeta del Socorro Ortiz Macedo
con número de cuenta: 9134136-7 para obtener el título de :
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 6 de Mayo de 2002

PRESIDENTE Dr. Miquel Anael Galina Hidalgo

VOCAL Dr. Benito López Baños

SECRETARIO MVZ. Lucas G. Helgarejo Velázquez

PRIMER SUPLENTE MVZ. Yolanda del S.C. Pérez Ruz

SEGUNDO SUPLENTE M.C. Miquel Anael Pérez Razo

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
Caprinocultura Mundial.....	3
Caprinocultura en México.....	5
Sistemas de producción caprina en México.....	8
Sistemas productivos en el tercer milenio.....	10
Conceptos generales sobre la nutrición de los rumiantes.....	13
- Consumo voluntario aparente (CVA)	
Factores concernientes a los forrajes que afectan el consumo voluntario.....	13
Factores concernientes al animal.....	14
Sistemas de unidad lastre.....	15
Conceptos generales de los forrajes.....	15
Factores que afectan la digestión de los forrajes.....	16
Utilización de los suplementos en la alimentación animal.....	18
Cabra como un sistema bicamaral.....	21
OBJETIVOS.....	26
HIPOTESIS.....	27
MATERIAL Y METODOS.....	28
RESULTADOS.....	32
DISCUSION.....	38
CONCLUSION.....	40
LITERATURA CITADA.....	41

DEDICATORIA

A MIS PADRES Y HERMANOS:

Sergio Ortiz, Socorro y Sergio Jr, por haberme dado el ejemplo, la fortaleza y apoyo incondicional. Gracias por haber hecho de mi una persona útil.

A MIS ABUELITOS:

Con amor, por haberse preocupado por mi en todo momento, por haberme dedicado sus desvelos y sus oraciones.

A MIS TIOS:

Por ser un gran ejemplo a seguir.

A MI TIA:

Carolina Macedo, aunque ausente en vida presente en espíritu.

A MI AMIGO Y COMPAÑERO:

César Galicia, por brindarme su tiempo, apoyo, pensamientos y cariño.

Con amor, respeto y profunda admiración. Violeta Ortiz Macedo.

AGRADECIMIENTOS.

-Al Dr. Miguel Angel Galina, por su apoyo como asesor en la realización del presente estudio, por todas las oportunidades que me brindo expresándole mi mas profundo respeto y admiración. Gracias.

-A mis amigos de la facultad, por haber compartido conmigo sus experiencias, emociones y sobre todo su amistad y apoyo.

-A la Maestra Magdalena Guerrero por su motivación, su amistad y apoyo.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la realización de esta investigación ¡Muchas Gracias!

RESUMEN

En el presente trabajo se creo un suplemento al cual se le llamo suplemento complejo promotor de la fermentación, con el objetivo de mejorar el consumo de forrajes de baja digestibilidad (paja, rastrojo, etc). Mediante el uso de este suplemento (SCPF) en la dieta, se midió en el crecimiento el efecto de este promotor de la fermentación, se estimó a su vez el costo y rentabilidad económica de la dieta en las cabras. Para la observación se formaron dos grupos de 30 animales cada uno cuyo peso promedio era de 28.450kg (PV) en Querétaro, México, en estabulación y confinamiento total. A los animales del primer grupo (experimental) se les calculo que les correspondía de esta dieta 800 g de paja de avena; 100 g de alfalfa con 150 g del SCPF por animal y por día este suplemento complejo esta elaborados a base de melaza (16.2%); urea (3.8%); sal (4.0%); cal (3.2%); harinolina (16.4%); pulidura de arroz (14.0%); maiz (11.20%); pollinaza (9.6%); sales minerales comerciales (1.0%); sulfato de amonio (1.8%); cemento (1.6%); cebo (10.0%); harina de pescado (4.2%) y ortofosfato (3.0%). A los animales del segundo grupo considerado como el control se les calculo una cantidad de alimento de esta dieta de 530 g de alfalfa con 450 g de un concentrado balanceado (CB) compuesto de sales minerales 0.1 %; 1.0 % sal; 1.2 % de ortofosfato; 40.0 % maiz; 25.9 % salvado de trigo, 25.8 % cebada y 6.0 % de soya. Las cabritas de ambos grupos se alimentaron dos veces al día en comederos colectivos agregando un cajón que contenía el suplemento promotor (granulado) en el corral de las cabras tratadas. Todo el tiempo, los forrajes excedieron en su oferta la demanda (calculando un 10% de desperdicio del alimento). El grupo tratado con el suplemento complejo mostró un crecimiento de 37 g/d comparada con el del CB con 51 g/d los cuales ambos resultados estuvieron por debajo de los reportados de algunos experimentos antes ya realizados. El experimento se llevó a cabo durante 96 días de Agosto a Noviembre del 2001 Los animales utilizados fueron de las razas Saanen, Alpina, y Toggenbourg. Los animales fueron pesados mensualmente. El costo diario por animal fue de \$ 0.77 pesos para el suplemento complejo y \$ 1.43 para el CB. Los resultados fueron favorables en términos económicos y fisiológicos formando proteína a partir de nitrógeno no proteico basado en investigaciones que se han realizado y documentado, observando mejoras con la utilización de el suplemento complejo tanto en el crecimiento de los animales aunque no se obtuvo el resultado esperado los cuales

fueron menores en comparación con algunos resultados que han sido publicados como en lo económico ($P > 0.1$). Con el suministro de este suplemento complejo en las dietas se mejora el uso de la celulosa que se encuentra en los forrajes poco digestibles, nos ayuda a mejorar el aprovechamiento de estos mismos y a su vez el empleo de estos suplementos nos permite poder utilizar otro tipo de forrajes groseros los cuales son abundantes en toda la república mexicana y que son de bajo costo lo que nos ayuda aun más a obtener un ahorro económico en esta etapa que se sabe es una de las más caras.

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura mundial

La cabra fue uno de los animales domesticados por el hombre desde hace aproximadamente 10,000 años, como se muestra en la literatura estudiada (Galina, 1995). Se tiene información sobre la especie desde el tiempo de los nómadas en el Medio Oriente y África, lugar donde se tenían rebaños antes de la era cristiana (UCARDEC, 1997). Estos animales han sabido adaptarse en una amplia variedad de condiciones ambientales, con excepción de los polos por el frío y la escasez de forrajes en el invierno o en los trópicos, debido a que los caprinos han mostrado una susceptibilidad a enfermedades de tipo respiratorio, infecciosas o parasitarias (Galina, *et al* 1995). Esta especie se ha desarrollado en áreas difíciles como han sido los desiertos, desplazándose hasta las montañas, en terrenos abruptos, pastoreo de matorrales y otras especies vegetales poco utilizadas en la alimentación animal, así mismo, la cabra es el rumiante que predomina en áreas de climas extremos como el árido-semiárido, siendo históricamente en los países de escasos recursos donde ha establecido su hábitat, representando una alternativa para la alimentación del hombre, debido a sus múltiples ventajas como han sido los bajos costos de inversión inicial, el poco espacio para su crianza y producción, la capacidad para aprovechar alimentos que otras especies no pueden utilizar, su aptitud para la producción láctea, además de tener altos índices de fertilidad y prolificidad. (Acharya y Battacharyya, 1992; Devendra y Burns, 1979).

A través de los años diferentes estudios han discutido la distribución de los caprinos en todo el mundo, donde señalan la existencia de alrededor de 725 millones de semovientes, destacándose China y la India con cerca de 100 millones cada uno como los dos países que tienen más del 40% de la población mundial (Acharya y Battacharyya, 1992; Azócar, 1987; Devendra y Burns 1979; FAO, 2000).

Según estudios realizados a principios de este siglo FAO (2000), la población mundial de cabras se estimó en 725 millones de cabezas, de las cuales el 60% se localizan en Asia, 29% en África, mientras que en Norte y Centro América se tienen solamente el 3%

del total. De acuerdo a estos datos el 95% de la población mundial de cabras se ubica en los países pobres, su distribución por áreas se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Dinámica de la población caprina en el mundo
Por continente, distribución y condiciones económicas (millones de cabezas)

	1990	1991	1992	1996	2000
Mundial	573.9	578.4	573.9	677.2	725.4
África	170.3	167.6	167.3	203.6	218.0
NyC América	15.1	15.1	15.7	22.8	10.1
Sudamérica	22.0	22.1	22.2	22.3	22.5
Asia	342.7	350.2	345.9	434.2	449.3
Europa	15.3	15.2	14.9	15.8	17.8
Oceania	1.8	1.4	1.2	.800	.678
Rusia	6.5	6.7	6.4	6.3	6.3
Países Ricos	31.4	31.0	30.6	31.4	20.3
Países Pobres	542.4	547.4	543.3	645.8	695.3

Fuente FAO, 1993, 2000.

Trabajos recientes que evaluaron los últimos 15 años, periodo suficiente para medir cambios significativos, demostraron que el número de cabras ha aumentado casi un 50% a nivel mundial, mientras que los ovinos han disminuido 4% y los bovinos más del 9%. Solamente las aves han aumentado con mayor dinamismo ya que obtuvieron un crecimiento del 82% (Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999). Estos autores discuten particularmente los últimos 4 años, donde observan que el número de cabras en países en los cuales habían prácticamente desaparecido durante el siglo XIX y XX ha sido significativo el aumento del hato caprino (Australia 46%; Holanda 43% Alemania 26%). Los continentes con mayor número de cabras son Asia o África, como se ha documentado con anterioridad, con pequeñas excepciones en dos países de Latinoamérica

Estas naciones del nuevo continente son Brasil (9 millones) y México (8 millones) con la mayor población de cabras, como señala FAO en su anuario de 2000 (Cuadro 2).

Cuadro. 2 Países con mayor número de cabras en el mundo.

Países	No. de cabras (en millones)
<i>INDIA</i>	123
<i>CHINA</i>	148
<i>PAKISTAN</i>	47
<i>NIGERIA</i>	24
<i>IRAN</i>	25
<i>SUDAN</i>	38
<i>ETIOPIA</i>	18
<i>BANGLADESH</i>	34
<i>BRASIL</i>	9
<i>MÉXICO</i>	8

Fuente FAO, 2000

La caprinocultura en México

Los caprinos fueron introducidos a México por los españoles después de la conquista habiéndose adaptado desde entonces en gran parte del territorio nacional, demostrando ser aptos para la producción pecuaria rentable. Desde principios de siglo en nuestro país, las cabras han formado una fuente de trabajo familiar, además de haber demostrado la capacidad empresarial de la especie en diferentes regiones del país (Mayen, 1989). La actividad pecuaria caprina vive una crisis después de sesenta años, como ha sido demostrado en la literatura, cuando se ha comparado el hato nacional de este pequeño rumiante con la población censada entre los años treinta y noventas, los informes han reportado similar número de cabezas, con un relativo avance tecnológico, social y económico en la última década (INEGI, 1991; Vargas y López, 1991). Por otro lado el estudio de las estadísticas a través del tiempo ha permitido analizar el desarrollo de la producción caprina. Desafortunadamente la metodología utilizada en la captura del número de cabezas de caprinos no ha sido del todo confiable, debido a que la mayoría de los casos corresponde a estimaciones de inventarios aplicados a los productores, raramente a censos físicos, provocando grandes lagunas en la información. Todo ello consecuentemente ha originado desconfianza de las cifras oficiales o estimadas, como la resultante del trabajo de los 80's - 90's años en que no se realizaron censos agropecuarios para la especie, solamente estimaciones elaboradas por los diferentes programas ganaderos del país (Galina y Guerrero, 1993).

