

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

División De Ciencia Animal



**Evaluación Económica-Productiva del Rastrojo de Maíz en
la Engorda Intensiva de Corderos**

**P O R:
Jesús Oropeza Landa**

T E S I S

**Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título De:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MÉXICO.
OCTUBRE DE 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
División De Ciencia Animal



Evaluación Económica-Productiva del Rastrojo de Maíz en la Engorda Intensiva
de Corderos

P O R:
Jesús Oropeza Landa

T E S I S

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA.

Presidente del jurado calificador

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Sinodal

sinodal

M.C. Lorenzo Suárez García

Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Coordinador de la división de ciencia animal

Dr. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Octubre de 2006

DEDICATORIA

A mis padres:

Manuel Oropeza Castillo

Rosa Maria Landa Huerta

Por apoyarme en cada momento de mi vida, por su amor y comprensión que durante todo este tiempo me han llenado de fuerzas, entusiasmo y perseverancia para alcanzar mis metas, por haberme brindado un hogar y la educación que me ha encausado a ser un hombre de bien, por depositar en mi toda su confianza, por todo esto y mucho mas, a ellos por ser mis padres.

A mis hermanos:

Guadalupe Oropeza Landa

Víctor Manuel Oropeza Landa

Fernando Oropeza Landa

Que compartieron conmigo momentos de trabajo, de tristeza y sobre todo, momentos de alegría, de risas, sueños, felicidad e ilusión, por ser un motivo mas de superación, por ser la chispa que mantienen el fuego de la hoguera en la familia y por su apoyo incondicional, a ustedes hermanos para que sigamos siempre unidos.

A mi abuelo:

Alfonso Oropeza León †

Que es para mi claro ejemplo de superación, disciplina, respeto y admiración. Por haber sabido darle nombre a la familia con su templanza, honradez, sencillez, sabiduría y el don de servir a la gente de bien.

A la ingeniero:

Rosaura López Huerta

Por sus delicadas palabras llenas de entusiasmo, motivación y estímulo a seguirme superando, por compartir conmigo momentos de alegría, por sus consejos de sabiduría y por escucharme en momentos difíciles, a ella.

AGRADECIMIENTOS

*A mi dios, **Dios bendito** que me ha elegido a mi para estar en este lugar, en este momento, en este mundo. Por permitirme haber concluido con éxito esta etapa y por darme la dicha del entendimiento, del conocimiento, simplemente por darme la vida, gracias Dios mío.*

Mi más sincero agradecimiento a los asesores: Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez, M.C. Lorenzo Suárez García é Ing. José Rodolfo Peña Oranday, por su valiosa contribución y sugerencias para la realización del presente escrito.

De forma especial al Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez por su apoyo desinteresado durante mis estudios.

Como un reconocimiento especial a mis mejores maestros durante la carrera: al M.C. Lorenzo Suárez García, Q.F.B. Laura E. Padilla González y al Dr. Carlos J. De Luna Villarreal, por la forma de transmitir sus conocimientos, por su empeño y profesionalismo.

A mi **ALMA TERRA MATER**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme todos los medios y herramientas para superarme personal y profesionalmente.

Al señor Isaías García é hijos, Ing. Isaías García Hernández, Ing. José Antonio García H., por brindarme su apoyo y los medios para realizar este trabajo en su granja.

A mis paisanos: Teresa Rodrigues Cayetano, José Peralta Bello, Alfredo Ruiz Pérez, por su apoyo y tan apreciable amistad que estando tan lejos de mi tierra ellos fueron mi segunda familia quien pudo ver por mi.

A Cesar Iturbide Flores y a todos mis demás compañeros de la especialidad por su apoyo y amistad durante mi estancia en la universidad.

A José Daniel Reyes Virgen, por su grata amistad, apoyo desinteresado y ese humor que contagia. A Javier, Tere, Daniel, Toño y Cristian que además de compartir con migo un techo me han brindado su amistad.

A mis amigos del pueblo con quienes he vivido innumerables aventuras y he compartido ideas de superación, por que una amistad sincera es lo más valioso que nos podemos llevar de este mundo.

A toda mi gente con quien me siento comprometido por el simple hecho de ser mexicano y de haber tenido yo la oportunidad de alcanzar este grado, y por que con su contribución hacen posible la educación pública y gratuita, mil gracias.

De una forma muy especial quiero expresar en este espacio mis más sinceros agradecimientos a los fundadores de la agrupación musical "Mariachi San José" por darme la oportunidad y haberme enseñado a expresar y transmitir alegría, entusiasmo y motivación a la gente mediante la música mexicana que además de ser un gusto y satisfacción fue una fuente de ingresos para yo poder continuar mis estudios de bachillerato.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda de carne en general ha venido incrementando cada vez mas por lo que se ha tenido que recurrir a nuevas alternativas diferentes a las de carne de pollo y res, la tendencia sobre la demanda es hacia carnes magras de buena calidad en sabor, consistencia, color y que además se ofrezcan precios bajos.

Una opción atractiva en la actualidad es la carne de ovino, cuya demanda aun no se ha podido cubrir con producto nacional y se ha tenido que recurrir a la importación de países como Estados Unidos y Australia. La ovinocultura hoy por hoy representa un papel muy importante en la producción de carne. En los últimos siete años esta actividad ha mostrado cambios radicales y se ha presentado como una alternativa económicamente viable para el sector pecuario nacional, por lo que es de suma importancia motivar e incentivar a la gente interesada o que esta por iniciarse en la actividad y a los productores existentes, ya que se puede tener un desarrollo de la ovinocultura en áreas no tradicionales con bajos costos de producción, se deben de reconvertir áreas agricolas a ganaderas, consolidar las organizaciones de productores para pasar de una actividad de ahorro familiar a una actividad rentable.

Algunas de las ventajas que ofrece esta actividad es la relacion costo-precio de venta ya que es aceptable además se viene consolidando rápidamente una ovinocultura rentable que ha permitido aumentar producción e inventario, se tiene la posibilidad de sustituir importaciones, sin embargo los costos de producción inferiores y mayores inventarios de países competidores obligan a mejorar la baja eficiencia y productividad que aun se tiene, es necesario integrarse a la cadena de

la industria ajustándose a las necesidades del mercado, ser eficientes y competitivos, ofertar: calidad, abasto oportuno y buen precio.

Por todo esto es urgente y preciso promover la adopción de nuevos y mejores paquetes tecnológicos que incluyan la comprensión de procesos administrativos, financieros, económico-productivos y de sustentabilidad de los recursos.

Es de suma importancia buscar alternativas de producción eficientes en la ovinocultura, que permitan aumentar la cantidad de carne mejorar la baja eficiencia y productividad.

Como es bien sabido la alimentación representa el mayor de los costos de producción dentro de cualquier explotación pecuaria llegando a alcanzar hasta el 80 % de los mismos, por lo que las tendencias de la producción ovina en México y en el mundo es hacia la conversión eficiente de alimento, engordas intensivas, uso de dietas alimenticias mas eficientes y baratas que permitan mayores ganancias y precios bajos.

El uso eficiente de forrajes en la alimentación ayuda a reducir costos en la producción, ya que son el subproducto más abundante en la mayoría de los estados del país. Los productores por mucho tiempo han usado los esquilmos de maíz para la alimentación del ganado pero no se han preocupado por hacer mas eficiente su uso mediante técnicas de procesamiento químico y/o mecánico que estén disponibles en la región, que sean económicas y no sea complicado llevarlas acabo, que no se requiera de personal altamente calificado y que estas practicas ayuden a mejorar el consumo por los animales y su conversión alimenticia, al mismo tiempo que les ayude a obtener mas y mejores ganancias económicas.

OBJETIVOS:

- Evaluar el comportamiento productivo y económico de corderos en engorda alimentados con una dieta a base de concentrado y 30 % de rastrojo de maíz tratado física y químicamente (entero, picado y molido, con y sin melaza y urea respectivamente).
- Determinar la mejor opción entre los tratamientos que ofrezcan el mayor aumento de peso y la más alta obtención de utilidades.

HIPÓTESIS.

El rastrojo de maíz, molido con melaza y urea, usado en la dieta de los corderos en engorda ofrece el mejor comportamiento productivo y reduce los costos de producción dando mejores utilidades.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Importancia de la ovinocultura en México

En la actualidad la producción de carne ovina representa el objeto central de la ovinocultura comercial nacional. Sin embargo la demanda nacional de carne de ovino ha crecido en los últimos años, por lo que el déficit nacional es muy grande y se debe buscar la forma de satisfacerlo a corto plazo; una de las formas inmediatas de satisfacer estas necesidades del mercado es mediante la importación de carne de ovino, pero esta no es la ruta mas viable, por lo que las engordas intensivas son una posibilidad recomendable.

Para el año 2000 la población nacional de ganado ovino se estimó en 6,164,755 cabezas (SIAP-SAGARPA, 2004), mientras que la producción de carne para el mismo año fue de 33,390 toneladas (INEGI, 2004). La ovinocultura tiene una baja participación dentro de la ganadería nacional, para el año 2003 la producción de carne de ovino fue de 39,839 ton mientras que para el ganado bovino fue de 1,496,030 (INEGI, 2004). El consumo nacional aparente (CNA) de carne de ovino creció considerablemente en la década pasada, aumentando de 47,211.1 ton en 1990 a 94,776.6 ton en 2000, sin embargo únicamente el 37.9 % de dicho consumo fue cubierto con carne nacional mientras que el restante 62.1 % corresponde a carne importada (SAGARPA, 2002). Es evidente el crecimiento que tuvieron las importaciones de carne de ovino en la pasada década, mientras que en 1990 las importaciones participaron únicamente con el 47.7 % del CNA, para el 2000 lo hicieron con el 62.1 % (SAGARPA, 2002).

2.2. Nutrición ovina

La alimentación representa los más altos costos de la producción, tomados como un solo factor, de todos los que intervienen en las operaciones de la cría. Al

formular las raciones para que se genere la máxima producción estas deben ser eficientes y económicas, para bajar los costos y reducir al mínimo los problemas que se relacionan con la nutrición. Es esencial conocer los requerimientos nutricionales del animal, la composición nutritiva de los alimentos que se tienen a la mano y como estos alimentos pueden ser suplementados para llenar los requerimientos totales (Scout, 1975).

Los ovinos al igual que los demás animales domésticos, necesitan de los siguientes nutrientes para mantenimiento y producción: agua, energía, proteína, minerales y vitaminas (Orcasberro, 1983).

Agua

El agua es esencial para una exitosa producción ovina y los productores deben planificar una abundante provisión de agua limpia cuando están planificando su explotación. La calidad del agua es de gran importancia para los ovinos. Estos no consumen agua de baja calidad como las de gusto extraño, mal olor, contaminada, etc. Si los ovinos son forzados a tomar agua de baja calidad la producción se reducirá significativamente. Una gran cantidad de trabajo y dinero se ahorra si se planea bien el suministro de agua de buena calidad, en los corrales, potreros, pasturas y bretes de corderos. El agua es obtenida por los ovinos en forma de agua libre y su consumo se relaciona con el alimento ingerido y la temperatura ambiente (Scout, 1975).

Energía

La limitación más común de los nutrientes en los ovinos es la energía. Aunque los alimentos más abundantes son los que proveen este nutriente, los ovinos son simplemente subnutridos. Las mayores fuentes de energía de los ovinos son: heno, ensilado, y granos tales como: maíz, cebada, milo, trigo y avena (Scout, 1975).

Los corderos prefieren alimentos altos en energía adquiriendo preferencias fuertes incluso para alimentos pobremente nutritivos como las pajas (Villalba y Provenza, 1999).

La energía juega un papel primordial en la preferencia del alimento por los corderos (Provenza, 1996). La concentración de energía para corderos en finalización con pesos vivos promedio de 30 a 50 kg de peso vivo, comprende niveles de energía metabolizable (EM) de 2.5 a 2.8 megacalorías / kg de materia seca propuestos por la NRC (1985).

Concentraciones energéticas menores a 2.4 Mcal de EM limitan el consumo por la distensión del tracto digestivo, cuando los ovinos son alimentados con forrajes, mientras que si la concentración energética es mayor, como sucede con dietas altas en granos, el animal tiende a reducir la cantidad de ingesta ya que el consumo esta regulado por factores metabólicos (Church y Ponnd, 1986).

Proteína

La proteína presente es el nutriente mas critico; tanto en el aspecto económico como en el fisiológico, para que se logren los mejores resultados para ganado en crecimiento y en engorda (Tapia, 1998).

La cantidad de proteína en la ración de los ovinos, es mucho más importante que la calidad de la proteína, esto depende del potencial genético y ritmo de crecimiento de los ovinos. El tipo de proteína ingerida cambia completamente por la acción de los microorganismos cuando llegan al rumen. Esto no es verdad en los corderos muy jóvenes, cuya actividad del rumen es muy poca o nula. Las bacterias toman el nitrógeno de la porción de las proteínas

ingeridas y en proceso doble de descomposición y síntesis, construyen la proteína de su protoplasma. Las bacterias y protozoarios mueren y son arrastrados hacia el verdadero estomago o intestino delgado, allí son atacados por los jugos digestivos normales y descompuestos en sus componentes simples, llamados aminoácidos, que son absorbidos y utilizados por el ovino. Por esta razón, estos pueden utilizar en sus dietas nitrógeno proteico y no proteico (Scout, 1975).

Cuando se administran dietas de nivel energético bajo que generan pequeñas ganancias de peso, aumentar la proteína se traduce en su utilización por el animal como fuente de energía y no en la síntesis de tejido magro. Sin embargo, con niveles de ingestión que proporcionan crecimientos por encima de los 200g / día, un incremento de la tasa proteica mejora significativamente la velocidad de crecimiento. Si el nivel proteico de la dieta es bajo se origina una disminución de la ganancia diaria, un empeoramiento del índice de transformación del alimento y un aumento de los depósitos grasos (Purroy *et al.*, 1992; citados por Daza, 1997).

