



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**DINAMICA DE SUBSTITUCION DEL BANCO DE
FORRAJES POR AGOSTADERO EN LA EPOCA
DE LLUVIAS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A:

GABRIEL SERRANO MONTES

ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO

Cuautitlán, Izcalli, Edo. de Méx.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
 PRESENTE .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
 Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:
 "Dinámica de sustitución del banco de forrajes por agostadero en la época de lluvias",

que presenta el pasante Gabriel Sorzano Montus con número de cuentas 8807314-9 para obtener el TITULO de Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE .
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 25 de Febrero de 1997.

PRESENTE	Dr. Miguel Angel Galina Hidalgo	
VOCAL	O.B. Lilián Morfín Loyden	
SECRETARIO	MVZ. Jesús Guevara Vivero	
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Lucas Melgarejo Velázquez	
SEGUNDO SUPLENTE	M.C. Patricia García Rojas	

Esta tesis es una pequeña muestra del profundo amor y respeto que me merecen

los aqui citados

Al Anahuac

La UNAM

La FES-C

Mis padres Dolores y Arturo

Dr. Miguel Angel Galina Hidalgo

Tiamatini Rudi Primo Tlacatzin Stivalet Correa

A mi esposa Silvia

A mis hermanos

Índice

Resumen.....	Pág.3
Introducción.....	Pág.5
Objetivos.....	Pág.29
Material y métodos.....	Pág.30
Resultados.....	Pág.33
Discusión.....	Pág.38
Conclusiones.....	Pág.40
Bibliografía.....	Pág.41

Resumen:

El estudio se realizó en la "Granja Puma" en Querétaro México. El hato se formó por 35 cabras de 15 meses \pm 4 de razas Alpina Francesa, y Toggenbourg, con un peso de $36\ 720 \pm 0\ 850$. Se maneja a los animales con un sistema de pastoreo diurno sobre agostadero y reclusión por la tarde y noche. Se registró mensualmente el peso corporal, el consumo de suplemento y forrajes se estimó diariamente. El trabajo experimental se llevó a cabo sobre un agostadero nativo, de bosque bajo con gramíneas, leguminosas, matorrales y cactáceas, con el objeto de que a partir del uso de cerco eléctrico se obtuvieran los datos necesarios para evaluar la sostenibilidad del sistema en términos de manejo, sin desmerito del medio ambiente y sin comprometer la producción. Para la observación se delimitó un área cercada de $1\ 225\ m^2$ con un cerco eléctrico con pila solar se le llamó zona de pastoreo restringido. Una vez instalado el cerco eléctrico, en cada una de las esquinas se colocó una estaca de color amarillo para localizar el sitio pastoreado. El cálculo del consumo voluntario se realizó mediante la técnica peso vacío-lleno antes y después del pastoreo. Por diferencia de peso corporal antes y después de pastorear se valoró el consumo en el agostadero. Una muestra de cada uno de los forrajes del agostadero se envió para la determinación de su análisis químico proximal. El manejo de los animales incluyó suplementación de la dieta, con un concentrado de $2.8\ Mcal/Kg$ de MS, que se otorgó antes y después del pastoreo, un forraje de corte con un 18% PC el cual se ofreció después del pastoreo, que disminuyó su proporción en la dieta conforme aumento la disponibilidad de forraje en el agostadero. Los resultados en porcentaje del total de la dieta del banco de forrajes constituye el 75% del alimento en abril para disminuir progresivamente a partir de la época de lluvias hasta un cero por ciento en los meses de agosto y septiembre para recuperar su importancia en forma gradual a partir de octubre. El suplemento se mantiene en rangos del 20 al 40% siendo más importante al final del estudio cuando todos los animales estaban gestantes. El

agostadero parte de cero participación por porcentaje en abril hasta asumir el papel principal con el 80 y 77% de todo el alimento necesario para las cabras en agosto y septiembre para ceder poco a poco con el inicio de la época de secas su participación en la dieta siendo sustituido por el banco de forrajes de alfalfa henoificada. La cabra está mejor preparada para el estrés nutricional por lo tanto en estos sistemas es factible obtener una rentabilidad productiva en donde el agostadero puede aportar el 49.5 % de la MS en el sistema de abril a noviembre. La energía en este sistema aparenta ser el limitante de la productividad del sistema. Los Bancos de forrajes de corte son el elemento clave para la sostenibilidad del sistema pero pueden ser sustituidos totalmente durante el verano por el pastoreo racional del agostadero.

Introducción.

Deterioro del medio ambiente.

Los cambios climáticos que están afectando al planeta han tenido un efecto significativo sobre el entorno natural, esto es, las pérdidas de especies vegetales y animales son entre otros producto de los trastornos en el hábitat que ha contribuido la contaminación del medio ambiente. Entre los efectos más conocidos del deterioro ecológico es el que ha provocado un clima más caluroso en el globo, como consecuencia de la destrucción de la capa de ozono de la atmósfera terráquea, conocido como el efecto de invernadero (Brown et al., 1992; FAO, 1991).

El nivel natural básico de concentración de cloro en la atmósfera atribuido a la actividad volcánica y a otros fenómenos naturales es de 0.6 ppb (partes por billón). En la actualidad se puede decir que la concentración de cloro es cerca de 6 veces mayor, cercana a las 3.5 ppb, y aumenta a una tasa del 5% anual (Chávez, 1993).

Entre lo más preocupante para el ser humano, es el hecho de que estos cambios están afectando en forma negativa la actividad humana más importante para su sostenimiento, la prioritaria producción de alimentos, en la cual los profesionales de la agricultura, incluyendo los médicos veterinarios zootecnistas, realizan su actividad profesional: la ganadería. Cada año, los profesionales del agro, junto a toda la estructura de productores agrícolas, deben enfrentar el desafío de alimentar a más de 80 millones de personas solamente en México y cerca de 6,000 millones en todo el globo terráqueo, con billones de toneladas de cobertura de suelos perdidos o deteriorados y con trillones de galones de agua subterránea de menos. El planeta esta cubierto por sólo un 27% de superficie terrestre y un 73% de mares, en donde únicamente una pequeña parte de la cubierta sólida permite la actividad agrícola generadora de los alimentos para la vida. Si consideramos que más del 97% del alimento humano proviene del medio terrestre y solamente

alrededor del 3% de los mares y rios se entiende la racionalidad de cuidar el uso inteligente de este recurso para poder producir un volumen cada día mayor de alimentos para satisfacer las necesidades de un incremento logaritmico de habitantes del planeta (Galina, 1994)

Dada la evidente degradación de los recursos naturales y del medio ambiente global, particularmente de aquellos insumos basicos para la producción de alimentos surge una preocupación por la defensa de estos recursos limitados, por lo que adquiere relevancia el desarrollo de una agricultura sostenible que aparece como una necesidad ineludible de la ciencia agricola del siglo XXI y que afortunadamente ya cuenta con un cierto grado de consenso individual e institucional en la mayoría de los países (Galina, 1994)

Este concepto de sostenibilidad debe entenderse como un proceso dinámico de flujo de energia que refleje las necesidades cambiantes, especialmente las de la población en constante crecimiento. La meta de una agricultura sostenible debe ser mantener la producción a los niveles que permitan alimentar adecuadamente la población humana en expansión, sin desmero del medio ambiente. (Palma et al., 1995)

En el cuadro I se agrupan las principales causas de contaminación que debe de preocupar a la comunidad científica, a los jefes de estado y politicos, en fin a todos y cada uno de los involucrados en la generación de normas y reglamentaciones que afecten los recurso naturales, pero en esencia a todos los habitantes del planeta Tierra.

Cuadro 1. Cambios Físicos del Planeta Tierra

Indicador	Parámetro
Cubierta Forestal	Los bosques se disminuyen a una tasa anual de 11 millones de has. 31 millones de has forestales se dañan anualmente en países industrializados, aparentemente por contaminación de lluvia ácida
Cobertura de los suelos en áreas de cultivo	Se estima una pérdida anual de 26 billones de toneladas de cobertura de suelos formados. Se estima en términos globales, que un 17% de toda el área vegetal terrestre ha sufrido algún grado de deterioro
Crecimiento de los Desiertos	Alrededor de 6 millones de has de desiertos se forman anualmente como consecuencia del mal manejo de los suelos
Contaminación de los Lagos	Miles de Lagos en el Norte industrializado se encuentran biológicamente muertos, otros tantos más están en proceso
Disminución de los mantos freáticos	Grandes áreas de aguas subterráneas disminuyen en partes de África, China, India y América del Norte, mientras que la demanda de agua aumenta por encima de la tasa de recarga hídrica
Disminución de la diversidad de especies	La extinción de plantas y especies animales en conjunto se estima en el presente en varios miles por año, un quinto de todas las especies podrían desaparecer dentro de los próximos 20 años
Calidad del Agua Subterránea	Alrededor de 50 pesticidas son contaminantes de las aguas subterráneas como lo ejemplifica una alta contaminación en 32 Estados de los Estados Unidos de Norteamérica. En América existen alrededor de 2,500 lugares de desechos tóxicos, el grado de contaminación a nivel mundial es desconocido
Clima, Efecto de invernadero	La temperatura promedio se prevé aumentará entre 1.5 y 4.5 grados Celsius entre hoy y el año 2050
Nivel del mar	Por el efecto de la des congelación de los polos se estima que el nivel del mar subirá entre 1.4 metros y 2.2 metros para el año 2100
Capa de ozono	El tamaño creciente del "hoyo" en la capa de ozono sobre la tierra, medido particularmente en la región Antártida cada primavera sugiere que una disminución global sobre la capa de ozono tierraquea se está desarrollando

Fuente: Recopilado por el Worldwatch Institute en Brown *et al.*, 1992

Producción Agrícola Sostenible y el Medio Ambiente.