En el cuadro numero tres se elabora un análisis de la población caprina en el país desde 1930 al 2000, en 70 años se registro una tasa de crecimiento del 3.9%, un aumento en el número de cabezas de 259,308 desarrollo similar obtenido en la década de 1930 a 1940, por otra parte se observa un importante ritmo en el crecimiento partiendo de los años 50's a los 80's, finalmente se muestra un descenso importante, en estos trabajos, del número de cabras para los intervalos entre 1981 y 2000 (Vargas y López, 1991).

Cuadro. 3 Población caprina en México de 1930 a 1991

Año	No. Cabras	Crecimiento indexado a 1930	No. cabras con respecto a la década anterior	Crecimiento con respecto a la década anterior 100 para 1930
1930'	6,554,129	100.0		100
1940'	6,834,903	104.0	290,774	104
1950'	8,521,854	130.0	1,686,951	125
1960'	9,731,880	149.0	1,210,026	114
1970'	9,191,655	140.0	-540,225	-94
1980'	10,003,876	153.0	812,221	108
1990+	6,803,437	103.9	3,200,439	-68
2000*	7,041,155	107.4	237,718	103

'Vargas y López (1991); + INEGI (1991); * Galina (2000)

En la actualidad México según los últimos censos tiene una población de 7'041,155 animales, de ellos el 87% de esta especie se ubica en el área rural, en las regiones áridas y semiáridas, sitios donde se han localizado el mayor número de cabras. Cinco son los estados de principal importancia por la cantidad de caprinos; Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León que en conjunto contribuyen con el 47.3% del inventario nacional. Sumados en diez estados se contabilizan las tres cuarta partes de la población caprina, como se resume en el cuadro 4 (INEGI, 2000).

Cuadro.4 Número de cabras nacional y por estado, censo agropecuario 2000

Estado	No. cabras	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Oaxaca	786,602	11.7	11.7
Coahuila	771,681	9.6	21.3
SLP	705,134	9.5	30.8

Puebla	609,676	8.6	39.4
N León	553,225	7.9	47.3
Zacatecas	474,442	6.7	54.0
Guerrero	440,601	6.5	60.5
Guanajuato	421,554	6.2	66.7
Hidalgo	331,956	4.5	71.2
Tamaulipas	284,028	3.8	75.0
Chihuahua	256,929	3.4	78.4
Durango	247,221	3.3	81.7
Michoacán	215,030	2.8	84.5
México	173,222	2.2	86.7
BC	161,494	2.0	88.7
Sinaloa	145,147	1.7	90.4
Jalisco	141,751	1.7	92.1
Querétaro	135,531	1.6	93.7
Veracruz	99,891	1.5	95.2
Sonora	85,040	1.2	96.4
Total	7,041,155		100

INEGI, 2000; Galina, 2000.

Aún cuando la mayor parte de las cabras en México se localizan en áreas de agostadero o pastoreando esquilmos dentro de los campos agrícolas del país, no se han obtenido producciones de capacidad máxima, de acuerdo a su potencial (Ramírez, 1985). Por otro lado, recientemente se han propuesto nuevos sistemas de alimentación para ruminantes, entre ellos los de los forrajes ricos en fibras (por su naturaleza bajos en proteínas) alimentos apropiados para estas especies en los países con abundante sol (Preston, 1995).

Varios estudios han demostrado la factibilidad de utilizar forrajes fibrosos, que son fuentes no balanceadas en nutrientes para ambos ecosistemas, el de los microorganismos ruminales y el propio del animal, promoviendo programas de suplementación, para la formación de los nutrientes de la flora ruminal produciendo proteína y energía bacteriana, mejorando con ello la utilización de los ácidos grasos volátiles, adicionando alimentos de sobrepeso al intestino, mejorando la producción, con una disminución de costos (Ørkskov, 1994; Wells y Russell, 1996; Russell y Wilson, 1996; Weimer, 1996).

Sistemas de producción caprina en México

Según menciona la literatura los sistemas productivos que principalmente se usan han sido de tres tipos: los extensivos o de bajo uso de tecnología que combinan la agricultura en sistemas de bordos de carretera, comunales y agrícolas; los de alimentación de corte-acarreo y finalmente los llamados silvopastoriles. La producción de cabritos también ha sido dividida en tres categorías; la de carne de cabrito, el doble propósito con animales en desarrollo más leche y la recria para abasto con suplementación (Devendra y Burns, 1991). Tradicionalmente en México ha sido que los sistemas productivos se clasifican en intensivos, semi-intensivos y extensivos. El sistema intensivo requiere más insumos de capital, mano de obra, organización y nivel alto de integración, en este sistema los animales se mantienen parcial o totalmente confinados, se alimentan con concentrados y forrajes de buena calidad preferentemente de corte, permaneciendo bajo vigilancia sanitaria. Los sistemas semi-intensivos, requieren también de un nivel relativamente alto de capital y trabajo, los animales se encuentran en confinamiento parcial o temporal, la alimentación se fundamenta en el pastoreo con un aporte suplementario, existe una gran cantidad de variantes de este sistema. El sistema extensivo utiliza básicamente los recursos naturales, mínimo uso de tecnología, trabajo y capital, los animales se mantienen en libertad buscando su alimentación (Roman, 1981). Estas descripciones se realizaron para los bovinos pero que se ajusta también a las condiciones de otros rumiantes como los caprinos (Devendra y Burns, 1991).

Por su parte Juárez y Peraza (1981) en un estudio discutido en Francia, describieron los sistemas de producción caprina de México en tres estratos, de acuerdo a los recursos empleados para su nutrición, un nivel exterior periférico el cual es muy amplio localizado mayoritariamente en las zonas áridas, semiáridas o en el trópico seco con una vegetación predominantemente arbustiva, con gran escasez de fuentes de aprovisionamiento de agua. En este estrato se maneja un extenso pastoreo sobre llanuras o escarpadas montañas carentes casi de vías de comunicación, esta habitada por gentes arraigadas con costumbres tradicionales y frecuentemente indígenas como son la región carbonífera de Coahuila o la región Mixteca en Oaxaca, un segundo estrato central el cual esta representado por pequeñas

áreas distribuidas en casi todo el territorio nacional donde se practica la agricultura de riego o de buen temporal, con recursos forrajeros abundantes, el ganado de estas zonas corresponde a razas especializadas, generalmente de importación con altos niveles de producción y escasa capacidad de adaptación a diferentes ambientes como en la Comarca Lagunera o el Bajío y un tercer estrato intermedio representado por áreas más o menos extensas, distribuidas en el altiplano y la costa del Pacífico norte, predominantemente agrícolas, buena disponibilidad de forrajes cultivados o silvestres, con posibilidades de comunicación y transporte adecuado, ganado mestizo con buenos niveles de producción (Juárez, 1984)

En el cuadro 5 se muestra una amplia gama de posibilidades de formas de producción caprina de acuerdo a condiciones ecológicas, relacionadas con la tierra, la labor y el ganado con base a las sugerencias de Acharya y Battacharyya, (1992).

Cuadro.5 Sistemas de producción de cabras de acuerdo a sus condiciones ecológicas

Ambiente ecológico	Precipitación	Tipo de producción
Desierto	50	Pastoreo nómada de camellos y cabras.
Subárido	50-200	Pastoreo nómada de camellos y cabras, algunos borregos como seguidores.
Arido	200-400	Producción de borregos, cabras, y algunas vacas, la carne, lana, pelo, cuero y leche es dedicada al auto-consumo
Semiárido	400-600	Pastoreo extensivo, las cabras son alojadas en pequeñas construcciones, producción de leche y sus productos derivados, producción artesanal de lana y piel de auto-consumo mayoritariamente de carne.
Humedo	800	Sistema silvopastoril trashumante en montaña y planicie, con borregos, cabras y algunas vacas.
Tierras de riego		Producción intensiva de vacas y cabras para producción de leche cerca de poblaciones densamente pobladas, población de carne para consumo en grandes ciudades.

Acharya y Battacharyya, 1992

Los sistemas productivos en el tercer milenio

Producto del deterioro ambiental, aparecen según la literatura nuevas propuestas de sistemas pecuarios biosostenibles y biodiversos que deben tomar en consideración no solamente la rentabilidad económica de la empresa sino los aspectos de desarrollo acorde con el entorno ecológico del sistema productivo, como los modos biosostenibles y biodiversos (Galina, 1994)

Esta reflexión es producto de los cambios climáticos que están afectando al planeta ocasionando un efecto significativo sobre el entorno natural, como la pérdida de especies vegetales y animales entre otros, producto de los trastornos en el hábitat que han contribuido a la contaminación del medio ambiente. Entre las manifestaciones más conocidas del deterioro ecológico se tiene el efecto de invernadero, que ha repercutido en la destrucción de la capa de ozono, la contaminación de los ríos y el manto freático, la pérdida de la materia orgánica, la disminución de la fertilidad de los suelos, la erosión, etc., mucho de los cuales son de carácter irreversible (Galina, 1994). No obstante, ha existido controversia sobre las definiciones de sostenibilidad, Zijpp (1993) define sostenibilidad, como " El manejo y conservación del suelo, del agua, las plantas y animales con nuevas tecnologías económicamente viables, que no deterioren el medio ambiente". Todo ello debe garantizar el mantenimiento de las generaciones presentes y futuras. En el contexto de esta definición, en la literatura se han identificado tres tipos; el primero ha sido el más utilizado en la producción animal, en la cual la energía que fija el sistema es menor a la que sale del mismo en forma de pasto o forraje. Por ello ha sido necesario introducir al sistema diferentes formas de energía como los fertilizantes, el riego y agroquímicos así como suplementos o forrajes de fuera de la unidad para la alimentación animal. El segundo modelo sería aquel que encuentre un equilibrio entre la energía fijada por el sistema, básicamente la solar transformada por la fotosíntesis en los forrajes y cosechada por los animales durante el pastoreo en las que se puede tener cargas animales altas o moderadas. Finalmente una tercera opción, la cual el animal o vegetal regrese más energía al sistema por medio de las deyecciones, fijación de nitrógeno, áreas de restricción al pastoreo e introducción de sistemas silvopastoriles que permitan una mayor captación de todo tipo de energía, principalmente la solar acompañada de estrategias agrícolas, dejando parte de la

cosecha para la formación de una capa vegetal que ayude a la recuperación del suelo y la revegetación la biodiversidad de las especies vegetales (Galina, 1994).

Cada una de estas propuestas tiene ventajas y desventajas, la primera ha permitido la producción de grandes volúmenes de alimentos, acompañada de una deuda energética que proviene de fuera del sistema, que ha sido básicamente el uso de la energía fósil. esta tecnología deteriora los suelos, contamina el ambiente, pero produce una enorme cantidad de alimento. La segunda produce un volumen moderado de alimento, pero tiene una baja rentabilidad económica. acompañada de productividad media (velocidad de crecimiento, producción de leche. etc.) que no permite actualmente la producción de alimentos suficientes para una población en constante crecimiento, no obstante puede regionalmente ser viable, sin embargo es impostergable la investigación que permita su implementación gradual para detener el deterioro de los ecosistemas.

La tercera opción que permite una recomposición del medio ambiente. A su vez el uso irracional del ecosistema se ha traducido en acciones que han contaminado su estructura, producto de la mano del hombre, consecuencia de sus problemas sociales y necesidades económicas. El hombre destruye por desconocimiento en algunas etapas, pero por necesidad en la mayoría de las ocasiones. Las alternativas tecnológicas tienen que ofrecer soluciones antropológicas como el eje de la sostenibilidad. En este contexto para el desarrollo de la nueva tecnología ha sido importante la definición de cómo utilizar los recursos naturales, en la producción pecuaria (Nava et al., 1993).