En engordas que terminan con pesos bajos al sacrificio (25 a 30 Kg.) el aumento de la tasa proteica mejora la ganancia diaria, fenómeno que no se observa, para pesos de sacrificio de alrededor de 40 kg. En definitiva, puede recomendarse, para engordas de corta duración entre 13 a 15 y 23 a 28 Kg., dietas que contengan de un 16 a un 18 % de proteína respectivamente, pudiendo disminuir estas tasas en el caso de dietas de alta palatabilidad, debiéndose tener la precaución, cuando se administran raciones de alta concentración de proteína para reducir el efecto de la depresión de la ingestión que pudiera ocasionarse como consecuencia de la ingestión de un concentrado muy rico en energía (Daza, 1997).

La suplementación proteica aumenta el consumo y digestibilidad del rastrojo de maíz molido (Luna y Jiménez, 1990). Los mejores resultados biológicos se presentan cuando se aporta proteína degradable y no degradable en rumen. La deficiencia de proteína limita el crecimiento de los microorganismos ruminales y por ende la digestibilidad del alimento consumido.

La deficiencia de amoníaco en el rumen reduce la extensión y eficiencia de la función del rumen. La deficiencia o desbalance de aminoácidos a nivel muscular resulta en un decremento en la síntesis de proteína, al igual que reduce el consumo y la eficiencia de utilización de alimento. La tasa de crecimiento y la producción de leche y lana reaccionan a un inadecuado consumo de proteína. Una deficiencia extrema resulta en severos trastornos digestivos, pérdida de peso, anemia, edema y reduce la resistencia a las enfermedades. Un incremento en el consumo de alimento después de la suplementación proteica es un buen indicador práctico de que la proteína era deficiente (NRC, 1984)

El exceso de proteína se convierte en una fuente de energía costosa e ineficiente, ya que grandes excedentes pueden ser suministrados sin que se produzca una toxicidad aguda (Fenderson y Bergen, 1976; citados por NRC, 1985).

Excesos de NNP o demasiada proteína no soluble pueden producir toxicidad por amoníaco (Bartley *et al.*, 1981; citados por NRC, 1985). Los animales afectados pueden mostrar nerviosismo, incoordinación, respiración forzada, timpanismo, tetania severa, colapso respiratorio y finalmente la muerte (NRC, 1985).

La urea es una de las fuentes de nitrógeno no proteico más comúnmente utilizadas la cual debe usarse cuando es necesario proveer una fuente de amoníaco para las bacterias ruminales. La NRC (1985) recomienda que las

concentraciones de urea no deben exceder el 1 % de la dieta en base seca, o bien en un tercio de la proteína total.

Minerales

Los factores nutricionales que pueden influir considerablemente sobre el comportamiento de los animales es la ingestión de minerales (Minson, 1990). Los minerales se han ubicado como el tercer factor nutricional mas importante en la producción animal (Domínguez, 1993).

En la actualidad se reconocen 16 minerales como esenciales para los rumiantes. Aquellos que se encuentran en mayor cantidad en los alimentos se conocen como macro elementos: calcio (Ca), fosforo (P), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl) y azufre (S), mientras que el grupo presente en cantidades pequeñas se conocen como microelementos: cobre (Cu), cobalto (Co), hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn), selenio (Se), yodo (I), molibdeno (Mo) y cromo (Cr) (McDonald *et al.*, 1981).

Los requerimientos de minerales dependen de la edad, raza, sexo, tasa de crecimiento, estado fisiológico, forma química en la que se encuentra el elemento, balance de minerales en la ración y clima. Las principales fuentes de minerales son alimento, suelo, y suplementos minerales (Orcasberro, 1983).

Algunos minerales como el calcio y el fósforo se necesitan como componentes estructurales del esqueleto, otros, tales como el sodio, cloro y fósforo actúan sobre el balance acido-básico mientras que los otros minerales traza actúan como activadores del mismo sistema enzimático o constituyentes de compuestos orgánicos, por lo que son indispensables para que los animales puedan llevar acabo los procesos vitales (Church y Pond, 1990).

Cuando las dietas son altas en granos resulta mayor la concentración de fósforo en comparación con el calcio, mientras que con una alta proporción de forraje en la ración es mayor en calcio y baja en fósforo. Si no se suplementan fuentes de calcio a las dietas altas en grano y bajas en forraje, típicamente se asume una relación de 0.5 Ca:1 P y los problemas de cálculos renales por la mayor concentración de fósforo, se presentan durante el transcurso de la engorda. Los cálculos urinarios ocurren cuando el calcio y fósforo no están adecuadamente balanceados. La relación Ca:P debe ser <1.8 Ca:1P (Ramírez, 2000).

Vitaminas

Los ovinos maduros requieren las vitaminas solubles en grasas como la A, D, E y K, pero no necesitan las vitaminas del complejo B ya que son sintetizadas en grandes cantidades por los microorganismos del rumen. Las raciones normales de los ovinos, poseen cantidades suficientes de las vitaminas con excepción a veces del caroteno o vitamina A. Con todo, los ovinos pueden almacenar en su hígado cantidades importantes de esta vitamina que le suple por 2 o 3 meses de deficiencia (Scout, 1975).

En la alimentación práctica de los ovinos, generalmente la vitamina A es la única que, bajo algunos regímenes alimenticios, debe ser suministrada en forma adicional a la dieta del animal. Sin embargo, en algunas circunstancias las vitaminas E y D también deben considerarse (Orcasberro, 1983).

La vitamina A no se encuentra como tal en los vegetales sino como su precursor, el caroteno. El síntoma de deficiencia de vitamina A más evidente es la "ceguera nocturna", la cual se manifiesta primeramente por lentitud del ojo para adaptarse en la oscuridad. Respecto a los requerimientos se ha encontrado que el consumo diario de 25- 35µg de caroteno por Kg. de peso previene la ceguera nocturna y que el animal necesita 5 veces más este nivel para incrementar sus

reservas hepáticas y prevenir fallas reproductivas. La vitamina D se requiere con el calcio y el fósforo para prevenir el raquitismo. Al ser la vitamina A liposoluble permite que sea almacenada en el organismo animal. La vitamina E es requerida en la dieta de corderos jóvenes y no parece tener otra importancia en la alimentación práctica de los ovinos. La deficiencia se manifiesta con la enfermedad del músculo blanco (Orcasberro, 1983).

La vitamina A esta envuelta en numerosas funciones fisiológicas de los animales. Es esencial para estimular el crecimiento, el correcto desarrollo de los tejidos esqueléticos, reproductivos, visión y en el mantenimiento del tejido epitelial (Weber, 1983; citados por NRC, 1985). Animales expuestos a la luz solar generalmente obtienen suficiente vitamina D mediante la radiación ultravioleta. Animales con piel blanca o lana corta reciben mas actividad de vitamina D mediante la radiación que animales con piel de color o lana larga (NRC, 1985). La vitamina E es ahora reconocida como un importante antioxidante biológico. Su función en le cuerpo es la defensa intracelular contra efectos adversos del oxigeno reactivo y de radicales libres (Rammell, 1983; citados por NRC, 1985).

2.3. Uso de granos en dietas para ovinos

Los ovinos al igual que otros rumiantes evolucionaron fisiológicamente para la digestión de forrajes, sin embargo, debido a la incorporación de granos en las raciones en sistemas intensivos, los ovinos se pueden alimentar con altos niveles de granos, cuando el propósito es mejorar la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, reducir el tiempo de engorda y obtener los mejores beneficios (Mendoza, 1995).

Los granos de cereales tienen la característica de tener un elevado contenido de almidón (55-70 %), la digestión y la utilización del almidón es el resultado de la interrelación de factores inherentes al grano, factores relacionados con los procesos y otros componentes dietarios, aspectos microbiológicos del animal (Meraz, 1996).

Mendoza (1995) mencionó que los granos tienen la característica de un elevado contenido de almidón, alta digestión y utilización del almidón. Cuando se alimentan corderos con dietas altas en carbohidratos fermentables en el rumen y bajo contenido de forrajes, la producción de ácidos grasos volátiles se incrementa y como consecuencia se incrementa su absorción con riesgos de acidosis.

La energía que proviene de estos alimentos altamente energéticos es suministrada principalmente por glúcidos que se encuentran en mayor cantidad, azúcares o almidones o ambos (Church, 1984).

Los granos que contienen cantidades grandes de energía son: maíz, sorgo, cebada, trigo, centeno, y triticale. De estos cereales, el maíz, el trigo y el sorgo en varios trabajos muestran ganancias de peso de hasta 0.300 kg y conversión alimenticia de 3.2 en corderos. Por lo que el uso de alimentos a base de granos, son particularmente útiles para la elaboración de concentrados energéticos (Fraser, 1985). En el cuadro 1 se muestra la composición química de algunos granos mas comúnmente utilizados.

Cuadro 1. Composición química de algunos granos.¹

cereales	Proteína ²	grasas	fibra	cenizas	Factor de conversión de N en P.C.
Avena	22.4	9.8	3.9	3.8	6.25
Cebada	10.1	1.1	0.8	1.2	5.83
Maíz	10.3	4.5	2.3	1.4	6.25
Sorgo	12.3	3.7	1.9	1.9	6.25

trigo	13.4	2.4	2.4	1.9	5.83
-------	------	-----	-----	-----	------

¹porcentaje sobre materia seca, de grano completo

²obtenido del porcentaje de nitrógeno multiplicado por el factor señalado en la columna 6

Fuente: Callejo, 2002

2.4. Efecto del procesamiento de los granos

El procesamiento de granos de cereales para alimentación de ganado de carne estabulado mejora la eficiencia de utilización, la digestibilidad y el consumo (Kellems y Church, 2002). En general los métodos de procesamiento para granos mejoran la digestibilidad del almidón (Gaebe *et al.*, 1998). Algunos métodos de procesamiento pueden proporcionar un tamaño de partícula más favorable, particularmente para los granos más pequeños. Además el tamaño de partícula y el polvo son factores importantes que afectan la palatabilidad (Rooney y Serna, 1991; Kellems y Church, 2002).

Generalmente, los métodos de procesamiento de alimentos vienen a ser mas importantes cuando el nivel de alimentación se incrementa y cuando se desea una máxima producción. Esto se debe a que los animales son más selectivos y rechazan los alimentos si la textura física no es de su agrado (Church, 1986).

La mayor parte de los tratamientos a los que son sometidos los cereales y suplementos proteicos modifican su velocidad de digestión en el rumen y con ello la proporción de almidón o proteína que es digerida en este u otros tramos posteriores al tracto digestivo. Muchos de los métodos de procesamiento de granos de cereales tienen como primer objetivo mejorar la digestibilidad del almidón reforzando la digestión y la eficiencia de alimentación (Gaebe *et al.*, 1998).

2.5. Esquema de alimentación en la engorda intensiva de corderos.

La engorda de corderos en el sistema de confinamiento se basa en la alimentación con dietas a base de granos. Actualmente se ha incrementado el uso de estas dietas en la fase de engorda y finalización de corderos y borregos adultos, con las que se tienen ganancias de pesos superiores a los 200 g diarios, con una eficiencia alimenticia alrededor de 20 % o mayor, dependiendo del potencial genético del animal. Sin embargo, el procesamiento previo, la relación de forraje-concentrado y el manejo alimenticio de los animales, pueden conllevar a una serie de trastornos metabólicos que limita el uso de raciones con alta proporción de grano y reduce la eficiencia económica del proceso. Mas allá de estas limitaciones, la alimentación de ovinos con dietas altas en granos representa una posibilidad de producción intensiva técnicamente factible y económicamente rentable (Sánchez, 1997).

McDonald (1968), menciona que las características de una engordan en corral, son:

1. alcanzar una productividad alta y constante
2. ajustar la calidad y cantidad del alimento a consumir, de acuerdo a los criterios de manejo.
3. en la dieta los henos, ensilados, granos, harinas de oleaginosas y subproductos de la industria deben ser importantes.
4. obtener altos niveles de producción controlando la cantidad de alimento ofrecido al animal.

Al respecto Sánchez (1997), reporto que al efectuar la engorda en corral se deben tener claros los siguientes objetivos.

1. lograr la máxima ganancia de peso que el potencial genético del animal lo permita.
2. maximizar el consumo de alimento y nutrimentos.
3. mejorar la conversión alimenticia.
4. reducir el periodo de engorda.

5. lograr un mejor acabado del animal.
6. obtener un mayor rendimiento de la canal.

Speedy (1987), menciona que en los corrales de engorda, el productor se preocupa por obtener la mayor ganancia posible y vender a buen precio sus animales, por lo que gran parte de su éxito estará dado por la eficiencia de producción que se maneje en el negocio. Orskov (1987) menciona que el combinar alimentos, entre mayor sea el nivel de alimentación, mayor es el problema, es decir, la mínima proporción de concentrado que puede ser tolerada depende de la cantidad de alimento suministrado.

Comúnmente en todas las engordas, la alimentación representa hasta un 80 % de los costos directos de producción, por ello es necesario poner atención especial en el tipo de ingredientes que se utiliza, su calidad y forma en que se ofrecen al animal (Campbell, 1997).

