



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**CRECIMIENTO DE OVINOS BAJO TRES REGIMENES
ALIMENTICIOS: SILO DE MAÍZ, SILO DE MAÍZ
LÁCTICO Y SILO ACIDIFICADO CON USO DE UN
ESTIMULANTE DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y
PASTOREO SOBRE PRADERAS DE RYE GRASS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO

Z O O T E C N I S T A

P R E S E N T A:

NARCISO MARTÍN CASTRO BRIONES

ASESOR:

DR. MIGUEL ÁNGEL GALINA HIDALGO



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**

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE

EXAMENES PROFESIONALES

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

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

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

Crecimiento de ovinos bajo tres regímenes alimenticios: silo
de maíz, silo de maíz láctico y silo acidificado con uso de
un estimulante de la fermentación ruminal y pastoreo sobre
praderas de rye grass.
que presenta el pasante: Narciso Martín Castro Briones
con número de cuenta: 40005375-4 para obtener el título de :
Medico Veterinario 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 25 de Mayo de 2005

- | | | |
|------------------|--|--|
| PRESIDENTE | <u>Dr. Miguel Angel Galina Hidalgo</u> | |
| VOCAL | <u>Dr. Guillermo T. Oviedo Fernández</u> | |
| SECRETARIO | <u>MVZ. Jesús Guevara Vivero</u> | |
| PRIMER SUPLENTE | <u>MVZ. Ramón Gonzáles Pacheco</u> | |
| SEGUNDO SUPLENTE | <u>M.C. Celso López López</u> | |

DEDICATORIA

A mi Mamá, por todo su apoyo, cariño y dedicación, jamás me cansaré de agradeceréte.

A mi papa, por todas las invaluable enseñanzas transmitidas y esa constante muestra de triunfo sobre la vida.

A mis hermanos Marcos, Mónica Patricia y Borreguita, por ser un ejemplo a seguir, excelentes hermanos y contar con su apoyo en cualquier circunstancia. "Los quiero mucho".

A Claudia, por compartir estrechamente esta etapa de mi vida y despertarme la necesidad de una constante preparación. "Gracias" sin ti todo hubiera sido diferente.

A Dr. Galina, por ser mi guía en este trabajo.

A Dra. Magdalena, que fue un gran apoyo durante los últimos semestres de mi carrera.

DEDICATORIA

A mi Mamá, por todo su apoyo, cariño y dedicación, jamás me cansaré de agradecerlo.

A mi papa, por todas las invaluable enseñanzas transmitidas y esa constante muestra de triunfo sobre la vida.

A mis hermanos Marcos, Mónica Patricia y Borreguita, por ser un ejemplo a seguir, excelentes hermanos y contar con su apoyo en cualquier circunstancia. "Los quiero mucho".

A Claudia, por compartir estrechamente esta etapa de mi vida y despertarme la necesidad de una constante preparación. "Gracias" sin ti todo hubiera sido diferente.

A Dr. Galina, por ser mi guía en este trabajo.

A Dra. Magdalena, que fue un gran apoyo durante los últimos semestres de mi carrera.

INDICE

Resumen	1
Introducción.	2
Revisión de literatura.	6
Hipótesis.	37
Objetivos.	38
Material y Métodos.	39
Resultados.	42
Discusión.	46
Conclusión.	48
Bibliografía.	49
Anexos.	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Evaluación de las ventajas de la utilización de silo de maíz láctico comparado con silo de maíz sin tratar.	5
Cuadro 2. Sistemas de producción de ovinos de acuerdo a sus condiciones ecológicas	8
Cuadro 3. Principales puntos para obtener un buen ensilaje según Keith. K.	33
Cuadro 4. Pérdida de Materia Seca como influencia de la densidad del silo.	34
Cuadro 5. Efecto del nivel de silo echado a perder sobre el consumo de Materia Seca y Digestibilidad de Nutrientes.	36
Cuadro 6. Pesos con los cuales inician el tratamiento los animales de los diferentes grupos.	39
Cuadro 7. Contenido nutricional de los ingredientes de la dieta	40
Cuadro 8. Cantidades en Kg. de MH/d del consumo de alimento por tratamiento de los 3 grupos	41
Cuadro 9. Cálculos estadísticos por cada Grupo.	41
Cuadro 10. Promedio de la ganancia diaria de peso por grupo.	42
Cuadro 11. Promedio de la ganancia de peso total por grupos en 114 días	44
Tablas de ANDEVA. Análisis de la ganancia diaria de peso en 114 días.	43
Tabla de ANDEVA. Análisis de la ganancia de peso total en 114 días.	45

RESUMEN

La presente investigación se concentro en modelos de producción probados, en un marco de referencia de desarrollo integral para continuar con el programa de transferencia de tecnología a las microcuencas en desarrollo principalmente en el estado de Querétaro. El trabajo de campo se llevo a cabo en la granja de los “Alcanfores” ubicada en la carretera Querétaro – Huimilpa en el Km. 24 Municipio de Huimilpa. Con un clima clasificado como seco estepario con lluvias escasas en el invierno con una precipitación pluvial anual promedio total de 460mm y un promedio de sequía de 6 a 8 meses.

La constante a medir, fue la diferencia en la ganancia de pesos durante 114 días la cual comprende desde el 5 de Febrero del 2004 hasta el 19 de Mayo del 2004, utilizando tres diferentes formulas alimentaria siendo estos ofrecidos a los diferentes grupos de ovinos conformados cada uno por 144 animales. En donde el Grupo 1 inicio con un peso promedio de 32.16Kg (\pm 4.39), mientras que el grupo dos comenzó con un peso promedio de 32.278Kg (\pm 4.64), el grupo tres con un peso promedio de 32.042Kg (\pm 4.65). Encontrando una diferencia significativa en la ganancia diaria de peso mayor en los animales del grupo 1 presentando una ganancia de peso diario de 0.191Kg y una ganancia total durante 114 días de 19.896Kg, para el grupo 2 fueron de 0.114Kg diarios y de 11.854Kg durante 114 días, mientras que para el grupo 3 las ganancias fueron de 0.096Kg de ganancia diaria y 9.938Kg en la ganancia total.

Lo cual permite concluir que el uso de silo de maíz láctico en la dieta es una mejor opción que el uso de silo de maíz no láctico para aumentar las ganancias de peso en animales de pequeñas a medianas explotaciones, las cuales no pueden pagar alimento comerciales y utilizan los esquilmos de las cosechas para alimentación animal, ya que indudablemente la ganancia fue mayor en los animales del grupo 2 comparados con los del grupo 3, pero posiblemente la utilización del silo láctico mas un forrajes de calidad como lo es el rye grass aumentan la ganancia de peso por arriba de los animales que no fueron pastoreados, por lo que el correcto uso del pastoreo asociado con el uso de silo de maíz láctico podrían ser una buena opción para la alimentación animal.

INTRODUCCION

El presente trabajo se concentra en modelos de producción probados, en un marco de referencia de desarrollo integral para iniciar un programa de transferencia de tecnología hacia las microcuencas de desarrollo inicialmente en el Estado de Querétaro

Este trabajo es precedido por investigaciones previas que, desde 1986 se han realizado una serie de proyectos para el desarrollo de la ovinocultura regional, colaborando con los ganaderos del Estado de Querétaro, además de productores de otras regiones del país. Numerosos ensayos y publicaciones detalladas en el protocolo han sido el resultado de los trabajos de investigación, habiéndose realizado con anterioridad importantes programas de transferencia tecnológica (Galina *et al.*, 2000a; 2000b).

La ovinocultura contempla aproximadamente 100,000 ovinos en el Estado de Querétaro con 1 millón de semovientes en 10 mil productores distribuidos principalmente en el estrato social marginado, en dónde los ovinos juegan un papel económico primario o secundario.

En el mundo anualmente se producen cerca de 2,100 millones de toneladas métricas de residuos de cosechas, su disponibilidad y origen de estos alimentos con un alto contenido de fibra varía de acuerdo a la región del planeta donde son producidos, estos forrajes incluyen pajas, rastrojos entre otros (Ryu 1989).

Una eficiente conversión de los alimentos altos en fibra y pobres cualidades nutritivas puede ser obtenida por los rumiantes adicionando nutrientes esenciales así como nitrógeno no proteico (NNP) (Preston, T.R.1995; Galina *et al.*, 1998a; 2000a; Morales *et al.*, 2000a; Ortiz *et al.*, 2001). La formación de proteína microbiana puede balancearse en el hospedero de acuerdo a las necesidades de nitrógeno del mismo así como de los microorganismos rúmiales (Ørskov, 1992). La energía necesaria para el rumiante puede ser obtenida produciendo la celulólisis de las paredes celulares del rastrojo de maíz (Ørskov, 1992; Puga *et al.*, 2001b).

Los residuos de cosechas ricos en fibra y bajos en proteína constituyen uno de los mas abundantes alimentos para los rumiantes en áreas semiáridas (Preston, 1995). Un elemento importante en la fermentación ruminal es el nitrógeno, el cual permite un crecimiento adecuado de bacterias rúmiales, por lo tanto un incremento en la proteína microbial (Dewhurst *et al.*, 2000). Además de la fermentación de los carbohidratos provenientes de

forrajes de baja digestibilidad se puede suministrar energía para promover dicho crecimiento (Preston y Leng, 1984). Por lo que estos forrajes son identificados como la fuente más abundante de alimento a un bajo costo, haciendo énfasis en su desbalance de nutrientes tanto para los microorganismos rúmiales como para el animal (Ørskov, 1994).

El mejorar la fermentación confiere la habilidad de convertir alimentos fibrosos, bajos en sus cualidades proteicas, en alimentos de valiosos nutrientes para el animal (Dewhurst *et al.*, 2000), debido a que un incremento en los microorganismos ruminales puede tener dos efectos: primero aumentar el uso de paredes celulares del forraje, incrementando de esta manera la disponibilidad de energía del mismo, segundo: aumentar la proteína de origen bacteriano a nivel intestino para el hospedero (Russell y Wilson 1996; Ørskov, 1999). Un efecto primario de la administración continua de NNP a las bacterias ruminales más elementos esenciales maximizan el crecimiento bacteriano (Galina *et al.*, 2000a; 2000b).

Investigaciones previas han conducido a mejorar la fermentación con la adición de un suplemento de liberación continua de urea (Puga *et al.*, 2001a, 2001b). Uno de los principales problemas que presentan los forrajes fibrosos es su baja degradación la cual afecta su consumo por los rumiantes, algunos autores mencionan este hecho como una limitación física del animal (Leng, 1991; Ørskov, 1998; 1999). y de lento consumo (Puga *et al.*, 2001a, 2001b). La prioridad para la alimentación en rumiantes, es asegurar que no haya deficiencias de nutrientes para un crecimiento microbial adecuado proveyendo carbohidratos fermentables y NNP en la dieta (Leng; 1991; Dewhursts *et al.*, 2000), ya que los principales agentes que rompen y digieren la fibra son todos anaerobios que incluyen bacterias, protozoarios y hongos. (Leng; 1991).

Las estrategias de alimentación para las bacterias ruminales incluye la adición continua de NNP para mantener niveles altos de amoníaco en el rumen. Otros factores que se incluyen son los aminoácidos esenciales, carbohidratos de fácil degradación y minerales siendo la urea una fuente económica y de fácil acceso de NNP para los rumiantes (Galina *et al.*, 1998a; 2000a; 2000b).

La utilización del nitrógeno en rumen varía de acuerdo a el ambiente ruminal diferente en cada organismo; en donde el nitrógeno es convertido vía amonio en proteína microbiana la cual es utilizada por hospedero como suplemento a nivel intestinal (Galina *et al.*, 2002a; 2002b).

El crecimiento animal tiende a ser complementado por la adición de proteína de baja degradabilidad, carbohidratos y ácidos grasos de cadena larga en la dieta (Ørskov *et al.*, 1999).

En la literatura se menciona la utilidad de alimentar rumiantes con mezclas de forrajes de baja digestibilidad con aquellos que presentan una alta digestibilidad, debido a que se promueve la colonización de las paredes celulares de los primeros por las bacterias ruminales (Ortíz *et al.*, 2001).

La tecnología desarrollada que será transferida en la propuesta, es EL USO DE LOS SILOS LÁCTICOS. Ya que la utilización del proceso de fermentación para la conservación de forrajes, es una tecnología adoptada por los productores en muchas locaciones por varios años, los silos han sido básicamente de maíz o de pajas ricos en energía pero pobres en nitrógeno, la utilización probada de los inóculos de bacterias lácticas, permite mejorar el contenido proteico de los silos, incrementando los niveles de productividad de los animales al agregar nitrógeno no proteico que se transforma en proteína bacteriana, con una mejora de la fermentación ruminal, para la producción ganadera competitiva en ovinos.

La evaluación de aditivos para ensilaje comienza en 1975 en el departamento de Ciencia Animal e Industrial. Un resumen de resultados de más de 200 estudios de laboratorio, que involucra cerca de 1.000 ensilajes y 25.000 silos, indica que los inoculantes bacterianos son benéficos en más del 10% de los casos. Los silos inoculados tienen una fermentación rápida y eficiente, el pH. es menor, particularmente durante los primeros 2 a 4 días del proceso de ensilaje de forraje de heno, además los niveles de ácido láctico y acético son mayores comparados con los no tratados.

Resultados de 28 evaluaciones en ranchos, en donde se evaluaron 71 silos, se demostró que los inoculantes bacterianos constantemente mejoran la eficiencia del proceso de fermentación, la materia seca, la conversión alimenticia y la ganancia de peso vivo por tonelada de forraje ensilado de maíz y de sorgo (Bolsen en 1992).

Un punto importante es el cálculo del valor de inocular silos de maíz y alfalfa para ganado lechero, esto se muestra en el cuadro 5.

Comparación de la preservación eficiente y la eficiente utilización del alimento con y sin un inoculante.

Cuadro 1. Evaluación de las ventajas de la utilización de silo de maíz láctico comparado con silo de maíz sin tratar.

Ensilaje de Maíz		
Preservación eficiente	Sin tratar	Inoculado
Recuperación de materia seca	90%	91.25%
Recuperación de materia seca/tonelada	1800Kg	1825Kg
Cantidad de alimento diario	32.6Kg	32.6Kg
Vacas alimentadas/ día/ tonelada	55.2	56.0
Costo vaca día	\$0.8	\$0.9

Indirectamente también se utilizó el **PASTOREO INTENSIVO TECNIFICADO MÓVIL**, ya que fue parte de uno de los tratamientos o dietas utilizadas, conociendo las medidas de recuperación de las gramíneas. Esta tecnología permite el uso biosostenible del agostadero con una utilización racional holística del campo Queretense, permitiendo no solo la alimentación de los ovinos, sino la recuperación del bosque bajo caducifolio de mezquite, o el matorral, elementos que requieren de un manejo delicado, permitiendo con la proliferación de su sistema radicular, una mejor fijación y recuperación de los delicados mantos acuíferos, la recarga de los depósitos de agua mediante un uso inteligente del agostadero, permite reinvertir un proceso degradante del ecosistema del semiárido regional (Galina 2003).

REVISIÓN DE LITERATURA

Marco Socioeconómico de la Ovinocultura.

Los Ovinocultores en México tienen un gran desafío que solo se solventará mediante el conocimiento de sus fortalezas y debilidades para así desarrollar la tecnología apropiada que con ayuda de los Médicos Veterinarios Zootecnistas, puedan afrontar victoriosamente la segunda etapa de los acuerdos comerciales que afectan prácticamente a todos los aranceles pecuarios, encontrándose en constante desventaja con los competidores extranjeros siendo enteramente necesaria la utilización de tecnología eficiente y sobre todo rentable (Galina 2000).