Probablemente el elemento principal para un desarrollo armónico de sistemas de productividad agropecuaria que garanticen los alimentos necesarios para el hombre y las técnicas que protejan y mejoren el medio ambiente sea la agricultura sostenible, la cual exige un manejo racional de los recursos naturales para la producción agrícola, y sin duda satisfaga las necesidades crecientes de la

población mundial, base natural de sustentación del planeta para que no sufran ningún deterioro que perjudique su utilización por generaciones futuras. Es por esto, en la mayoría de los países desarrollados existen regulaciones sobre la implementación de proyectos que puedan afectar al medio ambiente. Por ejemplo en los Estados Unidos de Norteamérica el U.S. National Environmental Policy Act (NEPA, 1969) con la creación del consejo sobre calidad del medio ambiente (CEQ, 1973) o en Canadá el acta de calidad del medio (Environmental Quality Act, 1978). Todas ellas establecen la necesidad de una evaluación del impacto ambiental de los proyectos, (Chávez, 1993). Desafortunadamente en Latinoamérica no se han desarrollado aún las leyes o los mecanismos de protección del medio ambiente del primer mundo, sin embargo, cada día observamos en varios países del área como México hay una mayor preocupación por la ecología estableciendo una serie de medidas que tienden a reglamentar el uso del suelo y la ganadería, no solamente en sus conceptos productivistas, sino en evaluaciones más amplias de biosostenibilidad. (Galina, 1994)

Un concepto teórico es el de **Biodiversidad**, que es una de las riquezas y patrimonios de la humanidad que debe conservarse. México es sin duda uno de los países con mayor biodiversidad biológica que debemos preservar. A este concepto general se propone la **Biodiversidad Pecuaria** como la diversificación de especies productivas en una granja con el objeto de complementar sus habilidades y reciclar la energía. Esto enfocado dentro de un marco de sostenibilidad económica para los productores, ya que el hombre destruye y contamina entre otras razones por: no conocer el efecto que a largo plazo tienen sus acciones; la presión económica familiar del productor en su necesidad de proveer a sí mismo y a su familia de sustento, produce una transformación del medio ambiente por usar los recursos a su alcance con un carácter preponderantemente económico de sostenibilidad; no conocer los ciclos de la energía, haciendo deficiente su utilización, poseer

patrones culturales de uso de energía poco eficientes como la utilización de las arbustivas para calentar sus alimentos, etc.

Aquí se desarrolla un nuevo concepto que describe con claridad la propuesta, para ello se utiliza el término de **Biodiversidad Pecuaria Sostenible**, como un concepto que centra la biodiversidad de especies pecuarias domésticas en una sola unidad de producción como una riqueza para el mantenimiento de la biodiversidad biológica del ambiente y para el sustento de la familia campesina. Este concepto se desarrolla con base a la experiencia histórica del uso del monocultivo como técnica en la agricultura que por una parte aumentó la producción agrícola por Ha, pero que por la otra desarrolló una dependencia económica a un solo cultivo, haciendo a los campesinos, originalmente auto suficientes en su alimentación, dependientes de la venta de su producto al exterior de sus parcelas, con la compra obligada del resto de los insumos para su alimentación, mientras para el medio ambiente ha sido una tecnología degradadora del suelo y el medio además, en opinión de varios estudiosos ha sido una pobre alternativa económica y biológica para los agricultores que después de una mejora inicial en los rendimientos por superficie, les dió una aparente mejora económica, por el aumento de cosecha por superficie cultivada, pero que ha tenido una serie de efectos colaterales desde socio-económicos, como la pérdida de su independencia al tener que vender un solo producto provocándose con la disminución de los precios internacionales quiebras totales hasta la degradación, producto del uso de químicos para la agricultura o la pérdida de suelos por el uso de maquinaria etc. (Fontenot et al., 1983; Galina, 1993; Overfield and Russel, 1986; Postel and Heise, 1988)

Este concepto agrícola organizó los sistemas pecuarios del continente, agrupando a los antiguos ganaderos de bovinos en productores de leche o engordadores de ganado, mientras que en otras especies pecuarias productivas los agrupo en una sola especie como porcicultores, avicultores,

ovinocultores o caprinocultores. Esta especialización permitió trasladar a las unidades de producción, tecnología de punta con utilización de grandes insumos del exterior como es el caso particular de los bovinos de leche, de los cerdos o de las aves, pero transformó las unidades en exportadores de proteína hacia el exterior con un deterioro ecológico por contaminación de grandes núcleos animales y la desaparición de fuentes de proteína alterna para las ganaderas y sus familias. (Tammaniga, 1990)

La compatibilidad entre una menor contaminación del medio ambiente y la nutrición de los rumiantes está condicionada mayoritariamente a una mejor conversión de N en los preestómagos. De esta forma una dieta fisiológicamente balanceada requiere un contenido mínimo de aproximadamente 13 % de proteína cruda en la dieta, la cual suponiendo las necesidades energéticas cubiertas, es suficiente para producir 15 kg. de leche. En vacas con producciones menores a ese nivel, como sucede en la mayor parte del hato lechero en México, es inevitable una sobrealimentación proteica, acompañada de una contaminación atmosférica por N. Desafortunadamente se utiliza un contenido de proteína cruda de las raciones de animales con una producción baja de leche, comúnmente arriba de 13%, especialmente durante pastoreo con una gran proporción de forrajes y ensilados, desaprovechando el N, cuando no se balancea el gran contenido de proteína cruda, sumado a un manejo nutricional con desbalance energético entre la cantidad de energía del forraje y la del concentrado. Es común en la vaca mexicana con producciones de 10 a 15 kg. de leche alimentada con forrajes ricos en proteína como la alfalfa, se le administre un concentrado comercial que tiene en general un 16% de proteína cruda, lo que indudablemente produce un exceso y desperdicio de proteína en la dieta, mientras que con una alimentación con forrajes totalmente energéticos como granos, producirían más leche sin desperdicio de proteínas. Desde luego todo exceso de proteína regresa al exterior por medio de la

orina. En las vacas bajas productoras, la mejor estrategia para la reducción de la producción de N en las excretas es por lo tanto disminuir la oferta de proteína de la dieta en relación al tenor de energía.

Hoy se debe manejar en los proyectos agropecuario dos conceptos centrales de cualquier plan de actividades, el desarrollo sostenible y las estrategias de conservación de los recursos naturales. Estos dos conceptos exigen tomar en consideración desde un punto de vista ecológico todos los aspectos concernientes al uso de los recursos naturales, no solamente los que existen en la actualidad sino su conservación futura.. (World Resources, 1992)

La relación suelo-planta-animal es el complejo de interacciones que se establecen entre los tres factores esenciales en un sistema de pastoreo. El suelo suministra sustancias nutritivas necesarias para el crecimiento de la planta y el oxígeno para su raíz, la planta a su vez suministra al suelo materia orgánica de sus partes aéreas y raíces muertas, sustancias nutritivas a los microorganismos que viven en su rizofera y además protegen al suelo: la planta brinda alimento y protección de los animales, es defoliada por éstos, pisoteada y, además, sobre ella son depositadas las deyecciones. El animal incorpora al suelo materia orgánica y nutrientes a través de sus deyecciones y con su pisoteo puede compactarlo. El suelo en esta relación, no se puede ver como un elemento abiótico, pues su componente más importante lo constituyen los millones de organismos que en él viven, los cuales posibilitan la transformación de gran parte de los nutrientes en sustancias asimilables por las plantas y contribuyen a mantener una estructura y estabilidad adecuada del suelo. De todo lo anterior se desprende que cualquier modificación en los factores esenciales apuntados anteriormente repercutirá positiva o negativamente sobre el comportamiento de los mismos. (García-Trujillo, et al 1993).

El conocimiento y manejo de los ciclos de la materia orgánica y los nutrientes, los procesos que aquí intervienen y las entradas y salidas (pérdidas), son la base para diseñar sistemas auto sostenibles o con un mínimo de insumos externos. El ciclo de la materia orgánica se define como la relación productor (plantas) -predador (animal) - transformador (microorganismo del suelo) La materia orgánica es vital para la productividad del sistema pues es el alimento de los animales y de los organismos del suelo, que son los encargados de alimentar a las plantas (productoras de materia orgánica) y es el medio a través del cual ciclan los nutrientes en la mayoría de los procesos de producción y transformación. El ciclo vegetal de la materia orgánica es el que determina la productividad del sistema pues ella constituye las tres biomásas básicas (vegetal, animal, organismos del suelo). El ciclo de la materia orgánica depende también de los ciclos de los nutrientes y por supuesto, de las condiciones para que se puedan realizar los procesos de producción y transformación con una máxima eficiencia y un mínimo de pérdidas. Los ciclos del nitrógeno, fósforo y potasio son elementos fundamentales del sistema (García-Trujillo, et al 1993).