La posibilidad de utilizar a la cabra como un elemento clave para el desarrollo de sistemas ecológicamente viables se plantea desde 1984 por investigadores de Nuevo León). Para ello Galina (1994), plantea la "Biodiversidad productiva pecuaria" como una alternativa de reciclaje de energía, guardando un equilibrio entre la energía que ingresa al sistema y la que sale transformada en cualquier producto pecuario incluyendo la diversificación de la producción de alimentos de origen animal o vegetal para el auto consumo. " La agricultura sostenible" exige un manejo racional de los recursos naturales, siendo la base "inteligente" de la sustentación del planeta. Bajo este contexto la utilización de los recursos naturales renovables de las zonas áridas o semiáridas de México, adquiere gran importancia, debido a su fragilidad, siendo el efecto del pastoreo, una de las principales

causas de la acelerada destrucción observada en los ecosistemas de estas zonas, el cual puede tener un efecto desertificador cuando no se maneja adecuadamente, en este sentido se deben utilizar variables que permitan regular el uso de la capa vegetal, como son evitar la tala de arbustivas que llevan la energía a los hogares que no tienen otra fuente, la frecuencia de pastoreo, la época de cosecha, un pastoreo estratégico, etc. conllevan a la recuperación de la vegetación. En ese sentido, Oltjen y Beckett, (1996) resaltan el papel importante de los rumiantes, ya que son las únicas especies capaces de aprovechar forrajes de los agostaderos, pastizales, residuos agrícolas u otros subproductos, transformándose en proteína de alto valor nutritivo para el hombre.

Por otra parte, trabajos anteriores en la literatura, han manifestado la preocupación de la comunidad científica ante el deterioro ambiental, así la necesidad de generar alternativas de producción en el área agrícola y ganadera, que logren progresivamente un equilibrio con el ecosistema (Qureshi, 1993). Para las áreas frágiles de las zonas áridas y semiáridas, Galina (1994; 1997a), ha propuesto algunas alternativas para la producción progresivamente sostenible, este menú de opciones incluye la utilización de residuos agrícolas y subproductos para la alimentación animal, suplementación con bloques de melaza-urea, utilización ruminal del nitrógeno, etc.

Conceptos generales sobre nutrición de rumiantes.

Consumo voluntario aparente (CVA)

En la literatura se han propuesto varios métodos para alimentar correctamente a los rumiantes, desarrollados con base a los recursos de cada región (INRA, 1978; NRC, 1996). En países en donde ha sido posible el avance de la agricultura con una producción *importante* de granos, desarrollando programas de manejo alimenticio para rumiantes que han sido englobados en las sugerencias por especie del National Research Council (NRC, 1978), teniendo como objetivos elevar la productividad por unidad animal con base al aumento del contenido de proteína y energía por kg de materia seca de forraje; Por otro lado, en un gran número de investigaciones han tenido como objetivo la alimentación de los rumiantes en general y de los pequeños rumiantes en particular, debido a que pueden estos utilizar una serie de alimentos que por sus características de pared celular no pueden ser

alimento del hombre, para ellos la herramienta de manejo nutricional de la fibra ha sido el animal, el INRA francés, ha desarrollado una serie de métodos para medir la utilización de los alimentos fibrosos, mediante el uso de nuevas unidades de energía y el estudio de los mecanismos de producción tanto la proveniente del alimento como la que se produce por los microorganismos en la cámara de fermentación ruminal, para conducir los programas de alimentación de esta especie en condiciones favorables (INRA, 1981; 1988; Galina y Palma, 1992a; 1992b)

Por otro lado, existen en la literatura trabajos que han demostrado una serie de factores que pueden limitar el consumo, en el cual intervienen elementos por parte del animal y debido a la bioquímica estructural de las plantas, manteniendo estrategias entre el crecimiento del animal y de las plantas. (Allison, 1985).

Factores concernientes a los forrajes que afectan el consumo voluntario.

Una serie de trabajos en la literatura científica han demostrado los factores que afectan el CVA relacionados con los forrajes. Entre ellos se demuestran que las características fisicoquímicas en el tipo de alimento, digestibilidad, contenido de fibra, clase botánica (gramínea, leguminosa o concentrado), influyen por el tenor de fibra de sus paredes celulares, incluyendo los mecanismos de asociación que se desarrollan entre varios forrajes. Por parte del forraje son los elementos físicos los que regulan la ingestión aparente (Galina *et al.*, 1991b). Por otro lado, el balance energético de la ración, el nivel de proteína y la calidad del forraje influyen en el consumo (Sauvant *et al.*, 1979; Demarquilly *et al.*, 1978; Morand-Ferh *et al.*, 1987). La tasa de sustitución por concentrado y la densidad energética de la ración son otros factores que modifican el consumo (Sauvant y Morand-Ferh, 1977; 1978; Mould *et al.*, 1983). Varios estudios han demostrado que al incrementarse el nivel de concentrado aumenta en su fase inicial el consumo, mientras que lo disminuye cuando la densidad supera los requerimientos (Sauvant y Morand-Ferh., 1978; El Beedway, 1985; Giger, 1987).

Factores concernientes al animal

El CVA esta relacionado con el peso del animal, con el metabolismo corporal, también se relaciona con el tamaño de los estómagos según se ha discutido en algunos experimentos que se han realizado anteriormente.

En general en la literatura se han discutido dos mecanismos de control del CVA en los rumiantes. Estos actúan como factores determinantes en forma sinérgica o separadamente. Primero el factor más importante para regular el consumo, es la concentración energética de la ración, superior a 2.6 Mcal de Energía Matabolizable (EM) por kg de materia seca (MS), por este mecanismo el CVA se mantiene dentro de límites estrechos por lo que se puede relacionar directamente con el peso vivo de los animales. Esto es verdadero, particularmente cuando en la dieta se consumen cereales (concentrados), lo que se traduce en una alimentación rica en energía por kg de MS. Las metas de producción en estos sistemas son altas, con el consecuente aumento en los costos. Para ello la dieta se debe en general acompañar de un forraje de buena calidad con bajo tenor de fibra y alta digestibilidad. Por otra parte se ha propuesto un segundo sistema que calcula el consumo voluntario aparente con base al tenor de fibra del forraje, descrito como unidades lastre, discutido a continuación (Galina, 1992).

Sistemas de unidad lastre.

Los forrajes pobres comúnmente llamados pajas, rastrojo los cuales están constituidos mayoritariamente por tejidos lignificados, en los cuales las paredes celulares representan más del 75% de la materia seca, de la cual el 33% no es degradada por los microorganismos ruminales o del intestino grueso, su digestibilidad por lo tanto es muy baja (45%), los constituyentes intracelulares son escasos, se considera que el tiempo de rumia por kg de materia seca es de tres veces superiores con respecto a la hierva verde, donde la población de bacterias celulolíticas es poco abundante y activa debido a la falta de nitrógeno, fósforo, azufre, etc. Por tanto la fermentación resultante es muy lenta, con una proporción máxima de ácido acético en la mezcla de ácidos grasos volátiles, representando más del 80% de la energía absorbida; por tanto el rumen se mantiene repleto con una

ingestión muy baja (1% del peso vivo), en estas condiciones el animal a pesar de disponer del forraje a voluntad, sino recibe algún otro alimento, solo puede consumir una cantidad de forraje cubriendo únicamente 2/3 de sus necesidades de mantenimiento (Jarrige, 1989). De igual forma, en los países tropicales, ricos en sol, es común para la alimentación de los rumiantes la utilización de forrajes con altos niveles de fibra, en ellos son las paredes celulares las que establecen otros mecanismos sobre el control del CVA (Gracia-Trujillo y Cáceres, 1985). En este segundo sistema es la cantidad de fibra de la ración el elemento fundamental que determina el consumo voluntario aparente, debido a que los animales no pueden consumir nuevamente forraje, hasta que no hayan vaciado la primera ingestión (Galina, 1992)

Conceptos generales de los forrajes.

Los investigadores han tenido un mayor interés por determinar la calidad nutritiva de los forrajes con más énfasis en su composición química, aunque algunos análisis han indicado que los componentes solubles con el material de la pared celular son factores útiles para el estudio de las características fermentativas de los forrajes (Leng *et al.*, 1991).

En la literatura se ha discutido que a medida que los pastos envejecen su calidad disminuye, obedeciendo fundamentalmente al aumento de elementos estructurales con la baja de carbohidratos solubles, proteínas, minerales y digestibilidad (Eliás, 1983; Herrera, 1983).

Leng (1990), define a los forrajes de baja calidad como aquellos con una digestibilidad menor a 55%, deficientes en proteína verdadera (menos a 80g de proteína cruda), bajos en azúcares y almidón solubles (<100g/kg). La utilización de este tipo de forrajes por los rumiantes se ve influenciada por varios factores asociados con el alimento o el animal, entre los cuales Leng (1990) enumera:

- 1.- Disponibilidad de nutrientes en el alimento para un eficiente crecimiento microbial y una tasa alta de digestión en rumen.
- 2.- La cantidad de componentes solubles en el forraje.
- 3.- El estado fisiológico, dieta e historial clínico del animal.
- 4.- Temperatura ambiental, la cual determina los requerimientos para mantenimiento.

5.- Las características químicas y físicas del forraje.

Otros elementos discutidos como fuentes forrajeras son los esquilmos y subproductos agroindustriales que constituyen un renglón potencial en la ganadería, dentro de cada zona geográfica en mayor o menor grado posee estos recursos, entre ellos se encuentran las pajas de sorgo, maíz, frijol como esquilmos, como subproductos agroindustriales la melaza de caña de azúcar, cachaza, la urea utilizada como base energética y proteica respectivamente en raciones para engorda, han permitido buenos incrementos de peso. No obstante, estas ganancias están afectadas por la cantidad así como el tipo de proteína natural que se proporciona (Flores, 1983).

Factores que afectan la digestión de los forrajes

El estudio de la nutrición de los rumiantes, es complicado debido a las características del proceso de fermentación que se efectúa en el rumen. En este sentido, hay que tener en cuenta los procesos nutricionales por separado: la nutrición de la población microbiana ruminal y la del huésped, que en su aplicación son indispensables. Por lo tanto, esta última es de vital importancia en la producción animal. La primera puede ser de mayor significancia en la utilización de los alimentos, especialmente al alimentar con dietas fibrosas. Esto se debe fundamentalmente a que la digestibilidad y utilización de los alimentos de naturaleza fibrosa para los rumiantes depende fundamentalmente de los microorganismos del rumen, en este contexto, es importante considerar los factores que influyen en la estimulación o disminución de la celulosis ruminal (Wilson, 1992; Elias, 1983).