Los sistemas de producción ovina responden a una serie de factores de ubicación social y económica, anteriormente ha sido demostrado que son las características y posibilidades de alimentación de la especie el eje central de la producción pecuaria. Para ello mencionare brevemente como un ejemplo el efecto que ha tenido el TLC en la producción de carne bovina, donde las cifras de los volúmenes e impacto se han medido con mayor precisión (Galina 2000).

México es el mercado más grande de exportaciones de carne de Estados Unidos, en junio del 2002 las compras ascendieron a 55.2 millones de libras (25 millones de Kg.) volumen 50% mayor al mismo período del año anterior, lo cual refleja la fuerte competencia que enfrentan los productores del país, destacó la Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino (AMEG). En el año 2003 las importaciones de carne hasta el mes de Junio ascienden a 35.4 millones de libras, un poco más de 15 millones de Kg. que augura una importación de más de 30 millones de Kg. para el 2003. Si consideramos una población de 100 millones de habitantes (Galina 2003).

El sector agroalimentario es una de las ramas de la economía más afectadas con la entrada en vigor del TLC debido a la desgravación de la mayoría de los productos, excepto la producción de carne de ovino y caprino, principalmente, la de ovinos, no ha sido afectada significativamente al desgravarse los aranceles en el 2003 (Galina 2003).

“No tememos a la competencia con el extranjero, pero es necesario conocer con precisión las condiciones que prevalecen en el mercado nacional y en el ámbito internacional, así como contar con un crédito mas barato y oportuno para tomar una mejor decisión” agregó Barrios Aguirre (Galina, 1994).

Los Ovinocultores por el contrario están fragmentados, no existe en realidad una asociación nacional y los intereses particulares han superado por mucho los colectivos. Sin una organización nacional fuerte y en defensa de los legítimos intereses de los ovinocultores los esfuerzos realizados serán pequeños y poco significativos (Galina, 1994).

Sistemas de Producción Ovina.

En la literatura los principales sistemas productivos estudiados 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 llamados silvopastoriles, que actúan como sistemas de ahorro familiar; los de alimentación de corte-acarreo (semintensivos) mayoritariamente con algún nivel de suplementación y finalmente los estabulados con utilización abundante de concentrados (Poppi, 1995).

En el cuadro 1 se muestra una amplia gama de posibilidades de formas de producción ovina de acuerdo a condiciones ecológicas y ganado con base a las sugerencias de Acharya (1992).

Cuadro 2. Sistemas de producción de ovinos de acuerdo a sus condiciones ecológicas.

Ambiente ecológico	Precipitación mm ³ Agua.	Tipo de producción
Desierto	50	Pastoreo nómada de camellos y cabras
Subárido	50-200	Pastoreo nómada de camellos y cabras, algunos borregos como seguidores.
Árido	200-400	Producción trashumante de ovinos, cabras, y algunas vacas, la carne, lana, pelo cuero y leche es dedicada al auto-consumo.
Semiárido	400-600	Pastoreo extensivo, los ovinos son alojadas en pequeñas construcciones, producción artesanal de lana y piel de auto-consumo Mayoritariamente de carne.
Húmedo	800	Sistema silvopastoril trashumante en montaña y planicie, con ovinos, cabras y algunas vacas
Tierras de riego	1000	Producción intensiva de vacas y cabras para producción de leche cerca de poblaciones densamente pobladas, producción de ovinos de carne para consumo en grandes ciudades.

Acharya, 1992

Tradicionalmente en México ha sido discutido 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.

En la literatura por el deterioro ambiental, aparecen 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, entendiendo como sostenible, la cantidad de alimento que se puede producir dentro del sistema (Galina, 1994).

Esta reflexión es producto de los cambios climáticos que están afectando al planeta ocasionando un efecto significativo sobre el entorno natural, como las pérdidas de especies vegetales y animales entre otros, producto de los trastornos en el hábitat que han contribuido a la contaminación 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 ofertar soluciones antropológicas como el eje de la sostenibilidad. En este contexto para el desarrollo de la nueva tecnología ha sido importante la definición de como utilizar los recursos naturales, en la producción pecuaria (Nava 1992).

La posibilidad de utilizar a los ovinos como un elemento clave para el desarrollo de sistemas ecológicamente viables ha sido discutida con anterioridad. En la "*Biodiversidad productiva pecuaria*" como una alternativa de reciclaje de energía. El concepto de sostenibilidad debe entenderse como un proceso de flujo dinámico de la energía, guardando un equilibrio entre la 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 autoconsumo (Galina, 1994). "*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, adquieren 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 en el pastoreo, la época de cosecha, un pastoreo estratégico, etc. Debido que en estas zonas la cantidad de energía que se puede fijar es relativamente pequeña, lo cual conlleva a una productividad secundaria del sistema a través de la formación de proteína animal permitiendo a su vez 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, transformándolos en proteína de alto valor nutritivo para el hombre.

La Ovinocultura en México.

Los ovinos fueron introducidos a México por los españoles después de la conquista habiéndose distribuido progresivamente desde entonces en gran parte del territorio nacional, demostrando ser aptos para la producción pecuaria rentable. Desde principios de siglo en nuestro país, han constituido una fuente de trabajo familiar, además de haber sido demostrada la capacidad empresarial de la especie (Mayén, 1989).

La producción de ovejas, es una actividad pecuaria que existe en nuestro país a partir de la conquista de los españoles. La producción de los ovinos en México se orientó inicialmente hacia la obtención de lana para abastecer la industria textil, llegando a tener una población de 30 millones de cabezas, disminuyendo de manera importante en las últimas décadas por la generación de fibras sintéticas (Palma. 1995).

Los primeros borregos que llegaron a México, fueron de las razas Merino y Rambouillet, mismos que constituyeron los rebaños más grandes con que ha contado el país en la historia de la ovinocultura. Durante el periodo de la post-revolución, ya en el presente siglo, la actividad ovina sufrió socialmente una transformación importante, pues dejó de ser una empresa extensiva de grandes rebaños y se constituyó básicamente en explotaciones de pequeños rebaños con uso de mano de obra familiar y con producción destinada al auto consumo y complementando del ingreso familiar. El 80% de la población ovina se

encuentra en manos de ejidatarios, minifundistas y comuneros; el resto se encuentra en propiedades privadas mayores de 5 hectáreas (Juergenson, 1979).

En la actualidad la producción ovina nacional es en gran medida deficiente en el caso de la carne de ovino aún cuando el consumo per-cápita mínimo está considerado por la FAO para este país en 700g, anuales, este no se llega a cubrir y se tiene que importar ganado de desecho de los Estados Unidos desde finales de la década de los 60's. Es conveniente pero alarmante conocer como dato curioso que Australia y Nueva Zelanda tiene un consumo de carne ovina promedio per cápita de más de 40kg. Uruguay y Gran Bretaña de 18Kg; y los países Árabes de 10Kg. Lo mismo ha ocurrido en el caso de la lana, que a pesar de ser muy bajo consumo textil nacional, también se ha tenido que importar de Sudamérica y Oceanía. (FAO, 2001).

Recientemente se ha despertado el interés por la crianza y explotación de esta especie pecuaria en nuestro país, ya que durante los últimos años ha tenido una gran demanda de carne de este tipo; que ha superado el millón de cabezas anuales (SAGARPA 2001). El rebaño nacional, de apenas 5, 980, 000 cabezas reportadas en el 2001 (FAO, 2002) apenas alcanza a satisfacer en un 42.3% la actual demanda, mientras que el restante 57% tiene que ser satisfecho por importaciones de carne y ovinos en pie, provenientes de países tradicionalmente ovejeros. (SAGARPA 2001). Regularmente de vientres de desecho y canales congeladas.

En nuestro país según Galina (1990) se pueden observar tres diferentes objetivos de producción ovina.

- Producción de lana.
- Producción de carne.
- Producción de pie de cría.

En el caso de los sistemas donde los ovinos son la única actividad, la forma más común de explotación es el pastoreo extensivo, ya sea de gramas nativas o pastos introducidos, los cuales además de ser de baja calidad nutritiva presentan una estacionalidad en su volumen de materia seca (Cruz, 1991).

Se ha sugerido que para el desarrollo de sistemas alimenticios con base a forrajes fibrosos, es necesario mejorar los patrones de fermentación ruminal, que permita una mayor

degradación de las paredes celulares para la producción de energía para los rumiantes con la formación de proteína microbiana al fijar el NNP de la dieta (Galina *et al.*, 2000a).

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 los rumiantes como un sistema de dos cámaras, en el cual se favorece la capacidad de degradación de fibra por el ecosistema ruminal, acompañada de producción de proteína bacteriana con base a NNP, sumado a un uso estratégico de los alimentos de baja degradación ruminal (proteína protegida, carbohidratos complejos y ácidos grasos de cadena larga) al intestino delgado (Preston y Leng, 1984). Esto requiere ajustar los elementos de los alimentos favorecedores de la fermentación (Puga *et al.*, 2001a; 2001b; Delgadillo, 2001).

Múltiples ensayos en campo con diferentes especies han demostrado la factibilidad de la propuesta (Galina *et al.*, 1997; Galina *et al.*, 2000a; 2000b; Morales *et al.*, 2000a; 2000b; Puga *et al.*, 2001a; Ortiz *et al.*, 2001; 2002). Elementos como asociación de forrajes o utilización de alimento prefermentado han permitido desarrollar una serie de suplementos como un menú de opciones para diferentes sistemas de alimentación (Galina 2000b; Ortiz, 2000; Ortiz *et al.*, 2001; 2002; Galina 2002a; 2002b;).

Los suplementos desarrollados por Galina *et al.*, (2000b), tienen los nutrientes claves para los microorganismos ruminales que se complementan con elementos importantes para la alimentación del animal que pueden utilizar los abundantes carbohidratos fermentables que encontramos en el país (Galina. *et al.*, 2000a).

Utilizando la capacidad de los microorganismos ruminales, que permiten competir en productividad con los animales de alto rendimiento (Puga y Galina, 2001b). Los forrajes fibrosos se caracterizan por la gran cantidad de energía solar que fijan los alimentos regionales, como la caña de azúcar que es el cultivo de mayor volumen de materia seca por hectárea con mas de 100 toneladas en verde o el rastrojo de maíz que es el esquilmo más importante de la agricultura mexicana (Galina y Guerrero, 2000).

Estos productos deben ser aprovechados en todos sus aspectos, incluyendo subproductos como melaza en la alimentación animal, sumado a pajas de cereales, de abundante producción o bajo costo (Morales *et al.*, 2000b). Recientemente, un grupo de investigación ha desarrollado suplementos que incrementan la fermentación ruminal con elementos

claves de baja degradabilidad que complementan al animal. Para ello ha sido demostrado que el valor obtenido de los exámenes químicos proximales o aun los resultados de la cantidad de paredes celulares de los forrajes, tiene poca aplicación en las condiciones reproductores de países pobres, donde los recursos alimenticios se basan en los residuos de cosechas, subproductos agroindustriales, forrajes y pastos de media baja calidad (Ortiz *et al.*, 2001; 2002).

Conceptos Generales de los Forrajes.

Algunos investigadores han presentado 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 de la pared celular son factores útiles para el estudio de las características fermentativas de los forrajes (Leng, 1991).

La literatura reporta que ha 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 (Elías, 1983; Herrera, 1983).

Leng en 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 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 y frijol como esquilmos, como subproductos agroindustriales la melaza de caña de azúcar, cachaza, la urea utilizadas 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).

En México el rastrojo de maíz es un importante esquilmo. Siendo más digestible que las pajas como la de trigo, pero aun se clasifica dentro de los forrajes fibrosos toscos de escaso valor, útil para el mantenimiento en combinación con suplementos concentrados (Algeo, 1978; Flores, 1983).

Consumo de los Forrajes.

La capacidad de consumo de los rumiantes alimentados con forrajes de baja calidad, principalmente con forrajes tropicales depende de una larga degradación del alimento; de esta manera, las partículas de alimento con un tamaño superior a 0.2cm son retenidas por más tiempo en rumen, disminuyendo su flujo hacia el intestino, generando una subsiguiente disminución sobre el consumo (Van der Meer y Van Es, 1987). Siendo el consumo de la materia orgánica (MO) digestible el factor principal, que limita la producción en los rumiantes (Arthun, 1989).

Ørskov en 1982, mencionó que los forrajes maduros son típicamente altos en fibras y bajos en componentes solubles, dando como resultado un pobre consumo y una baja digestibilidad, sin embargo, Elías en 1983 y Ellis *et al.* en 1979, mencionaron que un incremento en el consumo de estas fuentes de fibra, es posible gracias a una correcta complementación, asociando algunos elementos tales como: azúcares simples de fácil fermentación (melaza, almidón o granos de cereales), proteínas naturales (caseína, soya,

gluten de maíz, etc.) además de diversas fuentes de NNP (urea, pollinaza), lo que trae como consecuencia una mejoría en la tasa de digestión y pasaje de estos dentro del rumen.

Por su parte, Arthun en 1989, mencionó que el contenido de energía bruta de estos forrajes no parece ser una limitante, sin embargo, su pobre consumo y digestibilidad resulta en una disminución en el aporte de energía digestible y metabolizable al hospedero. Por otro lado, Elías en 1983, indicó que una complementación con azúcares solubles genera un incremento en la digestibilidad de la fibra, ya que los microorganismos ruminales (celulolíticos) son incapaces de obtener energía de la celulosa, para sus funciones celulares hasta que la molécula sea digerida, lo anterior sugiere que al inicio de la digestión es necesaria la presencia de pequeñas cantidades de azúcares simples.

Asimismo, Oltjen *et al.* en 1968, mencionaron que la complementación con proteína natural y NNP incrementan la digestibilidad de la materia seca (MS), además de lograr una mayor eficiencia de utilización, debido a una amplia proliferación de los microorganismos celulolíticos, cuyos requerimientos simples de nitrógeno son cubiertos por la presencia de amoníaco en el rumen procedente de la hidrólisis de las proteínas o de la urea (Bryant and Robinson, 1961; Hungate, 1966, asimismo, mediante la incorporación de los aminoácidos tales como la valina, lisina, isoleucina, prolina y metionina, se ejerce una influencia positiva sobre la digestión de la fibra, debido a que los microorganismos celulolíticos requieren de estos elementos para su crecimiento (Dehority *et al.*, 1958; Allison, 1969). Sin embargo, Dehority *et al.* en 1958 y Bryant y Robinson en 1961, mencionaron que la función principal de los aminoácidos en la degradación de la fibra, es la de aportar las cadenas carbonadas necesarias, luego de su desaminación para la síntesis de ácidos grasos volátiles, especialmente los de cadena ramificada (valérico, cáprico, isobutírico e isovalérico) estimulando la celulolisis ruminal (Elías, 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 y la del hospedero, 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, (Wilson, 1994; Elías, 1983). El contenido de paredes celulares en un forraje es importante, por que su incremento generalmente esta seguido de una reducida digestibilidad, lo que impacta sobre todo en el consumo.

Dentro de los factores que limitan la digestibilidad de las paredes celulares, 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 tóxica sobre los microorganismos celulolíticos (Chesson y Forberg, 1988).

Entre otros factores que afectan la digestión de las paredes celulares, se encuentran los relacionados con el 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 (5.9 y 7.4) (Elías, 1983). La entrada constante de nutrimentos, es otro de los factores esenciales que garantizan el desarrollo y establecimiento de la microbiota ruminal (Elías, 1983).