Los sistemas de producción pecuarios biosostenibles.

La integración de todos estos conceptos permite elaborar una propuesta en la cual se desarrollan Sistemas Pecuarios Biosostenibles principalmente para los pequeños o medianos productores en los cuales se utilizó una especie o cultivo como centro de la propuesta y una serie de alternativas de biodiversidad agrícola y/o pecuaria en términos de rentabilidad y sostenibilidad para el medio ambiente, pero también para el ganadero tanto en rentabilidad económica, para mantenerlo como un trabajador agrícola, como en la producción de proteína de origen animal y vegetal que le permitan ser mayoritariamente auto sostenible en su alimentación.

La biodiversidad de especies domésticas incluye la introducción de otras especies complementarias como son rumiantes o no rumiantes. En términos de tecnología posible se presenta el modelo de trabajo de la propuesta:

a) Sistemas de producción de leche en las zonas semiáridas de Querétaro.

En este modelo se diversificó a un productor de leche de cabra con 12 Has de agostadero de las cuales se laboran 4 Has para la agricultura; con acceso para pastoreo a 60 Has de monte con arbustivas y vegetación nativa, además de la posibilidad de renta de parcelas para cosecha de esquilmos. El proyecto incluye la elaboración de un queso artesanal en la unidad caprina.

Las técnicas de agricultura orgánica ensayadas tienen como objetivo hacer un uso racional de la energía del sistema, con la utilización de los subproductos del modelo dentro de la diversidad pecuaria o agrícola, con la conservación, preservación y mejora del medio ambiente bajo la premisa de una viabilidad económica para una familia que aporta su trabajo y que a su vez contrata mano de obra.

El objetivo incluye la generación de proteína de origen vegetal y animal que permitan el sustento de la mayor parte de las necesidades de alimentación de los participantes y que genere uno o varios productos hacia el exterior del sistema en base a la siguiente estrategia:

I. Pastoreo orgánico del agostadero. Se introduce un pastoreo racional o voisin en el agostadero del monte, para ello se entrena a un pastor en el manejo del cerco eléctrico con pila solar, este sistema que consiste entre otros en la valoración diaria de la respuesta vegetativa con el conocimiento para saltar parcelas o darles el tamaño de acuerdo a la respuesta vegetal al corte de los animales y la reintegración de las deyecciones sólidas y líquidas al suelo como biofertilización. En este modelo la carga instantánea es grande pero el tiempo de recuperación es mayor.

2. **Pastoreo diversificado.** Se pastorean las cabras con otras dos especies domésticas los ovinos en un sistema de seguidoras sobre el agostadero pastoreado un día por los caprinos y el siguiente por los ovinos. En la unidad de producción un tercer pastoreo se realiza mediante una vaca y su becerro que debido a los diferentes hábitos de alimentación y sistema de presión complementan el corte a la vegetación que realizan los caprinos, particularmente los aspectos de ramoneo con pastoreo, ya que la primera especie prefiere las hojas de las leguminosas arbustivas, mientras que las dos complementarias prefiere los pastos de las gramíneas.
3. **Pastoreo restringido del agostadero.** Se pastorean las arbustivas del agostadero en el monte a partir del inicio de las lluvias y solamente durante la etapa del crecimiento vegetativo de estas especies frágiles de las zonas áridas, esto permite una recuperación vigorosa del estrato vegetal. El pastoreo se complementa con el uso de concentrados durante la ordeña y con el uso de cargas animales reducidas en zonas críticas. El agostadero se veda para pastoreo a partir del inicio de la época fría donde las arbustivas pasan a su etapa dormiente.
4. **Pastoreo sobre subproductos agrícolas.** Se utiliza el rebaño para pastorear por días o semanas los esquilmos de la agricultura con el objeto de cosechar el subproducto. Dependiendo del cultivo, la suplementación nos ha permitido mantener la productividad de la especie con curvas de lactación largas y rentables. El reciclaje de la energía de los subproductos, permite alimentar parcialmente a los rumiantes particularmente en el invierno cuando se agudiza la escasez de forrajes. La alimentación en este tipo de forrajes consiste en saber utilizar racionalmente los diferentes tipos de fibra, determinando el valor nutritivo de cada esquilmo que deberá de ser complementado con niveles varios de concentrados.
5. **Reforestación con leguminosas.** La mayor parte de las arbustivas consumidas por la especie caprina son leguminosas que a su vez permiten la fijación del nitrógeno. Iniciar en la unidad de

producción un programa de reforestación con arbustivas de alto contenido de proteína apetecible para las cabras. La siembra de las leguminosas implica su veda para el pastoreo durante varios meses. La introducción se realiza en forma gradual sobre las áreas de cultivo ya que durante su implantación no se pastorean las áreas sembradas. Para reducir el impacto económico de la propuesta sembrar las leguminosas con gramíneas como el maíz o el sorgo.

6. Utilización eficiente del agua. Se elaboran dos programas: uno de captación de humedad y agua de lluvia para uso en la agricultura o abrevadero para los animales, que consiste en la utilización del declive natural del suelo para formar hoyos de agua como represa. El otro programa consiste en la reutilización del agua de la quesería en dos porciones, la contaminada con detergentes u otras sustancias de limpieza de quesería va a un tratamiento de sedimentación en una fosa séptica; el resto se regresa a las praderas como riego.

7. Biofertilización. Dentro del pastoreo racional o en el establo se reciclan las deyecciones animales para la agricultura. El sistema de acumulación y conservación del estiércol para los ciclos agrícolas incluye su desecación y fermentación antes del reciclaje. El objetivo es eliminar el uso de fertilizantes químicos por biofertilizantes en toda la unidad. El tamaño de la unidad permite producir biofertilizante para su venta al exterior de la unidad, ya que la composta producto de ese número de animales supera la capacidad de los suelos para su utilización.

8. Diversificación de especies pecuarias. El productor tiene como objetivo primordial la caprinocultura con un hato de cabras complementado por 1 vaca y su becerro que coadyuva no solamente en la cosecha de los pastos y arbustivas sino que produce leche en la época crítica por la estacionalidad de la especie caprina, se tienen borregas con sus crías que proporcionan otra fuente de ingresos y proteína animal aprovechando sus diferentes hábitos de pastoreo y 2 mulas para la agricultura animal. El proyecto se complementa con una población flotante de cerdos que se

engordan con el suero de quesería y un poco de concentrado; y algunas aves de corral para la producción de carne y huevo en el sistema de cría en piso.

9. **Agricultura de tracción animal.** Se labra el campo con yunta lo que permite la utilización de la tracción animal, pero sobre todo la labor en áreas pedregosas que componen los sitios de cultivo sin la degradación de los suelos, ya que la rotura de los suelos se realiza más superficialmente.

10. **Integración de cultivos.** Se siembra una área de maíz con frijol en el verano para cosechar el grano para la alimentación de los productores y trabajadores de la unidad que de esta forma tienen su maíz y frijol, eje de su alimentación, en la propia parcela. La utilización de maíz y frijol permite la integración de gramíneas leguminosas. Todo los rastrojos de los cultivos se pican y se utilizan en la alimentación de los animales. Finalmente y de acuerdo a la humedad del año se siembra una avena de invierno para alimentación animal.

11. **Siembra de Hortalizas.** En una pequeña área de la unidad tener un jardín para la producción de hortalizas y alimentos vegetales de auto consumo familiar.

12. **Reciclaje de los subproductos de quesería.** El suero de quesería emplearlo para la alimentación de los cabritos en dietas enriquecidas de sustitutos de leche durante el amamantamiento, que es la etapa de mayor comercialización de la leche de cabra o para la engorda de cerdos durante las otras épocas del año.

13. **Control Biológico y medicina herbolaria.** Elaborar un programa que enfatice la medicina preventiva como el elemento de manejo sanitario, con la utilización de la medicina herbolaria en sustitución de varios de los tratamientos de la farmacopea química.