Para que la engorda de corderos en corral resulte un éxito y se cumplan los objetivos principales se debe considerar como estrategias el conocimiento y manejo de diseño y equipamiento de instalaciones para la engorda de corderos, bases anatómicas y funcionales del aparato digestivo de los ovinos, conocimiento sobre enfermedades infecciosas, parasitarias y trastornos metabólicos que influyen en la engorda de corderos, animales para engorda, manejo de animales, alimentación, aditivos y promotores de crecimiento, comercialización, evaluación técnica y económica de la engorda (Sánchez, 1997).

2.6. Dietas basadas en granos.

Hasta ahora la forma más barata de producir carne ha sido mediante la utilización de los forrajes en condiciones de pastoreo, sin embargo, aumentando

la cantidad de grano en la ración el ganadero puede reducir el tiempo necesario para llevar su producto al mercado.

La producción de granos en la última década, se ha mantenido estable, solo el sorgo ha aumentado considerablemente. Los cereales son muy importantes porque contienen únicamente energía en forma concentrada, son fáciles de almacenar, de transportar y se conservan por mucho tiempo, además se transforman fácilmente en el organismo del animal en otras materias primas que ayudan a su metabolismo (SAGARPA, 2000).

2.7. Uso de productos y subproductos agroindustriales en la alimentación de ovinos.

La alimentación es el factor que más incide en los costos de producción de cualquier producto pecuario (leche, carne o huevo). Aun en animales que basan su producción en el forraje que pastorean diariamente, los costos de alimentación representan mínimamente el 53 % de los costos variables totales (Higuera, 2000). En la medida en que a los animales se les confine y se requiera formular una dieta especial para ellos, los costos de alimentación pueden llegar hasta el 80 %. De aquí es claro que la evaluación, selección y uso de ingredientes sea clave para contar con la posibilidad de reducir los costos de producción. Una reducción del 10 al 20 % en los costos de alimentación fácilmente corresponde a los costos por concepto de combustible, medicinas, pago de impuestos, intereses. (Gutiérrez, 2003).

Los subproductos agrícolas e industriales representan una excelente alternativa para reducir costos de alimentación siempre y cuando se utilicen adecuadamente. La mayoría de ellos aportan nutrientes al animal de una manera más económica que los ingredientes tradicionales (granos de sorgo o de maíz, harina de soya, pacas de sorgo, alfalfa etc.). Sin embargo, también tienen limitantes

que hacen que su uso sea restringido a cierto nivel o etapa productiva del animal (Gutiérrez, 2003)

Evaluación de los subproductos.

La primera evaluación obvia del subproducto potencialmente utilizable en la alimentación debe de ser basándose en su costo relativo de la energía y/o proteína con respecto a los ingredientes tradicionales. Un ahorro real por arriba del 10 % en el costo de la energía y/o proteína es suficientemente atractivo como para pensar en incluir el subproducto como sustituto del ingrediente tradicional (Órnelas, 2003).

Análisis económicos sencillos donde se incluye simultáneamente la energía y la proteína han sido reportados por Ely *et al.* (1991), donde se genera un índice llamado valor económico de reemplazo relativo (VERR) al maíz y soya. Así, un índice de VERR mayor que 1 indica que el ingrediente bajo comparación ofrece mayores ventajas económicas que el maíz y la harina de soya.

Gutiérrez (2003), menciona que una vez evaluado económicamente y nutricionalmente el subproducto puede ser considerado para ser incluido en las diferentes dietas de borregos; sin embargo, es muy importante reconocer que la mayoría de los subproductos tienen otras características nutricionales o de manejo que los pueden hacer incompatibles con el sistema de alimentación de interés. Por ejemplo cama de pollo de buena calidad (Morales *et al.*, 2002) puede ser utilizada hasta en un 20 % en dietas de borregos en crecimiento pero estos niveles suministrados a borregas de cría pueden ser tóxicos por sus altos niveles de cobre que se acumula en el organismo.

Subproductos industriales.

Este tipo de ingredientes se refieren a aquellos subproductos de las industrias procesadoras de cereales, semillas oleaginosas, azúcar y mieles, cerveza y alcohol, frutas, etc. Estos se encuentran en forma tanto deshidratada como con la humedad original después del proceso. Ejemplo de ellos son el salvado y salvadillo de trigo, cascarilla de soya, cascarilla de algodón, pulidora de arroz, melazas, masilla, pulpa de cítricos, etc. Cada subproducto tiene sus ventajas y desventajas por lo que se deben de conocer muy bien sus características para hacer el mejor uso de ellos (Órnelas, 2003).

Melaza. Existen varias clases de melazas; todas son soluciones acuosas concentradas de azúcar, que se obtienen generalmente como un subproducto de operaciones comprendidas en el procesamiento de grandes cantidades de jugos o material vegetal. La melaza no representa una opción redituable o nutricional cuando se utiliza en lugar de alimentos convencionales; sin embargo puede ser muy adecuada para mejorar la palatabilidad de la dieta, mejorar la utilización de la urea y reducir la polvocidad de la dieta (Morales, 2003).

Su inclusión en la dieta se recomienda en cantidades no mayores del 10-15 %, ya que a niveles mayores la ración será muy pegajosa, además que puede provocar trastornos en la digestión (Cullison, 1983).

El empleo de las melazas en la preparación de dietas destinadas a la alimentación animal se justifica porque, aparte de su valor energético, incrementa la palatabilidad y produce un efecto estimulante de la actividad de los microorganismos rumiantes. Los carbohidratos fácilmente disponibles con adición de urea pueden incrementar el consumo (Cullison, 1983).

En el cuadro 2 se presentan las dietas y comportamiento productivo de corderos alimentados a base de melaza como única fuente de energía con ganancias de peso y conversiones alimenticias aceptables cuando se usa hasta 60 % de melaza en la dieta.

Cuadro 2. Engorda de corderos con dietas a base de melaza como única fuente de energía.

Dieta	Tratamientos		
	1	2	3
ingredientes			
Melaza	50.00	60.00	70.00
Rastrojo de maíz	42.65	32.65	22.65
H. de pescado	4.00	4.00	4.00
Urea	1.85	1.85	1.85
Mezcla mineral	1.50	1.50	1.50
Comportamiento			
Peso vivo inicial kg	23.00	23.00	23.00
Peso vivo final kg	33.30	39.00	35.00
Ganancia de peso g/a/d	123.00	210.00	142.00
Consumo kg/a/d	1.02	1.26	1.14
Conversión alim./gan.	8.5	6.0	8.2

Fuente: Sánchez y Huerta (1993).

Subproductos agrícolas

Los subproductos más abundantes en el país son residuos de cosecha como rastrojo de maíz, paja de sorgo o soca, paja de frijol, punta de caña, y paja de trigo, estos representan el 91 % del total (Flores, 1983). En términos generales el contenido de nutrientes de los esquilmos agrícolas es muy pobre y no satisface los requerimientos de nutrientes para mantenimiento y producción del animal (Herrera, 1992). La mayoría son pajas o rastrojos que tienen muy bajo valor nutritivo ya que por lo voluminosos son consumidos en cantidades reducidas; además, su digestibilidad, proteína cruda y energía son insuficientes para promover alguna producción significativa. Aun así estos subproductos usados estratégicamente pueden ser una excelente opción para reducir los costos de alimentación y, cuando son procesados, pueden aportar suficientes nutrientes para promover ligeros aumentos de peso o producción de leche. Los subproductos agrícolas se pueden utilizar para funciones de mantenimiento en época de estiaje, o formando parte de raciones combinadas con otros ingredientes que complementen

las deficiencias de energía, proteína y minerales de los ingredientes convencionales en condiciones intensivas de producción ovina (Salinas y Gutiérrez, 2000).

Rastrojo de sorgo. Residuo que queda después de la cosecha de grano y que puede ser utilizado a través de pastoreo directo o en forma de pacas. Su calidad es menor que la del rastrojo de maíz pero superior a las pajas de trigo y avena.

Bagazo y bagacillo (medula) de caña. Subproducto altamente fibroso y lignificado que queda después de haber extraído la miel a la caña de azúcar.

Paja de trigo. Residuo de cosecha del grano de trigo, es ligeramente superior en calidad nutricional que el bagazo de caña pero de menor calidad que la de la soca de sorgo, paja de avena y rastrojo de maíz.

Paja de frijol. Residuo altamente palatable y de calidad similar a la del rastrojo de maíz no requiere ser molido y puede contener residuos de granos de frijol que hace que la paja sea de mayor calidad (Flores, 1983).

Rastrojo de maíz. Este subproducto representa el 75 % de los residuos de cosecha producidos en México. La producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz de grano (cañas, hojas, chalas y mazorcas), fluctúa entre 20 a 35 toneladas por hectárea y en el maíz de choclo (cañas y hojas) varía entre 16 a 25 toneladas por hectárea (Salinas y Gutiérrez, 2000).

Valor nutritivo del rastrojo de maíz.

El valor nutritivo de los forrajes es una experiencia del potencial del animal para producción, a partir de la retención de nutrientes contenidos en el alimento. El rastrojo de maíz se caracteriza por poseer bajos contenidos de proteína cruda (5.4%), energía metabolizable (1.8 Mcal. / kg MS), minerales y altos contenidos de fibra cruda (36%), fibra detergente neutro (73%) y lignina (7%) (Orcasberro y Fernández, 1982).

La digestibilidad de la materia seca *in vivo* del rastrojo de maíz varía entre 35 y 55 %; por consiguiente el consumo de este forraje está determinado en mayor grado por la capacidad física del retículo - rumen y por factores intrínsecos (textura, palatabilidad y composición) y extrínsecos (forma física, tratamiento químico y suplementación) del rastrojo. Los factores extrínsecos son los más posibles de manipular para mejorar la digestibilidad, consumo de nutrientes y eficiencia de utilización de rastrojo (Sánchez, 1994).

En el comportamiento productivo y económico en la engorda de borregos con 15, 25 y 35 % de rastrojo de maíz en la dieta, durante una prueba realizada por Narváez *et al.*, (1997), se pudo observar que la mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia se obtuvieron con 15 % de rastrojo, pero la mejor rentabilidad económica se logró con 25 % de rastrojo en la dieta, lo que permite inferir que el nivel más adecuado de rastrojo en la dieta se ubica entre 15 y 25 %. Los resultados que se presentan en el cuadro 3 denotan la necesidad de incluir una cantidad mínima de forraje en la dieta, que desde el punto de vista productivo debe ser próximo a 25 %.

Cuadro 3. Comportamiento de ovinos machos alimentados con diferentes niveles de rastrojo de maíz.

Variable	% DE RASTROJO		
	15	25	35
Peso inicial, kg	26.98	26.48	26.36
Peso final, kg	41.57	40.40	38.17
Consumo de alimento, kg MS/d	1.23	1.11	1.04
Ganancia de peso, g/día	325.75	292.50	224.00
Conversión alimenticia, alim/ganan	3.83	3.85	4.70
Costo de la dieta, \$/kg	1.97	1.86	1.77
Costo de la alimentación /kg de gan, \$	7.48	7.11	8.38
Periodo de engorda (26-40 kg), días	43.00	48.00	63.00

Fuente: Narváez, Huerta y Sánchez (1997).

2.8. Tratamiento físico del rastrojo.

Una serie de investigaciones se han realizado utilizando diferentes métodos físicos como temperatura, presión e irradiación con electrones altos en energía (Klopfensein *et al.*, 1967; Gharib *et al.*, 1975; Yu Yu *et al.*, 1975), todos ellos encaminados a mejorar la digestibilidad de forrajes fibrosos.

Los borregos son rumiantes altamente selectivos por lo que para utilizar eficientemente el rastrojo existen dos alternativas, una permitiendo al animal que seleccione las partes de mejor calidad del rastrojo o haciendo un procesamiento físico del rastrojo ya sea picado o molido. En ambas situaciones el costo/Kg. de rastrojo se incrementa ya que en uno de los casos el animal seleccionara un 30 a 40 % del forraje ofrecido y en el caso del molido no existe rechazo pero si un costo por el molido (Gutiérrez, 2003).

Se han desarrollado algunos métodos para incrementar la digestibilidad de la celulosa. Al reducir el tamaño de las partículas de los forrajes toscos, se incrementa el área disponible a la acción de los microorganismos del rumen. Este mejoramiento en la digestibilidad de la celulosa, se ha observado en estudios in Vitro pero no en estudios in vivo, debido esto a que la velocidad de pasaje a trabes del tracto digestivo es mucho mayor, decreciendo así el valor nutritivo del forraje (Orskov, 1986).

El procesamiento físico puede ser efectivo para incrementar la utilización de productos lignocelulosicos, por que al disminuir el tamaño de partícula disminuye el volumen efectivo del material, aumentando la superficie susceptible al ataque de las enzimas celulolíticas y disminuye la cantidad desperdiciada al reducirse la selección del alimento por parte de los animales. En términos generales, con los procesamientos físicos, la digestibilidad disminuye y aumenta el consumo de nutrientes digestibles y la eficiencia con que el animal utiliza los forrajes (Sánchez, 1994).

Gharib *et al.*, (1975), en un experimento para estudiar el efecto de la partícula en la digestibilidad de la corteza de álamo en borregos, encontraron resultados similares en la digestibilidad de la materia seca (27.4, 25.7, 30.3 %) para diferentes tamaños de partícula (0.32, 0.95 y 1.59 cm.) respectivamente.

Se ha usado el procesamiento para incrementar la superficie o área expuesta a la actividad bacteriana y/o enzimática o para alternar propiedades físicas y químicas. El procesamiento puede ser llevado a cabo por alteraciones físicas, químicas, térmicas, bacteriologías u otras transformaciones en los ingredientes de la ración antes de ser alimentados (Orskov, 1980). Según Church (1988), para que un método de procesamiento sea efectivo debe reducir el rechazo, incrementar consumo y ganancia de peso así como utilizar eficientemente el alimento.