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 de 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 (Elías, 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, elementos indispensables para la población microbiana celulolítica (Ellis *et al.*, 1979), la digestibilidad de los forrajes, no sólo esta influenciada por aspectos relacionados con la capacidad fermentativa del hospedero, si no por diversos factores como el contenido de nitrógeno y el estado de madurez de los pastos, factores climáticos (precipitación, temperatura, intensidad lumínica etc.), agronómicos (riego, fertilización, etc.). Lo que repercute sobre los constituyentes químicos y estructurales de los forrajes reflejándose sobre su producción y calidad nutricional (Herrera, 1983), otros factores que pueden afectar el consumo de los animales en pastoreo son:

- Disponibilidad del forraje.
- Velocidad de paso.
- Llenado del retículo-rumen.
- Tamaño corporal.
- Suplementación.
- Disponibilidad de forraje.
- Intensidad de pastoreo.
- Estado de madurez del forraje (Leng, 1991).

Investigaciones anteriores discuten que la productividad y la eficacia de los rumiantes en pastoreo, parten del estado fenológico de los forrajes pudiendo afectar el consumo, el cual se ve disminuido cuando la digestibilidad de la materia orgánica del forraje decrece, la estrecha relación entre la composición química de los forrajes y la digestibilidad se asocian de manera directa, cuando son ingeridas plantas verdes y suculentas, cuando la digestibilidad es alta, la velocidad de paso es mayor, traducándose en aumento del consumo (Delgadillo, 1998), otros factores que afectan el consumo de los animales en pastoreo, son los cambios climáticos, por ejemplo las altas temperaturas ambientales (más de 40° C) disminuyen los niveles de consumo, (Murillo, 1999). Los hábitos de los animales en pastoreo representan un medio a través del cual, los animales se adaptan a las diferentes condiciones ambientales; son considerados como un proceso dinámico, interactivo y complejo, a través de su entendimiento y aprendizaje, podremos influir sobre los animales para incrementar su eficiencia productiva, siendo una herramienta útil en el establecimiento de programas de manejo del pastizal así como del animal. Entre los métodos para conocer

los hábitos de pastoreo, se encuentran las observaciones visuales, las mecánicas entre otras. A sido importante señalar que los hábitos de pastoreo pueden verse influenciados por factores tanto del vegetal como del animal (Delgadillo, 1998).

El manejo del pastoreo se relaciona no solo con atención de las exigencias nutricionales de los animales, sino también con los métodos que se utilizan para el aprovechamiento de los recursos naturales y su conservación, siendo preciso conocer el comportamiento de los forrajes a través del ciclo productivo, que se divide en:

- Crecimiento vegetativo, en donde la planta posee un elevado porcentaje de hojas en relación al tallo
- Crecimiento reproductivo, sucede cuando la planta alarga sus tallos, produce flores y frutos.

El momento óptimo para ser consumidos por el animal es cuando se lleva a cabo el crecimiento vegetativo donde las hojas son más digestibles, en la segunda etapa existe una acumulación de semillas, así como de lignina, elemento que hace poco digestible el material vegetal (Murillo, 1999).

El recurso vegetal tiene características bien definidas: cortas épocas de abundancia “época benigna”, que provoca recuperación corporal de los animales para seguir largos períodos de escasez de nutrientes “época de estiaje” que provoca decrementos productivos debido a que las fluctuaciones estacionales causan alteraciones en la cantidad y composición de los forrajes consumidos por los ovinos. Durante la época de estiaje, las consecuencias importantes que se dan sobre las condiciones nutricionales, de salud y sobre todo en productividad de los ovinos esto hace que reciban ocasionalmente a criterio del pastor complementos alimenticios (Morales et al., 2000).

Maíz

1. Rastrojo de Maíz.

En numerosas ocasiones, se ha destacado la importancia de los subproductos agrícolas (rastros) como parte integral de los sistemas de alimentación para rumiantes, especialmente ovinos y bovinos productores de carne, este tipo de forrajes sólo pueden ser

utilizados después de cosechado el grano, cuando la planta ha alcanzado su maduración fisiológica, etapa en la cual presentan un menor valor nutritivo (bajo contenido proteico), así como las características físicas propias de la planta, que impiden su incorporación en altos niveles en raciones tradicionales (Fernández *et al.*, 1981; Flores, 1983; Riquelme, 1984; Fernández-Rivera y Klopfenstein, 1989).

Un ejemplo de ellas es su baja densidad, que limita el consumo de materia seca por los animales, recomendando el procesamiento físico para incrementar la utilización de productos lignocelulósicos, ya que la reducción del tamaño de partícula disminuye el volumen efectivo del material, aumentando la superficie susceptible al ataque de las enzimas celulolíticas disminuyendo a su vez la cantidad desperdiciada debido a que se reduce la posibilidad de selección por parte de los animales (Fernández *et al.*, 1981; Flores, 1983; Riquelme, 1984; Fernández-Rivera y Klopfenstein, 1989).

Dyer *et al.* (1975) mencionan que si sólo el 5% de los materiales lignocelulósicos del mundo pudieran ser recolectados y procesados químicamente, podrían proveer la energía necesaria para alimentar a los rumiantes requeridos para llenar las necesidades de proteína animal que demanda la población humana.

Los rastrojos utilizados en la alimentación animal cuentan con un bajo contenido de nutrientes, consecuencia directa de los cambios en la composición química de las plantas a medida que los vegetales avanzan en su estado de madurez (Berger *et al.*, 1979). Estos cambios consisten principalmente en un incremento significativo de los constituyentes estructurales (celulosa, hemicelulosa, lignina), el alto contenido de lignina ha traído como consecuencia una disminución en la digestibilidad de la materia seca, una baja en el contenido de proteína cruda, carbohidratos fermentables, cenizas solubles en ácido, carotenos además son deficientes en fósforo, azufre y sodio (Flores, 1983; Riquelme, 1984).

En un estudio respecto al contenido de energía digestible de los rastrojos, se indican valores bajos los cuales fluctúan desde 1.1 hasta 2.6 Mcal/kg, es decir que la digestibilidad de la energía varía desde poco menos de 25% hasta un valor ligeramente superior a 52%, correspondiendo los valores más altos a aquellos rastrojos que tienen mayor contenido de nitrógeno con menor tenor de lignina (Oh *et al.*, 1971).

Según las consideraciones descritas en la literatura, los rastrojos de maíz carecen de nutrientes necesarios para ser utilizados como único alimento del ganado. En consecuencia, es lógico esperar que a través de un suplemento adecuado se pueda mejorar la utilización de estos materiales e indirectamente la productividad de animales alimentados con dietas basadas en dichos ingredientes (Riquelme, 1984).

Klopfenstein *et al.* (1987), mencionan que el mayor uso de los rastrojos de maíz se hace por medio del pastoreo, después de cosechado el grano, debido a los elevados costos de corte, transporte, procesamiento y alimentación, resultando este sistema la forma más económica de utilización de dichos residuos.

En la literatura se ha mencionado un factor importante para la utilización del rastrojo de maíz, este es su tratamiento con fuentes nitrogenadas como urea o álcalis (amoníaco), lo cual permite una mayor digestión de las paredes celulares, debiendo tomar en cuenta la influencia que ejerce la adición de un concentrado en la dieta, por el efecto que tiene en la digestión del rastrojo y la actividad celulolítica las cuales pueden disminuir enmascarando así el efecto de los tratamientos químicos (Aguilera *et al.*, 1991).

Utilización de los Suplementos en la Alimentación Animal

En la literatura se nombran “suplementos” a 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 (Preston y Leng, 1987; Valdés y Delgado, 1990).

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; Valdés y Delgado, 1990).

Dentro del contexto anterior García (1973) y García *et al.* (1987) mencionan 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 que por la deficiencia de algún nutriente 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, 1991).

Por otra parte, se ha demostrado que a un pH menor de 6.2 la degradación de la fibra decrece significativamente. El tipo y la cantidad de suplementos pueden 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, el cual 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 (Russell *et al.*, 1979; Wheeler y Oltjen, 1979; Ward *et al.*, 1980; Wheeler *et al.*, 1981a; 1981b; INRA, 1988; Preston, 1995; Russell y Wilson, 1996).

Mould *et al.* (1983) observó 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 microelementos 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 remueven 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 Elías (1983), determinando un tenor de menos de 6g de carbohidratos fermentables por Kg. de MS como límite fisiológico del fenómeno.

La importancia de una disponibilidad adecuada de nitrógeno sobre la digestión de forrajes fibrosos en el rumen se ha reconocido desde hace varios años. Moir y Williams (1950) reportaron 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 un suplemento nitrogenado 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 (Camping, 1970). Asimismo, Elías (1983) menciona que existe un 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. El hecho de que los suplementos que contiene proteína natural den mejores resultados en comparación con aquellos a base de NNP 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 requeridos 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.

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 NNP de la dieta (Galina *et al.*, 1997; Puga *et al.*, 2001a; Delgadillo, 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 bi-camaral, en el cual se favorece la capacidad de degradación de fibra por el ecosistema ruminal, acompañada de producción de proteína bacteriana con base a NNP, sumado a un uso estratégico de los diferentes 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.*, 2000b).

El desarrollo de este tipo de complementos alimenticios requiere 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; Ørskov, 1994).

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 en azúcares solubles y almidón (menos de 100g por Kg.). Con anterioridad se han discutido estrategias para mejorar la utilización de estos forrajes sugiriendo primero proveer suplementos que corrijan el desbalance para las bacterias ruminales acompañado de un incremento a la cantidad de energía para estas, ofreciéndose selectivamente el NNP (Alvarez *et al.*, 1976; Elliot *et al.*, 1978a; Ørskov, 1994; Fondevila y Dehority, 1995; Fernández, 1996; Krouse y Russell 1996; Morrison, 1996; Russell y Wilson, 1996; Weimer, 1996; Wells y Russell, 1996; Galina *et al.*, 1998a).

Avances recientes en países tropicales han demostrado que se pueden 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 amonio, aminoácidos esenciales, el azufre y el fósforo para las bacterias ruminales (Preston, 1995; Ørskov y Ryle, 1998).

La alimentación de las bacterias ruminales tiene que considerar el aporte continuo de NNP para mantener niveles adecuados 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 NNP que estimula la degradación de los carbohidratos (celulosa y hemicelulosa entre otros) por las bacterias del rumen principalmente *Fibrobacter sussinogenes*, *Ruminococcus albus* y *R. flavefaciens* como fue discutido con anterioridad (Leng, *et al.*, 1991; Fondevila y Dehority, 1995; Carrizales, 1996; Brown *et al.*, 1988).

La productividad del animal se da cuando la dieta conlleva proteína de sobrepaso, carbohidratos de escape del rumen y ácidos grasos de cadena larga, entre otros elementos clave, que participan disminuyendo la oxidación de la glucosa, este proceso metabólico

intestinal debe ser complementado con proteína microbiana y glucosa. El nivel de amonio 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).

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 y Palma, 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 en la dieta, los avances recientes en nutrimento de “escape” han sido utilizadas ampliamente en la alimentación animal (Preston, 1995).

La sincronización entre el aporte de NNP consumido en 8 horas con un aporte 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 producto de una mayor tasa de degradación de las paredes celulares de la paja de avena acompañada de una formación intensa de proteína bacteriana (Puga *et al.*, 2001a). 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. flavefaciens*)

favorecidas por la presencia continua de nitrógeno no proteico como se menciona anteriormente (Brown *et al.*, 1988; Leng, 1990; Preston, 1995).

La asociación de un forraje de mayor digestibilidad ha demostrado coadyuvar a la utilización de uno más fibroso 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. de el 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 y Oltjen, 1979; Wheeler *et al.*, 1981a).

La proteína de baja digestibilidad en el rumen contenida en la harina de pescado y los carbohidratos de paso como los de maíz y el pulido de arroz son fuentes imprescindibles en rumiantes cuando consumen forrajes fibrosos para la utilización adecuada de las paredes celulares (Elliot *et al.*, 1978a).

Delgadillo (1998) expone el comportamiento alimenticio de los ovinos de la manera siguiente:

- Los ovinos tienen una habilidad superior comparando con los bovinos para digerir alimentos con baja digestibilidad y otras partes lignificadas en cambio cuando las dietas son altas en calidad no existe diferencia respecto a selección del alimento.
- La palatabilidad de los alimentos depende de la preferencia que tenga el animal por ellos.
- Los animales detectan sabores determinando así sus preferencias e incluso la abstinencia a ciertos alimentos.
- Los ovinos muestran una mayor preferencia por los pastos vigorosos.
- La habilidad de la selección de la dieta depende de la experiencia que tenga en el pastoreo y de la familiaridad que tenga con los alimentos del área.
- El procedimiento de ensayo y error determina el mecanismo de aprendizaje de los ovinos durante el pastoreo.
- Detectan la variación de nutrientes en diferentes especies vegetales.

- Durante la selección en el pastoreo el ovino elige primeramente forrajes de buena calidad.
- El ovino puede utilizar forrajes de baja calidad utilizando su eficiencia metabólica.
- Los ovinos generalmente prefieren para su alimentación pastos sobre los arbustos y matorrales aunque se muestran flexibles en su comportamiento siendo oportunistas adaptándose a las variaciones del pastoreo (Galina et al., 1997)

Es notoria la similitud entre épocas en las actividades desarrolladas por los ovinos esto obedece fundamentalmente a la presencia de pastos y a su criterio para conducir a los animales a las mejores áreas, controlando en cierta forma sus hábitos. La influencia del pastor representa una herramienta factible de utilizarse en la disminución del gasto energético, manipulando actividades como la caminata (Galina et al., 1998). La preferencia por los alimentos depende del valor nutricional de estos. Se ha demostrado que los ovinos no son afectados por las difíciles condiciones de pastoreo por las barreras topográficas ya que obtienen información de los factores que gobiernan el lugar logrando así una mayor y mejor selección de su dieta (Galina et al., 1998) Delgadillo (1998) en sus estudios ha demostrado que los pastos son mayormente consumidos durante la etapa de crecimiento que durante el estado tardío.

El Pastoreo Intensivo Tecnificado Móvil.- Conserva un equilibrio ecológico y permite al recurso forrajero auto renovarse, a lo que se llama auto sostenible. Consiste en hacer un consumo rápido del forraje ofrecido, con períodos cortos de ocupación, áreas pequeñas y altas presiones de pastoreo. Otorga un tiempo adecuado de recuperación de la planta. Utiliza algunas herramientas como lo son cercos eléctricos, bebederos y saladeros móviles. Las ventajas de este sistema de pastoreo son: aumenta la carga animal (15 animales por hectárea) hasta valores de 300% (45 animales por hectárea); aumenta la calidad del forraje ofrecido, se incrementa la productividad general del rebaño y de la empresa; la cantidad de forraje se incrementa al no tener tiempos muertos de utilización del forraje; es un sistema sencillo de manejo que solo necesita ajustarse el primer año, después del cual se da seguimiento con un programa simple de pastoreo y manejo de potreros; permite aprovechar cualquier tipo o especie vegetal en su nivel óptimo de proteína. Su mayor desventaja es que

el desconocimiento de su aplicación puede ser contraproducente y negativo para la vida útil del agostadero (Delgadillo, 1998; Murillo, 1999)

La fibra, en especial la celulosa es una de las sustancias orgánicas que más abundan en la naturaleza y que, a su vez, constituye una de las mayores fuentes de energía. Sin embargo los monogástricos en el curso de la evolución no han sido capaces de desarrollar en su organismo las enzimas que ataquen la configuración de los enlaces β -1,4 glucosídicos de la celulosa. En los herbívoros esta ausencia no influye en la utilización de la fibra especialmente por los rumiantes, debido al establecimiento de una microflora celulítica en el compartimento (retículo-rumen) se ha establecido una microflora celulolítica responsable de una fermentación pre-gástrica (Puga et al., 2001). En este proceso la celulosa y otros polímeros, constituyentes de la fibra se transforman en fuentes energéticas aprovechables por el animal en forma de ácidos grasos volátiles (acético, propionico y butírico). Es por ello, que el rumiante puede utilizar los alimentos fibrosos, más eficientemente que los monogástricos, produciendo alimentos de alto valor biológico para el hombre (Galina et al., 2002).