Uno de los factores claves de la propuesta es medir con precisión el consumo voluntario para apoyar la producción vegetal del agostadero mediante un suplemento para mantener los niveles de producción y un banco de forrajes para regular la cosecha del agostadero (Galina et al., 1996)

Consumo Voluntario Aparente (CVA)

Se han discutido dos mecanismos de control de la concentración energética del CVA en los rumiantes que actúan en forma sinérgica o separadamente. En primer lugar cuando la dieta tiene una concentración energética alta, superior a 2.6 Mcal de Energía Metabolizable (EM) por kg. de materia seca (MS), el factor más importante para regular el consumo, es la concentración energética de la ración, este mecanismo se mantiene dentro de límites estrechos y se puede por ello 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 materia seca. Para ello la dieta se debe en general acompañar de un forraje de buena calidad con bajo tenor de fibra y alta digestibilidad. Las tablas del NRC, (1981) predicen el consumo voluntario aparente en base al peso vivo sin mucha variación para los rumiantes, estas sugerencias se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Consumo voluntario aparente de acuerdo al peso vivo

Vaca Lechera	del 3 al 3.5 % de su peso vivo
Cabra lechera	del 3.5 al 6 % de su peso vivo
Ovino	del 2.5 al 3% de su peso vivo
Bovino de engorda	del 2.5 al 3 % de su peso vivo

NRC (1981)

El consumo voluntario de la cabra, muestra resultados muy amplios en los márgenes de consumo(Cuadro3).

Cuadro 3. Valores de Referencia del consumo voluntario de cabras dentro de varios climas

Tropicos Devendra y Burns 1983	Consumo Voluntario			
	% peso vivo		g / kg de peso metabólico	
Cabras de carne	1.8	3.8	40	128
Cabras de Leche Jamanpari	2.0	4.7	41	131
Cabras Lactantes Alpinas y Saanen	2.8	4.9	62	142
Valor medio de mantenimiento	1.4	1.7	43	50
Clima templado				
Cabras Lactantes McKenzie 1970	5			
Cabras Lactantes America	4	6.8		
Cabras Lactantes Sauvam 1978	1.6	6.8	47.1	181

Definición de una Unidad Empanzonante o Lastre.

Los investigadores en Francia han efectuado un gran número de mediciones de la MSVI (materia seca ingerida en forma voluntaria) en los ovinos y en los bovinos. De esta manera se pueden comparar entre ellos, para un mismo animal, las cantidades de materia seca ingeridas por día. Por lo tanto se puede clasificar a los forrajes ya sea de acuerdo a su ingestibilidad, o según su capacidad lastre. Este es el razonamiento de unidades de llenado que se conocen como "unidades empanzonantes o lastre", es decir es la capacidad de ingestión voluntaria de un alimento, que se toma como referencia, donde a este alimento se le da el valor de 1. Como alimento de referencia se utiliza un pasto joven de 15 de proteína cruda, 25% de fibra cruda y 77 % de digestibilidad de la materia orgánica, por lo tanto 1 kg. de MS de este pasto tiene un valor empanzonante de 1 (UE)

Este forraje es entonces ensayado con una serie de animales de referencia .

- | |
|--|
| - un borrego castrado de 1 a 3 años que pesa 40 a 75 kg |
| - un bovino hembra de 600 kg , que produce 25 kg. de leche/día en mitad de la lactación. |
| - un bovino de 400 kg. de peso vivo con un crecimiento moderado |
| - Una cabra buena productora de 60 kg. de peso que produce 4 kg. de leche día de 3.5 % de grasa butírica, también a mitad de la lactación. |

El consumo del pasto de referencia, por los tres tipos de animales estandar sugerido por el grupo de investigadores en Francia en animales de experimentación cada 24 horas fue el siguiente:

- | |
|--|
| - el ovino 75 g de MS por kg. de PM (peso metabólico) /día |
| - el bovino lechero 140 g de MS por kg. de PM/día |
| - el bovino de carne 95 g de MS por kg. de PM/día |
| - la cabra de 123 g de MS por kg. de PM/ día |

Se ha estimado el consumo voluntario aparente de la cabra lechera mexicana de 50 kg. de peso vivo y 2 kg. de leche en la mitad de la lactación en 140 g por kg. de PM. (Galina et al 1991).

Se determinó que la cabra mexicana de 50 kg. con una producción de 2 kg. de leche en promedio a la mitad de la lactación, con una ración que contiene 2.5 Mcal de EM / Kg. de MS. Para ella seca sugiere un consumo de 90g/ kg. de PM, de 78 g/Kg. de PM para el 4º y 5º mes de gestación respectivamente. Durante la lactación se estima un consumo de 99 g, 109 g, 116 g y 121 g para la primera, segunda, tercera y cuarta semana de ordeña, 140 g en la mitad de la lactación, 30-150 días, con 100 g después de los 150 días de ordeña, todos estos valores por kg. de PM, sugerencias mayores que las establecidas para la cabra francesa.

Para determinar la ingestibilidad de un forraje cualquiera y expresarlo en unidades empanzonantes, es suficiente comparar las cantidades consumidas del forraje relacionados con el pasto de referencia.

- Para el caso de los ovinos:

Uno puede hablar de las unidades empanzonantes del ovino : UEO

valor de empanzonamiento 75
de un forraje en unidades = _____

empanzonantes ovinas (UEO) Cantidad de forraje ingerido por el borrego estandar en g
de MS/kg. de PM de MS/kg. de PM

- En el caso de las cabras:

Valor lastre de 140
un forraje para cabras = _____

(UEC) Cantidad de forraje ingerido por la cabra estandar en g
de MS/ kg. de PM de MS/ kg. de PM

Al ser iguales las sugerencias para bovinos y caprinos lecheros se utilizan la referencia de los bovinos en la cabra lechera, aunque se sugiere emplear mejor la del ovino para la cabra dedicada a la producción de carne solamente:

- El pasto de referencia tiene un tenor de MS de 17 % en promedio

- Para el ovino por lo tanto 75 g de MS corresponden a 441 g totales de producto fresco/día por kg. de peso metabólico.

- Para la cabra y la vaca lechera 140 g de MS corresponden a 823 g de producto fresco/día por kg. de PM.

Sistemas de Unidades Lastre

En Francia se ha desarrollado una serie de métodos para medir la utilización de alimentos fibrosos, denominado como unidades lastre (INRA, 1981). Existen varios elementos que pueden limitar el consumo, en el cual intervienen factores tanto del animal, como de las plantas, (Allison 1985). Por otro lado en los países tropicales, es común para la alimentación de los rumiantes la utilización de forrajes muchas veces toscos como rastrojos o pastos tropicales, alimentos que tiene niveles altos de fibra cruda en su composición química para los cuales se establecen otros mecanismos de control de CVA. En este segundo sistema es la fibra cruda o 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, (Jarrige et al., 1986; García-Trujillo y Cáceres, 1985; INRA, 1978,1988; Galina et al., 1991; Ruiz y Menchaca, 1990; Dulphy et al, 1987). Todo ello ha sido tomado en consideración en el uso de las unidades lastre en las cabras, (Galina et al, 1996).

Factores que determinan la variación de la capacidad de ingestión

Las principales características individuales del animal que afectan su consumo de materia seca son: la edad, el peso, la gestación, el crecimiento o engorda y la lactación.

- **Peso vivo:** Para un animal del mismo tipo, la cantidad de materia seca ingerida por día (MSVI/día) aumenta con el peso vivo del animal, debido a el incremento de las necesidades energéticas de mantenimiento, permitido por el mayor volumen de los estómagos.
- **Producción de leche:** Para cabras del mismo peso, el consumo de materia seca aumenta linealmente con la producción lechera entre de 1 a 3 kg. para los pequeños rumiantes con un

promedio de 225 g de MS/kg. de leche producida. En otros trabajos en cabras el consumo por kg. de leche aparenta ser cercano a los 368 g. en animales grandes productores (Sauvant et al., 1991).

- Estado fisiológico del animal: En el principio de la lactación la capacidad de ingestión de una cabra aumenta regularmente para llegar a su máximo a los dos meses después del inicio de la misma. Posteriormente se mantiene en estas cantidades para disminuir hacia el final. Durante el periodo seco del animal su capacidad de ingestión se disminuye en razón del aumento del espacio que ocupa el feto al final de la gestación. En promedio se reduce un 25 % su consumo en el quinto mes para los ovinos y caprinos.

Para los animales del mismo peso la capacidad de ingestión varía por varios factores entre los que se encuentran:

- La raza por ejemplo la capacidad de ingestión es mayor aparentemente de la raza Sannen sobre la Nubia.
- El estado corporal: la capacidad de ingestión disminuye cuando el estado de engrasamiento corporal aumenta, aunque es difícil de separar la influencia de estos factores en el animal vivo.
- El nivel de alimentación, los animales sometidos a una pobre dieta aumentan su capacidad de ingestión antes de ser sometidos a una dieta balanceada.
- La utilización de compuestos que activan el metabolismo como los implantes hormonales que pueden estimular un consumo de hasta un 20% mayor que el de animales sin tratamiento.

Factores que inciden en el CVA.

Los factores propios del animal.