El contenido de la pared celular de un forraje es importante, por que su incremento generalmente esta seguido de una reducida digestibilidad, lo que impacta sobre todo un solo consumo. Dentro de los factores que limitan la digestibilidad de la pared celular, se encuentra la inaccesibilidad de ataque microbiano, debido a la formación de complejos fenólicos (*p*-cumarico y los alcoholes coniferil y sinapil) presentes en la lignina, los cuales tienen una acción toxica sobre los microorganismos celulolíticos (Chesson y Forsberg, 1998). Entre otros factores que afectan la digestión de la pared celular, se encuentran los relacionados con el medio ambiente y la función ruminal, que influyen

directamente sobre la población microbiana. Asimismo la temperatura del rumen es esencial que permanezca entre 38 y 42°C. Además de una secreción abundante y constante de saliva, que ayude al establecimiento del pH ruminal (5.9 y 7.4). La entrada constante de nutrimentos, es otro de los factores esenciales que garantizan el desarrollo y establecimiento de la microbiota ruminal. De esta manera, es imperativo la promoción de las condiciones de producción de gases (metano, bióxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno) y la baja tensión de oxígeno para una mayor proliferación de los microorganismos anaeróbicos, facultativos u obligados. Aunado a los movimientos ruminales que mezclen constantemente la digesta para que la microbiota esté en contacto con nutrimentos frescos, promoviendo una actividad de rumia constante, generando una reducción en el tamaño de las partículas alimenticias; de esta manera estos factores facilitan el ataque microbiano e influye sobre la tasa de pasaje los alimentos fibrosos mejorando su utilización. Es imperativo reconocer que al suministrar diferentes tipos de raciones, se produzcan cambios en la actividad microbiana ruminal, influyendo no sólo en la actividad, sino también en la modificación de la población predominante en el rumen (Eliás, 1983)

Entre otros factores, que afectan la digestibilidad de los forrajes, se encuentra la reducida disponibilidad del nitrógeno, la escasez de hidratos de carbono de fácil fermentación, además del déficit de algunos minerales, entre los que destacan el azufre, el fósforo y el calcio. Otros elementos indispensables para la población microbiana celulolítica (Ellis y Lascano, 1979). La digestibilidad de los forrajes, no sólo esta influenciada por aspectos relacionados con la capacidad fermentativa del huésped, si no por diversos factores como el contenido de nitrógeno y el estado de madurez de los pastos, factores climáticos (precipitación, temperatura, intensidad luminica etc), agronómicos (riego, fertilización, etc). Lo que repercute sobre los constituyentes químicos y estructurales de los forrajes reflejándose sobre su producción y calidad nutrimental (Herrera, 1983).

Utilización de los suplementos en la alimentación animal

En la literatura se nombra "suplementos", aquellos alimentos destinados a corregir las deficiencias cualitativas de la dieta básica (pastos, forrajes y otros voluminosos)

para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y la microflora ruminal, no excediendo el 30% de la dieta total, es conocido que la mayor acción de los suplementos, se basa en la actividad de los microorganismos del rumen, por lo que la interacción suplemento-ración básica, está asociada a la necesidad indispensable de contar con una fuente continua de carbohidratos, que mantengan tanto la fermentación como el suministro de precursores indispensables para el crecimiento celular, ya que la tasa de fermentación debe estar sincronizada con la tasa de consumo, este fenómeno puede variar dependiendo de la calidad del alimento base, la cantidad, valor nutritivo del concentrado, la administración de los suplementos dependerá de su concentración proteica y de otros elementos como minerales, vitaminas, aditivos, peso vivo, edad de los animales, el objetivo de la empresa, la especie, calidad de la dieta base, donde la importancia económica de la utilización de los suplementos se base en la capacidad de sustituir recursos de importación o de costo elevado por productos nacionales o regionales (Preston y Leng, 1987; Valdez y Delgado, 1990).

Dentro del contexto anterior, (García 1973; García *et al.*, 1987) menciona el efecto negativo del uso excesivo de concentrados en el comportamiento ruminal y fisiológico de los rumiantes, así como, la importancia de las interacciones entre los factores: secundario (ambiente ruminal), básico (alimento), primario (población microbiana) y animal, proponiendo realizar la distribución de los concentrados en no menos de tres veces al día como una vía para atenuar los efectos negativos en el rumen de la utilización de altos niveles de los mismos.

Por otra parte, en la literatura se ha mencionado la acción eficaz de los suplementos nitrogenados, energéticos, minerales y vitamínicos, para garantizar una adecuada función ruminal. Ello implicaría una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales para la multiplicación de las bacterias (especialmente las celulolíticas), una mayor magnitud de la degradación de los alimentos voluminosos con un aumento en el aporte de sustrato al intestino (Valdés y Delgado, 1990).

También se han reportado resultados cuando no son usados los suplementos, observando con la deficiencia de algún nutriente en el rumen un efecto negativo en el ecosistema ruminal, reduciendo el crecimiento microbial, si la carencia del nutriente se torna aguda eventualmente se disminuye el volumen microbial, consecuentemente la

digestibilidad y el consumo de forrajes, por lo que la deficiencia de nutrientes se torna progresiva (Leng *et al.*, 1991).

Los niveles de productividad en rumiantes incrementan cuando hay un aumento del consumo voluntario, producto de la oferta continua de nitrógeno no proteico, que estimula la degradación de paredes celulares por las bacterias del rumen (Galina *et al.*, 1998a; Preston, 1995; Brow *et al.*, 1988; Leng, 1990; Fondevila y Dehority, 1995). Este fenómeno, ha sido demostrado ser producto de la capacidad de los microorganismos ruminales para transformar el nitrógeno amoniacal en proteína microbiana de excelente valor biológico, de la disponibilidad de carbohidratos degradables de escape ruminal, ácidos grasos de cadena larga, nitrógeno no proteico, hidratos de carbono y sales minerales (Preston *et al.*, 1976; Leng, 1990; Preston, 1995).

Wheeler (1979) concluyeron que el nivel de pH cerca de la neutralidad en el tracto gastrointestinal de los rumiantes conduce a una mayor utilización de los nutrientes. Respecto a este fenómeno, Ørskov y Ryle, (1998) mencionan como la principal causa negativa en la digestión de la fibra el nivel de pH presente en el rumen debido a un cambio drástico en las poblaciones microbianas ruminales, creando una saturación del sustrato, lo que determina mayor cantidad de ácido láctico en rumen de la que puede metabolizarse, ocasionando una acidosis láctica. Por otra parte demostraron que a un pH menor de 6.2 la degradación de la fibra decreció significativamente. El tipo y la cantidad de suplemento puede afectar negativamente la digestión de la fibra debido a los cambios de pH que provoque en el rumen. Un factor asociado para mantener un pH ligeramente ácido es la saliva, que mediante el bicarbonato, es el sistema buffer más importante (Ørskov y Ryle, 1998), además de utilizar fuentes buffer (el cemento), alcalinizantes (cal) que permiten una estabilización del pH ruminal (INRA, 1988; Preston, 1995; Wheeler y Oltjen, 1979; Ward, *et al.*, 1980; Wheeler *et al.*, 1981a; 1981b; Russell *et al.*, 1979; Russell y Wilson, 1996).

Mould *et al.*, (1983) observaron que el pH era uno de los factores de mayor importancia, sin embargo existen otros elementos determinantes, entre ellos el llamado "competencia entre sustratos" o "efecto de carbohidratos". Este fenómeno es particularmente importante cuando las dietas contienen una proporción grande de carbohidratos solubles, como la melaza. Es posible que la expedita utilización de micro elementos por las bacterias de crecimiento rápido deprima a otras de menor tasa

reproductiva de los nutrientes básicos. Por otro lado especies alternas de protozoarios que renueven los productos finales de la celulolisis, pueden satisfacer sus necesidades de otras fuentes sin estar asociados con las bacterias celulolíticas, retardando la degradación de la fibra (Ørskov y Ryle, 1998). Este factor fue discutido por Elias (1983) determinando un tenor de menos de 6g de carbohidratos fermentables por kg de MS como limite fisiológico del fenómeno.

La importancia de una disponibilidad adecuada de nitrógeno sobre la digestion de forrajes groseros en el rumen se ha reconocido desde hace varios años. Moir y Williams (1950) reportó una correlación positiva, altamente significativa entre el nivel de nitrógeno en el contenido ruminal, el número de microorganismos y la tasa de digestión de fibra de algodón. Posteriormente Coombe y Tribe (1963) determinaron que la utilización de un suplemento con urea incrementaba el consumo de la paja en ovinos, efecto que estaba relacionado con un incremento en la tasa de digestión de la celulosa y un menor tiempo de retención de las partículas no digeridas en el rumen.

Aún cuando en la mayoría de las investigaciones se han observado efectos benéficos de la suplementación nitrogenada sobre la utilización del rastrojo, Langlands (1969) menciona que la respuesta al utilizar suplementos nitrogenados se observa hasta cierto nivel, sobrepasando éste, solo habrá cambios si también se añade energía, dando que cuando se alcanzan altos niveles de adición de nitrógeno y energía la respuesta es generalmente inferior a la esperada, debido a un efecto substitutivo del forraje por el concentrado. La disminución en el consumo de Zacate con altas cantidades de suplementos se ha relacionado con una disminución en la actividad celulolítica de los microorganismos ruminales, que ocasiona un aumento en el tiempo de retención del material en el rumen (Campling, 1970). Asimismo, Elias (1983) menciona el efecto negativo de la utilización de suplementos sobre la hidrólisis de la celulosa, presentándose cuando la cantidad de energía aportada por el concentrado, sobrepasa el mínimo necesario para la actividad celulolítica de los microorganismos.

De acuerdo con algunos resultados obtenidos por Wholt *et al.*, (1978) y Martín y Brito (1997) los efectos de la adición de nitrógeno son más pronunciados cuando en el concentrado se incluyen diversas fuentes de este elemento, esencialmente si una de ellas es nitrógeno no proteico. El hecho de que los suplementos que contiene proteína natural den

mejores resultados en comparación con aquellos a base de nitrógeno no proteico no se debe a la disponibilidad de nitrógeno, sino a la aportación de otros nutrientes específicos o a productos de la degradación microbiana de dichos ingredientes en el rumen, los cuales dan origen a substratos requerido por los microorganismos celulolíticos, como sería el caso de ácidos grasos de cadena ramificada (Van Soest, 1982; Martín y Brito, 1996; 1997).

De acuerdo con lo anterior, Shimada(1983), menciona que dentro de la alimentación de los rumiantes, las características de las proteínas dietéticas afectan en forma importante la respuesta productiva de los animales, donde un factor involucrado es la degradación de estos nutrientes. La descomposición proteica en el medio ruminal se inicia por la acción de las enzimas extracelulares de origen bacteriano así como la fagocitosis ejercida por los protozoarios. La mayor importancia se le da a las proteínas que escapan a la digestión ruminal, llamada sobrepasante, continuando su flujo a los compartimentos posteriores del tracto gastrointestinal donde son mejor aprovechadas.

Cabra como un sistema bicamaral

Para el desarrollo de sistemas alimenticios con base a forrajes fibrosos, es necesario mejorar los patrones de fermentación ruminal, que permite una mayor degradación de las paredes celulares para la producción de energía para los rumiantes con la formación de proteína microbiana al fijar el nitrógeno no proteico de la dieta (Galina *et al.*, 1997; Puga *et al.*, 2001, Delgado, 2001)

Es necesario relacionar la información sobre las características nutricionales de los recursos forrajeros regionales, en función a los requerimientos de los animales, según el propósito y la tasa productiva esperada de ellos, utilizando a los rumiantes como un sistema bicamaral, en el cual se favorece la capacidad de degradación de fibra por el ecosistema ruminal, acompañada de producción de proteína bacteriana con base a nitrógeno proteico, sumado a un uso estratégico de los alimentos de baja degradación ruminal (proteína protegida, carbohidratos estructurales y ácidos grasos de cadena larga) a el intestino delgado. (Preston y Leng, 1987; Galina *et al.*, 1998a., 1998b; 2000a; Morales *et al.*, 2000). Estos suplementos complejos deben ser aprovechados en todos sus aspectos, incluyendo a las pajas de cereales, los pastos tropicales o de corte, de abundante producción a bajo costo.

Los costos de producción y las altas necesidades nutricionales de las cabritas limitan las alternativas de alimentación para el crecimiento, por ello se está buscando una alternativa de crecimiento con base a la paja de avena complementada con un suplemento complejo que permita un crecimiento competitivo con las dietas tradicionales de mayor costo.