Fernández (1981) evaluó el efecto de tres formas físicas (entero, picado y molido) y dos niveles de alimentación (2 y 4 % del peso vivo) sobre la utilización de dietas con alto contenido (88.2 %) de rastrojo de maíz y 11.8 % de suplemento con 50 % de PC. El cuadro 4 muestra el efecto de los tratamientos sobre la utilización del rastrojo por borregos. Los datos muestran claramente que el rastrojo desperdiciado (rechazo) es el mismo si se ofrece a niveles de 4 % del PV; sin embargo, cuando solo se ofrece en un 2 % del PV el desperdicio prácticamente se duplica. Cuando el rastrojo se molió (a través de molino con criba de 0.85 cm. de diámetro) no se observó rastrojo desperdiciado. Los datos sugieren que cuando se cuenta con rastrojo en forma limitada es recomendable molerlo ya que así no existe desperdicio, ligeramente se reduce la digestibilidad pero se incrementa notablemente su consumo permitiendo que bajo dichas condiciones los borregos tengan aumento de peso. Sin embargo. Si se cuenta con rastrojo en abundancia, al ofrecerlo en un 4 % del PV se tendrá alto desperdicio pero la mas alta digestibilidad y un consumo adecuado de rastrojo que le permitiera al animal también tener ganancias de peso.

Cuadro 4. Proporción de rastrojo rechazado y su digestibilidad, consumo y aumentos de peso por borregos alimentados con dietas altas en rastrojo de maíz.

Concepto ¹	ENTERO		PICADO		MOLIDO	
	2 % PV	4 % PV	2 % PV	4 % PV	2 % PV	4 % PV
Rechazo, %	23.3 ^b	45.5 ^a	13.6 ^c	42.7 ^a	-----	-----
Digestibilidad, %	60.1 ^{ab}	60.3 ^a	58.6 ^{abc}	59.4 ^{abc}	57.6 ^{bc}	57.4 ^c
Consumo MS % PV	1.5 ^e	2.4 ^b	1.8 ^d	2.3 ^b	2.0 ^c	3.0 ^a
Ganancia g/animal/d	-52.9 ^c	34.5 ^b	-35.6 ^c	41.4 ^b	-24.2 ^c	82.5 ^a

¹Rechazos, digestibilidad y consumo son de la materia seca de la dieta.

^{a b c d e}Medias dentro de hileras con diferente superíndice difieren (P<.05).

El tamaño de partícula y su efecto sobre el valor nutritivo de los rastrojos y consumo por animales.

Según Pidgen y Bender (1978), los factores limitativos del desdoblamiento de la celulosa son la lignificación, tamaño de partícula y los contenidos de nitrógeno y de sustancias minerales; ya que la lignocelulosa pobre en nitrógeno requiere ser complementada con este elemento para facilitarle al máximo su digestión, pero la reducción del tamaño de partícula por molienda aumenta el requerimiento de nitrógeno.

También mencionan que cuando existe menos de 65 % de digestibilidad de un forraje, el factor es importante para regular la ingestión y se puede modificar por molienda mecánica, ya que:

- Reduce el tiempo y la energía necesaria para que las partículas atraviesen el rumen.
- Aumenta el área superficial y con ello el índice de fermentación en el rumen.
- Incrementa la densidad del pienso y por consiguiente, se eleva la capacidad efectiva de aprovechamiento del animal.

Por lo tanto, la molienda es un modo eficaz de mejorar la calidad de los forrajes toscos, ya que permite que el animal aproveche casi tanta energía digestible (ED) como con los forrajes de buena calidad no sometidos a tratamientos.

Por su parte Balch y Campling (1965), mencionan que el tamaño crítico no está bien definido y probablemente varía con el tamaño del animal, y posiblemente con la especie de la planta; por ejemplo: Troelsen y Campbell (1968) quienes consideran que las leguminosas tienen un mayor rango de pasaje que los pastos de similar digestibilidad, igualmente Greenhalgh y Reid (1973) después de una investigación, concluyeron que el tamaño óptimo de las partículas del alimento para el pasaje en el rumen es menor en borregos que en el ganado vacuno, y a la vez, menor en animales jóvenes que en animales adultos. Esto debido a que el consumo de dietas de baja calidad pueden ser más resistentes a la trituración mecánica y microbiana y el pasaje puede ser restringido más que en forrajes de alta calidad.

Mientras tanto, Waiman, et al. (1972) citan que el molido, picado o peletizado de forrajes secos disminuye el nivel de fibra cruda y cambia ligeramente el contenido de otros componentes; por lo que el peletizado de forrajes de baja calidad resulta en un aumento en la digestibilidad. En un trabajo realizado por Greenhalgh y Reid (1973) utilizando ovejas y ganado vacuno encontraron que la disminución en la digestibilidad de la materia seca (MS) fue de 13 unidades porcentuales con heno de alta calidad y 12 unidades con heno de menor calidad. El efecto fue particularmente marcado para la fracción de NDF y menor para

nitrógeno; aun que la gran perdida de energía del alimento en las heces debido al molido es compensado por las reducidas perdidas de energía como metano y calor. Por otra parte, Flores (1983) indica que la molienda es uno de los principales métodos físicos para incrementar el consumo hasta de un 30 % de calorías digeribles, pero si se expresa como energía neta seria mayor, se considera que la molienda representa el 50 % de lo que se logra con el tratamiento alcalino, pero este efecto se nota con mayor claridad en forrajes de baja calidad.

La especie animal también influye en la decisión de realizar el procesamiento mecánico de los forrajes toscos, por ejemplo, Shimada (1983) menciona que debido a que los ovinos son muy selectivos y consumen de preferencia las hojas y tallos delgados, desperdiciando cantidades considerables de las partes leñosas de los residuos agrícolas, pero que este problema puede ser resuelto por medio del picado del forraje, cuidando que este no sea muy fino (seco o polvoso), ya que disminuirá el consumo.

Efecto del tamaño de partícula sobre el consumo.

La disminución del tamaño de partícula es una alternativa excelente para mejorar el consumo, así como la corrección de las deficiencias nutricionales. Una desventaja adicional en los alimentos de baja digestibilidad, tales como las pajas estriba que a menor digestibilidad mayor residuo indigestible, esta condición de las pajas incrementa el tiempo de permanencia en el rumen y causa una mayor limitación en la cantidad de material que el animal puede consumir. (Orskov, 1987).

El contenido de pared celular es lo mas importante, ya que el volumen que ocupa dicha pared disminuye con el molido, observándose aumentos en el consumo cuando se peletiza el forraje con alto contenido de pared celular, pero no cuando el contenido de pares celular es bajo (Van Soest, 1987)

Villa *et al* (1989) mencionan que el procesamiento físico como es el picado y el molido, disminuyen el tamaño de partícula ofrecido, lo que trae como consecuencia una mayor superficie de ataque por microorganismos rúmbiales, con lo que aumenta la digestibilidad y el consumo voluntario del material ofrecido, digestibilidad de materia seca y energía posiblemente estén influenciados por el tamaño de partícula.

Efecto del tamaño de partícula sobre la digestibilidad

La molienda fina del heno u otro forraje tosco disminuye la digestibilidad debido a que pasa más rápido por el tracto digestivo (Maynard, 1981). La magnitud en la que se deprime la digestibilidad dependen del estado físico del forraje. Si la fibra se muele o se comprime, la digestibilidad puede en ocasiones reducirse a la mitad, dado que las partículas pueden pasar más rápido por el rumen (González y González, 1990). Por lo tanto con un menor tamaño de partícula incrementa el consumo de alimento, además de que facilita el manejo de los subproductos lignocelulosicos.

Soita *et al* (2002), reportaron que al alimentar novillos con ensilado de cebada con tamaño de partícula corto se incrementó el consumo de materia seca en un 20 %, la digestibilidad de la materia seca, de la fibra detergente neutro y de la fibra detergente ácido, en comparación con el tamaño de partícula largo.

Hakimzadeh (1982) observo que reduciendo el tamaño de partícula del forraje se incremento la disponibilidad del nitrógeno para las bacterias del rumen *in vitro*.

Efecto del tamaño de partícula sobre la selección del alimento.

El forraje generalmente se pica para facilitar el mezclado con otros ingredientes en la ración. También puede procesarse para de esta manera evitar la selectividad (Kellems y Church, 2002).

Fernández (1981) encontró que al proporcionar rastrojo de maíz molido o picado a ovinos, la cantidad de material desperdiciado disminuyó al menos en un 50 %, ya que los animales tuvieron menor posibilidad de seleccionar. Kellems y Church (2002) mencionaron que moler o trocear el rastrojo normalmente redujo el derroche y la selectividad pero no incremento el consumo.

Villalba y Provenza (1999) mencionaron que la estructura del alimento y su composición química, interactuaron con el estado nutricional de los corderos para determinar su preferencia. Cuando la necesidad de un cordero por un macronutriente en particular fue alta, la composición bioquímica del alimento fue más importante que su estructura en determinar su preferencia.

Efecto del tamaño de partícula sobre la tasa de pasaje

Las partículas finas de heno son retenidas un tiempo menor que las partículas largas. Se ha demostrado que el alimento molido o peletizado disminuye el tiempo de retención en el rumen. Clemente (1984) indicó que con solo moler el rastrojo, se duplicó la cantidad de animales susceptibles de ser alimentados respecto a si se ofreció en forma entera, además cuando se redujo el tamaño de partícula del alimento ofrecido, el tiempo que el animal empleó en la masticación y rumia fue menor que cuando se proporcionó de forma entera, por que la velocidad de paso del alimento por el tracto digestivo está inversamente relacionado al tamaño de partícula.

2.9. Tratamiento del rastrojo con productos químicos.

A la fecha han sido innumerables los compuestos químicos que se han venido utilizando con el fin de aumentar la digestibilidad de materiales fibrosos. Compuestos como sulfuro de sodio (Na_2SO_4), óxido de calcio (CaO) (Gharib y *et al.*, 1972a; Gharib y *et al.*, 1975b), hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (Meléndez y *et al.*, 1976), hipoclorito de sodio (NaClO) (Barton y *et al.*, 1974), clorito de sodio (NaClO_2) (Goering y *et al.*, 1973; Yu Yu y *et al.*, 1975), hidróxido de potasio (KOH) (Anderson y Ralston, 1973; Meléndez y *et al.*, 1976) en diferentes cantidades que fluctuaron de 0-30 g/100 g de materia seca. El tiempo de tratamiento y el tamaño del material utilizado son factores que han influido en los resultados obtenidos hasta la fecha.

Algunos mecanismos que se encuentran asociados con la digestibilidad de los forrajes son:

1. la inhibición de la enzima celulasa por un compuesto polifenólico soluble (Swart y *et al.*, 1961).
2. la inhibición de la enzima celulasa por enlaces covalentes existentes entre la lignina, sílice y / o hemicelulosa (Brauns y Bbrauns, 1960).
3. la condición anaeróbica en relación con la enzima ligninasa (Gibson, 1968).
4. la posibilidad de que las estructuras cristalinas de la celulosa pudieron ser más resistentes a la disolución (Van Soest y Lovelace, 1969).

Se ha pensado que tales mecanismos pueden ser modificados mediante la utilización de algunas soluciones tales como: $\text{NaOH} : \text{KOH}$ y $\text{NaOH} : \text{Ca}(\text{OH})_2$ en diferentes proporciones y compuestos como el cloro en forma de gas, que al adicionarse a forrajes fibrosos aumenta la digestibilidad de su materia seca (Ololade y Mowat, 1969; Garret *et al.*, 1974; Murillo *et al.*, 1975).

En otros experimentos, Gharib *et al.* (1972), encontraron que 16 g de Na_2SO_3 , 4 g de Na_2S y 12 g de NaOH /100 g de materia seca durante 24 horas incrementaron la digestibilidad de forrajes hasta en un 50 %. Meléndez *et al.*

(1976), encontraron que el KOH aumento la digestibilidad in Vitro de la paja de trigo hasta un 61 %, seguido por NaOH (60 %) y Ca (OH)₂ (56 %). Goering *et al.* (1973), utilizaron clorito de sodio para mejorar la digestibilidad de pastos, pajas y cáscara de cacahuete y encontraron que esta ultima era mas resistente al tratamiento químico. Por otra parte Yu Yu *et al.* (1975), realizaron estudios in Vitro para analizar el efecto de varios productos quimicos sobre la digestibilidad de forrajes, encontraron que la aplicación de clorito de sodio a pajas de trigo, avenas y residuos de alfalfa, redujo el contenido de lignina en un 54 %. La aplicación de cloro en forma gaseosa y una combinación de NaOH y cloro, mostraron resultados similares al solubilizar la hemicelulosa en un 77 %.

Feist *et al* (1970) menciona que el tratamiento de pajas con sustancias alcalinas o acidas realizan una predigestion, ya que solubilizan algo de la hemicelulosa mediante la saponificación de los enlaces entre la lignina y los carbohidratos estructurales de la pared celular, se produce una hinchazón de la celulosa, ocasionada por el contacto del agua y facilita la acción de las celulasas bacterianas con el consecuente aumento en la digestión de los componentes de la fibra y consumo de forraje. Por su parte, Klopfenstein (1973) indica que la respuesta a este tipo de tratamiento depende de distintos factores tales como: especie de la planta, características del forraje, nivel y tipo de agente activo utilizado, tiempo de tratamiento y temperatura, entre otros.