Los rumiantes tienen la habilidad de utilizar forrajes como única fuente de alimento. Desde el criterio de morfología vegetal, al contrario de las semillas, los tejidos de las plantas contienen una cantidad importante de su materia orgánica MO (35 al 80%) en las paredes celulares que le proveen a los tejidos su integridad estructural. En los ovinos se permite la utilización como nutrimento de esas estructuras fibrosas de los forrajes, a través de una degradación de paredes celulares de los microorganismos del rumen capaces de fermentar los polisacáridos en las paredes celulares, que no son sustrato para la hidrólisis por las enzimas de los mamíferos (Ortiz et al., 2002). Al maximizar la presencia de bacterias ruminales se incrementa significativamente la síntesis de proteína con paso al duodeno, produciéndose una reducción del reciclaje del N en el rumen, permitiendo aprovechar el potencial para mejorar la productividad de los rumiantes (Ortiz et al., 2001). A su vez ha sido recientemente posible obtener altas tasas de eficiencia en la fermentación de rumiantes alimentados con forrajes de baja calidad, suplementados con nutrientes críticos y nitrógeno no proteico (Galina et al., 2000; Ortiz et al., 2002). La energía necesaria para un importante desarrollo microbiano puede provenir de las paredes celulares de los forrajes fibrosos,

cuando se mejora la celulolisis con suplementación de una dosis adecuada de carbohidratos fermentables (Galina et al., 2002).

Los alimentos altos en fibra, bajos en proteína, acompañados de los residuos de cosechas son los forrajes de mayor abundancia para los rumiantes (Preston, 1995). Trabajos previos han obtenido mejoras en las tasas de producción cuando estos forrajes han sido suplementados adecuadamente, favoreciendo una eficiente fermentación ruminal con un aporte de nutrientes esenciales hacia el intestino delgado, (Preston, 1995; Leng, 1991) Galina et al., 1997). Investigaciones previas buscaron optimizar la relación simbiótica entre los microorganismos ruminales y el animal huésped (Ortiz et al., 2002). Un incremento en la población microbiana celulolítica, particularmente las especies *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* y *R. Albus*, pueden tener dos funciones, por un lado aumentar la energía de la dieta accesible al rumiante, incrementando la digestibilidad de los forrajes ricos en fibra, permitiendo a su vez, un aporte superior por el señalado en las tablas convencionales de alimentos (Ortiz et al., 2001). Por el otro lado al incrementar el flujo ruminal se produce un aumento en la cantidad de nutrientes debido a un mayor volumen de materia seca ingerida, permitiendo un consumo voluntario aparente muy por encima de márgenes conocidos con anterioridad (Ortiz et al., 2001). Para lograr una mayor eficiencia fermentativa microbiana se ha recomendado la presencia constante de una base de nitrógeno amoniacal como urea, pollinaza, sulfato de amonio o cualquier otra fuente de nitrógeno no proteico (Morales et al., 2000), en combinaciones que pueden tener concentraciones importantes de urea (Ortiz et al., 2001), acompañada de carbohidratos fermentables como la melaza (Ortiz et al., 2001; 2002; Galina et al., 2002; Morales, 2000). La utilización de diversas estrategias de alimentación para los rumiantes ha derivado en el uso de pastos, rastrojos, pajas y otros recursos forrajeros como la caña de azúcar y sus subproductos, tales como el bagazo, bagacillo y las puntas; sin embargo, la principal característica de estos forrajes es su pobre valor nutritivo resultando de un alto tenor de fibra y un bajo contenido de proteína, asociado con una baja digestibilidad, lo que repercute directamente sobre el consumo, generando una baja eficiencia productiva (Leng, 1991).

Para disminuir estas características, se han desarrollado varias estrategias como los tratamientos químicos y físicos del material fibroso (Preston, 1995), pasando por la incorporación de forrajes de mejor calidad (Leng, 1991) y la complementación con

elementos no convencionales (Preston, 1995). Para lograr una máxima expresión productiva con estos recursos forrajeros; sin embargo, es prioritario el establecimiento de un ecosistema ruminal donde se maximice la digestibilidad de la fibra complementando los elementos que limitan la capacidad fermentativa microbiana (Leng, 1991).

El bajo nivel de nitrógeno en los forrajes fibrosos, es indicativo de la necesidad de su incorporación en la dieta (Preston, 1995). Así pues, la complementación con nitrógeno en forma de proteína natural ó de nitrógeno no proteico (Leng, 1991; Preston, 1995) han probado incrementar las características digestivas de los forrajes de baja calidad, generando una máxima proliferación de microorganismos celulolíticos cuyos requerimientos simples de nitrógeno son cubiertos por la presencia de amoníaco en el rumen procedente de la hidrólisis de la urea o de las proteínas.

Durante muchos años, se ha reconocido el impacto de los nutrimentos inorgánicos, especialmente el de los minerales, para estimular la actividad metabólica de los microorganismos del rumen. De esta manera, algunas de las sales minerales (potasio, sodio, calcio, azufre y fósforo), ejercen un efecto benéfico en la degradación de los hidratos de carbono estructurales de la pared celular de los forrajes, al formar parte de los complejos enzimáticos celulares (Leng, 1991; Preston, 1995).

Es imperativo reconocer que el crecimiento del animal no puede ser sostenido por los productos de la fermentación digestiva, por lo que es imprescindible la utilización de proteína de baja degradabilidad ruminal para aprovechar la energía de los AGV absorbidos (Preston, 1995). La complementación con estos elementos (harinas de carne, de pescado y algodón etc.) son empleados principalmente en el aporte de aminoácidos para la síntesis de proteína animal. Otro elemento de suma importancia en la nutrición del animal huésped, lo constituyen los hidratos de carbono (almidón) de baja degradabilidad ruminal presente en los granos de cereales (Galina et al., 2002). Así como la adición de ácidos grasos de cadena larga que favorecen el contenido energético de la ración (Galina et al., 2002). Además de los recursos glucogénicos (maíz y pulido de arroz) impactando directamente sobre el aporte nutrimental del animal.

Por otra parte, en la literatura científica han sido reportados muchos estudios sobre los efectos individuales de estos elementos. Sin embargo, existen pocas investigaciones que valoren los efectos ruminales de una mezcla compleja catalítica que incorpora estos

elementos (Puga *et al.*, 2001; Preston, 1995). Intensificando la capacidad fermentativa en el rumen y el aporte de nutrientes esenciales hacia el intestino. Además de conocer cual es el nivel de inclusión optimo, para lograr una máxima expresión nutricional de los forrajes, reflejándose en un mejor nivel productivo en los rumiantes. Preston en 1995 mencionó que el comportamiento de un catalizador es como un elemento que acelera una reacción y no rebasa el 30% de inclusión en la ración.

Para ello fue necesario ajustar los elementos de los alimentos favorecedores de la fermentación (Puga *et al.*, 2001; Delgadillo, 2001). Múltiples ensayos en campo con diferentes especies han demostrado la factibilidad de la propuesta (Galina 1994; Galina *et al.*, 2000a; 2000b; 2001a; 2001b; Morales *et al.*, 2000a; 2000b; Puga *et al.*, 2001; Ortiz *et al.*, 2001; 2002). Elementos como asociación de forrajes o utilización de alimento prefermentado han permitido desarrollar una serie de suplementos como un menú de opciones para diferentes sistemas de alimentación (Ortiz *et al.*, 2001; 2002; Galina 2001a; 2001b; Galina 2000).

En el presente trabajo tendremos la transferencia de uno de los nuevos suplementos desarrollados, que favorezcan la fermentación ruminal (Galina *et al.*, 2000). Este alimento tiene los nutrientes clave para los microorganismos ruminales que se complementan con elementos importantes para la alimentación del animal que pueden utilizar los abundantes carbohidratos fermentables de la región (Galina *et al.*, 2000a). Utilizando la capacidad de los microorganismos ruminales, que permiten competir en productividad con los animales de alto rendimiento (Puga *et al.*, 2001). Los forrajes fibrosos se caracterizan por la gran cantidad de energía solar que fijan los alimentos regionales, como el rastrojo de maíz que es el cultivo mas abundante en la región, además de otras pajas como la de avena o sorgo, los esquilmos más importantes de la agricultura mexicana (Galina y Guerrero, 2000). Estos productos deben ser aprovechados en todos sus aspectos, incluyendo subproductos como melaza en la alimentación animal, sumado a pajas de cereales, de abundante producción o bajo costo (Morales *et al.*, 2000b).

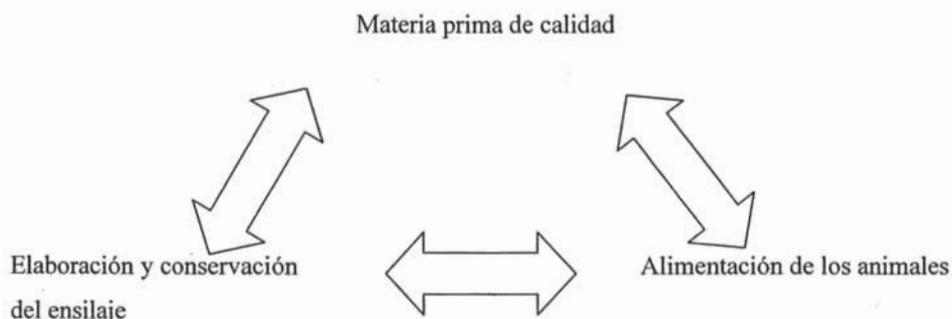
Recientemente, un grupo de investigación ha desarrollado suplementos que incrementan la fermentación ruminal con elementos clave de baja degradabilidad que complementan al animal. Para ello ha sido demostrado que el valor obtenido de los exámenes químicos proximales o aun los resultados de la cantidad de paredes celulares de los forrajes, tiene

poca aplicación en las condiciones reproductores de países pobres, donde los recursos alimenticios se basan en los residuos de cosechas, subproductos agroindustriales, forrajes y pastos de media baja calidad (Ortiz *et al.*, 2001; 2002) Importantes logros se han dado en la elaboración del suplemento mediante estudios cuidadosos de su cinética ruminal que nos han permitido la utilización del promotor ruminal en forma de granulo en caprinos lecheros a los cuales se les da un manejo alternativo de acuerdo a los forrajes y la época del año.

Los forrajes de corte han sido una de las estrategias para la producción de alimentos en el estío (Ortiz *et al.*, 2001). Una de las tecnologías disponibles para mejorar las características nutricionales de los forrajes fibrosos, lo constituye el uso de cultivos de microorganismos como agentes deslignificantes que agregan proteína bacteriana. Algunas de las especies utilizadas son en el caso de los hongos *Pleurotus oestreatus* y *Streptomyces spp.*, entre otros, *Actobacter* para las bacterias, mientras que en el caso de las levaduras destaca el uso de *Saccharomyces cerevisiae* (Ortiz *et al.*, 2001), el uso de silos de fermentación láctica con *Streptococcus lactis*, *S. cremoris* y *Saccharomyces lactis* es una alternativa importante para la alimentación de los bovinos en los trópicos sobre todo si se pueden elaborar en forma artesanal a base de cultivos lácticos. El silo de maíz de planta completa ha sido una alternativa relativamente poco utilizada en forma simple, mucho menor su utilización cuando ha sido fermentado. El uso de los silos lácticos ha sido por lo tanto una tecnología probada en todos los rumiantes domésticos que aguarda una etapa intensiva de transferencia hacia los productores regionales (Galina *et al.*, 2001; Galina, 2001; 2003).

En el cuadro 2 se muestra según Keith. K, los principales puntos para obtener un buen ensilaje se basan principalmente en tres llamado triángulo, los cuales son: 1) de una buena materia prima (la cosecha). 2) en la elaboración y su conservación. 3) de la forma en la que se ofrece a los animales.

Cuadro 3. Principales puntos para obtener un buen ensilaje según Keith. K.



En algunos lugares sobre todo en las granjas especializadas, con recursos suficientes para contratar personal cada uno de estos puntos esta bajo la supervisión de diferentes personas, siendo esto un problema a la hora de implementar nueva tecnología, como el manejo de las praderas.

También menciona que el papel del MVZ como Nutriólogo no juega un papel directo en este triángulo. La verdadera responsabilidad del MVZ radica en:

- 1; Educar al ganadero sobre el adecuado manejo del ensilaje.
- 2; Coordinar el manejo de las praderas.
- 3; Capacitar constantemente al personal.
- 4; Supervisión constante.

Esto se traduce en implementar nueva tecnología indicando y capacitando a todo trabajador dependiendo de la actividad a la que este encomendado como por ejemplo: Para alcanzar una mayor densidad, la cual minimizaría la pérdida de materia seca y nutrientes durante el ensilaje, almacenamiento y distribución. Estos son la tasa de distribución del forraje, el

peso del tractor que pisa el silo, área de compactación (kg/cm^2) espesor de la capa del forraje y el llenado del silo a mayor profundidad.

Con respecto al silo una información prudente aunada a una buena asesoría a todos los trabajadores que intervienen en cualquiera de las etapas de manejo al que es sometido el ensilaje será la base para una buena alimentación a nuestro ganado. Comenzando con:

Alcanzar una alta densidad de ensilaje. Como se muestra en el cuadro 3. La densidad de contenido de materia seca del cultivo determinará la porosidad del ensilaje que afecta la tasa por la cual el aire puede entrar en la masa del ensilaje en la cara de apertura para la alimentación. Mientras mayor densidad mayor será, la capacidad del silo. Por lo tanto, las altas densidades, típicamente reducen el costo anual de almacenaje por tonelada de cultivo aumentando la cantidad de cultivo que entra en el silo y reduciendo las pérdidas de cosecha durante el almacenamiento. Ruppel. (1995) midió las pérdidas de materia seca en un silo de alfalfa tipo bunker, desarrolló una ecuación para relacionar dichas pérdidas con la densidad del forraje ensilado.

Cuadro 4. Pérdida de Materia Seca como influencia de la densidad del silo.

Densidad (lb. MS/Pie ³)	Pérdida de MS a los 180 días (% de MS ensilada)
10	20.2
14	16.8
16	15.1
18	13.4
22	0.0

En un estudio reciente, las densidades del ensilaje fueron medidas en un amplio rango de silos bunker en Wisconsin. Como es esperado el rango de contenido de materia seca fue más estrecho para los ensilajes de maíz comparados con ensilajes de cultivos hemicelulósicos.

El promedio de densidad de materia seca para los cultivos hemicelulósicos y ensilajes de maíz fue similar y ligeramente superior que la densidad mínima recomendada de materia seca de 14 lb./pie³. el tiempo de compactación por tonelada por tonelada fue máximo bajo tasas de despacho bajas (cantidad de materia agregada entre los tiempos de compactación). Los tiempos de compactación fueron consistentes menores de 1 min/ton. A las tasas de

despacho por encima de 60 ton/hora. Existen varios factores claves que los productores pueden controlar para alcanzar mayores densidades, las cuales minimizarían las pérdidas de materia seca y nutrientes durante el ensilaje, almacenamiento y distribución.