El desarrollo de este tipo de complementos alimenticios requieren del entendimiento del papel relativo y las necesidades de nutrientes del sistema de dos cámaras, representado por la relación simbiótica entre los organismos ruminales y el animal (Preston y Leng, 1984, Orskov, 1994) Los forrajes ricos en fibra y en proteína son los más abundantes en los países pobres, resultando ser los más apropiados para los rumiantes en los trópicos (Preston, 1995) Los forrajes de baja calidad han sido definidos por Leng (1990), como aquellos con menos de 55% de digestibilidad, deficientes en proteína verdadera con menos de 80g por kg de MS y pobres azúcares solubles y almidón (menos de 100g por kg).

Con anterioridad se han discutido estrategias para mejorar la utilización de estos forrajes sugiriéndose primero proveer suplementos que corrijan el desvalance para las bacterias ruminales acompañado de un incremento a la cantidad de energía para estas, Ofreciéndose selectivamente el nitrógeno no proteico (Krouse y Russell 1996; Fondevila y Dehority, 1995, Galina *et al.*, 1998a; Morrison, 1996; Orskov, 1994; Wells y Russell, 1996; Russell y Wilson, 1996; Weimer, 1996; Alvarez *et al.*, 1976; Elliot *et al.*, 1978a; Fernández, 1996).

Avances recientes en países tropicales han demostrado que se puede obtener niveles de producción de mediana a altos con una buena eficiencia de la conversión alimenticia en los rumiantes, utilizando forrajes de pobre calidad adecuadamente adicionadas con nutrientes críticos entre los cuales se encuentra el amoníaco, aminoácidos esenciales (leucina, lisina, treonina y triptofano) el azufre y el fósforo para las bacterias ruminales (Ørskov y Ryle, 1998; Preston, 1995).

La alimentación de las bacterias ruminales tienen que considerar el aporte continuo de nitrógeno no proteico para mantener niveles altos de nitrógeno amoniacal en el rumen, proteína con aminoácidos claves, carbohidratos solubles y sales minerales. El aumento del consumo voluntario es producto de la oferta continua de nitrógeno no proteico que estimula la degradación de los carbohidratos por las bacterias del rumen principalmente *Sussinogenes*, *rumicosus albus* y *R.Flavefaciens* (Leng *et al.*, 1991; Carrizales, 1996;

Fondevila y Dehority, 1995; Brown *et al.*, 1988). La productividad del animal se da cuando la dieta conlleva proteína de sobre paso, (paso a través ya que "saltan"el rumen) carbohidratos de escape del rumen y ácidos grasos de cadena larga, entre otros elementos claves, que participan disminuyendo oxidación de la glucosa, contribuyendo a aumentar el NADH, este proceso metabólico intestinal debe ser complementado con proteína microbiana y glucosa. El nivel de amoniaco necesario ciertamente depende del pH ruminal y por lo tanto de la relación $\text{NH}_3\text{-NH}_4$ (Smith *et al.*, 1972; Leng, 1990). El pH ruminal es consistentemente alto (6.5-7.0= cuando los animales no reciben concentrado siendo alimentados solamente con forrajes, por otro lado el pH descende con la adición de concentrado de cereales disminuyendo el nivel de amoniaco (Boniface *et al.*, 1986; Puga *et al.*, 2001), además de que las bacterias celulíticas disminuyen su crecimiento de bajo de un pH de 6.2 cesando su actividad totalmente a un pH de 5.9 (Isstasse *et al.*, 1986; Ørsko, 1994; Russell y Wilson, 1996; Russell y Jørgensen, 1979; Weimer, 1996). Cal y cemento han sido utilizados como fuentes alcalinizantes, de efecto ebuffer y de sales minerales (Gusnet y Demarde, 1987; Preston, 1995; Wheeler y Oltjen, 1979; Ward *et al.*, 1980; Noller *et al.*, 1980; Wheeler *et al.*, 1981a; Russell y Jørgensen, 1979; Russell y Willson, 1996).

En México, la energía es el recurso básico que se forma a través de los pastos tropicales, la melaza, la caña de azúcar, las pajas de arroz o el maíz, que puede ser enriquecido adicionando fuentes de nitrógeno fermentable (urea) que son de bajo costo, mientras los aminoácidos y componentes glucogénicos (los concentrados y los productos de cereales) son caros por provenir de fuera de la región. Por ello los pastos tropicales deben ser la principal fuente de energía de los trópicos (Martín, 1999).

Cuando se va a utilizar este tipo de carbohidratos, fuente importante de forrajes fibrosos, las estrategias de alimentación deben tomar en consideración los papeles y las necesidades nutricionales de los microorganismos ruminales. Esta nueva tecnología identifica los forrajes ricos en fibra como los elementos más importantes de dieta, los avances recientes en nutrimento de "escape" han sido utilizadas ampliamente en la alimentación animal (Preston, 1995).

La sincronía entre el aporte de nitrógeno no proteico consumido en 8 horas con un aporte continuo de carbohidratos fermentables en el rumen explican la mayor utilización

de las paredes celulares con formación de proteína bacteriana. El aumento de paso de nitrógeno microbiano al intestino delgado se puede atribuir por lo menos parcialmente a la gran cantidad de energía ofertada por la materia orgánica fermentada en el rumen (Delgadillo, 2001).

El aporte de energía de la observación es producto de una mayor tasa de degradación de las paredes celulares de la paja de avena acompañada de una formación intensa de proteína bacteriana comparativa a la ofertada por la alfalfa y el concentrado balanceado (Puga *et al.*, 2001). La proteína bacteriana ha sido en el presente resultado la principal fuente de nitrógeno para los rumiantes, no obstante han sido causa de discusión en la literatura debido a los requerimientos de péptido / aminoácidos para el crecimiento de los microorganismos ruminales, que como también esta es una de las principales fuentes de nitrógeno fermentable al igual que la urea (Leng, 1990; Zinn *et al.*, 1996).

El incremento en el consumo voluntario de MS para proveer la energía es el resultado de mejorar la digestibilidad a través de la acción continua sobre paredes celulares de las bacterias celulolíticas (*Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albes*, *R. Flavifaciens*) favorecidas por la presencia continua de nitrógeno no proteico como se menciona ya anteriormente (Leng, 1990; Preston, 1995; Brown *et al.*, 1988).

La asociación de un forraje de mayor tasa de sobrepaso (alfalfa) en pequeñas cantidades ha demostrado coadyuvar a la utilización de uno más fibroso (paja avena) debido probablemente a que permite colonizar con las bacterias anaerobias inmóviles del rumen el forraje tosco permitiendo una mayor degradación de las paredes celulares (Delgadillo, 2001).

En la mezcla, el amonio puede asegurar el crecimiento microbiano. El nivel necesario de amonio depende del pH del rumen (Smith *et al.*, 1972). El pH ruminal regulado por el cemento y la cal puede ser tomada como la clave para el establecimiento de bacterias celulolíticas en los animales con suplemento de aporte continuo de nitrógeno (Wheeler *et al.*, 1981a, Wheeler y Oltjen, 1979). Esto puede explicar el crecimiento de las cabras con concentrado balanceado, dependiendo de la energía y la proteína en la suplementación. También la dieta puede inhibir la activación celulolítica de los microorganismos ruminales de los animales no tratados. El pH ruminal a menos de 6.2 puede deprimir la celulolisis,

fenómeno que disminuye progresivamente del todo a un pH ruminal de 5.9 (Ørskov, 1994; Weimer, 1996; Puga *et al.*, 2001; Morales *et al.*, 2000).

La proteína de baja digestibilidad en el rumen contenida en la harina de pescado y los carbohidratos de paso a través como los de maíz y la pulidora de arroz (polvillo) son fuentes imprescindibles en rumiantes cuando consumen forrajes fibrosos para la utilización adecuada de las paredes celulares (Elliot *et al.*, 1978a). Por otro lado en los animales complementados con concentrado se puede explicar con base a los altos contenidos de proteína tanto de la alfalfa como la administración en el concentrado (Ørskov, 1994; Puga *et al.*, 2001).

El azufre y el fósforo han sido probados como elementos imprescindibles para el crecimiento de las bacterias (Leng, 1990). En el estudio la melaza (que es un concentrado del azúcar rico en minerales) fue adecuadamente fortificado con minerales (Krunju, 1986), es una fuente de carbohidratos fermentables que permiten a las bacterias anaeróbicas el sustrato para la formación de ATP aunada a el efecto buffer de la cal y el cemento puede explicar la compleja relación establecida con azúcar proveidos en la mezcla para manipular la digestión de la fibra en el rumen (Ørskov, 1994; Puga *et al.*, 2001).

Por ello se diseñó un experimento de campo para utilizar forrajes ricos en fibra de bajo costo con un suplemento promotor en cabritas en crecimiento comparado con animales alimentados con una dieta de forraje con alta digestibilidad como la alfalfa suplementado con concentrado balanceado de alta energía y proteína.

OBJETIVOS

1.- Comparar mediante la Ganancia de Peso, en la recría de cabritas una dieta basada en paja de avena con un suplemento complejo promotor de la fermentación contra una dieta basada en concentrado balanceado y alfalfa.

2.- Determinar el costo económico por concepto de alimentación con el uso del suplemento complejo promotor de la fermentación comparado con el concentrado balanceado en las cabras de recría.

HIPÓTESIS

1 - Es posible determinar cual de las dos dietas es mejor en cuanto a la ganancia de peso en las cabras de recría.

2.-Es posible conocer si la dieta con el SCPF es económicamente redituable comparada con la dieta del concentrado balanceado.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizo en la Granja Puma en Cerro Prieto Querétaro, México, a los 20°39'19" latitud norte y 100°17'51" longitud oeste. Con una altitud de 1,950 metros sobre el nivel del mar (msnm), con un clima clasificado como BS 1 Kw (w) (e) descrito como seco, estepario, semiárido con lluvias escasas en el invierno con una precipitación anual promedio total de 460 mm y un periodo de sequia de 6 a 8 meses

Los animales utilizados fueron hembras de un hato caprino formado por 60 animales de las siguientes razas: Alpina, Toggenbourg y Saanen.

Se utilizaron 2 corrales colocando en el primero 30 animales en total confinamiento y juntos durante todo el experimento el cual duro 96 días, los animales de este grupo comenzaron con un peso promedio 27.800g y se le considero como el grupo experimental. A este grupo se le designo una dieta a base de un suplemento complejo promotor de la fermentación (SCPF) el cual tubo una presentación granulada y el cual se describe en la siguiente tabla.

Tabla. 1 Ingredientes del suplemento complejo promotor de la fermentación (SCPF).

Ingredientes del SCPF	Mezcla en kg	Porcentaje
* Cal	8	3.20
* Cemento	4	1.60
* Cebo	25	10.00
* Harina pescado	10.5	4.20
* Harinolina	41	16.40
*Minerales(K,Na,Ca,P, Azufre)	2.5	1.00
* Pollinaza	24	9.60
* Polvillo (pulidora arroz)	35	14.00
* Sal común	10	4.00
* Sulfato de amonio	4.5	1.80
* Urea	9.5	3.80
* Ortofosfato	7.5	3.00
* Maiz	28	11.20
* Melaza	40.8	16.20

Así como también se utilizaron otros elementos como fueron la alfalfa y la paja de avena. En la tabla 2 se mencionan las cantidades de kilogramos por día que se utilizaron de estos elementos así como también del suplemento.

Tabla 2 Ingredientes de la dieta del grupo experimental y sus porcentajes.

Ingredientes	Kg/día	% que representan de la dieta
-Paja de avena	24	76.20
-Alfalfa	3	9.6
-SCPF	4.5	14.20
Total de kg por día	31.5	-----

De la dieta anterior se le calculo que le correspondía a cada animal 1.050 kg por día.