En otra investigación realizada por Pech, (1992) evaluando el comportamiento de ovinos alimentados con rastrojo de maíz tratado físicamente y químicamente con amoniaco- anhidro (NH₃), los resultados obtenidos en cuanto al amoniaco anhidro sobre el efecto de la ganancia de peso en los animales promedió 47.33 g/día /animal comparándolo con 38.00 g/día/animal para los que consumieron el forraje sin tratar. En cuanto al tamaño de partícula del forraje sobre la misma variable, influyo de la siguiente manera: 39.0, 46.0 y 43.0

g/día/animal para el forraje molido, picado y entero respectivamente aunque existió diferencia entre tratamientos, estadísticamente no fueron significativos. Refiriéndose al consumo de rastrojo Pech, (1992) menciona que al realizar la prueba de medias se obtuvo que el mayor consumo de rastrojo lo tuvieron los animales que se les suministro forraje de maíz entero sin tratar y molido amoniado, pero no existe diferencia estadística ($P \geq 0.05$) entre los que consumieron rastrojo molido sin tratar, seguido por el rastrojo entero tratado y por ultimo el forraje picado sin tratar y tratado no encontrándose diferencias ($P \geq 0.05$) entre estos. En cuanto a la conversión alimenticia, los valores obtenidos en este trabajo son altos, pero se nota que el tratamiento químico influyo en esta variable con 24.73 kg de alimento/kg de producto Vs. 30.98 kg de alimento/kg de producto para los animales que consumieron rastrojo de maíz tratado.

Existe, relativamente, poca información del efecto de los aditivos y de su posible combinación sinérgica sobre la paja tratada con NaOH. Poco se ha trabajado para corregir el bajo nivel de nitrógeno y el bajo consumo, por ello no se conoce el verdadero valor de las pajas de cereales como alimento. El alto costo de la suplementación proteica puede ser evitado por el incremento de su síntesis a partir de nitrógeno no proteico (NNP) por los microorganismos rumiantes (Sánchez, 1996).

La adición de NNP a los alimentos bajos en proteínas fue reportado por Harris (1941), indicando que mejoraba la digestibilidad de la celulosa y de la fibra cruda. Saxena et al. (1978) trabajando con urea en sustitución de torta de soya no encontró diferencias significativas en cuanto al consumo entre la paja tratada y la suplementada con 2,14 y 2,90% de urea. Campling, Fraer y Balch (1982) demostraron que el enriquecimiento de las pajas con nitrógeno en forma de urea incrementa el consumo y la digestibilidad de estas materias primas de baja calidad, cuando se usan como la primera fuente de energía. Shultz et al. (1920) trabajando sobre ensilado de heno de rye-grass tratado con hidróxido sodico (NaOH),

observaron que mejoraba la digestibilidad "in vitro" e "in vivo" de la M.S. y el contenido de proteína del ensilado. Escrivá et al. (1988), trabajando con ensilado de maíz obtiene un aumento en la digestibilidad aparente de la proteína del 53,5 al 73,2° %, a consecuencia de la adición de 0,5% de urea.

Al evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles de melaza y urea sobre la digestibilidad in vitro de la paja de maíz tratada con hidróxido sodico, García (2003) menciona que Las variaciones en el análisis químico y en la digestibilidad "in vitro" de la sustancia seca (DIVSS) se emplearon para valorar el efecto de 24 hr de tratamiento con NaOH (6g/100 g de paja) sobre la paja de maíz y la adición de varios niveles de melaza y urea. Al comparar los resultados se observó que tanto en la paja sin tratar como en la tratada con NaOH, la proteína y la lignina no sufrían modificación alguna por la acción de la sosa. Los porcentajes de FND, FAD, celulosa y DIVSS variaban significativamente ($P < 0,01$): para la FND del 79,07 al 65,25%, para la FAD del 47,96 al 45,04%, para la celulosa del 35,95 al 34,32% y para la DIVSS del 51,11 al 61,17%; diferencias que corresponden a la paja sin tratar y la tratada con NaOH, respectivamente. Cuando a la paja tratada se le añadía melaza en las proporciones del 0, 5, 10, 15, 20 por ciento y urea en las proporciones del 0, 1 y 2 por ciento, se observó que la melaza no modificaba la DIVSS de la paja de maíz, mientras que si incrementaba significativamente ($P < 0,01$) dicha digestibilidad, obteniéndose el 59,23, el 61,97 y el 66,15% de digestibilidad para los tratamientos con el 0, el 1, y el 2% de urea, respectivamente.

La digestibilidad y el consumo de rastrojos se pueden mejorar también mezclando con urea o con sustancias cáusticas (hidróxido de sodio). El hidróxido de sodio es de difícil manejo y de alto riesgo por su alto poder cáustico. En el caso de la urea la ventaja es que además de mejorar la digestibilidad y el consumo, es una fuente económica de nitrógeno, pero no superar el 0.02 % de peso vivo (20g/100 kg de PV). Para su uso es recomendable agregar urea diluida en agua a

lo menos 24 hr antes del consumo (bien distribuida y mezclada con la paja) para permitir una acción sobre la degradación de la fibra (Hernández, 1997).

En una prueba realizada por Arciga *et al.*, (1991) durante la engorda de borregos utilizando diferentes fuentes de proteína vegetal y urea o combinación de estas, obtuvo en los resultados que la mayor ganancia de peso y utilidad económica se lograron cuando se combinan fuentes y los peores resultados se obtienen cuando solo se usa urea como fuente de proteína. Incluir solo pasta de soya o gluten de maíz, también permite obtener buenos resultados aunque ligeramente menores a los que se obtienen cuando se usa en forma combinada urea, mas pasta de soya mas gluten de maíz. La tendencia de estos resultados se confirma de acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 5.

Cuadro 5. Comportamiento de corderos alimentados con dietas a base de grano y diferentes fuentes de proteína.

ingrediente	urea	PS	GM	Urea + PS	Urea + GM	PS+GM	Urea+PS +GM
----- % -----							
Grano de maíz	70.00	61.00	65.00	68.00	70.00	63.00	66.00
Rastrojo de maíz	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Pan	6.80	4.00	4.00	4.90	4.20	4.00	4.00
Mezcla mineral	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Urea	1.70	0.00	0.00	1.10	1.50	0.00	0.50
Pasta de soya	0.00	13.50	0.00	4.50	1.10	7.50	4.50
Gluten de maíz	0.00	0.00	9.50	0.00	0.00	4.00	3.50
Composición nutritiva estimada de la dieta (NRC, 1985)3.20							
EM, Mcal/kg MS	2.81	2.87	2.87	2.84	2.85	2.88	2.86
PC, %	14.34	14.17	14.29	14.23	14.27	14.29	14.13

Proteína:energía	5.09	4.93	4.99	5.01	5.01	4.97	4.93
PCDR, %	9.72	7.86	6.16	8.99	8.43	7.21	7.74
PCNDR, %	4.61	6.31	8.01	5.24	5.48	7.82	6.38
Ca, %	0.51	0.53	0.50	0.52	0.50	0.52	0.70
P, %	0.27	0.34	0.30	0.30	0.29	0.33	0.31
Variable							
PVi, kg	23.50	24.50	22.50	24.02	24.21	24.04	23.33
PVf, kg	30.00	33.90	32.10	32.70	33.90	34.00	34.20
Consumo, kg/a/d	1.05	1.17	1.11	1.19	1.17	1.20	1.32
Ganancia, g/a/d	164.0	235.0	240.0	217.00	242.00	250.0	269.00
Conversión, alim/gan	6.48	4.95	4.33	5.36	4.68	4.58	4.92
Análisis económico							
Costo/kg de diet, (\$)	1.47	1.65	1.67	1.53	1.54	1.65	1.61
Utilidad bruta, (I-E), \$/animal	43.15	77.01	94.93	76.55	92.21	96.25	98.56
Relación beneficio: costo, (I/E)	1.10	1.17	1.23	1.17	1.21	1.22	1.24
Utilidad, \$/animal/d. de engorda.	1.04	1.83	2.22	1.81	2.22	2.28	2.29
Utilidad por kg de peso vivo ganado, \$	6.13	7.61	8.60	7.80	8.60	8.48	8.36

I, Ingresos; E, Egresos

PS, pasta de soya; GM, gluten de maíz; EM, energía metabolizable; PC, proteína cruda; PCDR, proteína cruda degradable en rumen; PCNDR, proteína cruda no degradable en rumen.

Fuente: Arciga *et al.*, (1991).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización, duración del experimento y clima del lugar

El experimento se realizó durante 60 días previa adaptación de 8 días en los meses de julio-agosto de 2005, en la granja “El Ranchon” ubicada sobre la carretera Perote, Ver.- Los Humeros Pue., en el Valle de Perote, municipio de Perote estado de Veracruz, las coordenadas geográficas son 97° 15' de longitud oeste, y del paralelo 19° 34' de latitud norte, su altitud promedio es de 2400 msnm. Su clima es frío-seco-regular, con temperatura media anual de 12°C y lluvias escasas, con una

precipitación media anual de 493.6 milímetros. El tipo de suelo que predomina es el regosol, el cual es altamente erosionable, el color varía de gris oscuro y negro, gris muy oscuro, gris muy amarillento, oscuro y negro; la textura es franca, franco-arenosa, franco-arcillosa, arcillosa y arenosa (SEFIPLAN VER, 2005).

3.2. Manejo de los animales y materiales utilizados.

Se utilizaron 24 corderos de pelo, enteros, de tipo comercial, sanos y con un rango de peso vivo inicial de 16 a 22 kg.

Se usaron 6 corraletas hechas de madera rústica con una superficie de 2.5 m² con piso de tierra, y techadas completamente con lámina galvanizada, fueron acondicionadas con comederos de madera y cubetas para suministrar agua a los animales.

Los corderos fueron desparasitados interna y externamente con ivermectina administrando 0.5 ml por cada 25 kg de peso vivo, por vía subcutánea, además se vacunaron contra enfermedades crotidiales (*Clostridium chaovei*, *C. septicum*, *C. novyi* tipo B, *C. sordeli*, *C. perfringens* tipo C Y D) con una bacterina toxoide, Ultrabac 7, administrada vía intramuscular con una dosis de 2.5 ml por animal. Se sometieron a un periodo de adaptación de 8 días en las corraletas donde se llevó a cabo el experimento mismo donde se les proporcionó gradualmente en un 25, 50, 75 y 100 % la dieta que se iba a evaluar, fueron también pesados individualmente antes del periodo de adaptación y al inicio del experimento, posteriormente cada 15 días, para lo cual se utilizó una báscula de 500 kg.

3.3. Tratamientos.

Se evaluaron 6 tratamientos con 4 corderos cada uno alojados en una corraleta. Los corderos se identificaron individualmente y se distribuyeron al azar en cuatro bloques con seis tratamientos.

Las dietas se formularon en base a las recomendaciones del NRC (1985) para ovinos con pesos iniciales de 20 a 30 kg y para obtener ganancias diarias de peso de 250 a 350 g/día /animal.

Los tratamientos quedaron ordenados de la siguiente manera:

T= tratamiento.

T1. = Rastrojo entero.

T2. = Rastrojo entero con melaza y urea

T3. = Rastrojo picado.

T4. = Rastrojo picado con melaza y urea.

T5. = Rastrojo molido.

T6. = Rastrojo molido con melaza y urea.

En cada tratamiento se uso un concentrado a base de soya y maíz.

En el cuadro 6 se presenta la distribución de los tratamientos experimentales con las respectivas cantidades de alimento suministrado.

Cuadro 6. Distribución de los tratamientos experimentales de acuerdo al tamaño de partícula y a la condición del rastrojo de maíz.

C o n c e p t o	T r a t a m i e n t o s					
	1	2	3	4	5	6
Numero de animales	4	4	4	4	4	4
Total, alimento ofrecido (Kg./día/animal)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
%, concentrado ofrecido	70	58	70	58	70	58
Cantidad de concentrado (Kg.)	0.910	0.754	0.910	0.754	0.910	0.754
%, rastrojo ofrecido.	30	30	30	30	30	30
Cantidad, rastrojo ofrecido (Kg.)	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390
Tamaño de partícula.	entero	entero	picado	picado	molido	molido
Condición del rastrojo.	Sin tratam.	Con melaza y urea	Sin tratam.	Con melaza y urea	Sin tratam.	Con melaza y urea
% de melaza	0	10	0	10	0	10
Cantidad de melaza (kg).	0	0.130	0	0.130	0	0.130
% urea	0	2	0	2	0	2
Cantidad de urea (kg)	0	0.026	0	0.026	0	0.026

3.4. Manejo de la alimentación.

La dieta se ofreció de forma separada, primero se suministro el concentrado, a la 9:30 hr y posteriormente se suministraba el rastrojo. El total del alimento ofrecido fue 1.3 kg/día/animal para todos los tratamientos, de los cuales 0.910 kg/día/animal de concentrado (70%) (14.3 % P.C.) más 0.390 kg/día/animal de rastrojo (30%) fueron suministrados para los tratamientos 1, 3 y 5., y 0.754

kg/día/animal de concentrado (58%) (8.2 %P.C.) mas 0.390 kg/día/animal de rastrojo (30%) con melaza 0.130 kg/día/animal (10 %) y urea 0.026 kg/día/animal (2 %) para los tratamientos 2, 4 y 6 respectivamente.

Para el molido del rastrojo se uso un molino de criba y para el picado uno de cuchillas sin criba. Para la adición de melaza y urea al rastrojo, se diluyo en agua la urea y esta a su vez en la melaza aplicando al rastrojo con una regadera la cantidad correspondiente. Tratado con melaza y urea, el rastrojo se almaceno en bolsas de plástico durante 24 hr previo a la alimentación de los animales. Todos los animales tuvieron acceso libre a agua limpia y fresca diariamente, para esto se usaron cubetas de plástico (de 20 lt).