El consumo voluntario de animales en pastoreo está relacionado con el peso vivo del animal, el metabolismo corporal y particularmente debido a la reducción en la capacidad de distensión de los

estómagos por el efecto del desarrollo del útero durante la gestación que limita el volumen ingerido (Sauvant y Morand-Fehr, 1977)

Factores propios de los forrajes:

Las características fisicoquímicas agrupadas en el tipo de alimento, su digestibilidad, contenido de fibra, clase botánica (gramínea, leguminosa o concentrado), incluyendo los mecanismos de asociación que se desarrollan entre ellos. Según estudios previos, son los elementos mecánicos y físicos los que regulan la ingestión aparente del forraje. 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, 1981, Sauvant et al., 1979; De Simiane et al., 1981, Blanchart et al., 1980, Morand-Fehr et al. 1987). La tasa de sustitución por concentrados y la densidad energética de la ración son otros factores que modifican el consumo, (Sauvant y Morand-Fehr, 1977, 1978, Sauvant et al., 1987). 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-Fehr, 1978, Giger, 1987, Giger et al., 1988). Finalmente otro elemento discutido en la literatura es la calidad de la dieta anterior, particularmente alrededor del parto donde la cantidad de heno afecta el CV al inicio de la lactación, (Sauvant et al., 1979).

Energía

Los nuevos sistemas de estimación y expresión del valor energético de los alimentos para los rumiantes, conservan del antiguo proceso analítico que considera las distintas pérdidas en el curso de las etapas de utilización de la energía por el animal y la forma de expresión en unidades forrajeras (UF).

Dadas las variaciones entre los diferentes coeficientes de rendimiento-coeficiente de mantenimiento (Km.), el coeficiente de leche (Kl) y el coeficiente de carne (Kc)-se desarrollaron

dos sistemas de unidades forrajeras. El primer sistema de las unidades forrajeras de leche (UFL) se utiliza para las hembras en lactación y los animales en mantenimiento o en crecimiento lento, mientras una segunda sugerencia se emplea para el caso de animales en rápido crecimiento, el sistema de las unidades forrajeras carne (UFC) para los animales en engorda. (Galina y Palma, 1992).

Este método analítico tiene la ventaja de presentar de manera clara y lógica el proceso de utilización de la energía del alimento por los ruminantes. El contenido de energía neta (EN) de un alimento se calcula a partir de su contenido de energía bruta (EB), de la digestibilidad de la energía (dE), de la relación entre el contenido en energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y de la eficiencia (K) de utilización de la EM para mantenimiento, crecimiento, engorda y lactación como fué desarrollada en las ecuaciones del INRA (1978)

Las necesidades de mantenimiento para cabras, en confinación, fueron establecidas en 117 Kcal por kg^{0.75} y un 25% más de las necesidades de mantenimiento, para animales sobre el agostadero. Se sugiere un incremento de 25-50% sobre los requerimientos de mantenimiento, durante el pastoreo. (Galina et al, 1991, 1996)

En estudios en jaulas metabólicas se ha calculado un aumento de un 35% y 55% de las necesidades de mantenimiento durante el cuarto y quinto mes de gestación respectivamente. Para la producción de leche, la energía calculada es de 1.16 Mcal por kg de leche con 3.5 % de grasa. Los requerimientos para el aumento de un kg de peso en la cabra lechera adulta han sido establecidos en 9 Mcal, mientras que en los animales en crecimiento se ha calculado en 12 Mcal por kg. (INRA, 1981, Galina y Palma, 1992).

Proteína

La utilización de la proteína depende esencialmente de tres factores. Primero su solubilidad (fermentescibilidad) Segundo la concentración de enzimas proteolíticas y tercero, el tiempo de permanencia del alimento en el rumen La actividad proteolítica puede depender de la densidad de la población microbiana, variando su densidad en relación a la concentración de elementos nutritivos disponibles, (Galina y Palma, 1992). La suplementación proteica, estimula la actividad microbiana y su capacidad para digerir la fibra. Una deficiencia de proteína en los animales en pastoreo, causa una disminución de la digestibilidad del forraje, debido a una reducción en la actividad microbiana, (Gutiérrez, 1991a) Con una densidad proteica de 14 a 17% de PC, acompañada de una digestibilidad de 70-80%, asegura un 11 a 14% de las materias nitrogenadas digestibles, las cuales garantizan una concentración media de 50 mg/l de nitrógeno fermentable en el líquido ruminal, ayudando la actividad y proliferación de la población microbiana (Galina y Palma, 1992). Las necesidades de proteína digestible para mantenimiento fueron calculadas en 2.83 g/ kg. de peso metabólico (PM), incrementándose en un 25%-50% durante el pastoreo Para la ganancia de peso se estiman 260g PD/kg Finalmente durante el cuarto y quinto mes de gestación se estimaron 0.88 y 1g de PD/ kg. peso vivo Estos valores se ajustan para la producción de leche con 60g de PD/ kg. del lácteo (INRA, 1988).

Pastoreo

Los sistemas de pastoreo de los caprinos han sido estudiados ampliamente, sin embargo la diversidad de técnicas, los resultados variados y en muchos casos, contradictorios, no han permitido aún determinar las leyes universales del comportamiento de esta especie en el agostadero (Galina et al , 1995)

Durante mucho tiempo, la identificación de especies forrajeras consumidas por los animales durante el pastoreo se ha convertido en un reto para los investigadores, los cuales han utilizado diferentes métodos como la fistulización esofágica, y la recolección de heces (Ramirez ,1994)

Sin embargo uno de los problemas fundamentales del pastoreo en agostaderos ha sido su manejo inadecuado, que no ha permitido la recuperación de la capa vegetal, por lo que se ve sustituido por otras especies o por la denudación de los suelos. Para ello es necesario el desarrollo de nuevos métodos de uso sostenible de los recursos. El pastoreo racional es un sistema flexible de manejo conducido por el hombre. El arte de pastorear se desarrolla como las técnicas de saber evaluar, tanto la respuesta animal como la vegetal. Donde se tiene como objetivo una cosecha racional y la conservación de lo que se produce, siguiendo las cuatro leyes universales de los pastos (Milera., 1991).

Primera ley: Para que una hierba cortada por el diente del animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que en cortes sucesivos haya pasado el tiempo suficiente para que pueda el vegetal en reposo pueda almacenar en sus raíces o su parte aérea, las reservas necesarias para un rebrote vigoroso, (llamada de crecimiento, entendida como el crecimiento por sus propias reservas, logrando recuperación celular, creando mayor masa foliar y radical por unidad de tiempo.

Segunda ley: El Tiempo de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente breve, para que una hierba cortada el primer día por el diente, no sea consumida de nuevo antes de que los animales dejen el área.

Tercera ley: Es necesario suplementar a los animales de requerimientos mayores.

Cuarta ley: Para que un rumiante pueda dar rendimiento promedio, es preciso que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si el animal no permanece más de un día en una misma parcela.

Observaciones realizadas por Galina et al.(1995, 1996) mostrarán que el agostadero podría ser pastoreado estacionalmente cuando el crecimiento de la vegetación lo permita y dejarlo en descanso durante el periodo dormente.

Técnicas de medición el consumo voluntario aparente en pastoreo

Bajo condiciones de estabulación, en donde la alimentación de los animales esta controlada, la determinación del consumo puede ser hecha directamente de una manera fácil y precisa. Sin embargo, bajo condiciones de pastoreo, existen muchos factores que afectan el consumo, tales como: el estado de madurez de los forrajes, la condición del pastizal, tratamientos al forraje, restricción al consumo de agua, humedad del forraje, la suplementación, la influencia del concentrado y el contenido de la proteína en la dieta etc. (Gutiérrez, 1991b). Un problema presente es la dificultad para determinar fácilmente en una forma directa el consumo voluntario. Se han utilizado diferentes técnicas para tratar de calcular el CVA en los rumiantes durante el pastoreo, entre los cuales se encuentran: el método de indicadores, el método de índice fecal, el de cortes antes y después del pastoreo y el método *in vitro* (Gutiérrez, 1991b; Sidahmen et al., 1981).

Hábitos de Pastoreo

Los rumiantes durante el pastoreo poseen un grado de visión, con el cual seleccionan su alimento, cubriendo sus necesidades nutricionales y evitando los alimentos tóxicos. Cuando el pastoreo se realiza sobre forrajes pobres, se aumenta el tiempo de pastoreo y el área, acentuándose la dispersión de los animales (Manteca, 1994).

Las cabras durante el pastoreo han demostrado una preferencia por los arbustos y matorrales, comparadas con otros rumiantes, como los ovinos, los cuales consumen durante el pastoreo gran cantidad de gramíneas.

Sin embargo cuando la disponibilidad de la vegetación arbustiva es menor, la cabra selecciona un dieta de alrededor de 50% de ramoneo y 50% de gramíneas. En otras observaciones las gramíneas y las hierbas constituyeron el 92% de la dieta durante el verano, mientras que en el invierno los arbustos son el elementos más importante. En contraste Trujillo y Garcia, (1993) mostraron que la contribución de los pastos y las cactáceas en la dieta de las cabras en pastoreo parece ser insignificante.

Composición botánica de la dieta en pastoreo.

Para la determinación botánica de la dieta de los animales en pastoreo, se han implementado diferentes técnicas como: La evaluación visual, la separación manual, la técnica de microhistología, el método de conteo de bocado, el método de simulación de cortes hechos a mano, el de cortes antes y después de pastoreo, el análisis del contenido estomacal, el de muestras de heces, la fistula ruminal y la fistula esofágica, (Gutiérrez, 1991b; Trujillo y Garcia, 1995).