En el segundo grupo se colocaron los 30 animales restantes y el cual se tomo como el grupo control los cuales también estuvieron en total confinamiento y juntos durante los 96 días que duro el experimento, estos animales comenzaron con un peso promedio 29.100g y su dieta se realizo en base a los ingredientes mencionados en la tabla 3, así como las cantidades (kg) que se utilizaron por día y el porcentaje que representan de la dieta.

Tabla. 3 Ingredientes de la dieta del grupo control y sus porcentajes.

Ingredientes	Kg/día	% que representan de la dieta
-Alfalfa	16	54.2
-Concentrado	13.5	45.8
-Total de kg por día	29.5	-----

De esta dieta se le calculo que le correspondía a cada animal la cantidad de 0.983kg por día.

Para este experimento se dio a los animales un periodo de adaptación de 10 días a la dieta formada con el suplemento complejo promotor de la fermentación, alfalfa y paja de avena (grupo experimental).

La ración se administro en forma fraccionada 2 veces al día pesando la cantidad ofrecida, esto se realizo durante los 96 días que duro el experimento. La medición de los pesos se realizaron cada 30 días en la fechas que comprenden de finales de Agosto a finales de Noviembre.

Por otro lado también se observó la etología del consumo del suplemento complejo en el grupo experimental y se comparó con el comportamiento que manifestaron las cabritas de recría del grupo control en cuanto al consumo del concentrado balanceado.

También se realizó el examen químico proximal de los alimentos que se emplearon en este experimento para determinar el valor nutritivo de las dietas, estos valores se muestran en la tabla 4, donde también se comparan algunos de estos con los establecidos en las tablas del NRC.

Tabla 4 Examen Químico Proximal de ambas dietas comparadas con los valores establecidos en las tablas NRC.

	Alfalfa	NRC	Paja avena	NRC	Concentrado	NRC	SCPF
P.C	17.68	20.00	8.10	4.4	19.83		26.13
H	7.67		7.45		10.62		6.88
C	13.38	9.4	11.17	8.2	3.17		18.89
E.E	1.98	2.2	1.90	2.1	3.25		9.88
F.C	22.61	20.60	28.45	41.00	3.04		25.0
FDN	40.30	42.00	57.58	*41.00	31.46		57.84
FDA	31.72	31.00	36.31	35.00	6.35		16.66
Hemicel.	8.57		21.26		25.11		21.18
Lignina	8.28	0.9	6.16	14.6	1.79		4.90
Celulosa	21.81	2.0	26.72	40.1	3.35		3.35
Kcal/g promedio	3.0843		2.9286		3.4556		3.0500
Enm Mcal/kg		2.097		1.555			1.5100

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Subirán; Tablas NRC, Washington, D.C., National Academy of Science, 1978.

En el análisis estadístico se utilizó una prueba Studen "t" con la finalidad de demostrar que no hubo una diferencia significativa de ganancia de peso entre un grupo y otro.

La variable que se evaluó fue:

- Ganancia de peso.

La cual se estimó mediante la diferencia entre peso inicial y peso final.

RESULTADOS

En los resultados que se obtuvieron en cuanto a las ganancias de pesos se puede observar que hubo una gran variación de estos de un mes a otro tanto en el grupo tratado como en el grupo control.

En la tabla 1 y 2 podemos apreciar los pesos de ambos grupos que se obtuvieron mensualmente durante todo el experimento en las fechas que se señalan.

Tabla 1 Pesos que se obtuvieron del grupo tratado.

# Arete	26/Agosto/01	30/Nov/01	Ganancia peso
87	26.0 kg	30.0 kg	4
47233	37.0	47.0	10
47255	31.5	31.0	-0.5
70416	28.0	33.0	5
70467	29.0	30.0	1
70475	32.5	37.0	4.5
70479	25.5	30.0	4.5
70484	32.0	34.0	2
70488	28.0	29.0	1
70495	24.0	28.0	4
70497	33.0	36.0	3
79402	23.0	27.0	4
79411	24.0	24.0	0
79414	25.5	29.0	3.5
79424	27.0	37.0	10
79426	23.5	28.0	4.5
79429	27.5	29.0	1.5
79432	24.5	29.0	4.5
79435	27.5	31.0	3.5
79439	28.0	27.0	-1
79442	35.0	35.0	0
79450	23.0	25.0	2
79452	27.0	45.0	18
79454	24.0	28.0	4
79455	28.0	27.0	-1
79457	27.0	28.5	1.5
79460	25.0	26.0	1
79465	27.5	30.0	2.5
S/N	33.0	39.0	6
Total animales	29		
Peso promedio	27.8	31.36	3.55

Tabla.2 Pesos que se obtuvieron del grupo control.

No. Arete	26/Agosto/01	30/Nov/01	Ganancia peso
47220	31.5 kg	38.0 kg	6.5
47228	26.0	37.0	11
47243	37.0	48.0	11
47267	38.0	41.0	3
70414	33.0	41.0	8
70415	25.0	30.0	5
70417	31.0	38.0	7
70421	31.0	33.0	2
70422	29.0	31.0	2
70466	26.5	30.0	3.5
70469	33.0	34.0	1
70470	30.5	34.0	3.5
70471	27.0	29.0	2
70473	34.0	37.0	3
70476	33.0	42.0	9
70478	27.5	34.0	6.5
70480	34.0	46.0	12
70482	37.5	46.0	8.5
70487	30.0	33.0	3
70491	36.0	38.0	2
70493	30.5	41.0	10.5
79410	21.0	24.0	3
79419	24.0	27.0	3
79421	23.0	25.0	2
79427	25.0	31.0	6
79428	22.0	24.0	2
79449	21.0	28.0	7
79456	24.0	31.0	7
79458	25.0	30.0	5
79461	30.0	29.0	-1
79465	25.0	24.0	-1
Total animales 31			
Peso promedio	29.1	34.0	4.94

Utilizando una prueba estadística student "t" como se muestra en la tabla 3 , las medias demostraron ser iguales, el valor crítico fue más alto que el valor estadístico "t", por lo tanto se acepta la Hipótesis nula (Ho) lo que nos indica que no hubo diferencia en cuanto a la ganancia de peso así como también las letras iguales denotan que no hubo diferencia en estos.

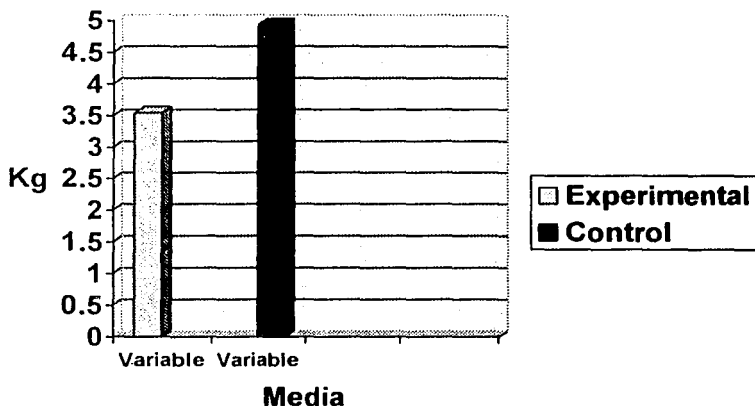
Tabla.3 Para ganancia de peso se realizo una Prueba "t" suponiendo varianzas iguales.

	Variable 1	Variable 2
Media	3.55a	4.94*
Desviación Estándar	3.9	3.5
Observaciones	29	31
Varianza agrupada	37.9904875	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	57	
Estadístico t	-1.4429	
P (T<=t) una cola	0.772	
Valor crítico de t (una cola)	1.67155349	
P (T<=t) dos colas	0.1544	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00171598	

López y Chávez, 1994

Para poder apreciar mejor las diferencias de pesos que se presentaron entre un grupo y otro en las fechas que ya se indicaron anteriormente se realizo la siguiente grafica. En la grafica 1 se representan las medias con la finalidad de observar que no hubo diferencia en la ganancia de peso entre un grupo y otro.

PROMEDIOS DE LAS GANANCIAS DE PESO CON LAS DOS DIETAS USADAS



GRAFICA 1.

El costo del alimento producido para ambos grupos por los 96 días que fue lo que duro el experimento se expresa en las tablas 4 la cual se muestra a continuación.

Tabla.4 Costo del alimento del grupo tratado.

Ingredientes	Kg totales de los Ingredientes (96 días)	Costo Ingredientes (Kg)	Costo Total Ingredientes	Costo Por día por total de animales	Costo Por animal	Costo de Prod. de un Kg alimento
CONTROL						
Paja avena	2304	\$ 0.53	\$ 1,221.00	-----	-----	-----
Alfalfa	288	\$ 1.00	\$ 288.00	-----	-----	-----
SCPF	432	\$ 1.66	\$ 717.12	-----	-----	-----
Total	3024	-----	\$ 2,226.12	\$23.18	\$0.77	\$0.73

TRATADO						
Alfalfa	1536	\$ 1.00	\$1,536.00	-----	-----	-----
Concentrado	1296	\$ 2.00	\$2,592.00	-----	-----	-----
Total	2832	-----	\$4,128.00	\$43.00	\$1.43	\$1.45

En la tabla anterior podemos observar que sin lugar a duda el costo de producción de la dieta que se le proporciono al grupo experimental es mucho mas económico comparado con el costo de producción de la dieta que se le dio al grupo control.

Por otro lado el suplemento complejo promotor de la fermentación (SCPF) en la presente investigación se consumió en 8 horas (6-8) mientras que el concentrado fue ingerido en tan solo 30 minutos (15-30) después de suministrado. Los animales del grupo tratado conforme a las observaciones realizadas siempre se dirigieron al suplemento en primer lugar y una vez que lo consumían se dirigían inmediatamente a consumir la paja de avena, este comportamiento se vio en todos los animales que conformaron este grupo durante las 8 horas promedio que duro el alimento en los comederos.

Dicho comportamiento se debe a los restrictores de consumo que contiene el suplemento complejo (SCPF) es por esto que los animales una vez que comían el suplemento y la alfalfa se retiraban de los comederos regresando en varias ocasiones a estos llevándose a acabo la misma conducta, este suplemento a su vez también ayuda a mantener un pH (6.2) y una población bacteriana constante esto ultimo basado en experimentos que han sido documentados (Delgadillo, 2001; Morales *et al.*, 2000).

En cuanto al comportamiento que mostraron los animales del grupo control pudimos observar que una vez que el alimento fue depositado en los comederos inmediatamente las cabritas comenzaron a comer el concentrado con la alfalfa sin ningún descanso hasta que se agoto el alimento (30min). Este comportamiento nos da un aumento en pH y población bacteriana sufriendo posteriormente una caída brusca en un tiempo muy corto.

DISCUSION

No obstante que los animales que fueron tratados mostraron ganancias de peso de 37g/d, las cuales fueron menores a las reportadas en trabajos anteriores, donde fueron cercanas o superiores a 56g/d cuando se utilizaron los suplementos complejos promotores de la fermentación en cabras, estos resultados fueron reportados por Alexander (1990). Probablemente las diferencias de pesos que se obtuvieron se deban a que en las fechas en que se llevo a cabo el experimento fue una época en donde hubo temperaturas muy bajas por la mañana y un intenso calor por la tarde afectando de alguna manera el consumo voluntario del alimento, otra causa podría ser la diferencia de pesos al inicio del experimento, sin embargo las ganancias de pesos al final de este no tuvieron gran variación, también cabe mencionar que esta era la primera vez que se les daba este tipo de alimento a las cabritas y no hay que descartar que también les pudo haber faltado un poco mas de tiempo de adaptación a la dieta.