El tiempo de compactación es muy importante ya que no deberá ser mayor de 1 a 3 min por tonelada d forraje fresco, estas capas siempre se separaran en capas delgadas aproximadamente de 6 a 12 pulgadas. En un silo tipo Bunker compactado apropiadamente, los neumáticos del tractor deben pasar sobre la superficie entera antes de distribuir la siguiente capa.

En la parte mas profunda del silo aumenta la densidad, pero hay limites para la profundidad final del forraje en un bunker, trinchera o pastel. La seguridad de los empleados que operan los tractores en el compacto y en el corte llega a ser una preocupación. Compactar en un silo que fue llenado mas allá de su capacidad, corre el riesgo de provocar una avalancha en el silo a la hora de corte.

Para proteger el ensilaje del aire y del agua, el método mas común es mediante la colocación de una lamina de polietileno (plástico) sobre el forraje ensilado y anclándolo con llantas. Si se deja desprotegido, las pérdidas de materia seca en los 1-3 pies superficiales pueden sobrepasar el 60 al 70 %. Cuando se abre el silo, el daño aparenta ser solamente en las 6-12 pulgadas superiores del ensilaje ocultando el hecho que esta área del ensilaje dañado representa sustancialmente mas ensilaje del que originalmente fue almacenado. La perdida de un silo de 40 x 100 pies llenado con ensilaje de maíz puede superar el valor de 2.000 dólares, la perdida de un silo de 100 x 250 pies puede exceder los 10.000 dólares.

El manejo de la cara de corte del silo debe de ser mantenida como una superficie lisa perpendicular al piso y a los lados del bunker, trinchera o pastel. La tasa de extracción de la masa de ensilaje a través de la cara de apertura del silo debe ser suficiente para prevenir la exposición del ensilaje al calentamiento y enmohecimiento. Hoffman y Ocker (1997) alimentaron vacas en lactación media con maíz ensilado anaerobicamente estable e inestable durante tres periodos de 14 días. La producción de leche de las vacas alimentadas con el maíz aeróbicamente dañado bajo aproximadamente 3.17Kg. Por vaca por día por cada periodo comparadas con las vacas alimentadas con el maíz estable y en buenas condiciones.

Descartar el ensilaje dañado, el daño aeróbico ocurre virtualmente en todos los silos sellados y el descarte de la superficie dañada no siempre es una practica común en las granjas. En un experimento en Kansas State University, los tres pies originales del ensilaje de maíz de un silo bunker se dejaron dañar y con este material se alimentaron novillos con fistulas rúmales, los resultaron mostraron claramente que la superficie dañada redujo el valor nutritivo de las raciones basadas en el silo de maíz dañado mas de lo esperado. El estrato original de las 18 pulgadas fue visualmente bastante típico de una capa de ensilaje no sellado que estuvo expuesto varios meses al aire y a la lluvia. Tenía un olor podrido, de color negro con una textura babosa y con apariencia de fango. Su extenso deterioro durante el almacenamiento se reflejo en unos valores muy altos de pH. Ceniza y fibra. El estrato original del fondo tenía un aroma y apariencia usualmente asociada con ensilajes húmedos y fuertemente ácidos del maíz. Ejemplo: un color amarillo hacia anaranjado brillante, un pH bajo y un olor ácido muy fuerte.

El silo echado a perder tiene consecuencias negativas asociadas con el consumo de materia seca y materia orgánica, así como la digestibilidad de la fibra detergente neutro y de la fibra detergente ácida.

Cuadro 5. Efecto del nivel de silo echado a perder sobre el consumo de Materia Seca y Digestibilidad de Nutrientes.

Producto	Silo Láctico			
	100% normal	75:25	50:50	25:75
Proporción de Silo echado a perder incluido en la dieta				
% de silo descompuesto	0	5.4	10.7	16.0
Consumo MS Kg./día	7.94	7.35	6.94	6.67
% Digestibilidad	Silo Láctico			
Materia Orgánica	75.6	70.6	69.0	67.8
Proteína Cruda	74.6	70.5	68.0	62.8
FND	63.2	56.0	52.5	52.3
FDA	56.1	42.2	41.3	40.5

El porcentaje del silo que esta echado a perder (basado en MS).

Este pude ser una pequeña guía para el correcto manejo del ensilaje, para obtener un mejor rendimiento por tonelada.

HIPÓTESIS

Determinar si es mayor la ganancia de peso con la utilización de silo de maíz láctico, preparado por un proceso de acidificación mediante un inóculo láctico asociado con un forraje de mayor digestibilidad con la utilización de un suplemento de aporte continuo de nitrógeno como estimulante de la fermentación ruminal. En comparación con dietas basadas en silos tradicionales (no lácticos)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Medir el comportamiento productivo del silo de maíz preparado por el proceso de acidificación mediante un inculo láctico, como fuente de alimentación asociado con un forraje de mayor digestibilidad con la utilización de un suplemento de aporte continuo de nitrógeno, como estimulante de la fermentación ruminal. En comparación con dietas basadas en silos tradicionales (no lácticos).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la ganancia mensual de peso con la utilización de silo láctico como principal fuente de alimento
- Determinar la diferencia en la ganancia mensual de peso con la utilización de rastrojo asociada con un forraje de mayor digestibilidad.
- Determinar la ganancia mensual de peso con la utilización de silo láctico asociada con un forraje de mayor digestibilidad con la utilización de un suplemento de aporte continuo de nitrógeno, como estimulante de la fermentación ruminal.

MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la granja de los “Alcanfores” ubicada en la carretera Querétaro – Huimilpa en el Km. 24 Municipio de Huimilpa con una altitud de 1950 msnm. Con un clima clasificado como Bs 1 Kw (w) (e) descrito como seco estepario con lluvias escasas en el invierno con una precipitación pluvial anual promedio total de 460mm y un periodo de sequía de 6 a 8 meses. García, E.1993.

Para la presente investigación se evaluaron un total de 432 ovinos. Los cuales son de diferente sexo, edad, y razas, de las que principalmente son F1 de la raza Pelibuey.

Se formaron tres diferentes grupos de animales los cuales están constituidos de 144 animales cada uno. Los tres grupos fueron seleccionados aleatoriamente buscando partir bajo una igualdad de peso. Dentro de cada uno de los diferentes grupos existen marcadas diferencias, en el peso inicial que presentan cada uno de los ovinos de cada grupo, esto en base a que podemos encontrar animales con pesos iniciales de 24Kg. PV y otros de hasta 40Kg. PV. Teniendo esto poca relevancia a la hora de hacer nuestras evaluaciones finales, ya que los grupos comienzan con promedios de pesos iniciales, con muy poca variante. Permitiendo así tener rebaños normales en cuanto al comportamiento, ya que se les permite la formación de jerarcas, líderes, sumisas, etc. Ofreciéndoles circunstancias normales en todas aquellas condiciones y circunstancias, las cuales normalmente se tendrían que enfrentar en cualquier rebaño

Cuadro 6. Pesos con los cuales inician el tratamiento los animales de los diferentes grupos.

Grupo #	Peso Vivo Promedio (PV) Kg.	Desviación Estándar
1	32.160.	± 4.39
2	32.278.	± 4.64
3	32.042.	± 4.65

Cuadro 7. Contenido nutricional de los ingredientes de los tratamientos.

Ingrediente	PC%	EM MS	Mcal/Kg.	FC %	MS %
Silo de maíz fermentado	15	2.4		20.60	33
Silo de maíz no láctico	7.8	2.2		23.69	35
Rastrojo de maíz	5.6	1.8		34	85
Pradera de rye grass	10	2.5		23.2	27

El fermentador ruminal esta compuesto por:

Una mezcla de melaza (18%); harinolina (16%); pulidura de arroz (10%); maíz (14%); pollinaza (10%); harina de pescado (8%); cebo (10%); sal (4%); cal (3%); cemento (1%); sales minerales (2%) ortofosfato (2%) y sulfato de amonio (2%), denominado activador de la fermentación ruminal (AFR).

- El primer grupo (G1), el cual consta de un total de 144 ovinos, con un peso promedio de 32.160Kg./PV (\pm 4.39). Los cuales fueron alimentados con el tratamiento (T1). Compuesto de silo de maíz láctico, fermentador ruminal, pastoreo (rye grass).y rastrojo de maíz.
- El segundo grupo (G2) el cual consta de un total de 144 ovinos, con un peso promedio de 32.278Kg./PV (\pm 4.64). Los cuales fueron alimentados con el segundo tratamiento (T2). Compuesto de silo de maíz láctico, fermentador ruminal y rastrojo de maíz.
- El tercer grupo (G3) el cual consta de un total de 144 ovinos, con un peso promedio de 32.042Kg./PV (\pm 4.65). Los cuales fueron alimentados con el tercer tratamiento (T3). Compuesto de silo de maíz (no láctico), fermentador y rastrojo de maíz.

El cuadro numero 8 nos muestra la estimación de las cantidades en Kg. De cada uno de los ingredientes por cada uno de los tratamientos, la estimación se realizo basada en la teoría de la Ley de crecimiento relativo de los ovinos descrita por Hammond la cual fue revisada en Francia por Bocard en 1964 (INRA 1988) la cual nos permitió estimar el consumo de forraje verde en el caso del tratamiento 1.

Cuadro 8. Cantidades en Kg. de MH/d del consumo de alimento por tratamiento de los tres grupos

Tratamiento	T1 Kg. MH/d	T2 Kg. MH/d	T3 Kg. MH/d
Silo de maíz láctico	2.47	2.30	---
Fermentador ruminal	.212	.198	.194
Pastoreo (rye grass)	1.68	---	---
Rastrojo de maíz	.427	.894	.873
Silo de maíz no láctico	---	---	2.12

El porcentaje de forraje verde consumido por los ovinos del grupo 1 fue estimado mediante el conocimiento en cantidades de materia húmeda promedio de los ingredientes de la dieta, como lo es el silo de maíz láctico, el cual se ofrecía un promedio de 2.3478Kg. Correspondiente al 45% de la dieta el rastrojo de maíz .427Kg. 20% y el fermentador ruminal el cual cubría el 10%, con .212Kg. Por lo que el pastoreo cubría el 25% restante equivalente a 1.68Kg. tomando en cuenta que el peso metabólico promedio de los animales del grupo 1 es de 16.530PM y sus necesidades de materia seca de 1.818Kg MS/d.

Cuadro 9. Cálculos estadísticos para obtener las estimaciones de consumo por grupo.

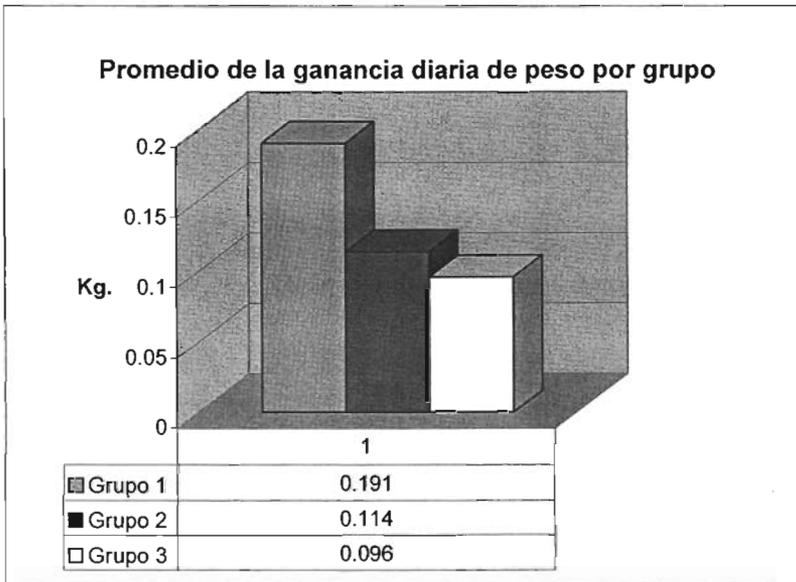
Grupo	PI Kg.	PF kg.	PP	PM kg.	CMS kg.
1	32.16	52.056	42.36	16.530	1.818
2	32.278	44.132	38.205	15.367	1.690
3	32.042	41.979	37.010	15.005	1.650

En donde: PI= peso inicial. PF= Peso final. PP = Peso Promedio. PM= Peso metabólico CMS= Consumo de materia seca.

RESULTADOS

En el cuadro 10 se muestra la ganancia de peso promedio de los tres grupos. En donde el grupo 1 que fue alimentado con silo de maíz láctico, pradera de rye grass, fermentador ruminal y rastrojo. El cual presento una ganancia de peso de 0.191Kg/día. Siendo la dieta de mayor ganancia de peso en la presente investigación.

Cuadro 10. Promedio de la ganancia diaria de peso por grupo, en donde se observa una mayor ganancia diaria de peso en los animales del grupo 1 comparados con los otros dos grupos.



Grupo 1; silo de maíz láctico, fermentador ruminal, pastoreo (rye grass).y rastrojo.

Grupo 2; silo de maíz láctico, fermentador ruminal y rastrojo.

Grupo 3; silo de maíz (no láctico), fermentador y rastrojo.

Tablas de ANDEVA. Análisis de la ganancia diaria de peso en 114 días.

Análisis de la varianza						
Fuente desviación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Relación de varianza	Probabilidad	Criterios para F
Entre grupos	0.74338942	2	0.37169471	357.981397	0.00000	3.01675129
Dentro de los grupos	0.44543385	429	0.00103831			
Total	1.18882327	431				

Análisis de la varianza de un factor				
RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	144	27.5480769	0.19130609	0.00110005
Columna 2	144	16.4134615	0.11398237	0.00107451
Columna 3	144	13.7596154	0.09555288	0.00094036

Diferencia verdaderamente significativa de ganancia de peso diario.

DVS= 0.0089

Promedio de X1= .1913

Promedio de X2= 0.1140

Promedio de X3= 0.0956

Promedios	X3	X2	X1
X3	---	0.0184	0.0957
X2	---	---	0.0773
X1	---	---	---

El cuadro 11 muestra un panorama general de la ganancia de peso promedio total por grupos en 114 días. En donde los animales del grupo 1 terminaron la investigación con un promedio en la ganancia de peso de 19.896Kg. El cual fue mucho mayor comparado con los otros dos grupos, siendo la ganancia promedio para el grupo 2 de 11.854Kg. y aun mas baja para los del grupo tres los cuales solamente alcanzaron una ganancia de peso promedio de 9.938Kg. durante los 114 días duro la investigación

Cuadro 11. Promedio de la ganancia de peso total por grupos en 114 días, el cual muestra una mayor ganancia de peso para el grupo 3 alimentados con el T1 y seguidos por el grupo 2 encontrando la peor ganancia de peso en los animales alimentados con el T3.

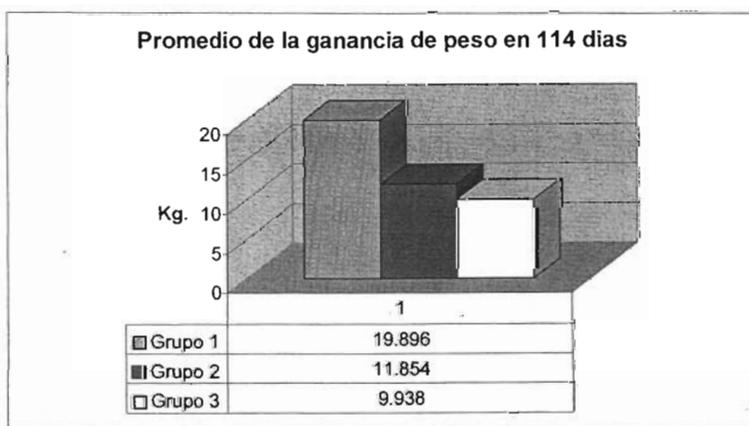


Tabla de ANDEVA. Análisis de la ganancia de peso total en 114 días.