Objetivos.

1. Medir la dinámica de sustitución del banco de forrajes (alfalfa henificada) por vegetación del agostadero durante la época de lluvias en la región semiárida.
2. Determinar la sostenibilidad del sistema al ser disminuido el uso del banco de forrajes y ser sustituido por agostadero durante la época de lluvias en la región semiárida
3. Implementar el pastoreo restringido con ayuda del uso de cerco eléctrico con pila solar como herramienta para manejo del sistema.
4. Cuantificar mediante la técnica de peso vacío-llevo antes y después del pastoreo el consumo voluntario de la vegetación en el agostadero.

Material y Métodos.

El estudio se realizó en la "Granja Puma" localizada en Cerro Prieto, Querétaro, México a los 20° 35' latitud norte y 100°18' longitud oeste. La altura es de 1,950 m sobre el nivel de mar con un clima Bs 1kw (w) (e) descrito como seco semiárido con lluvias aisladas en el invierno con un total de 460 mm de precipitación anual promedio (García, 1973).

El hato en pastoreo se formó por 35 cabras de la recria con un promedio de edad de 15 ±4 meses de la raza Alpina Francesa, y Toggenbourg. El peso promedio de las cabras era de 36 720 ± 0 850 kg. El manejo de los animales consistió en un sistema de pastoreo diurno sobre agostadero, reclusión por la tarde y noche. El rancho tiene 12 hectáreas de vegetación arbustiva. Mensualmente se registró el peso corporal. El consumo de suplemento y forrajes se estimó diariamente. El consumo en el agostadero fué calculado con el método peso vacío-lleño antes y después del pastoreo, el cual consiste en el pesado de los animales por la mañana antes de que salgan al agostadero y por la tarde, su pesado inmediatamente a su regreso del pastoreo (Galina et al., 1995).

El trabajo experimental se llevó a cabo sobre un agostadero nativo, con bosque bajo espinoso con 12 hectáreas de vegetación en el predio y la renta de 20 hectáreas con gramíneas *Bouteloua curtipendula*, Pasto estolones o Navajita; *Chloris virgata*, Pasto espiga dorada; *Bothriochloa saccharoides*, Pasto espiga blanca; *Leptochloa dubia*, Pasto patudo, *Rhynchelythurum roseum*, Pasto rojo; *Panicum obtusum*, Pasto palomero; *Bouteloua repens*, Pasto espiga morada; *Aristida adscensionis*, Pasto espiga; *Urochloa fasciculata*, Pasto palomero. Leguminosas: *Prosopis laevigata*, Mezquite; *Acacia farnesiana*, Huizache chino; *Acacia schaffneri*, Huizache hediondo; *Mimosa biuncifera*, Uña de gato. Matorrales: *Celtis pallida* Granjeno; *Jatropha dioica*

Sangregado: *Zalazania augusta* Schiguite o Limpia tunas; *Verbascina serrata* Vara blanca; *Opuntia spp* Nopal. Con una producción de 800 kg MS/ ha (Galina et al., 1996; 1997)

Para la observación se delimitó una área de 1,296 m² con un cerco eléctrico con pila solar a la cual se le llamó zona de pastoreo restringido, de esta forma se alimentaron a los animales en el agostadero. Una vez instalado el cerco eléctrico, en cada una de las esquinas se colocó una estaca de color amarillo para localizar fácilmente el sitio y no repastorearlo.

Para calcular consumo voluntario aparente del agostadero, los animales después de alimentarse con el concentrado y la alfalfa (previamente pesados lo ofrecido y el rechazo) se pesaban al salir al pastoreo en la mañana, posteriormente en la tarde al regreso, después de una estancia de 6 a 8 horas en el agostadero eran pesados nuevamente y por diferencias de peso corporal se calculaba el consumo en la pradera. Una muestra de cada uno de los forrajes del agostadero se envió para la determinación de su análisis químico proximal y por tenor de fibra de acuerdo al método de unidades lastre previamente descrito se calculó matemáticamente el CVA (Galina et al., 1991, 1995)

El manejo de los animales incluyó suplementación de la dieta, con un concentrado de 2.8 Mcal EM/Kg. de MS, que se otorgó antes y después del pastoreo, un forraje de corte con un 18% PC el cual se ofreció después del pastoreo, que varió su proporción en la dieta conforme aumento la disponibilidad de forraje en el agostadero.

Se registró mensualmente el peso de los animales y el consumo de suplemento y forrajes (alfalfa) se estimó diariamente. El consumo del pastoreo fue calculado con el método peso vacío-lleño antes y después del pastoreo (Galina et al., 1995), de él se calculó por porcentaje de materia seca su consumo. Posteriormente se calculó las necesidades de energía totales de acuerdo a los

requerimientos del INRA (1988) correlacionados con el total de energía de la dieta producto del contenido en megacalorías de cada uno de los elementos de la dieta (Galina et al., 1995).

Resultados

En el **cuadro 4** se resumen los pesos promedios de los animales durante la observación, todas las cabras pertenecían a la misma recría sin haber tenido su primer parto, por lo que no estaban todavía en ordeña. En el mismo cuadro se agrupan los datos de consumo voluntario aparente en kg de los tres ingredientes de la dieta a partir de abril cuando estaban completamente estabulados, el pastoreo fué de mayo hasta noviembre, fin de la etapa. Incluyen el consumo mensual pesado del concentrado y la alfalfa (descontado el rechazo), así como el estimado del consumo del agostadero por peso vacío-lleno antes y después del pastoreo.

Si se mide por porcentajes del total de la dieta se observa la importancia del banco de forrajes que constituye el 75% del alimento en abril para disminuir progresivamente a partir de la época de lluvias hasta un cero por ciento en los meses de agosto y septiembre para recuperar su importancia en forma gradual a partir de octubre. El suplemento se mantiene en rangos del 20 al 40% siendo más importante al final del estudio ya que todos los animales estaban gestantes. Finalmente como se resume en el **cuadro 4**, el agostadero parte de cero participación por porcentaje en abril hasta asumir el papel principal con el 80 y 77% de todo el alimento necesario para las cabras en agosto y septiembre para ceder poco a poco con el inicio de la época de secas su participación en la dieta siendo sustituido por el banco de forrajes de alfalfa henicada.

Cuadro 4. Peso vivo y consumo total, de agostadero (gramíneas, matorrales y arbustivas), banco de forrajes alfalfa hienificada y concentrado por las cabras de abril a noviembre

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Peso vivo kg	31 0	31 5	32 5	35 5	35 4	37 5	39 0	37 0
DS PV*	6 5	6 0	6 6	7 2	7	8	7 8	6 3
Consumo en kg/día								
Total	1 457	1 597	1 566	1 465	1 452	1 516	1 398	1 508
Agostadero	0 000	0 287	0 814	0 917	1 176	1 168	0 615	0 467
Concentrado	0 364	0 543	0 282	0 262	0 276	0 349	0 517	0 603
Alfalfa	1 093	0 766	0 470	0 277	0 000	0 000	0 266	0 437
En porcentaje								
Agostadero	0	17	51	63	80	77	43	30
Concentrado	25	34	18	18	19	23	37	40
Alfalfa	75	48	30	19	0	0	19	29

DSPV -Desviación estandar del peso vivo

En el **cuadro 5** se resumen los pesos de los animales antes y después del pastoreo, base para el calculo del consumo voluntario aparente en el pastoreo por diferencias de peso vivo

Cuadro 5 Consumo voluntario aparente del agostadero por diferencias de peso vivo de los animales antes y después del pastoreo

	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	*A	**D	*A	**D	*A	**D	*A	**D	*A	**D
Peso vivo kg	31.5	31.8	32.5	33.3	35.5	36.4	35.4	36.6	37.5	38.6
Total kg ***		0 287		0 814		0 917		1 176		1 168
DS PV****		0 218		0 523		0 612		0 414		0 600

*A antes del pastoreo

**D después del pastoreo

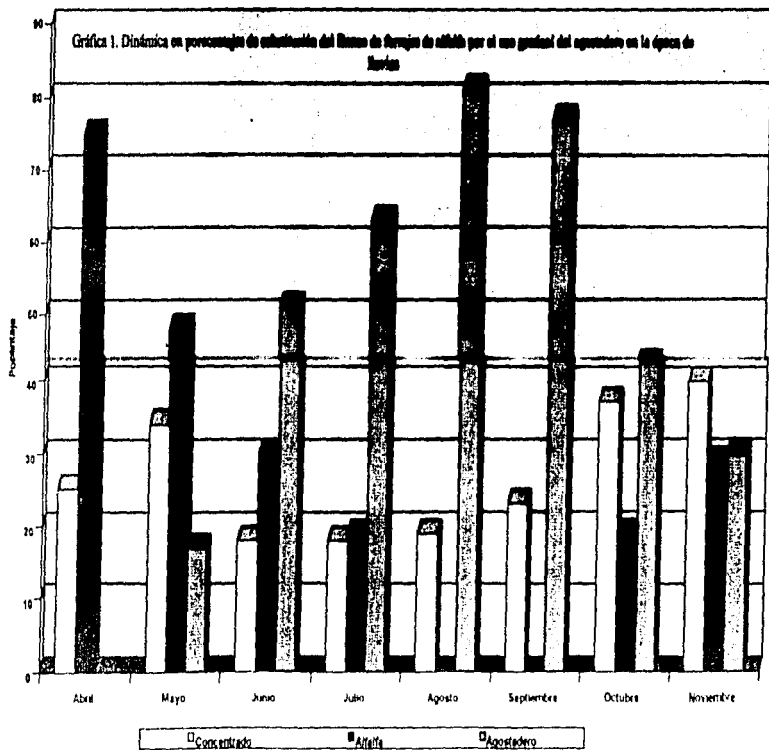
*** Total en kg. aparentemente consumidos, calculado por diferencia de peso vacío-lleno antes y después del pastoreo en el mismo día