La composición de las dietas se observa en el cuadro 7

Cuadro 7. Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6
Melaza (%)	0	10	0	10	0	10
Urea (%)	0	2	0	2	0	2
Rastrojo de maíz (%)	30	30	30	30	30	30
Maíz grano (%)	45.56	48.43	45.56	48.43	45.56	48.43
Soya (%)	22.67	7.82	22.67	7.82	22.67	7.82
Sal mineral (%)	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885
Sal común (%)	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590

Vit. y min. (%)	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295	0.295
*Valor nutritivo de la dieta. estimado						
P.C (%)	16	16	16	16	16	16
E.M. (Mcal/kg)	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65
Ca.(g)	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
P. (g)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4

* Estimación, NRC, 1985.

3.5. Variables de respuesta.

3.5.1. Comportamiento productivo

Consumo de rastrojo. El consumo de rastrojo (CON) fue estimado cada 15 días. Para evaluar esta variable solo se hizo mediante un análisis de comparación sin utilizar algún diseño estadístico ya que los datos fueron estimados por grupo y no de manera individual para cada animal, la formula para calcular el consumo es:

$$CON = \left(\frac{\text{Rastrojo ofrecido} - \text{rastrojo rechazado}}{\# \text{corderos por corraleta}} \right) \div \left(\frac{\text{días transcurridos}}{\text{entre cada pesada}} \right)$$

Consumo total de alimento. El consumo total de alimento (CTA) se obtuvo con la siguiente formula.

$$CTA = (\text{consumo de concentrado}) + (\text{consumo de rastrojo})$$

Aumento de peso (AP). El peso vivo (PV) fue obtenido pesando a los animales cada 15 días previo ayuno de alimento y agua durante 60 días que fue el tiempo que duro el experimento. El aumento total se obtuvo con la siguiente formula:

$$AP = (\text{Pesos vivo final (PVf)}) - (\text{Peso vivo inicial (PVi)})$$

Para evaluar la variable se uso un diseño estadístico bloques al azar.

Con la siguiente formula se estimo también la ganancia diaria de peso (GDP):

$$GDP = AP / 60 \text{ días}$$

Conversión alimenticia (CA).

Se estimo con la siguiente formula:

$$CA = \text{Consumo diario de alimento (CDA)} / (GDP)$$

Eficiencia alimenticia. La eficiencia alimenticia (EF) fue calculada con la siguiente formula:

$$EF = (GDP) / (CDA)$$

3.5.2. Análisis económico.

Este se realizo en base a precios vigentes para los meses de julio y agosto de 2005 y con las mejores opciones de precios en cuanto a compras de insumos y venta de corderos. Para este análisis se tomaron en cuenta los egresos e ingresos totales

Egresos. Los conceptos que se incluyeron para estimar los egresos fueron el costo de alimentación, costo por medicamentos (vacuna, desparasitante, antibiótico) y costo por mano de obra.

1) Costos de alimentación.

Se estimaron a partir del costo por kg de alimento y el periodo de engorda, que tuvo una duración de 60 días y el consumo promedio de cada animal por tratamiento.

Los precios por kg de ingredientes usados en la formulación de la dieta son los siguientes: maíz molido \$1.8/Kg., harina de soya \$3.6/kg., melaza \$1.6/kg., urea \$2.4/kg., molienda de rastrojo \$0.1/kg., picado del rastrojo \$0.08/kg., vitaminas \$24 /kg., sal común \$4/kg., sal mineral \$20/kg.

El costo por kg de alimento fue de la siguiente manera:

Tratamiento 1. \$ 1.91; Tratamiento 2. \$ 1.63; Tratamiento 3. \$ 1.93; Tratamiento 4. \$ 1.66; Tratamiento 5. \$ 1.94; Tratamiento 6. \$ 1.66

2) Costos por medicamentos.

Vacuna (Ultrabac 7) fue de \$ 3.85/dosis.

Desparasitante (Ivermectina) fue de \$ 1.14/dosis.

Antibióticos (Tilosina y Gentamicina) fue de \$ 0.516 / cm³ y \$ 1.59 cm³ respectivamente. Se aplicaron diferentes dosis de acuerdo al PV de cada animal. (solo se aplico como preventivo para diarreas).

3) Costos de mano de obra.

El costo de mano de obra se estimó tomando en cuenta que un trabajador puede atender perfectamente 500 animales. Un sueldo bueno de un trabajador para este tipo de actividades, vigente en julio-agosto de 2005 en la región donde se llevó a cabo el experimento es de \$ 100/día, este costo se dividió entre el número de corderos que puede atender y se multiplica por el número de días de engorda.

Ingresos. Los ingresos fueron por concepto de venta de corderos a un precio de venta vigente en los meses de julio-agosto de 2005 de \$ 23.00/kg de PV para todos los tratamientos.

Variables económicas.

Las variables económicas fueron las siguientes:

- Utilidad/ cordero = $ingresos - egresos$
- Utilidad/kg de PV ganado = $(ingresos - egresos) / (aumento\ de\ peso)$.
- Utilidad/día de engorda = $(ingresos - egresos) / (tiempo\ de\ engorda)$.
- Utilidad/kg de alimento consumido = $(ingresos - egresos) / (kg\ de\ alimento\ consumidos\ en\ 60\ días)$.
- Relación beneficio-costo = $ingresos / egresos$

3.6. Diseño experimental.

Para evaluar el comportamiento productivo (aumento de peso) se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, ajustando el efecto del peso inicial sobre el aumento total de peso con un análisis de covarianza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Comportamiento productivo.

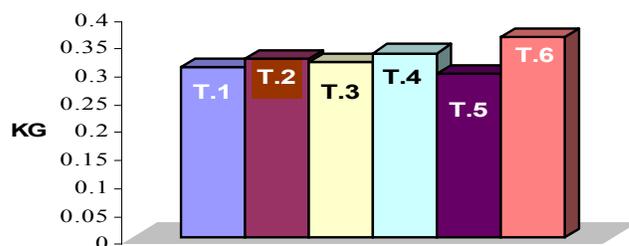
Consumo de rastrojo

En el cuadro 8 y grafica 1 se puede observar que el menor consumo de rastrojo fue de 0.295 kg/día/animal para el tratamiento con rastrojo molido, 0.306 kg/día/animal para el tratamiento con rastrojo entero, y 0.316 kg/día/animal para el rastrojo picado.

Sin embargo cuando se usa melaza y urea el consumo aumenta un 5% para los tratamientos con rastrojo entero y picado mientras que para el tratamiento con rastrojo molido se incrementa hasta el 22 % del consumo.

Cuadro 8. Promedio de consumo de rastrojo por animal por día para cada tratamiento

Tratamientos	Rastrojo ofrecido (kg)	Consumo de Rastrojo (kg)	% rastrojo consumido
1 Rastrojo entero	0.390	0.306	78.5
2 Rastrojo entero con melaza y urea	0.390	0.321	82.3
3 Rastrojo picado	0.390	0.316	81.0
4 Rastrojo picado con melaza y urea	0.390	0.331	84.9
5 Rastrojo molido	0.390	0.295	75.6
6 Rastrojo molido con melaza y urea	0.390	0.359	92.1



Grafica 1. Comparación del consumo del rastrojo entre tratamientos.

T. = tratamiento

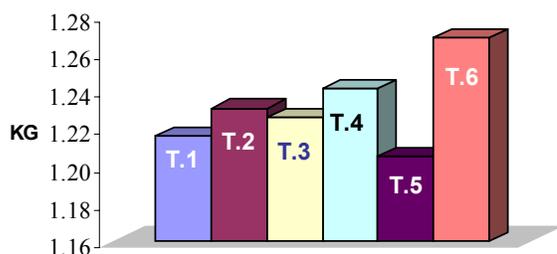
Al respecto Kellems y Church, (2002) mencionan que mediante el picado o molido del rastrojo se evita la selectividad de los animales por lo que incrementa el consumo. Por su parte Orskov, (1987) menciona que el tamaño grande de las partículas y su baja digestibilidad de los rastrojos incrementa el tiempo de permanencia en el rumen y causa una mayor limitación en la cantidad de material que el animal puede consumir.

Por otra parte Van Soest, (1987) menciona que el volumen que ocupa la pared celular de los rastrojos en el rumen del animal reduce el consumo pero con el molido se disminuye este efecto observándose incrementos de hasta un 13 % mas.

Los resultados obtenidos en este trabajo comparado con lo que menciona Van Soest (1987), demuestran lo contrario al moler el rastrojo, esto debido muy probablemente a la polvocidad del mismo tal como lo menciona Shimada (1983), pero al ser tratado con melaza y urea se puede observar el incremento en dicho consumo.

En resultados obtenidos por Pech, (1992) reporta que el menor consumo de rastrojo se da cuando se ofrece picado con 0.89 kg/día/animal, 1.11 cuando se ofrece molido y 1.8 cuando se ofrece entero pero cuando es tratado químicamente los resultados se dan de la siguiente manera 0.85 kg/día/animal, 1.12 kg/día/animal y 1.10 kg/día/animal para los tratamientos picado, molido y entero respectivamente, los resultados difieren con los obtenidos en este trabajo en cuanto al tamaño de partícula con mayor consumo pero coinciden cuando menciona que el rastrojo molido tratado químicamente aumenta su consumo.

Consumo total de alimento (CTA). En la grafica 2 se puede observar el consumo total de alimento siendo 1.22, 1.23, 1.23, 1.24, 1.21 y 1.27 kg para los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente representando el mayor consumo el tratamiento 6.



Grafica 2. Consumo total kg/día/animal (concentrado mas rastrojo).

Aumento de peso (AP).

Efecto del tratamiento físico del rastrojo de maíz sobre el aumento y ganancia diaria de peso

Los resultados del tratamiento físico sobre el aumento total de peso, fueron los siguientes: 11.630, 16.550 y 9.580 kg/animal para el forraje entero, picado y molido respectivamente, correspondiente a una ganancia diaria de peso de 0.194, 0.276 y 0.160 kg/animal/día respectivamente. Estadísticamente hubo diferencia entre el picado y el entero; el picado y el molido ($P < 0.05$), pero el molido y el entero fueron iguales ($P > 0.05$). (Ver cuadro 9 y grafica 3).

Para esta variable se observó que los animales tuvieron aumentos de peso y ganancias diarias relativamente bajas, al compararlos con los datos reportados por Pech, (1992) quien alimentó ovinos con rastrojo en tres tamaños, son mayores y son 1.80, 2.10, 2.46 kg/animal para los tratamientos con rastrojo molido, picado y entero respectivamente estos corresponden a una ganancia diaria de de 0.032, 0.038 y 0.044 kg/día/animal respectivamente.

Al respecto Fernández, (1981) al evaluar el efecto de tres formas físicas (entero, picado y molido) sobre la utilización de dietas con alto contenido de rastrojo de maíz (88.2 %), reporta aumentos de peso de 2.1, 2.5 y 5.0 kg/animal, correspondientes a una GDP de 0.035, 0.041 y 0.083 kg/día/animal, estos datos son mucho menores a los resultados en este trabajo debido probablemente a la mayor cantidad de rastrojo usado y al tipo de raza de los corderos.

Por su parte Espejel (1998), encontró que el aumento total y la GDP fue similar al evaluar tres diferentes tamaños de partícula de rastrojo de maíz en la engorda de corderos sin embargo observo una mayor ganancia de peso en corderos que consumieron los tamaños de partícula fino y mediano.

Cruz y De la Cruz (2000), evaluaron cuatro diferentes tamaños de partícula de paja de trigo en la engorda de corderos, no encontrando diferencia significativa ($P>0.05$), sin embargo mencionan que las tendencias observadas es que a menor tamaño de partícula el aumento y GDP se incrementa.

Lo mencionado por Espejel (1998) y Cruz y De la Cruz (2000), coincide con los resultados obtenidos en este trabajo únicamente cuando se adiciona melaza y urea.

Efecto del tratamiento con melaza y urea sobre el aumento y GDP

El efecto de la melaza con urea sobre esta variable en los animales promedió 17.447 Kg./animal correspondiente a una ganancia diaria de peso de 0.291 kg/día/animal, comparándolo con 11.630 Kg./animal (equivalente a una ganancia diaria de 0.194 kg/día/animal) para los que consumieron el rastrojo sin

este tratamiento químico, independientemente del tamaño de partícula del mismo teniendo así una diferencia significativa ($P < 0.05$). (Ver cuadro 9 y grafica 3).

Morales (2003), menciona que la melaza puede ser muy adecuada para mejorar la palatabilidad de la dieta, la utilización de la urea, reducir la polvosidad y de esta manera mejorar el aumento y GDP. Esto coincide con los resultados observados en este trabajo.

Al respecto Cullison (1983), menciono que los carbohidratos fácilmente disponibles con adición de urea puede incrementar el consumo y por lo tanto el aumento de peso.

Por su parte Sánchez y Huerta (1993), al evaluar el comportamiento productivo de corderos alimentados con dietas a base de harina de pescado y rastrojo de maíz tratado con melaza y urea, reportaron incrementos sobre el aumento y GDP de 70 % de diferencia cuando no se uso melaza ni urea por lo tanto estos datos coinciden con los obtenidos en este trabajo aunque numéricamente los resultados son superiores aquí.

Efecto de la combinación de tratamientos (físico y químico) sobre el aumento de peso

En el cuadro 9 y grafica 3 se observa que los resultados obtenidos de esta combinación de tratamientos son los siguientes: 17.45, 20.33 y 25.21 Kg./animal correspondiente a una ganancia diaria de pesos de 0.291, 0.339 y 0.420 Kg./día/animal para los tratamientos entero con melaza-urea, picado con melaza-urea, y molido con melaza-urea respectivamente, siendo este ultimo el que mayor aumento de peso tuvo, seguido por el picado con melaza-urea y el entero con melaza-urea respectivamente.