Análisis de la varianza						
Fuente de desviación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad	Criterios para F
Entre grupos	8040.5	2	4020.25	357.9813972	0.00000	3.016751
Dentro de los grupos	4817.8125	429	11.230332			
Total	12858.3125	431				

Análisis de la varianza de un factor				
RESUMEN				
Grupos	Total de ovinos	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	144	2865	19.895	11.89816434
Columna 2	144	1707	11.854	11.62194056
Columna 3	144	1431	9.9375	10.17089161

Diferencia verdaderamente significativa de ganancia de peso diario.

DVS= 0.0089

Promedio de X1= 19.909

Promedio de X2= 11.856

Promedio de X3= 9.944

Promedios	X3	X2	X1
X3	---	1.191	9.96
X2	---	---	8.05
X1	---	---	---

DISCUSION

En rebaños donde los ovinos son la única especie, sin duda para los productores queretenses la forma más común de alimentación es mediante el pastoreo extensivo, ya sea de gramas nativas o pastos introducidos, los cuales generalmente además de ser de baja calidad nutritiva, son de difícil acceso, presentando a su vez una marcada estacionalidad en volumen de materia seca por lo que en general tienen que ser suplementados en la época de secas elevando los costos de producción (Cruz, 1991). Otro factor documentado con anterioridad menciona que ha medida que los pastos envejecen su calidad disminuye, obedeciendo fundamentalmente al aumento de elementos estructurales (fibra de las paredes celulares) acompañado de una baja en el tenor de carbohidratos solubles, proteínas, minerales por lo que se ve afectada su digestibilidad y valor nutritivo (Elías, 1983; Herrera, 1983). estudios previos de Leng (1990) y Ørskov (1994) demostraron la importancia de agregar elementos claves en la dieta para mejorar la fermentación ruminal y aumentar la ganancia de peso, además de mantener un pH ruminal ligeramente ácido, aunado a el uso de forrajes de baja degradabilidad ruminal. Las ganancias de peso observadas en los grupos con sus respectivos tratamientos de alimentación muestran una mayor ganancia de peso para los animales alimentados bajo el tratamiento Uno (T1) ya que fue este el grupo que alcanzo una ganancia de peso promedio de 19.896 Kg (\pm 3.44). en los 114 días que tuvo duración la presente investigación, con respecto a los animales del grupo dos, alimentados con el tratamiento dos (T2) los cuales obtuvieron una ganancia de peso promedio de 11.854Kg (\pm 3.20). encontrando a los animales del grupo tres los cuales fueron alimentados con el tratamiento tres (T3) con una ganancia de peso promedio de 9.938Kg (\pm 3.18).

Los animales que fueron alimentados con silo láctico (T1 y T2) presentaron una mayor ganancia de peso con respecto a los animales alimentados con el T3, esto por la predegradación de las paredes celulares al agregar un cultivo de bacterias lácticas al silo, las cuales facilitan la proliferación de microorganismos que actúan sobre la celulosa (pared celular) de las plantas (Galina 2000b). según Galina y Ørskov 2002b cuando el silo láctico es ingerido por el animal, dentro de la cámara de fermentación promueve una mayor colonización de la flora ruminal, traduciéndose en mayor cantidad de proteína bacteriana la

cual será aprovechada por el rumiante para una mayor ganancia de peso. La mayor ganancia de peso encontrada en los animales del grupo 1 sobre los alimentados con el T2 se puede explicar en función de una mayor colonización probablemente de las paredes celulares del rye grass por las bacterias ruminales lo cual promueve aun mas su proliferación encontrando una mayor cantidad de proteína bacteriana en el rumen(Ortiz 2000). en comparación con los animales que no fueron alimentaos con el rye grass T2 y T3, este ambiente es mejorado con la utilización del fermentador ruminal como fue en el caso del T1.

La diferencia significativas en las ganancias de peso encontradas en los tratamientos estudiados en la presente investigación, se comparan con estudios anteriores, los cuales según Morales en el 2001 la baja ganancia de peso en los animales del grupo 3 probablemente es debido a la correlación del desbalance de nutrientes de los silos no lácticos y el rastrojo de maíz los cuales no proveen los niveles apropiados de microflora ruminal ni cantidades suficientes de pared celular digestible lo que se traduce en menor cantidad y calidad de proteína bacteriana(Boniface 1986, Leng 1990, Ørskov 1994). Por lo que indudablemente se encontraran ganancias de peso menores que con la utilización de dietas como las del T1.

CONCLUSIONES

La utilización de los silos lácticos, solos o asociados con forrajes de mayor digestibilidad como el rye grass, con la utilización de un alimento de aporte continuo de nitrógeno como lo es el fermentador ruminal mejoran las ganancias de peso en los ovinos, con una mayor ganancia en el peso de .191Kg/día debido a la manipulación de la flora ruminal como la obtenida en el aporte de silo láctico con bacterias celulolíticas las cuales promueven la utilización de los carbohidratos estructurales de las paredes celulares de los forrajes aumentando la calidad y cantidad de la proteína bacteriana lo cual se traduce en un a mayor ganancia en el peso de los ovinos, por lo cual el uso de silo de maíz láctico en la dieta es una mejor opción que el uso de silo de maíz no láctico en animales de pequeñas a medianas explotaciones, las cuales no pueden pagar alimento concentrado y utilizan los esquilmos de las cosechas para alimentación animal, ya que indudablemente la ganancia fue mayor en los animales del grupo 2 comparados con los del grupo 3, pero posiblemente la utilización de este silo láctico asociados a las propiedades de un forraje de calidad como lo es el rye grass aumentan indudablemente la ganancia de peso muy por arriba de los animales que no fueron pastoreados, por lo que el correcto uso de un forraje de alta calidad como el rye grass asociado con el silo de maíz láctico es una buena opción para la alimentación animal, siendo una alternativa para los pequeños productores de ovinos con resultados económicamente viables para una correcta cría de ovinos.

LITERATURA CITADA

- Acharya, B. Production system with goats. International conference on goats, Italia 20-27 abril, 1992.
- Aguilera, A., Gutiérrez, H. A., Alcántara, E., Pérez-Gil, F y Shimada, A. 1991. Tratamiento alcalino del rastrojo de maíz. I. Efecto en la digestibilidad *in vivo* e *in vitro* y la desaparición *in situ* en ovinos. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 25(1): 53 – 62..
- Algeo, J. W. 1978. Métodos de valorar subproductos agrícolas para la alimentación de rumiantes. Rev. Méx. Prod. Animal. 10:24– 33.
- Alonzo, J. I. 1981. Sistemas de cruzamiento moderno para la producción de corderos para abasto. Boletín informativo, Ciudad de México, D. F. 20:18.
- 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.
- Allden, W. G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock In: Molrey F. H. W. Grazing animals. Elsevier Scientific Pub. Co. New Yorck, USA: 289 – 307.
- Allen, M. S. and Mertens, D. R. 1988. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. J. Nutr. 188: 261 – 270.
- Allison, D. W. 1969. Forage lignins and their relationships to nutritive value. Proc. Nat. Conf. For: Qual. Eval. Utilization. Nebraska Center for continuing educatin lincon. Nebraska, USA En: Elías, A. 1983. Digestión de pastos y Forrajes Capítulo IV 187 – 246 En: Los pastos de Cuba. Ed. Intituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba 675 pp.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of official agricultural chemists. 16th ed. Washington. D.C. USA, 600pp.

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.

Bateman, J. V. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos Ed. Herrero Hernández México. 60pp.

Berger, L. L., Klopfenstein, T. J. and Briton, R. A. 1979. Effect of harvest date and chemical treatment on the feeding value of corn satklage. J. Anim. Sci. 49:1312 – 1315.

Bomiface, A. M., Murray, R. M. and Hogan, J. P. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proceedings 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 cynodion varieties. Nutrition Reports International 38(6):1201 – 1209.

Bryant, M. P. and Robinson, I. M. 1961. J. of Dairy Sci. 42: 1823 En Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrejes Capítulo IV 187 – 246 En Los pastos en cuba. Ed. Instituto de Ciencias Animal. La Habana Cuba: 675 pp.

Camping, 1970. Physical regulation of voluntary intake. In Physiology of Digestion and Metabolism in the ruminant. Philipson, A. Oriel press. Newcastle upon Tyne, 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.

Coombe, J. B. and Tribe, D. E. 1963. The effects of urea supplements on the utilization of straw plus molasses diets by sheep. Aust. J. Agric. Res. 14. 70 – 73.

Cruz, C. 1991. Engorda de los borregos Pelibuey en condiciones tropicales. Memorias de la tercera reunión de Producción animal tropical. CIEEG T- UNAM, Martínez de la Torre, Veracruz, México. pp. 29 – 37.

Chensson, A. and Forberg, C. W. 1988. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. 251 – 284 In Hobson, P. N. The rumen microbial ecosystem. Ed. Elsevier Applied Science. New York, USA: 527 pp.

Delgadillo P. C. 1998. Mejoramiento de un sistema de alimentación parcialmente biosostenible en cabras bajo Pastoreo Racional Técnico Móvil. **Tesis de Maestría**. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima.

Delgadillo, 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.

Dehority, B. A., Johnson, R. R., Bantley, O. C. and Moxon, A. L. 1958. Arch. Biochem Biophys. 78: 15 En Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes Capítulo IV 187 – 246 En Los pastos de Cuba. Ed. Instituto de Ciencias Animal. La Habana Cuba. 675 pp.

Dewhurst, R. J., Davies, D. R. and Merry, R. J. 2000. Microbial protein supplies from the rumen. Anim. Feed Sci. and technol. 85:1 – 21.

Dyer, I. A., Riquelme, E., Baribo, L. E. and Couch, B. Y. 1975. Waste cellulose as an energy source for animal protein production. *World Animal Review*. 15:39 – 44.

Elías, A. 1983. Digestion de pastos y forrajes Capítulo IV 187 – 246 En Los pastos en cuba. Ed. Instituto de Ciencias Animales. La Habana Cuba: 675pp.

Elliot, 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 Ruminant turnover. *Federation Proceedings*. 38:2702 – 2706.

FAO. 2002. Producción Anuario Estadístico. Roma Italia.

FAO. 2001. Producción Anuario Estadístico. Roma Italia.

Fernández, S. Riquelme, E. y González, S. 1981. Utilización de rastrojo de maíz. I. efectos del procesamiento físico y nivel de alimentación. *Memorias ALPA, VIII Reunión Brasil*. R – 14.

Fernández – Rivera, S. and Klopfenstein, J. 1989. Yield and quality components of corn crop residues and utilization of these residues by grazing cattle. *J. Anim. Sci.* 67:597 – 605.

Fernández, J. 1996. Complementación alimenticia en el rancho “Puente quemado” Colima, Col. México. (Nutricional 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 del esquilmo y subproductos agroindustriales en la producción animal. Rev. Méx. Prod. Animal. Vol. 15, suplemento 1:63 – 77.

Fondevila, M. and Dehority, B. A. 1995. Interaction between *Fibrobacter succinogenes*, *Prevotella ruminicola* and *Ruminococcus flavefaciens* in the digestion on cellulose from forages. J. Anim. Sci. 74:678 – 684.

Galina, M. 1994. Sistemas pecuarios biosostenibles y biodiversos. Av, Inves. Agropecuaria, vol 3 Numero 2:48-75

Galina, M., Hummel, J., Sánchez, M., Haenlein, G. 2004. Fattening Rambouillet lambs with corn stubble or alfalfa, slow intake urea supplementation or balanced concentrate. Small Rum Res 53:89-98

Galina, M., Ørskov, E. R., Perez – Gil, F. and Ortiz, R. M. A. 2002b. Effect of a slow intake urea supplementation on fattening of seers feed sugar cane tops (*Saccharum officinarum*) and maize (*Zea mays*) with or without SLCU. Ruminal fermentation, feed intake and digestibility. Lives Pord. Sci. In press.

Galina M. A., Guerrero, M. and Haenlein, G. F. W. 2002a. Effect of a controlled-released urea supplementation on growing kids feed corn stubble or alfalfa with a balanced concentrate. Ruminal Fermentation, feed intake, digestibility and nitrogen balanced. Small Rumin. Res. In press.

Galina M. A., Morales, R. and Haenlein, G. 2000b. Comparison of supplementing growing goat kids with feed containing non-protein nitrogen or traditional concentrate while grazing shrub range land in México. VII International Conference on Goats. Tours, France. 15 al 18 de Mayo. Proceedings. Tome 1:174 – 177.

Galina M. A., Guerrero, C. M., serrano G., Morales. R. and Haenlein, G. 2000a. Effect of complex catalytic supplementation with non protein nitrogen on Ruminant ecosystem of growing goats pasturing shrub land in México. *Small Rumin. Res.* (36):33 – 42.

Galina M. A. y M. Guerrero. 2000. Efecto de un alimento de aporte continuo de nitrógeno no proteico en la recría en las cabras de pastoreo. XII Reunión de Avances de Investigación. Trópico 2000. Cuautitlán, México. FES- Cuautitlan UNAM: 115 – 122.

Galina M. A., Puga, D. C., Hernández A. and Haenlein, G. 1998b. Biodiverse and biosustainable production systems with goats in México. Importance of a forage bank. *Small Rumin. Res.* 27 (1): 19 – 23.

Galina M. A., Morales, A. R., Jiménez, S. and Haenlein, G. F. W. 1998a. Performance of dairy goats pasturing shrub land in México supplemented with a urea molasses mineral block. *Adv. Agric. Res.* 7:15 – 22.

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.

Galyean, M. L. 1996. Protein level in beef cattle finishing diets: Industry application, University Research, and Systems Results. *J. Anim. Sci.* 74: 2860 – 2870.

Gall y Mena. 1972. Producción Ovina y Caprina. Departamento de Zootecnia. Segunda parte del ITESM. Nuevo León, México. Pp 1- 5.

García- López, R., Elías, A., Ruiz, R., Gómez, E. y Menchuca, M. A. 1987. Algunos indicadores fisiológicos y del ambiente Ruminant suplementadas con concentrado. *Rev. Cubana Cienc, Agric* 21(3):241 – 245.

García, E. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen (Modificationsof Köppen climatic classification system). Instituto de Geografía, UNAM, México, City, México. 33pp.

Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forege fiver analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). United States Departament od Agriculture, agriculture handbook *no.* 379. Agricultural Research Service, Washington, D. C.

Gusnet, P. and Demarde, Y. 1987. La regulation de lña lipolyse et la lipogenese chez les mammiferes. INRA. Paris, France, 197 pp.

Hennessy, D. W. and Wiliamson, P. J. 1983. The role and the energy or protein-rich supplements in the subtropics for young cattle consuming basal diesys the low in digestible energy and protein. *J. Agri. Sci.* 100: 657.

Herrera, R. S. 1983. La calidad de los pastos. Capítulo III 60 – 109 En: Los pastos de Cuba. Ed. Instituto de Ciencias Animal. La Habana Cuba 675 pp.

Hill, W. H. Seals, J. and Mentiegel, E. 1958. Destrion of animal and vegetable tissue by combustion in the Parr oxygen bomb. *AM. Ind. Hyg. Assoc. J.* 19, 378.

Houtert, M. F. J. 1993. The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages. A Review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 43: 189 – 225.

Hungante, R. E. 1966. The rumen microbial ecosystem. Ed. Elsevier Appliend Science. New York, USA: 527 pp.

INRA. 1988. Alimentation des Bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, Francia. Pp. 126 – 137.