****DSPV.-Desviación estandar del peso vivo

En la **gráfica 1** se muestran los porcentajes mensuales del consumo de cada uno de los forrajes del total de materia seca calculado por el método de unidades lastre. Como se puede observar el banco de forrajes de la alfalfa disminuye a partir de mayo de un 48 % a cero alfalfa hienificada en agosto y septiembre, para posteriormente reiniciar su participación progresiva a partir de octubre y

noviembre, donde se inicia la disminución de las horas de pastoreo para reducir la ingesta de la vegetación del agostadero debido a su bajo índice de recuperación debido a la sequía y el descenso en la temperatura ambiente.

En el cuadro 6 se resumen la relación entre los requerimientos nutritivos ofertados y los necesarios para los caprinos con el uso del banco de forrajes de alfalfa hemicada y su sustitución total durante la época de lluvias por un agostadero de gramíneas, arbustivas y matorrales que durante el periodo estudiado constituyen el 49.5% del total del forraje, siendo por lo tanto el periodo de mayor sustentabilidad del sistema con un menor costo de producción. El corte selectivo del agostadero permite a su vez la revegetación del mismo para poder ser utilizado en la siguiente etapa de pastoreo anual. Del total de requerimientos la energía como se observa en el cuadro 6 aparenta ser el límite del sistema, por lo que el uso de concentrado proteico sobrepasa por mucho 5.7 veces los requerimientos de nitrógeno del sistema.



Cuadro 6. Consumo de alimento, de nutrientes y requerimientos nutricionales de las cabras (durante los meses de la observación)

Mes	Alimento consumido en g/ día/ cabra			Total consumido por día		Total requerido / día	
	Concentrado	Bastos de alfalfa	Forraje	Energía, Mcal	Proteína, g	Energía Mcal	Proteína g
			pastos + cultivos + orinales				
Abril	364	1,093	0,000	3 01	206	1 92	23
Mayo	343	0,766	0,287	3 45	222	1 93	29
Junio	282	0,470	0,814	3 11	236	2 76	30
Julio	262	0,277	0,917	2 89	210	2 92	35
Agosto	276	0,000	1,176	2 91	209	2 91	40
Septiembre	349	0,000	1,168	3 11	217	3 01	43
Octubre	517	0,266	0,615	3 06	194	3 03	45
Noviembre	613	0,437	0,467	3 39	210	2 98	45
Diciembre	400 ±137	0,413 ±372	0,680 ±418	3 11 ±0 20	211 ±9 9	2 64 ±0 47	36 95 ±8 11
Porcentaje				116	571	100	100
Total, kg / periodo	97 760	100 560	194 710				
Porcentaje	24 8	27 5	49 3				

Discusión.

El comportamiento alimenticio de las cabras puede caracterizarse en dos periodos, el mayor de octubre a mayo con bajas temperaturas y días cortos en donde se disminuye el consumo de forrajes (alfalfa y pastoreo) de 1 800 kg en la época de lluvias a 0 800 kg o 1 000 kg. El final de este periodo se caracteriza por un aumento de temperatura que produce un estrés térmico ambiental, que a su vez se traduce en una disminución del consumo y la producción de leche (Peraza, 1996). En esta fase la suplementación se aumenta hasta 0 800 kg - 1 000 kg. Esta etapa utiliza el 40% del total de energía anual equivalentes a 6-40 Mcal de EM. En la presente observación se evaluó el impacto del inicio del pastoreo en el agostadero, tanto en términos de consumo como en porcentaje de materia seca repercutiendo en los costos del sistema, como se observa en el cuadro 4 durante los meses de julio y agosto el sistema es 100% dependiente en los forrajes del agostadero, con un 88 y 77% de sostenibilidad en términos del alimento producido en la granja, partiendo de un 75% de alimentación con alfalfa en abril lo que incrementa el costo de producción (Galina et al., 1997).

El cálculo del consumo voluntario aparente por diferencias de peso antes y después del pastoreo no permitió cuantificar con seguridad el sistema en lo referente al CVA, sin embargo permitió registrar las diferencias de peso de los animales durante el día, (Blanchard *et al.*, 1980, Fedele et al., 1993; Gutiérrez, 1991b; Ramírez, 1994, Sauvant y Morand-Fehr, 1981).

La segunda etapa se inicia al final de la primavera, principios del verano con un clima cálido (21°C) y el inicio de las lluvias que favorece el crecimiento de los forrajes del agostadero con un valor nutritivo, en promedio de 1 8 Mcal de EM/kg. de MS, sin embargo en el pico de las lluvias el forraje combinado con una pequeña suplementación da hasta 2 5 Mcal EM por kg. de MS y de 0.180 a 0.200 kg. de PD/kg./MS. con un alto grado de glúcidos solubles (15% del forraje en MS)

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

produciendo un incremento del peso vivo de los animales. En la presente observación (se resume en el cuadro 4) se registró un aumento de peso vivo en los animales de 31 a 39 kg. producto de una dieta rica en proteína del agostadero a partir de julio y agosto.

En la época de lluvias el consumo de materia seca es el mayor del año y la suplementación se disminuye a 262 g. por cabra en el mes de julio. El consumo voluntario promedio durante el experimento fue del 4% del peso vivo y la energía de los forrajes combinados es de 185 Mcal/kg./MS. Resultados similares fueron publicados por Peraza, (1996). En esta etapa al disminuir el uso de la alfalfa de un 75% de abril a 0% en agosto, se observa una sustitución por parte del agostadero de 0% en abril a 63% de la dieta en julio, también un aumento de peso de los animales por la calidad combinada de los alimentos en el agostadero como ha sido demostrado en ensayos de pastoreo por Fedele et al., (1993).

Finalmente si se observan los datos del cuadro 6 se muestra que la energía de la combinación de forrajes ofertados es mayor en 16% los requerimientos de esa etapa de desarrollo de acuerdo a las sugerencias del INRA (1981), sin embargo supera en 5.7 veces los requerimientos de proteína para esa etapa de desarrollo. Aparentemente en el presente estudio la energía es el limitante del sistema por lo que no sería necesario como fue en esta observación utilizar concentrados proteicos sino solamente energéticos para potencializar el sistema. En cuadro 6 también se demuestra la importancia del agostadero en la época de lluvias ya que durante los 8 meses de la observación constituyó el 49.5 % del total del alimento ofertado, mientras que el banco de forrajes, en este periodo sólo aportó el 25.5% del forraje. El concentrado se mantiene como el equilibrio del desarrollo del sistema, sin embargo los resultados sugieren hacerlo solamente en términos energéticos. (Galina et al., 1996; 1997)

Conclusiones:

1. La dinámica de sustitución paulatina del banco de forrajes (alfalfa hemificada) por agostadero, durante la época de lluvias en la región semiárida estableció que el uso del banco de forrajes debe ser disminuido totalmente en los meses de agosto y septiembre representando un ahorro debido a la disponibilidad de materia por parte del agostadero.
2. Los Bancos de forrajes de corte son el elemento clave para la sostenibilidad del sistema en este caso pero pueden ser sustituidos totalmente durante el verano por el pastoreo racional del agostadero. La cabra esta mejor preparada para el estres nutricional, en estos sistemas se puede obtener una rentabilidad económica y productiva en donde el agostadero puede aportar el 49.5 % del forraje en el sistema de abril a noviembre. La energía en este sistema aparenta ser la limitante de la sostenibilidad del sistema.
3. El uso de cerco eléctrico con pila solar permite hacer uso adecuado del agostadero mediante el uso racional y controlado del recurso vegetal con el subsiguiente registro de lo que sucedio en dicho sitio para un posterior análisis; siendo una excelente herramienta para el empleo del pastoreo restringido en caprinos de la región semiarida preservando el recurso natural y manteniendo el desarrollo corporal del animal..
4. La técnica de peso vacío-llevo antes y después del pastoreo proporcionó los datos necesarios para saber la cantidad de consumo voluntario de vegetación del agostadero en kg por parte de la cabra en pastoreo