Sin embargo si se observan los resultados económicos de este experimento que fueron mencionados en la tabla 4 podemos confirmar que existe una rentabilidad con el SCPF de más del doble (S 23.18) comparado con el concentrado (\$43.00) aclarando que este costo es por día.

Aunque se presentaron condiciones difíciles, como el cambio tan brusco de temperaturas como se menciona con anterioridad y como se sabe esta es una de las tantas causas de estrés en los animales, esto probablemente se traduce en un lento crecimiento (poca ganancia de peso) como fue en el caso del suplemento complejo, esto aunado como ya se menciona a la posible falta de tiempo de adaptación a la dieta.

En cuanto a los animales alimentados con la dieta del concentrado podemos observar que la ganancia de peso por día fue de 51g y que también se encuentra por debajo de algunos resultados obtenidos en otros experimentos entre ellos se encuentra el de Ramirez (1985), quien obtuvo ganancias de 130 g/d. Analizando estos resultados podemos agregar que los mismos factores que afectaron al grupo tratado pudieron haber afectado a estos animales a excepción del tiempo de adaptación que a estos animales no se les dio por que no se les hizo cambio de dieta es decir se les continuo dando su dieta convencional.

Aun y con todo lo mencionado anteriormente nuestros resultados permiten sugerir el uso del suplemento complejo promotor de la fermentación (SCPF) ya que se pueden obtener ganancias económicas rentables y para que se puedan obtener mayores ganancias de peso en los animales sería necesario mejorar las fallas que se presentaron en este experimento y que han sido mencionadas con anterioridad así como también analizar que otros posibles factores pudieron haber afectado este mismo.

CONCLUSIONES

-Aunque los resultados del presente trabajo fueron relativamente bajos con los resultados expresados en la literatura se puede sugerir la utilización del suplemento complejo para mejorar el uso de fuentes locales (forrajes de cada zona geográfica en México) que comúnmente son de bajo aprovechamiento.

-Se determino el costo por concepto de alimentación el cual nos sugiere que es rentable la utilización de SCPF para esta etapa (recria) la cual se sabe es una de las más costosas, por lo tanto podemos agregar que el empleo de este suplemento en la dieta de los animales es mucho mejor en cuestión económica que el uso del concentrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acharya, R y Battacharyya, N. 1992. Status of small ruminant production. Recent advances in Goat Production. Proceeding of V International Conference on Goats. New Delhi, India 2-8 march. Pp 165-201.
- Allden, W.G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: Molrey F H.W. Grazing animals. Elsevier Scientific Pub. Co. New York, USA: 289-307.
- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A Review. Journal Of Range Management 38 (4): 305-311
- Allison, D.W. 1969. Forage lignins and their relationships to nutritive value. Nat. Conf. For. Qual. Eval. Utilization. Nebraska Center for continuing education lincon. Nebraska, USA En: Elias, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes. Capitulo IV 187-246.
- Arthun, D. 1989. Influence of forbs and shrubs on intake, digestibility, energy and nitrogen balance, ruminal fermentation and digesta Kinetics in beef steers fed low-quality forages thesis Doctor of Philosophy in Animal Science, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico USA: 64 pp.
- Alvarez, J., Wilson, A., Sutherland, T.M. and Preston, T.R. 1976. Studies in urea utilization in sugar cane diets: Effect of different methods of incorporating urea in the ration. Tropical Animal Production 1: 186-192.
- Azócar, P. 1987. Hábitos de pastoreo y consumo de especies forrajeras del ganado caprino en zonas áridas. Avanc. Prod. Anim. 12 (1-2): 3:9
- Boniface, A.M., Murray, R.M. and Hogan, J.P. 1986 Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proceeding of the Australian Society of Animal Production 16: 151-154.
- Brown, W.F. Pitman, W.D. and Mislevy, P. 1988. Intake and digestibility and performance by, Cattle grazing cynodon varieties. Nutrition Reports Internacional 38(6): 1201-1209.
- Bryant, M.P. and Robinson, I. M. 1961. J. of Dairy Sci. 42: 1823 En Elias, A. 1983. Digestion de pastos y forrajes Capitulo IV 187-246.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- Campling, 1970. Physycal regOulation of voluntary intake. In *Physiology of Digestión and Metabolism in the rumiant*. Phillipson, A. Oriel press. Newcastle upon Tyle, England
- Carrizales, G.A 1996 Pastoreo intensivo tecnificado en zonas tropicales. (Intensive technological Grazing in tropical areas) *Memorias del XX Congreso nacional de Buiatria* Acapulco, Gro, México 319-325.
- Chesson, A And Forberg, C.W. 1998. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. 251-284 In Hobson, P.N. *The rumen microbial ecosystem*. Ed. Elsevier Appliend Science. New York, USA: 527 pp.
- Coombe, J.B. and Tribe, D.E. 1963. The effects of urea supplements on the utilization of straw plus molasses diets by sheeps. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 70-73
- Dehority, B.A., Johnson, R.R., Bantley, O.C and Moxon, A.L. 1958; *Arch. Brochem, Biophys* La ahbana Cuba 78: 15.
- Delgadoillo, P.C. 2001. Efecto de la complementación alimenticia de gramíneas tropicales con un alimento complejo catalítico sobre las variables de fermentación ruminal en bovinos y ovinos. Tesis de Doctorado. PICP Universidad de Colima, México 175pp.
- Demarquilly, C., Andreu, J., and Sauvant, D. 1978. Composition et valuer nutritive des aliments *In: L'alimentation des ruminants*, INRA, Vasailles, Francia: 469-518
- Devendra, C and Burns. 1991. Goat production in the tropics. *Tech. Com. No 19. Comm. Agric. Bur. Farnham Royal Bucks England.*
- Devendra, C. y Burns, M. 1979. *Goat Production in The Tropics*. Tech. Communication No 19 *Commonwealt Bureu Anim. Beeed Genet. Far. Harm. Royal. England.*
- El Beddaway, T. M. 1985. Nutrition and feeding system using different energy and rougha ge levels for milk and meat production by gotas. PhD. Thesis. El Cairo University. Egipto: 87 pp.
- Eliás, A. 1983. Digestion de pastos y forrajes *Capitulo IV 187-246* En *Los pastos en cuba* .Ed. Instituto de Ciencias Animales. La Habana Cuba: 675 pp.
- Elliott, R; Ferreiro, H.M, Priego, A and Preston, T.R. 1978a. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets: The quantities of starcha (glucose polymers) entering the proximal Duodenum. *Tropical Animal Production* 3:30-35.

- Ellis, W., Matis, J.H. and Lascano, C. 1979. Quantiting ruminal turnover. *Federation Proceeding*. 38: 2702-2706
- FAO. 2000 *Producción Anuario Estadístico*. Roma, Italia.
- FAO 1993 *Producción Anuario Estadístico*. Roma, Italia.
- Fernández, J. 1996 Complementación alimenticia en el rancho "Puente quemado" Colima, Col. México (Nutritional complementation in " Puente quemado" Ranch in Colima, México) Primer foro Internacional en pastoreo intensivo en zonas tropicales. FIRA, Banco de México, Veracruz, Ver. México 2-12.
- Flores, M F 1983 Utilización de esquilmos y subproductos agroindustriales en la producción animal. *Rev Méx Prod* Vol. 15, suplemento 1: 63-77.
- Fondevila M and Dehority, B.A 1995 Interaction between *Fibrobacter succionogenes*, *Prevotella ruminicola* and *Ruminococcus flavefaciens* in the digestion of cellulose from forage *Journal of Animal Science*. 74: 678-684.
- Galina, M A 2000 La caprinocultura Nacional al inicio del milenio. Queretaro, México. 19 pp
- Galina, M.A., Guerrero, C.M., Serrano, G., Morales, R. and Haenlein, G. 2000a. Effect of complex catalytic supplementation with non protein nitrogen on ruminal ecosystem of growing goats pasturing shrub land in Mexico. *Small Rum. Res.* (36):33-42
- Galina, M. Morales, R., Jiménez, S. And Haenlein, G. 1998a. Performance of dairy goats pasturing shrubland in Mexico supplemented with urea molasses mineral block. *Adv. Agric. Res.* 7 (3): 15-22
- Galina, M., Puga, D.C., Hernández, A. and Haenlein, G. 1998b. Biodiverse and biosustainable production systems with goats in Mexico. Importance of a forage bank. *Small Rum. Res.* 27 (1): 19-23
- Galina, M.A., Pineda, J., Rosado, J., Aguilar, A., Puga, C., Rubio, C. and Murillo, J.C. 1997. Fattening of steers Zebu + fl cross feed high fermentable carbohydrate diet. Effect of a continuous non-protein nitrogen and by-pass protein supplement. *Advances in Agricultural Research* (7): 114-117
- Galina, M.A., Puga, D.C., Hernández, A. And Haenlein, G. F. W. 1997a. Biodiverse and bio Sustainable production systems with goats in Mexico. Importance of a forage bank. *Small Ruminant Res.* En Prensa.

- Galina, M., Palma, J M; Morales, R; Aguilar, R y Hummel, J. 1995. Voluntary dry matte intake by dairy goats grazing on rangeland or on agricultural by-production in Mexico. *Small Ruminant Research* 15:127-137.
- Galina, M A 1994. Sistemas Pecuarios biosostenibles y biodiversos. Una alternativa de producción animal ante el deterioro ambiental y la contaminación. (Biodiverse and biosu-environment and pollution) *Avances en Investigación (Agropecuaria)* Vol 3 Número 2-48-75
- Galina, M. A. y M Guerrero 1993. La Ganadería Mexicana. Características y Perspectivas del sector. *Avances en Investigación (Agopecuaria)* Vol1 No. (2): 13.40.
- Galina, M. A. 1992. Previsión del consumo voluntario aparente de los animales. Capitulo I. Caprinotécnia. FES-Cuautitlán, UNAM México: 1-9.
- Galina, M.A. y Palma, J.M. 1992a. Energía. Capitulo II. Caprinotécnia. FES- Cuautitlán UNAM, México: 10-14
- Galina, M.A. y Palma, J.M. 1992b. Nitrógeno. Capitulo III. Caprinotécnia. FES- Cuautitlán UNAM, México: 25-32.
- Galina, Palma, J. M., Morales, R. Y Hummel, J. 1991a. Consumo voluntario aparente en ca prinos con el método de unidades empanzonantes. *Av en Investigación Agropecuarias*, (México), 14: 92-108.
- Galina, M., J.M., Morales, R. Y Hummel, J. 1991b. en bovinos con el método de unidades empanzonantes. *Av. en Investigaciones Agropecuaria*. 14: 75-91.
- Galina, H.M y M. Guerrero. 1984. Manejo Sanitario del rebaño caprino. *Productividad ca-prina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México: 9-11*
- García-López, R., Elías, A., Ruiz, R., Gómez, E. y Menchuca, M.A. 1987. Algunos indica-dores fisiológicos y del ambiente ruminal suplementadas con concentrado. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 21 (3): 241-245.
- García-Trujillo, R. y Cáceres, O. 1985. Nuevos métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. *Consumo. Pasto y Forrajes* 8: 449-470.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 33 pp.
- Giger, R. S. 1987. Influence de la composition de l'alimentation concentré sur la valeur alimentaire des rations destinées au ruminant laitier. *These de Docteur-Ingenieur*,