Istasse, L., Reid, G. W., Tait, C. A. G. and Ørskov, E. R. 1986. Concentrates for dairy cows: Effects of feeding method proportion in diet and type. *Anim. Sci. technol.* 15:167 – 182.

Juergenson, E. M. 1979. *Prácticas aprobadas en la explotación del Ganado lanar.* C.E.C.S.A., México 377 pp.

Kempton, T. J., Nolan, J. V. and Leng, R. A. 1977. Principles for the use of nonprotein nitrogen and by-pass protein in diets for ruminants. *Wold. Animal Rev.* 22: 2 – 9.

Kevelenge, J. E., Said, A. N. y Kiflewahid. N. 1983. Valor nutritivo de cuatro subproductos de cultivo comúnmente utilizados para la alimentación de ganado lechero por los productores de pequeña escala en Kenya. (Nutritive value of tour by products in crops generally used for cattle nutrition in small farmers in Kenya) *Prod. Animal Tropical*, 8: 175 – 184.

Klopfenstein, J., Roth, L., Fernández – Rivera, S. and Lewis, M. 1987. Corn residues in beef production systems. *J. Anim. Sci.* 65:1139 – 1143.

Krouse, D. O. and Russell, J. B. 1996. How many ruminal bacteria are there?. *Symposium Ruminant Microbiology. Journal Dairy Sci.* 79: 1467 – 1475.

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., Choo, B. S. and Arreaza, C. 1991. Practical technology to optimize 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 pp.

Leng, R. A. 1991. Applications of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. FAO. Animal Production and Health Paper 90. Roma, Italia 146 pp.

Leng, 1990. Factors affecting the utilization of “poor quality” forages by ruminant animals particularly under tropical conditions. *Nutritional Res. Rev.* 3: 277 – 303.

Madrid, J., Hernández, F., Pulgar, M. A. and Cid, J. M. 1989. Effect of citrus by-product supplementation on the intake and digestibility of urea + sodium hydroxide-treated barley straw in goats. *Small Rumin. Res.* 28: 241 – 248.

Martín, 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: 120pp.

Martín, C. P. y Brito, M. 1997. Cantidad y tipo de proteína en dietas de forrajes de caña de azúcar pata toros. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 31:265 – 269.

Martín, 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.

Mayen, D, C. 1989. Producción ovina. AGT editor. Mexico

Meang, W. J., Chanag, M. B., Yun, H. S., and Chi, I. 1989. Dilution rates on the efficiency of rumen microbial growth in continuous culture. *Asian – Australian J. Anim. Sci.* 2: 477 – 480.

Mehrez, A. Z. and Ørskov, A. R. 1977. An study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 8: 645 – 650.

Milera, M. Martínez, J. 1997. Efecto de manejo intensivo racional sobre el comportamiento de gramíneas tropicales sin la aplicación de riego ni agroquímicos. *Pastos y forrajes.* 20: 150 –158

Moir, R. J. and Williams, V. J. 1950. Ruminal flora in the sheep. II The effect of the level of Res. 2:381 – 385.

Morales, A. R. Galina, M. A. and Haenlein, G. 2000b. Nutritional and economic effects of using complex catalytic feed supplementation to day dairy goats on low quality forage. VII International Conference on Goats. Tours, France. 15 – 18 Mayo Proceedings. Tome 1: 145 – 149.

Morales, A. R., Galina, M. A., Jiménez, S. and Haenlein, G. 2000a. Improvement of biosustainability of a goat feeding system with key supplementation. Small Rumin. Res. (35):97 – 105.

Morrison, M. 1996. Do ruminal bacteria exchange genetic material. Journal of Dairy Science. 79: 1476 – 1486.

Murillo J. C. 1999. Respuesta de una pradera de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Bermuda (*Cynodon dactylon*) y Guinea (*Panicum maximum*), a un sistema de pastoreo intensivo tecnificado móvil con bovinos de engorda. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. 111pp

Mould, F. L., Ørskov, E. R. and Mann, S. O. 1983. Associative 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, A. 1992. Sistemas biosostenibles y biodiversos en ovinos. U. de Colima 91-97

Noller, C. H., White, J. L. and Wheeler, W. E. 1980. Characterization of cement kiln dusts and Animal response. J. Dairy Sci. 63: 1947 – 1952.

Oh, J. H., Weir, W. C. and Longhurst, W. M. 1971. Feed values for sheep of cornstalks, rice straw and barley straw as compared with alfalfa. *J. Anim. Sci.* 32:343 – 346.

Oltjen, R. R., Slyter, L., Kozak, A. S. and Williams, E. 1968. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as NNP source for cattle. *J. of Nutr.* 94: 193 – 202.

Ortiz, R. M. A. Galina, M. A. and Carmana, M. M. A. 2002. Effect of a show non-protein nitrogen Ruminal supplementation on improvement of *Cynodon nlemfuensis* or *Brachiaria brizanta* utilization by Zebu steers. *Livestock Production Science.* 78(2): 125 – 131.

Ortiz, R. M. A., Haenlein, G. F. W. and Galina, M. 2001. Effects on feed intake and body weight gain when substituting Maize with sugar cane in diets for Zebu steers complemented with slow release urea supplements. *Indian J. of Animal Sci.* 16(2):239 – 245.

Ortiz, R. M. A. 2000. Efecto de un alimento complejo catalítico en asociación de forrajes y fuentes alternas de proteína en vovinos de engorda. (Effect of a complex catalytic feed in forages associations with alternative source of protein for steer fattening). Master Thesis. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, Colima, México.95pp.

Ørskov, E. R., Meehan, D. E., Macleod, N. A. and Kyle, D. J. 1999. Effect of glucose supply on fasting nitrogen excretion and effect of level and type of volatile acid on response to protein infusion in cattle. *Br. J. Nutr.* 81:389 – 393.

Ørskov, E. R. 1999. Supplemented strategies for ruminants and management of feeding to maximize utilization of roughages. *Preventive Veterinary Medicine.* 38:179 – 185.

Ørskov, E. R. and Ryle M. 1998. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publisher. LTD. London, U.K. 149pp.

Ørskov, E. R. 1998. Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuation supply of nutrients. *Small Rum. Res.* 28:1 – 8.

Ørskov, E. R. 1994. Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. *Livestock Prod. Sci.* 39:53 – 60.

Ørskov, E. R. 1992. Protein nutrition in ruminants. Second Edition. Academic press. London. San Diego. New York. Boston. Sydney. Tokyo. Toronto. 171pp.

Ørskov, E. R. 1991. Manipulation of fiber digestion in the rumen. *Proc. Nutr. Soc.* 50: 187 – 196.

Ørskov, E. R. 1982. Protein Nutrition on Ruminants. Academic Press New York, USA: 160 pp.

Ørskov, E. R., Hovell, F. and Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. (Use of the nylon bag to evaluate feeds). *Prod. Anim. Trop.* 5: 213 – 233.

Ørskov, E. R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 499 – 503.

Palma J. M., Rosado, J., Galina, M. y Espinoza, R. 1995. Algunas observaciones sobre la producción de carne de ovino en el trópico. *Memorias del curso Producción Animal en el trópico.* Colima Col. México. pp 29 – 36.

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. Armidale NSW, Australia.

Preston, T. R. and Leng, R. 1984. Supplementation of diets based on fibrous residues and by products In: Strow and other fibrous Byproducts as Feed (Sundstol and Owen, editors).

Preston, T. R., 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 processing. The sugar cane by derinding or chopping. Trop. Anim. Prod. 1:150 – 162.

Poppi, D. and McLennan, S. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. J. Anim. Sci. 73: 278 – 290.

Puga, D. C., Galina, M., Pérez-Gil, R. F., Sanguinés, G. L., Aguilera, B. A., Haenlein, G. F. W., Barajas, C. R. and Herrera, H. J. 2001b. Effect of a controlled – release urea supplementation on feed intake, digestibility, nitrogen balanced and Ruminant Kinetics of sheep fed low quality tropical forage. Small Rumin. Res. 41(1):9 – 18.

Puga, C., Galina. M. A., Prez-Gil, F., Sanguinés, G. L., Aguilera, B. A. and Haenlein, G. 2001a. Effect of a controlled – release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*) corn (*Zea mays*) and King grass (*Penisetum purpureum*). Ruminant Fermentation. Small Rumin. Res. 39: 269 – 276.

Riquelme, E. 1984. Efectos asociativos en dietas basadas en subproductos agrícolas. Rev. Méx. Prod. Anim. 16:13 – 24.

Russell and Wilson, D. B. 1996. Why are Ruminant cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH?. J. Dairy Sci. 79:1503 – 1509.

Russell, J. R., Young, A. W. and Jorgensen, N. A. 1979. Effect of sodium bicarbonate and limestone addition to high grain diets on feedlot performance and Ruminant fecal parameters in finishing steers. *J. of Anim. Sci.* 51(4):996 – 1002.

Ryu, D. D. 1989. Enhancement of nutritive value of cellulosic feed resources by pretreatment and bioconversion. *Biotechnology for livestock production*. FAO, New York and London:223 – 243.

San Martín, F., Pezo D., Ruiz, E. M., Vohnout, K. y Pun Li, H. H. 1983. Suplementación en bovinos con babano verde. I. Efecto sobre parámetros de digestión de la fibra en punta de caña. (Supplementation of cattle with green bananas I. Effect on digestion of sugar cane tops). *Prod. Animal Tropical*, 8: 232 – 239.

SAGARPA. Censo de ovinos 2001.

SAS. 1996. Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics, Version 6th. Edition. SAS Institute Inc Cary, North Carolina, USA.

Shimada, M. A. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparada. Copigraf. S. A. México, D. F. 373 pp.

Silva, A. T., Greenhalgh, J. F. F., and Ørskov, E. R. 1989. Influence of ammonia treatment and supplementation on the intake digestibility, weight gain of sheep and cattle on barley straw diets. *Anim. Prod.* 48: 99 – 108.

Silva, A. T. and Ørskov, E. R. 1988. The effect of five different supplements on the degradation of straw in sheep given untreated barley straw. *Anim. Sci. Tech* 19: 277 – 287.

Singh, B., Makkar, H. P. S. and Negi, S. S. 1992. The kinetics of digestion in ruminants. A Review. Indian J. Dairy Sci. 46 (3): 90 – 99.

Smith, L. W. 1984. Mineral and rumen function references. In: Nuclear Techniques in Tropical Animal Disease and Nutrition Disorders. International Atomic Energy Agency, Vienna, Australia, 79 – 96.

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.

Sudana, I. B. and Leng, R. A. 1986. Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or urea-molasses block and/or cottonseed meal on intake and liveweight changes in lambs. Anim. Feed Sci. Tech. 16: 25 -35.

Udén, P., Colucci, P. E. and Van Soest, P. J. 1980. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. J. Sci. Food Agric. 31: 625 – 632.

Valdés, G. y Delgado, A. 1990. Suplementación proteico – energético para la engorda de ganado con pasto y forrajes. En producción de carne en le trópico. EDICA Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 318 pp.

Van der Meer, J. M. and Van Es, A. J. H. 1987. Optimal degradation of linocellulosic feeds by ruminants and *in vitro* digestibility test. 21 -31 In Van del Meer, J. M. Rijkens, B. A. and Ferrati, M. P. 1987. Degradation of lignocellulosic in ruminants and in industrial processes Ed. Elsevier Applied Science. New York, USA:120 pp.

Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of ruminant, O. B. Books, Inc. Corvallis O. R. 467.

Ward, G. M., Ald., G. A., Greathouse, A. and Coveny, D. D. 1980. Cement lin dust in finishing lab diets. *J. of Anim. Sci.* 49(3):637 – 640.

Wells, J. and Russell, J. 1996. Why do many Ruminant bacteria die and lyse so quickly. *J. of Dairy Sci.* 79:1487 – 1495.

Weimer, P. 1996. Why don't Ruminant bacteria digest cellulose master. *J. of Dairy Sci.* 79:1496 – 1502.

Wheeler, W. E., Noller, C. H., and White, J. L. 1981b. Comparison between limestone and cement klin dusts for beef steers. *J. Anim. Sci.* 52(4): 873 – 881.

Wheeler, W. E., Noller, 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. *J. Anim. Sci.* 53(4):1120 – 1134.

Wheeler, W. E. and Oltjen, R. R. 1979. Cement klin dust in complete diets for finishing steers and growing lambs. *J. of Anim. Sci.* 48(3):658 – 665.

Wholt, J. C., Clark, J. H. and Blaisdell, F. S. 1978. Nutritional value of urea versus preformed protein for ruminants. II Nitrogen utilization by dairy cows fed corn based diets containing supplemented nitrogen from urea and/or soybean. *J. Dairy Sci.* 61:916 – 922.

Wilson, J. R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. *J. of Agri. Sci. Cambridge.* 122: 173 – 182.

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

ANEXOS

Ganancia de peso por día y en 114 días para el Grupo 1.

Grupo 1 # arete	# Experimental	05-Feb-04	19-May-04	X Ganancia diaria	Ganancia total
25	1	31	51	0.192307692	20
101	2	35	55	0.192307692	20
198	3	33	55	0.211538462	22
282	4	33	53	0.192307692	20
320	5	27	48	0.201923077	21
389	6	29	48	0.182692308	19
504	7	26	44	0.173076923	18
509	8	28	48	0.192307692	20
876	9	28	45	0.163461538	17
896	10	29	49	0.192307692	20
907	11	30	54	0.230769231	24
987	12	35	54	0.182692308	19
1000	13	32	53	0.201923077	21
1678	14	29	52	0.221153846	23
1695	15	37	56	0.182692308	19
1715	16	32	56	0.230769231	24
1760	17	30	54	0.230769231	24
1786	18	32	49	0.163461538	17
2356	19	36	54	0.173076923	18
3265	20	35	52	0.163461538	17
3777	21	30	51	0.201923077	21
3987	22	34	52	0.173076923	18
4560	23	35	56	0.201923077	21
4895	24	35	52	0.163461538	17
5080	25	33	55	0.211538462	22
5173	26	35	54	0.182692308	19
5191	27	30	53	0.221153846	23

5243	28	28	50	0.211538462	22
5325	29	35	49	0.134615385	14
5360	30	33	53	0.192307692	20
5393	31	25	45	0.192307692	20
5394	32	30	44	0.134615385	14
5417	33	29	47	0.173076923	18
5432	34	29	50	0.201923077	21
5432	35	27	48	0.201923077	21
5433	36	25	52	0.259615385	27
5440	37	34	54	0.192307692	20
5441	38	32	54	0.211538462	22
5466	39	37	54	0.163461538	17
5586	40	24	39	0.144230769	15
5587	41	27	55	0.269230769	28
5657	42	40	58	0.173076923	18
5680	43	32	52	0.192307692	20
5691	44	35	54	0.182692308	19
5717	45	33	54	0.201923077	21
5757	46	27	48	0.201923077	21
5761	47	42	62	0.192307692	20
5765	48	37	59	0.211538462	22
5769	49	40	57	0.163461538	17
5787	50	35	48	0.125	13
5824	51	40	54	0.134615385	14
5834	52	33	55	0.211538462	22
5842	53	30	52	0.211538462	22
5847	54	35	56	0.201923077	21
5860	55	32	54	0.211538462	22
5863	56	32	48	0.153846154	16
5873	57	24	44	0.192307692	20