Bibliografía

- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A Review. *Journal of Rance Management* 38 (4): 305-311
- Blanchart, G., Brun-Bellut, J., and Vignon, B. 1980. Comparasion des caprins aux ovins quant a l'ingestion. La digestibilité et la valeur alimentaire de diverses rations. *Reprod. Nutr. Develop* 20: 1731-1737
- Brown, L.R., C.Flavin and H.Kane. 1992. "Vital signs 1992". Worldwatch Institute.
- Chávez, E. 1993. La producción animal y el medio ambiente: Un nuevo desafío de los zootecnistas. XIII Reunión Asociación Lationamericana de Producción Animal, ALPA. Ciencia e Investigación Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile Vol 20: (2): 437-460
- De Simiane, M., Giger, S., Blanchart, G., and Huget, L. 1981. Valeur nutritionnelle et utilisation de fourrages cultives intensivement. Nutrition and systems of goat feeding. Symposium International, Tours, Francia, May 12-15, INRA-ITOVIC, Paris, Francia 1: 274-299
- Dulphy, J.P., Faverdin, P., Micol, D., et Bouquier, F. 1987. Revisión du système des Unités d'Encombrement (UE) *Bull.Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, Francia*, 70:35-48
- Dulphy, J.P., Jouany, J.P., Martin-Rosset, W., and Thierz, M. 1994. Aptitudes compares de diferentes especies d'herbivores domestiques a ingerer et degerer des fourrages distribues a l'auge. *Ann Zootech* 43:11-32
- FAO, 1991. Climate change and Agricultural, Forestry and Fisheries. II World Climate Conference, Geneva.
- Fedele, V., Pizzillo, M., Claps, S., Morand-Fehr, P., and Rubino, R. 1993. Grazing behavior and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. *Small Ruminant Research* 11: 305-322

- Fontenot, J.P., L.W.Smith and A.L.Sutton 1983. Alternative utilization of animal waste
J.Anim.Sci 57 (2):221-223 (1983).
- Galina, M.A., J.M. Palma, R. Morales y J.Hummel. 1991 Consumo voluntario aparente en
caprinos con el método de unidades empanzonantes. Av en Investigación (Agropecuarias),
Vol 14:92-108
- Galina, M. 1993. Contaminación ambiental por la producción de excretas de los rumiantes
Memorias VI Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria. Trópico 93 Colima,
México: Magisterial A:14-21
- Galina, M, A. 1994. Sistemas Pecuarios biosostenibles y biodiversos. Una alternativa de
producción animal ante el deterioro ambiental y la contaminación. Avances en Investigación
(Agropecuaria) Vol 3 Número 2:48-75
- Galina, M.A., Palma, J.M., Morales, R., Aguilar, A. y Hummel, J. 1995. Voluntary dry matter
intake and nutritional management by dairy goats grazing on rangeland or agricultural by-
products in México. Small Ruminant Research. 15 (2): 127-137
- Galina, M.A., Hernández, A. y Puga, D.C. 1996. Sistemas pecuarios biosostenibles y biodiversos
con cabras en el semiárido mexicano. Determinación del Banco de Forrajes en el sistema. XX
Congreso Nacional de Buiatría, Acapulco, México 14-16 de Agosto: 410-415
- Galina, M.A., Puga, D.C., Hernández, A. and Haenlein, G.F.W. 1997. Biodiverse and
biosustainable production systems with goats in Mexico. Importance of a forage bank. Small
Ruminant Res. En prensa.
- Gutierrez, J.L. 1991a. Valor nutritivo de las plantas forrageras que constituyen los pastizales
Capitulo 2. Nutrición de Rumiantes en Pastoreo. Universidad Autónoma de Chihuahua. 32-84

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 33
- García-Trujillo, R y O.Cáceres. 1984. Nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los alimentos. consumo. Pastos y Forrajes 7: 121-130
- García-Trujillo, R., y Cáceres, O. 1985. Nuevos métodos para expresar el valor nutritivo de los alimentos. Consumo Pastos y Forrajes 8: 449-470
- García-Trujillo, R., H.Jordán, G Crespo y J.Reyes. 1993. Manejo de los pastizales en el trópico. Bases y Perspectivas. Memorias, Agrotécnica, Ecología y Pastoreo de Rumiantes en los trópicos. Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México:74-87
- Giger, S., Sauvant, D., Hervieu, J., and Dorleans, M. 1988. Influence of diat type on the level of voluntary dry matter intake by dairy goats. Seminar of FAO Subnetwork of Goat Nutrition and Feeding oct 3-5, Potenz, Italia: 15-27
- Gigier, 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. 85 pp
- INRA. 1988. Tables de l'alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA. Paris. Francia:80pp
- INRA. 1978. Alimentation des ruminants. INRA. Paris. Francia:697pp
- INRA. 1978. Alimentation des ruminants. INRA. Paris. Francia:697pp
- INRA. 1981. La alimentación de los rumiantes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España: 96pp
- Jarrige, R., C.Demarquilly., J.P.Dulphy., J.Robelin., C.Beranger., Y.Grey., M.Journet., C.Malterre., D.Micol., M.Petit. 1986. The INRA "Fill Unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in Ruminants. *J.Anim.Sci* 63:1837-1758
- Jarrige, J. 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. INRA. Ediciones Mundi Prensa

- Manteca, X., and Smith, A. J. 1994. Effect of poor forage condition on the behaviour of grazing ruminants. *Tropical Animal Health and Production* 26: 129-137
- Milera, R. M. 1991. Pastoreo racional Voisin para la producción de leche. Av. en Investigación Agropecuaria (México) 14: 56-74
- Morand-Fehr, P., Giger, S., Sauvant, D., Broqua, B., and De Simiane, M. 1987. Utilisation des fourrages secs par les caprins, récolte, traitement, utilisation. INRA, France: 391-422
- NRC. 1981. Nutrient requirements of domestic animals. *Nutrien Requirements of Goats*. National Academic Press. Washington, D.C. USA 15: 35
- Overfield, J and L. Russel. 1986. American feed Industry Association Nutrition Conference. St. Louis, Mo.
- Palma, J.M., M.A. Galina., B.González., J.Silva y R.Verduzco. 1995. Influencia del clima en la respuesta fisiológica y productiva del ganado Holstein en el trópico seco. *Avances en Investigación Agropecuaria Vol 4 (1):46-56*
- Peraza, C. 1996. Systems of goat feeding in arid regions of Mexico. VI International Conference on Goats. Beijing, China, International Academic Publisher, Beijing, China. Vol 2: 613-616
- Postel, S. and L. Heise. 1988. "Reforestation of the Earth" in State of the World.
- Ramirez, R. 1994. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research* 17: 123-128
- Ruiz, R. and Menchaca, M., 1990. Modelo matemático del consumo voluntario en rumiantes. Principios y métodos para estimar el consumo potencial de materia seca de los pastos y forrajes tropicales. Mathematical model for calculating voluntary feed intake in ruminants. Principles and methods to estimate the potential dry matter feed intake of tropical forages. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola. (Cuba)*, 24:51-59

- Sauvant, D., Hervieu, J., Chillard, Y., and Morand-Fehr, P. 1979. Facteurs influençant la quantité de matière sèche ingérée par la chèvre a début de lactation 30th EAAP Annual Meeting, Harrogate, Inglaterra 17-19
- Sauvant, D., and Morand-Fehr, P. 1981. Prediction of voluntary food intake of goats during lactation. *International Sheep and Goat Research* 1: 274-281
- Sauvant, D., Hervieu, J., Gigier, S., Ternois, F., Mandran, N and Morand-Fehr, P. 1987. Influence of the diet organic matter, digestibility on the goat nutrition and production at the onset of lactation. *Ann Zootech*, 37:355
- Sauvant, D., and Morand-Fehr, P.1977. Influence du niveau d'apport d'aliments concentrés en pleine lactation sur les performances de la chèvre. *Symp on Goats Breeding in Mediterranean Countries*, Oct 3-7, Malaga, Granada, Murcia, España: 174-183
- Sauvant, D., and Morand-Fehr, P. 1978. Adaptation du niveau des apports d'aliments concentrés au stade physiologique de la chèvre. *4es Journées de la Recherche Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC, Francia*: 93-115
- Sauvant, D., P. Morand-Fehr and S. Gigier-Reverdin, 1991. Dry matter intake of adult goats. in P. Morand-Fehr. *Goat Nutrition. Pudoc, Wagenigen. FAO*.
- Sidshmen, E.A., Morris, G.J., Koohg, J.L., Radosevich, R. S. 1981. Contribution of mixtures of three chaparral shrubs to the protein and energy requirements of spanish goats *Journal of Animal Science*. 53 (5) P 1391-1400
- Tammaniga, S. 1990. Nutritional management of dairy cows as contribution to pollution control. *J. Dairy Sci*. 75:345-357
- Trujillo, L.R., y Garcia, E. R. 1995. Botanical composition and diet quality of goats grazing natural and grass reseeded shrublands. *Small Ruminant Research* (16) 37-47p

Vanbelle, M. 1992. Problems presents et futurs au niveau de l'Europe en relation avec la production animale". I I Ciclo Internacional de Conferencias de Biotecnologia, Valdivia., Chile

World Resources Institute. 1993. Information Please. Environmental Almanac. Houghton Mifflin Co. Boston & N.Y.