- INAPG, Paris, Francia. 85pp.
- Gusnet, P. And Demarde, Y. 1987. La regulation de la lipolyse et al lipogenese chez mammiferes. INRA, Paris, France, 197 pp
- Hennesy D.W and Williamson, P.J. 1983. The role of energy or protein-rich supplements in the subtropics for young cattle consuming basal diets the are low in digestible energy and protein. *J. Agri. Sci.* 100: 657.
- Herrera, R.S. 1983. La calidad de los pastos. Capitulo III 60-109 En: Los pastos en cuba ED. Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba 675 pp.
- INEGI, 1991. VII Censo Agropecuario. México.
- INEGI, 2000. VIII Censo Agropecuario. México.
- INRA, 1988. Alimentación des Bovis, ovins et caprins. INRA. Paris, Francia: 471pp
- INRA, 1981. La alimentación de los rumiantes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España : 960pp
- INRA, 1978. Alimentation des ruminant. INRA. Paris. Francia : 697pp.
- Isstasse, L., Reid, G.W., Tait, C.A.G. and Orskov, E.R. 1986. Concentrates for dairy cows: Effects of feeding method proportion in diet end type. *Anim. Fedd. Sci. Technol.* 15: 167-182.
- Jarrige, R. 1989. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. INRA. Ediciones Mundi Prensa 432 pp.
- Jarrige, 1979. Le systeme des unites d'encombrement pour les bovins. *Bull. Tech. CRZV, Thies, INRA Francia* 70: 213-222.
- Juárez, A y Peraza, C. 1981. Systemes d'alimentation en élevage caprin semi-intensif et intensif au Mexique. *Symposium International Nutrition and Systems of goat feeding.* Tours, France. Ed. By Morand-Fehr, P; Bourbouze, And de Simiane, M.: 467-476.
- Juárez, A. 1984. Producción caprina en México, estructura productiva y perspectiva de modernización. *Productiva caprina. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México, México.* pp 99-120.
- Kempton, T.J., Nolan, J.V. and Leng, R.A. 1977. Principle for the of nonprotein nitrogen and by pass protein in diets for ruminants. *Wold. Animal. Rev.* 22: 2-9.
- Krouse, D.O and Russel, J.B. 1996. How many ruminal bacteria are there?. *Symposium Ruminal Microbiology. Journal Dairy Sci.* 79: 1467-1475.

- Kunju, P.J.G. 1986 Urea molasses block lick: a feed supplement for ruminants. In Rice and Related feeds in Ruminants Ration. Ibrahim and Schiere, edition. Wageningen, Pudoc, Netherlands: 261-274.
- Langlands, J. P. 1969 The feed intake of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pastures differing in herbage availability. *Aust. J. Agric. Res.* 20: 919-924
- Leng, R. A. 1990 Factors affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminant animals particularly under tropical conditions. *Nutritional Research Reviews* 3: 277-303
- Leng, R.A., Choo, B.S., and Arreaza, C. 1991. Practical technology to optimise feed utilization by ruminants. In: Legumes trees and others fodder as protein source for livestock FAO. Animal Production and Health Paper 102, Roma, Italia: 75-94.
- Martin, P. C. y Brito, M. 1997. Cantidad y tipo de proteína en dietas de forrajes de caña de azúcar para toros. *Rev. Cuba Cienc. Agric.* 31: 265-269.
- Martin, P. C. y Brito, M. 1996. Efecto del nivel y tipo de nitrógeno en el consumo de forraje de toros de engorda. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 30: 271-276.
- Martin, P.C. y Palma, J.M. 1999. Manual para fincas y ranchos ganaderos. Indicadores útiles para su manejo. Tablas tropicales de composición de alimento. Ed. Agrosystem. Colima, México: 120 pp.
- Mayen, M.J. 1989. Explotación caprina. Edit. Trillas, México. pgs. 9-15.
- Moir, R.J. and Williams, V.J. 1950. Ruminant flora in the sheep. II The effect of the level of Res. 2: 381-385.
- Morales, A.R., Galina, M.A., Jimenez, S and Haenlein, G. F. W. 2000. Improvement of biosustainability of a goat feeding system with key supplementation *Small Rum. Res.* (35): 97-105.
- Morand-Fehr, P. And J. Boyazoglu, 1999. Present state and future outlook of the small ruminant sector. *Small Rum. Res* 34: 175-188.
- Morand-Ferh, P., Giger, S., Sauvant, D., Broqua, B. and De Simiane, M. 1987. Utilisation des fourrages secs par les caprins, récolte, traitement, utilisation. INRA, Francia: 391-422.
- Morrison, M. 1996. Do ruminal bacteria escape genetic material. *Journal of Dairy Science*

- ce 79: 1476-1486
- Mould, F. L. , Ørskov, E. R., and Mann, S.O. 1983. Asociative effects of mixed influence of rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed. Sci Technol.* 10: 31-47.
- Nava, C. R. L., Peréz, R., y Ruiz, Z. 1993. Bases Ecológicas para el Manejo de Caprinos en Zonas Áridas. VIII Reunión Nacional de Caprinocultura AMPCA, SEP, SARH, CONACYT, Instituto Benson. Oaxaca de Juárez, Oax. México:5.
- Noller, C. H., White, J. L., and Wheeler, W. E. 1980. Characterization of cement kiln dust and Animal Response. *J. Dairy Sci.* 63: 1947-1952.
- NRC, 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academic Press, Washington, D.C. USA: 75.
- NRC, 1978. Nutrient requirement of domestic animal. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 5th Rev. Ed. National Academic Press. Washington, D.C. USA: 75pp.
- Oltjen, J. W. And Beckett, J. L. 1996. Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. *Journal Animal Science.* 74: 1406-1409.
- Oltjen, R.R., Slyter, L., Kozak, A.S. and Williams, E. 1968. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as NPN source for cattle. *J. of Nutr.* 94: 193-202
- Ørskov, E.R. and Ryle M. 1998 Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publishers. LTD. London, U.K. 149pp.
- Ørskov, E.R. 1994. Recent advances in under transformation in ruminants *Livestock Production Science* 39: 53-60.
- Ørskov, E.R. 1982. Protein Nutrition on Ruminants. Academic Press New York, USA: 160
- Osoci, R, M.A. 2000. Efecto de un alimento complejo catalítico en asociación de forrajes y fuentes alternas de proteína en bovinos de engorda. Tesis de Maestría. PICP. Universidad de Colima, México 95pp
- Preston, T.R. 1995. Tropical Animal Feeding. A manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper 126. Rome, Italy: 305 pp
- Preston, T.R and Leng, 1987. Matching Ruminant Production System with Available Resources in the Tropics and Subtropics. PENAMBUL Books Ltd: Armidales NSW, Australia.
- Preston, T. R., y Leng, R. 1984. Supplementation of diets base don fibrous residues and by

- products In: Straw and Other Fibrous By products as feed (Editors: F. Sundstol and E. Owen). Elsevier Press: Amsterdam, Holanda: 379-413.
- Preston, R. T., Carcaño, C., Alvarez, J.F. and Gutierrez G.D. 1976. Rice polishing as a of supplement in a sugar cane diet effect of level of rice polishing and of produssing the sugar cane by durinding or chopping. *Trop. Anim. Prod.* 1: 150-162.
- Puga, C., Galina, M.A., Pérez-Gil, F., Sanguinés, G.L., Aguilera, B.A. and Haenlein, G. 2001. Effect of a controlled- released urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*saccharum officinarum*), corn (*Zea mays*) and king grass (*Penisetum purpureum*). *Ruminal Fermentation. Small Rum Res* 39: 269-276
- Qureshi, W A 1993. Sustainability problems in dryland animal agriculture. *World Conference on Animal Production, Edmonton, Canada:* 1:15.
- Ramírez, A. 1985. Recria de cabritas de reemplazo bajo desafío alimenticio en un sistema de producción intensivo. Tesis de Licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 40pp.
- Román, H. 1981. Potencial de Producción de los bovinos en el trópico de México. *Ciencias Veterinarias* (3): 393-431
- Russel and Wilson, D.B. 1996. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH. *Journal Dairy Sci.* 79: 1053-1509.
- Russell, J.R. Young, A.W. and Jorgensen, N.A. 1979. Effect of sodium bicarbonato and limestone addition to high grain diets on feedlot performance and Ruminal fecal Parameters in Finishing steers. *Journal of Animal Science.* 51(4): 996-1002.
- Sauvant, D. And Morand-Ferh, P. 1977. Influence du nivou d'apport d'aliments concentrés en plaine lactation sur les performances de la chèvre. *Symp on Gotas Breeding in Mediterranean Countries, Oct 3-7, Malaga, Granada, Murcia. España:* 174-183.
- Sauvant, D. And Morand-Ferh, P. 1978. Adaptation du niveau des aports d'aliments concentrés au stade physiologique de la chèvre. *4es Journées de la Recherche Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC, Francia* 93-115.
- Sauvant, D., Hervieu, J., Chillard, y. and Morand-Ferh, P. 1979. Facteurs influencant la quantité de maitière sèche ingérée par la chèvre a début de lactation *30th EAAP Annual Meeting. Inglaterra:* 17-19.
- Shimada, A. S. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Patronato a la in-

- vestigación Pecuaria en México 45 pp.
- Smith, L. W., Goering, H. R. and Gordon, C. H. 1972. Relationships of forage composition with rate of cell wall digestion and indigestibility of cell wall. *J. of Dairy Sci.* 55: 1140-1147.
- UCAREDEC, OEP, 1997. Proc. Conf. Development of small Ruminat, Subsecto Hot Regions The role of Farmers Organization, Djerba, Tunisia, 2-5 April, 1977, 145-149.
- Valdés, G. y Delgado, A. 1990. Suplementación proteico-energética para la engorda de ganado con pastos y forrajes. En producción de carne en el trópico. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 318 pp.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of ruminan, O. B. Books. Inc. Corvallis O.R. 467.
- Vargas, S y López, R. 1991. Productividad caprina. Universidad Autónoma Antonio Narro. Coahuila, México.: 1-10.
- Ward, G. M., Old, G. A., Greathouse, A. and Coveny, D. D. 1980. Cement kiln dust in finishing lamb diets. *J. Of Animal Science* 49 (3): 637-640.
- Weimer, P. 1996. Why don't ruminal bacteria digest cellulose master. *Journal of Dairy Science* 79: 1496-1502.
- Wells, J and Russell, J. 1996. Why do many ruminal bacteria die and lyse so quickly. *J. of Dairy Sci.* 79: 1487-1495.
- Willson, R. D. 1992. The effect of feed on the flavour components of milfat. In: New Zealand Dairy Research Intitute Milkfat Flavour Forum: Summary of Proc., 3-4 March Palmerston, North, New Zealand.
- Wheeler, W.E., Soller, C.H. and white, J.L. 1981a. Influence of rate activity of catalytic limestone and level of calcium addition on utilization of high concentrate diets by beef steers. *Journal Animal Sci.* 53(4): 1120-1134.
- Wheeler, W. E., Noller, C. H., and White, J. L. 1981b. Comparison between limestone and cement kiln dusts for beef steers. *J. Anim. Sci.* 52 (4): 873-881.
- Wheeler, W. E. and Oltjen, R. R. 1979. Cement Kiln dust in complete diets for finishing steers and growing lambs. *J. of Anim. Sci.* 48 (3): 658-665.
- Wholt, J. C., Clarck, J. H. and Blaisdell, F. S. 1978. Nutritional value of urea versus prefor

med protein for ruminants. II Nitrogen utilization by dairy cows fed corn based diets containing supplemented nitrogen from urea and/or soybean meal. *J. Dairy Sci.* 61: 916-922.

Zijpp, A. J Van der. 1993. Science and sustainability in animal production system in the developed world. *World Conference on Animal Production*. Edmonton, Canada: 33-44.

Zinn, R. A., Barajas, R., Montaño, M. and Sean, Y. 1996. Protein and energy value of Dehydrated poultry excreta in diets for feed lot cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 2331-2335.