5874	58	35	54	0.182692308	19
5879	59	31	52	0.201923077	21
5889	60	28	45	0.163461538	17
5894	61	27	48	0.201923077	21
5894	62	34	54	0.192307692	20
5902	63	31	42	0.105769231	11
5908	64	31	45	0.134615385	14
5912	65	42	56	0.134615385	14
5918	66	27	44	0.163461538	17
5919	67	29	55	0.25	26
5945	68	35	52	0.163461538	17
5983	69	32	54	0.211538462	22
5991	70	31	50	0.182692308	19
5999	71	37	56	0.182692308	19
6026	72	33	48	0.144230769	15
6035	73	27	45	0.173076923	18
6055	74	37	62	0.240384615	25
6057	75	40	61	0.201923077	21
6112	76	29	49	0.192307692	20
6232	77	32	55	0.221153846	23
6400	78	35	56	0.201923077	21
6402	79	29	45	0.153846154	16
6407	80	34	54	0.192307692	20
6453	81	30	43	0.125	13
6465	82	34	56	0.211538462	22
6591	83	37	48	0.105769231	11
6594	84	27	42	0.144230769	15
6597	85	27	48	0.201923077	21
6600	86	45	66	0.201923077	21
6808	87	40	55	0.144230769	15

6901	88	27	47	0.192307692	20
6912	89	39	59	0.192307692	20
6958	90	32	49	0.163461538	17
7497	91	38	55	0.163461538	17
7823	92	34	48	0.134615385	14
7892	93	33	53	0.192307692	20
8000	94	35	46	0.105769231	11
8787	95	32	47	0.144230769	15
8795	96	28	48	0.192307692	20
9006	97	27	36	0.086538462	9
9100	98	35	58	0.221153846	23
9898	99	25	48	0.221153846	23
10003	100	35	57	0.211538462	22
10586	101	32	58	0.25	26
11812	102	35	53	0.173076923	18
16595	103	32	50	0.173076923	18
30000	104	29	51	0.211538462	22
33300	105	38	58	0.192307692	20
35841	106	34	54	0.192307692	20
50890	107	39	53	0.134615385	14
59486	108	33	55	0.211538462	22
61230	109	36	56	0.192307692	20
63298	110	37	60	0.221153846	23
69874	111	24	43	0.182692308	19
75980	112	39	58	0.182692308	19
84576	113	35	58	0.221153846	23
92476	114	31	52	0.201923077	21
92480	115	30	52	0.211538462	22
111080	116	26	49	0.221153846	23
111807	117	41	59	0.173076923	18

111810	118	25	49	0.230769231	24
111813	119	31	52	0.201923077	21
159765	120	30	48	0.173076923	18
358951	121	30	52	0.211538462	22
912540	122	30	52	0.211538462	22
1513256	123	27	49	0.211538462	22
3200200	124	30	54	0.230769231	24
Sn	125	30	55	0.240384615	25
Sn	126	33	54	0.201923077	21
Sn	127	32	53	0.201923077	21
Sn	128	30	55	0.240384615	25
Sn	129	34	56	0.211538462	22
Sn	130	45	67	0.211538462	22
Sn	131	26	48	0.211538462	22
Sn	132	31	53	0.211538462	22
Sn	133	33	53	0.192307692	20
Sn	134	30	50	0.192307692	20
Sn	135	34	58	0.230769231	24
Sn	136	34	54	0.192307692	20
Sn	137	32	56	0.230769231	24
Sn	138	25	48	0.221153846	23
Sn	139	27	47	0.192307692	20
Sn	140	28	48	0.192307692	20
Sn	141	32	53	0.201923077	21
Sn	142	27	48	0.201923077	21
Sn	143	30	60	0.288461538	30
Sn	144	37	62	0.240384615	25
X		32.1597222	52.0555556	0.19130609	19.896

Ganancia de peso por día y en 114 días para el Grupo 2.

Grupo 2	# Experimental	05-Feb-04	19-May-04	X Ganancia diaria	Ganancia total
35	1	33	42	0.086538462	9
48	2	37	48	0.105769231	11
49	3	35	45	0.096153846	10
55	4	30	41	0.105769231	11
58	5	30	42	0.115384615	12
59	6	30	44	0.134615385	14
95	7	27	40	0.125	13
125	8	25	37	0.115384615	12
126	9	30	46	0.153846154	16
279	10	31	45	0.134615385	14
322	11	34	44	0.096153846	10
322	12	36	51	0.144230769	15
549	13	30	53	0.221153846	23
555	14	28	41	0.125	13
569	15	35	45	0.096153846	10
590	16	35	43	0.076923077	8
625	17	35	44	0.086538462	9
687	18	30	41	0.105769231	11
708	19	38	45	0.067307692	7
908	20	38	52	0.134615385	14
954	21	29	44	0.144230769	15
956	22	33	42	0.086538462	9
999	23	32	40	0.076923077	8
1120	24	37	45	0.076923077	8
1780	25	29	42	0.125	13
1787	26	31	45	0.134615385	14
2884	27	35	49	0.134615385	14

3006	28	28	38	0.096153846	10
3200	29	36	48	0.115384615	12
3333	30	35	44	0.086538462	9
5171	31	27	46	0.182692308	19
5197	32	32	44	0.115384615	12
5244	33	30	45	0.144230769	15
5340	34	26	35	0.086538462	9
5365	35	30	42	0.115384615	12
5393	36	24	39	0.144230769	15
5394	37	30	44	0.134615385	14
5417	38	36	42	0.057692308	6
5432	39	30	43	0.125	13
5433	40	26	39	0.125	13
5435	41	34	43	0.086538462	9
5442	42	38	49	0.105769231	11
5443	43	30	42	0.115384615	12
5465	44	35	44	0.086538462	9
5498	45	33	39	0.057692308	6
5505	46	30	40	0.096153846	10
5652	47	40	52	0.115384615	12
5756	48	29	39	0.096153846	10
5780	49	38	51	0.125	13
5784	50	38	48	0.096153846	10
5843	51	39	50	0.105769231	11
5864	52	37	47	0.096153846	10
5867	53	33	42	0.086538462	9
5870	54	36	41	0.048076923	5
5872	55	33	40	0.067307692	7
5890	56	32	39	0.067307692	7
5894	57	25	44	0.182692308	19

5900	58	39	45	0.057692308	6
5910	59	27	42	0.144230769	15
5916	60	27	35	0.076923077	8
5920	61	28	41	0.125	13
5921	62	36	44	0.076923077	8
6012	63	32	42	0.096153846	10
6052	64	34	45	0.105769231	11
6116	65	40	48	0.076923077	8
6202	66	25	39	0.134615385	14
6205	67	25	35	0.096153846	10
6229	68	33	44	0.105769231	11
6407	69	30	42	0.115384615	12
6410	70	30	40	0.096153846	10
6421	71	38	45	0.067307692	7
6456	72	30	39	0.086538462	9
6459	73	30	40	0.096153846	10
6490	74	35	46	0.105769231	11
6498	75	41	50	0.086538462	9
6498	76	30	44	0.134615385	14
6584	77	35	49	0.134615385	14
6587	78	38	50	0.115384615	12
6666	79	30	48	0.173076923	18
6809	80	33	45	0.115384615	12
6920	81	29	43	0.134615385	14
6926	82	30	42	0.115384615	12
6932	83	35	48	0.125	13
6947	84	27	42	0.144230769	15
6955	85	30	37	0.067307692	7
6978	86	42	55	0.125	13
7865	87	39	55	0.153846154	16

7894	88	30	37	0.067307692	7
7895	89	38	48	0.096153846	10
7986	90	35	49	0.134615385	14
8011	91	42	55	0.125	13
9105	92	30	40	0.096153846	10
9856	93	30	42	0.115384615	12
10809	94	32	46	0.134615385	14
12120	95	37	47	0.096153846	10
12165	96	35	48	0.125	13
12594	97	30	39	0.086538462	9
20109	98	44	55	0.105769231	11
20800	99	35	42	0.067307692	7
35620	100	36	45	0.086538462	9
45860	101	40	51	0.105769231	11
59430	102	36	45	0.086538462	9
59458	103	33	44	0.105769231	11
59760	104	30	39	0.086538462	9
61222	105	35	49	0.134615385	14
63200	106	36	44	0.076923077	8
64123	107	37	48	0.105769231	11
65041	108	30	42	0.115384615	12
69800	109	40	44	0.038461538	4
79465	110	39	45	0.057692308	6
90004	111	28	34	0.057692308	6
94875	112	35	47	0.115384615	12
95203	113	35	47	0.115384615	12
101069	114	38	51	0.125	13
329795	115	40	53	0.125	13
598600	116	29	39	0.096153846	10
612430	117	43	52	0.086538462	9

613254	118	30	42	0.115384615	12
665348	119	38	49	0.105769231	11
785532	120	28	50	0.211538462	22
843546	121	27	45	0.173076923	18
965345	122	35	45	0.096153846	10
965346	123	25	39	0.134615385	14
965349	124	35	46	0.105769231	11
Sn	125	27	42	0.144230769	15
Sn	126	27	47	0.192307692	20
Sn	127	28	45	0.163461538	17
Sn	128	24	43	0.182692308	19
Sn	129	30	44	0.134615385	14
Sn	130	30	45	0.144230769	15
Sn	131	26	38	0.115384615	12
Sn	132	27	39	0.115384615	12
Sn	133	30	45	0.144230769	15
Sn	134	27	42	0.144230769	15
Sn	135	29	47	0.173076923	18
Sn	136	30	45	0.144230769	15
Sn	137	30	43	0.125	13
Sn	138	24	39	0.144230769	15
Sn	139	27	40	0.125	13
Sn	140	25	38	0.125	13
Sn	141	27	41	0.134615385	14
Sn	142	25	40	0.144230769	15
Sn	143	28	45	0.163461538	17
Sn	144	30	49	0.182692308	19
X		32.2777778	44.1319444	0.113982372	11.85416667

Ganancia de peso por día y en 114 días para el Grupo 3.

Grupo 3	# Experimental	05-Feb-04	19-May-04	Ganancia diaria	Ganancia total.
1	1	30	39	0.086538462	9
4	2	39	45	0.057692308	6
5	3	34	39	0.048076923	5
6	4	35	41	0.057692308	6
7	5	28	41	0.125	13
9	6	31	40	0.086538462	9
10	7	25	33	0.076923077	8
11	8	24	34	0.096153846	10
12	9	27	35	0.076923077	8
13	10	32	41	0.086538462	9
14	11	33	44	0.105769231	11
15	12	36	43	0.067307692	7
16	13	31	41	0.096153846	10
78	14	27	35	0.076923077	8
123	15	36	42	0.057692308	6
136	16	33	40	0.067307692	7
222	17	36	44	0.076923077	8
236	18	30	41	0.105769231	11
238	19	34	45	0.105769231	11
350	20	40	52	0.115384615	12
389	21	29	40	0.105769231	11
432	22	35	42	0.067307692	7
465	23	34	40	0.057692308	6
495	24	33	45	0.115384615	12
577	25	30	42	0.115384615	12
593	26	32	45	0.125	13

598	27	29	49	0.192307692	20
638	28	25	33	0.076923077	8
865	29	30	44	0.134615385	14
907	30	30	38	0.076923077	8
1113	31	25	31	0.057692308	6
1569	32	28	39	0.105769231	11
1780	33	32	40	0.076923077	8
3002	34	30	39	0.086538462	9
3009	35	25	37	0.115384615	12
4001	36	27	35	0.076923077	8
4646	37	35	44	0.086538462	9
4659	38	29	44	0.144230769	15
5435	39	35	43	0.076923077	8
5439	40	25	36	0.105769231	11
5446	41	30	39	0.086538462	9
5448	42	28	49	0.201923077	21
5468	43	33	42	0.086538462	9
5483	44	35	44	0.086538462	9
5500	45	30	39	0.086538462	9
5566	46	25	32	0.067307692	7
5686	47	39	52	0.125	13
5716	48	32	39	0.067307692	7
5719	49	29	51	0.211538462	22
5762	50	32	38	0.057692308	6
5787	51	25	38	0.125	13
5790	52	30	45	0.144230769	15
5828	53	30	35	0.048076923	5
5865	54	30	40	0.096153846	10
5876	55	29	38	0.086538462	9
5879	56	29	40	0.105769231	11

5891	57	30	44	0.134615385	14
5900	58	30	45	0.144230769	15
5902	59	25	39	0.134615385	14
5905	60	25	35	0.096153846	10
5909	61	30	38	0.076923077	8
5919	62	38	45	0.067307692	7
5926	63	29	44	0.144230769	15
5974	64	28	40	0.115384615	12
5989	65	34	46	0.115384615	12
6000	66	31	40	0.086538462	9
6004	67	30	39	0.086538462	9
6023	68	29	40	0.105769231	11
6054	69	30	43	0.125	13
6072	70	29	40	0.105769231	11
6111	71	37	44	0.067307692	7
6206	72	35	42	0.067307692	7
6211	73	32	40	0.076923077	8
6230	74	35	47	0.115384615	12
6412	75	39	49	0.096153846	10
6485	76	32	39	0.067307692	7
6487	77	30	41	0.105769231	11
6589	78	39	45	0.057692308	6
6592	79	32	45	0.125	13
6593	80	30	40	0.096153846	10
6595	81	28	43	0.144230769	15
6597	82	32	44	0.115384615	12
6598	83	37	48	0.105769231	11
6800	84	28	35	0.067307692	7
6828	85	30	40	0.096153846	10
6937	86	40	51	0.105769231	11

6943	87	35	55	0.192307692	20
6954	88	31	39	0.076923077	8
6984	89	35	47	0.115384615	12
7620	90	27	38	0.105769231	11
7826	91	26	39	0.125	13
7895	92	28	35	0.067307692	7
8020	93	35	44	0.086538462	9
8060	94	30	44	0.134615385	14
9875	95	29	42	0.125	13
10078	96	28	48	0.192307692	20
15987	97	33	40	0.067307692	7
18547	98	26	39	0.125	13
29875	99	30	44	0.134615385	14
32300	100	37	45	0.076923077	8
59435	101	35	43	0.076923077	8
59456	102	36	44	0.076923077	8
60003	103	35	43	0.076923077	8
60520	104	27	35	0.076923077	8
62004	105	40	47	0.067307692	7
80808	106	39	46	0.067307692	7
92478	107	25	34	0.086538462	9
92481	108	31	40	0.086538462	9
92489	109	34	44	0.096153846	10
92491	110	24	35	0.105769231	11
92605	111	40	48	0.076923077	8
92653	112	30	44	0.134615385	14
92655	113	33	39	0.057692308	6
92659	114	40	46	0.057692308	6
92900	115	30	39	0.086538462	9
93000	116	39	48	0.086538462	9

93002	117	39	51	0.115384615	12
93005	118	39	47	0.076923077	8
93009	119	35	45	0.096153846	10
93010	120	40	47	0.067307692	7
93589	121	39	46	0.067307692	7
93590	122	40	46	0.057692308	6
93592	123	38	47	0.086538462	9
93593	124	40	46	0.057692308	6
Sn	125	28	35	0.067307692	7
Sn	126	30	39	0.086538462	9
Sn	127	39	48	0.086538462	9
Sn	128	33	40	0.067307692	7
Sn	129	39	46	0.067307692	7
Sn	130	36	42	0.057692308	6
Sn	131	30	39	0.086538462	9
Sn	132	30	41	0.105769231	11
Sn	133	29	39	0.096153846	10
Sn	134	35	46	0.105769231	11
Sn	135	31	42	0.105769231	11
Sn	136	38	49	0.105769231	11
Sn	137	37	48	0.105769231	11
Sn	138	30	39	0.086538462	9
Sn	139	32	41	0.086538462	9
Sn	140	20	32	0.115384615	12
Sn	141	40	48	0.076923077	8
Sn	142	30	39	0.086538462	9
Sn	143	25	37	0.115384615	12
Sn	144	45	53	0.076923077	8
X		32.0416667	41.9791667	0.095552885	9.938

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