Según Pidgen y Bender (1978), los factores limitativos del desdoblamiento de la celulosa son la lignificación, tamaño de partícula y los contenidos de nitrógeno y de sustancias minerales; ya que la lignocelulosa pobre en nitrógeno requiere ser complementada con este elemento para facilitarle al máximo su digestión, pero la reducción del tamaño de partícula por molienda aumenta el requerimiento de nitrógeno. Esto concuerda con los resultados observados en este trabajo ya que como se puede observar en el cuadro 9 y grafica 3 el tratamiento con rastrojo únicamente molido además de haber tenido un bajo consumo por efecto de la polvocidad, lo que pudo haber ocasionado niveles bajos de nitrógeno, este debió haber ocasionado una baja digestibilidad y así una deficiencia de nutrientes digestibles, y por lo tanto bajos aumentos de peso, mientras que cuando se adiciono melaza, y urea como fuente de nitrógeno los resultados fueron los mas altos en aumento de peso.

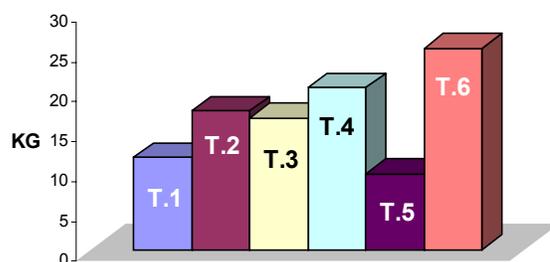
En cuanto a los tratamientos con rastrojo picado y entero con melaza y urea respectivamente, se observo mayor aumento de peso para el rastrojo entero con melaza y urea debido probablemente a que los corderos al haber seleccionado las partes mas digestibles del rastrojo hubo mejor aprovechamiento mientras que para el rastrojo picado no se tuvo la suficiente selectividad de material mas digestible pero tampoco el suficiente consumo para ingerir mayor cantidad de nutrientes como en el caso del rastrojo molido con melaza y urea, tal como lo menciona Gutiérrez (2003).

Por su parte Pech (1992), reporto aumentos de peso de 42, 45 y -4.5 % mas para el uso de rastrojo molido, picado y entero respectivamente cuando estos fueron tratados químicamente, siendo diferentes los resultados obtenidos en este trabajo.

Cuadro 9. Aumento y ganancia diaria de peso (GDP) para corderos alimentados a base de concentrado y 30 % de rastrojo de maíz

Tratamientos	Peso vivo inicial (kg)	Peso vivo final (kg)	Aumento (kg)	GDP (Kg)
rastrojo molido mas melaza y urea	22.00	47.23	25.210 ^a	0.420
Rastrojo picado mas melaza y urea	19.55	39.89	20.330 ^b	0.339
Rastrojo entero mas melaza y urea	17.25	34.69	17.447 ^c	0.291
Rastrojo picado	20.75	37.31	16.550 ^c	0.276
Rastrojo entero	16.00	27.61	11.630 ^d	0.194
Rastrojo molido	16.50	26.06	9.580 ^d	0.160

Medias con diferente literal de la columna 4 son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).



Grafica 3. Comportamiento del aumento de peso en ovinos alimentados con 30 % de rastrojo. T. = tratamiento

Conversión alimenticia (CA).

Para obtener los resultados de esta variable se contemplan el consumo de concentrado mas el rastrojo consumido, obteniendo así un consumo total para cada tratamiento.

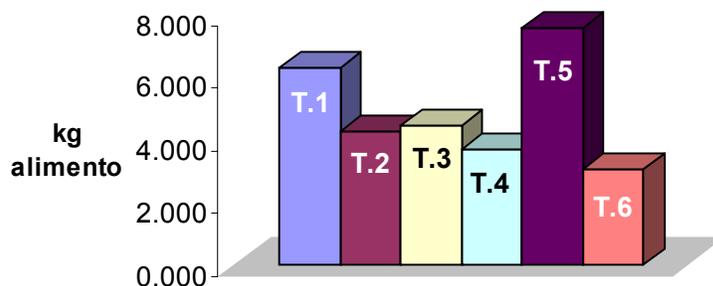
En el cuadro 10 y grafica 4 se puede apreciar que la mejor conversión alimenticia fue de 3.02 kg de alimento por kg de ganancia de cordero y se obtiene cuando el rastrojo se ofrece molido con melaza y urea teniendo una diferencia significativa de hasta 3.26 y 4.53 kg de alimento/kg de ganancia de cordero en comparación con rastrojo entero y molido sin melaza ni urea respectivamente.

Por su parte Pech (1992), reporto los siguientes datos para la CA 37.65, 26.34, 29.0, 26.78, 16.81 y 30.06 para los tratamientos con rastrojo molido, picado, entero, molido con amoniaco anhidro (NH₃), picado con NH₃ y entero con NH₃ respectivamente, como se puede observar estos datos representan una conversión alimenticia demasiado baja en comparación a los resultados obtenidos en este trabajo considerando por lo tanto que puede ser mejor el uso de melaza y urea ya que además su manejo es mas sencillo y menos peligroso.

Magaña y Guerrero (2001), reportaron que la conversión alimenticia fue mejor en el tratamiento con tamaño de partícula mayor (P<0.05) con 3.739 kg de alimento consumido / kg de peso vivo ganado lo cual es contrario a los resultados obtenidos en este trabajo.

Cuadro 10. Conversión alimenticia (CA) por tratamiento

Tratamiento	CA
1. rastrojo entero	6.275
2. rastrojo entero con melaza y urea	4.233
3. rastrojo picado	4.445
4. rastrojo picado con melaza y urea	3.664
5. rastrojo molido	7.550
6. rastrojo molido con melaza y urea.	3.020



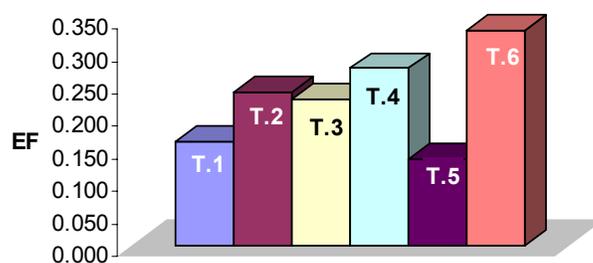
Grafica 4. Comparación de conversión alimenticia entre tratamientos (Kg. de alimento/Kg de ganancia de cordero).

Eficiencia alimenticia (EF).

El cuadro 11 y figura 5 muestra que la mejor EF fue para los tratamientos con melaza y urea y específicamente de 0.330 para el tratamiento 6 (molido con melaza-urea) seguido del tratamiento 4 con 0.273 y tratamiento 2 con 0.240 (picado y entero con melaza-urea) respectivamente.

Cuadro 11. Eficiencia alimenticia de corderos por cada tratamiento

	tratamientos	Kg cordero/kg de alimento
1	Rastrojo entero	0.160
2	Rastrojo entero con melaza-urea	0.240
3	Rastrojo picado	0.224
4	Rastrojo picado con melaza-urea	0.273
5	Rastrojo molido	0.130
6	Rastrojo molido con melaza-urea	0.330



Grafica 5. Comparación de la eficiencia alimenticia obtenidas para cada tratamiento. (Kg. Cordero/ kg. de alimento consumido).

Por su parte Espejel (1998) reporto que la EF fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos, siendo de 0.289 en el tratamiento donde se ofreció el tamaño de partícula grande y menor con el tamaño de partícula fino que fue de 0.257.

Magaña y Guerrero (2001), observaron que la mejor eficiencia ($P < 0.05$) se presentó con el mayor tamaño de partícula (1.58 cm), con 0.270 y la menor con los tamaños de partícula más pequeños (0.79, 0.95 y 1.27 cm., con 0.245, 0.225 y 0.243 respectivamente).

Este reporte coincide con los resultados obtenidos, pero con la diferencia de que cuando se aplicó melaza y urea la EF fue mayor para los tratamientos con partícula más pequeña (rastreo molido con melaza-urea).

4.2. Análisis económico.

Egresos.

En el cuadro 12 se puede observar que los egresos por concepto de costos de alimentación fueron mayor para los tratamientos 1, 3 y 5 que corresponden a los de rastreo entero, picado y molido respectivamente, mientras que los tratamientos 2, 4 y 6 que corresponden a los de rastreo entero, picado y molido pero con melaza y urea cada uno respectivamente mostraron tener un costo más bajo, esto debido a que al usar melaza y urea se cubren las necesidades de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) requeridas por los corderos con una menor cantidad de ingredientes caros como la soya.

En cuanto a los egresos por concepto de costo de medicamento, aun que mínima, existe una diferencia siendo mayor para los tratamientos 6, 3, 4, 5, 2 y 1 respectivamente esto se debe a que en ese orden los animales fueron más pesados por lo que se usaron dosis de antibiótico más altas y esto elevó el costo. A pesar de estos aumentos y el de la mano de obra, se pudo apreciar en el mismo cuadro 16 que los egresos totales siguen siendo menor para los tratamientos 2, 4 y 6 respectivamente, seguidos por los tratamientos 1, 5 y 3 respectivamente.

Ingresos.

Como se puede apreciar en el cuadro 12 los ingresos corresponden únicamente a la venta de kg de aumento de peso neto, siendo estos ingresos mayores para los tratamientos en los cuales se uso melaza y urea.

Variables económicas.

Las variables consideradas se pueden apreciar mejor en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis económico de la engorda de corderos a base de concentrado y rastrojo de maíz tratado física y químicamente con melaza y urea.

		Tratamientos					
		uni					
d							
I. EGRESOS		1	2	3	4	5	6
A. costo de alimentación por cordero							
a. costo/kg de alimento	\$	1.91	1.63	1.93	1.66	1.94	1.66
b. consumo/animal/día	kg	1.22	1.23	1.23	1.24	1.21	1.27

c. tiempo de engorda	días	60	60	60	60	60	60
Subtotal (a*b*c)	\$	139.8	120.3	142.4	123.5	140.8	126.5
B. costos de medicamentos/cordero							
d. vacuna ultravac 7	\$	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
e. desparasitante	\$	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
f. antibiótico	\$	0.331	0.343	0.447	0.386	0.355	0.462
Subtotal. (d*e*f)	\$	5.32	5.33	5.44	5.38	5.35	5.45
C. mano de obra	\$	12	12	12	12	12	12
Egresos totales (A+B+C)	\$	157.1	137.6	159.9	140.9	158.2	143.9
II. INGRESOS							
g. aumento de peso neto	kg	11.63	17.45	16.55	20.33	9.58	25.21
h. precio/kg de PV	\$	23	23	23	23	23	23
Ventas totales. (g*h)	\$	267.5	401.3	380.7	467.6	220.3	579.8
III. UTILIDADES							
utilidad/cordero (II-I)	\$	110.4	263.7	220.8	326.7	62.15	435.9
utilidad/kg de peso ganado	\$	9.5	15.1	13.3	16.1	6.5	17.3
utilidad/día de engorda	\$	1.84	4.39	3.68	5.45	1.04	7.26
utilidad/kg de alimento consumido	\$	1.51	3.57	2.99	4.39	0.86	5.72
relación veneficio:costo	\$	1.70	2.92	2.38	3.32	1.39	4.03

V. CONCLUSIONES

- El molido y la aplicación de melaza y urea al rastrojo de maíz aumenta el consumo en un 16.6 %.

- Con el uso de un 30 % de rastrojo de maíz, molido mas 10 % de melaza y 2 % de urea en dietas para ovinos, los costos por kg de alimento se pueden reducir hasta un 16 %.
- Con el uso de un 30 % de rastrojo de maíz, molido mas 10 % de melaza y 2 % de urea en dietas para ovinos se puede alcanzar hasta 13.58 kg de aumento en peso mas que cuando se ofrece rastrojo entero y sin ningún otro tratamiento.
- Económicamente la utilidad es de \$17.3 por kg de peso ganado en corderos comerciales, cuando se usa el 30 % de rastrojo molido con melaza y urea
- La relacion beneficio-costo aumenta de 1.7 a 4.03 cuando el rastrojo es molido y tratado con melaza y urea.
- En base a los resultados obtenidos en este trabajo se recomienda usar rastrojo de maíz con algún tratamiento físico y químico, preferentemente con tamaño de partícula fino más la adición de melaza y urea para eficientar la alimentación en la producción de ovinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Barton, F.E.H., H.E. Amos, W. J. Albrecht, and D. Burdick. 1974. Treating peanut hulls to improve digestibility for ruminants. *J Anim. Sci.* 38:860.
- Balch, C.C. and R.C. Campling. 1965. Rate of pasage of digesta trough the ruminant digestive tract. In: Drougherty, R.W. ed. *Physiology of digestion in the ruminant.* Butterworths. Washington, D.C. USA. Pp. 108-123.

- Brauns, F. E. and D. A. Brains. 1960. The chemistry of lignin Academic Press. New York, U.S.A. pp 630
- Cullison Arthur E. 1983. Alimento y alimentación de animales. Ed. Diana Técnico. México. pp. 45-58
- Callejo, G. M. J. 2002. Industria de cereales y derivados. Colección tecnología de alimentos. Primera edición. AMV. Ediciones y Mundi Prensa. pp. 337.
- Campbell, M. A. 1997. Requerimientos para la engorda intensiva de corderos para la producción de carne. US Feed Grain Council. Boletín informativo. México D.F. pp 6
- Church, D. C. y W. G. pond. 1986. Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. Ed. Limusa. México, D.F. pp 475
- Church, D. C. 1984. Alimentos y alimentación del Ganado. Edit. Aedos. Madrid, España. pp 546
- Church, D. C. 1986. Livestock feeds and feeding. Second edition. Published by Prentice-Hall. New Jersey, U.S.A. pp 549
- Church, D. C. 1988a. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Nutrición práctica. Vol. III. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 544.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. Ed. Limusa. México. D.F. pp 438
- Clemente, S. F. 1984. Alternativas de producción de ovinos para abasto en la región del llano, Aguascalientes, México. Tesis licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp 44
- Daza, A. A. 1997. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. pp 317-325
- Domínguez, V. I. 1993. Diagnostico del estado mineral de ovinos bajo condiciones de pastoreo en Tenango del Valle, México. Tesis Maestría en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 59
- Ely L.O., M.A. Froetschel, D.R. Mertens y A.J. Nianogo. 1991. Economic replacement value- a computer program to teach the economic the economic value of feedstuffs. J. Dairy Sci. 74: 2774-2777.
- Feist, W. C., A.J. Baker, and H. Tarkow. 1970. Alkali requirements for improving digestibility of hard-woods by rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 30: 832
- Fernández, R. S. 1981. Efecto del procesamiento físico del nivel de alimentación y de la suplementación nitrogenada sobre la utilización del rastrojo de maíz por borregos. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp 106
- Flores M.J.A.1983. Bromatología Animal. Tercera edición. Editorial Limusa, México D.F. pp 35-45

- Fraser, A. F. 1985. Ethology of farm animals "a comprehensive study of the behavioural features of common farm animals". Elsevier. Amsterdam, Netherlands. pp 499.
- Gaebel, R. J., Sanson, D. W, Rush, I. G and Riley, M. L. 1998, Effects of extruded Corn or Grain Sorghum on Intake, Digestibility, Weight Gain, and Carcasses of Finishing Steers. J. Anim. Sci. 76:2001-2007
- Garrett, W. N., H.G. Walker, G.O. Kohler, A.C. Waiss, Jr., R. P. Graham, N.E. East, and M.R. Hart. 1974. Nutritive value of NaOH and NH₃ treated rice straw. J. Anim. Sci. 38: 1342 (Abstr.).
- Gonzalez, M. M. J. y Gonzalez, M. F. J. 1990. Consumo y digestibilidad de dietas con diferentes proporciones de sorgo y rastrojo de maíz en borregos de pelo. Tesis licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 83
- Gutiérrez, O. E. 2003. Subproductos agroindustriales en la alimentación de ovinos. Memoria de conferencias " la producción ovina en Nuevo León" unión regional ganadera de N.L. Guadalupe, N.L pp 9-21
- Greenhalgh, J. F. D. and G.W. Reid. 1973. The effects of pelleting various diets on intake and digestibility in sheep and cattle. Anim. Proc. 16:223-233. Great Britain.
- Gharib, F.H., J.C. Meiske, and R.D. Goodrich. 1972a. In vitro evaluation of chemically-treated low quality forage. J. Anim. Sci. 35: 1113 (abstr.).
- Gharib, F.H., J.C. Meiske, and R.D. Goodrich. 1972b. Effect of grinding or sodium hydroxide treatment on low quality forage. J. Anim. Sci. 35: 1113 (abstr.).
- Gharib, F.H., J.C. Meiske, and R.D. Goodrich, and A. M. El Serafy. 1975. Effects of grinding and sodium hydroxide treatment on poplar bark. J anim. Sci. 40: 727.
- Gibson, D. T. 1968. Microbial degradation of aromatic compounds. Science. pp 161-1093
- Gordon, H. K., L.W. Smith, P. J. Van Soest, and C. H. Gordon. 1973. Digestibility of roughage materials ensiled with sodium chlorite. J. Dairy Sci. 56:233
- Harris, E. L. 1970. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de los alimentos para animales. Universidad de Florida. USA.
- Hakimzadeh, H. 1982. Utilization of proteins from intact forages by pure cultures of rumen bacteria. Dissertation Abstracts international pp 43:5, 1312
- Herrera R.s. 1992. Características nutricionales de los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales. Memoria del curso "utilización de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes en pastoreo". Centro de investigaciones ecológicas del sureste. San Cristóbal De Las Casas, Chiapas, México. pp 58-65.
- Higuera M.M.J 2000. Variación en eficiencia productiva y rentabilidad de la empresa en tres explotaciones de ovinos de pelo en Tamaulipas, tesis de maestría. Facultad de Agronomía, UANL. Marín N.L. México. pp. 35-46

- INEGI. 2004. Producción pecuaria por producto y especie.
<http://www.inegi.gob.mx/est>
- Klopfenstein, T. J., R. R. Bartling, and W. R. Woods. 1967. Treatments for increasing roughage digestion. *J. Anim. Sci.* 26: 1492
- Klopfenstein, T. J. 1973. Treatments to increase value of crop residues for beef cattle and lambs. *Proc. Dist. Feed. Res. Conf.* 28:24
- Kellems, O. R. and Church, P. C. 2002. *Livestock Feeds and Feeding*. Fifth Edition. Prentice Hall. Englewood. Cliffs, N.J. U.S.A. pp 210
- Liboux, S., and Peyraud J. L. 1999. Effect of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed diets. *Animal feed Science and Technology*. pp 239-248.
- Luna, J. J. y Jimenez, T. I. 1990. Efecto de la suplementación nitrogenada sobre la utilización del rastrojo de maíz por ovinos de diferente edad. Tesis licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 68
- Maynard, L. A. 1981. *Nutrición animal*. Cuarta edición. McGraw-Hill. México. D. F. pp 640
- Mendoza, M. G. 1995. Dietas altas en granos y problemas de acidosis. En: curso de tópicos actuales sobre nutrición y alimentación de ovinos en engorda. VIII congreso nacional de producción ovina. Chapingo, Méx. pp 64-66
- Meraz, R. E. 1996. Comportamiento de corderos con ionoforos en dietas a base de granos. Tesis licenciatura. Departamento de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. pp 70
- Melendez A., A., E. Sánchez y P. Marqués. 1976. Cambios en la composición química y digestibilidad *in Vitro* de la paja de trigo, tratada con compuestos alcalinos. *Tec. Pec. Méx.* pp 30-113
- Mison, D. J. 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic press, San Diego Cal. U.S.A pp 483
- Morales, T. H. 2003. Alimentación de ovinos con melaza como fuente de energía en la dieta. Tesis licenciatura, facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. México.
- Murillo, B., M.T. Cabezas y R. Brezan. 1975. Pulpa y pergamino de café. X. Cambios en la composición química del pergamino de café por efecto de diferentes tratamientos alcalinos. *Turrialba* pp 25-179.
- McDonald, P. 1968. *Fundamentos de nutrición*. Ed. Acriba. Zaragoza, España. pp 463
- McDonald, P., Edwards, R. A. y Greenhalgh, J. F. D. 1981. *Nutrition animal*. 3ra edición. Acriba. Zaragoza, España. pp 518
- Narváez G., Ma. del C., M. Huerta B. y C. Sánchez del R. 1977. Diferentes niveles de rastrojo de maíz en dietas para ovinos de engorda. En IX congreso nacional de producción ovina. Querétaro, México. pp 52-110
- NRC. 1984. *Nutrient Requirements of beef cattle*. National Academy Press. Washington, D. C., U.S.A. pp 90

- NRC. 1985. Nutrients Requeriments of sheep 6 th. Rev. ed. National Academy Press. Washington, D.C. U.S.A. pp 99
- Ornelas M.P. 2003. Sistema de alimentación para ovinos, usando subproductos agroindustriales, memorias de "Congreso sobre la produccion ovina". Facultad de Agronomía, UANL. Marín N.L. México. pp. 35-42
- Orskov, E. R. 1980. Whole grain feeding for ruminants. Vet. Rec. pp 399-411
- Orskov, E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. J. Anim. Sci. pp 63-124
- Orskov, E. R. 1987. The feeding of ruminants. Principles and practices. Chalomebe publication. Rowett Research Institute, Aberdeen, Escocia. pp 206
- Orcasberro, R. 1983. Apuntes sobre nutrición de ovinos. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp 85
- Orcasberro, R. y Fernández R. S. 1982. Los forrajes en la alimentación de ovinos. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp 96
- Ololade, B. G. and D. N. Mowat. 1969. *In vitro* digestibility of sodium hydroxide treated straw. J. Anim. Sci. 29: 167 (abstr.).
- Pech, J. N. 1992 . Comportamiento de ovinos en base a rastrojo de maíz con diferente tamaño de partícula tratado con amoniaco-anhidro (NH₃). Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias en Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ramirez, B. J. E. 2000. Requerimientos minerales durante la engorda intensiva en ovinos. En: V curso: Bases de la cría ovina. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 1-12
- Ridgen, W.J. y F. Bender. 1978. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. En : FAO. Revista mundial de zootecnia. 12:43-46. Italia.
- Rooney, L. W. and Serna-Saldivar, S. O. 1991. Sorghum. In: Lorenz, K. J., Nad K. (Ed) Handbook of cereal Science and Technology. Marcel Dekker, Inc. New York. U.S.A. pp 332-351.
- Sánchez del R., C. y M. Huerta B. 1993. Efecto de bicarbonato de sodio en dietas altas en melaza sobre el comportamiento de ovinos. En: III congreso nacional de produccion ovina. Cd. Valles, S.L.P. México. pp. 101-104.
- SAGARPA. 2000. Anuario estadístico de la produccion agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2001, México.
- Salinas Ch. y E. Gutiérrez O. 2000. Valor nutritivo de esquilmos y subproductos agricolas para ovinos de pelo. Memoria de "1er taller sobre ovinos de pelo del golfo y noreste de México". Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria Tamaulipas. pp 95-113.
- SAGARPA. 2000. Situación actual y perspectivas de la producción de sorgo en México 1990-1999. Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de estadística agropecuaria. México, D.F.

- Sanchez, R. C. 1994. Factores de manejo que afectan el rendimiento y la calidad del rastrojo de maíz. Tesis maestría. Maestría en Ciencias en Producción Animal. Chapingo, México. pp. 201
- Sanchez, R. C. 1997. Engorda de corderos en corral. En memorias de cursos de estrategias de alimentación de ovinos. Asociación mexicana de técnicos especialistas en ovinocultura. Querétaro, Qro. México. pp 77-96
- SEFIPLAN, 2005. Secretaria de Finanzas y Plantación del estado de Veracruz. www.sefiplan.gob.mx Veracruz, México.
- SIAP-SAGARPA. 2004. Población ganadera. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_compec_pobgan.html
- Scout G. 1975. The sheepman's production handbook. Sheep industry development program abegg printing. Denver Colorado. U.S.A. pp. 173
- Soita, H. W., Christensen D. A., McKinnon J. J. and Mustafa A. F. 2002. Effects of barley silage of different theoretical cut length on digestion kinetics in ruminants. *Can. J. Anim. Sci.* 82: 207-213
- Speedy, A. W. 1987. Produccion ovina: la ciencia puesta en practica. 1ª. Edición. Editorial CECSA, México, D.F. pp. 229
- Shimada, A.S. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Consultores en producción animal. México. pp. 272
- Swart, W. G., Jr., I. A. Bell, N. W. Stanley, and W.A. Cope. 1961. Inhibition of rumen cellulose by an extract from sericea forage. *J. Dairy Sci.* 44: 1945.
- Troelsen, J. E. and J.B. Campbell. 1968. Voluntary consumption of forage by sheep and its relation to the size and shape of particles in the digestive tract. *Anim. Britain. Prod.* 10:289-296
- Tapia, S. G. 1998. Engorda intensiva de corderos. Tesis licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 64
- Van Soest, P. J. 1987. Nutricional Ecology of the ruminant: ruminant metabolism nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant. Edit. Brooks. U.S.A. pp. 374
- Velásquez, V. 1986. Acidosis láctica ruminal En: principales enfermedades de los ovinos y caprinos. México, D.F. pp 45-56
- Villa, V.F.; C. J. Villa y N. J. Viera. 1989. Engorda de borregos a base de alfalfa-rastrojo. Tesis licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 76
- Villalba, J. J. and Provenza F. D. 1999. Effects of food structure and nutritional quality and animal nutritional state on intake behaviour and food preferences of sheep. *Applied Aimal Behaviour Science.* pp 145-163
- Waiman, F.W., K.L. Blaxter and J.S. Smith. 1972. The utilization of energy of artificial dried grass prepared in different ways. *J. agric. Sci. Camb.* 78:441-447.

- Yang U. M. and Palmquist D. L. 1998. Adsorption of fatty acids to plant surfaces. Special circular Ohio Agricultural Research and Development Center. 163: 120-125.
- Yang W. Z., Beauchemin K. A. and Rode L. M. 2002. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on site and extent of digestion. J. Dairy Sci. 85 1958:1968.
- Van Soest, P. J. and F. E. Lovelace. 1969. Solubility of silica in forages. J. Anim. Sci. 29: 182
- Yu Yu, J. w. Thomas, and R. S. Emery. 1975. Estimated nutritive value of treated forages for ruminants. J. Anim. Sci. 41: 1742

VII. ANEXOS

Anexo 1. Composición de las dietas utilizadas, determinada en el laboratorio del departamento de nutrición y alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Ingredientes	Tratamientos					
	1 ^e	2 ^e	3 ^p	4 ^p	5 ^m	6 ^m
Materia seca (%)	88.05	96.4	93.75	93.75	90.15	94.7
Humedad (%)	11.95	3.6	6.25	6.25	9.85	5.3
Proteína cruda (%)	15.82	15.86	15.82	15.86	15.82	15.86
Extracto etéreo (%)	2.19	2.08	2.19	2.08	2.19	2.08
Fibra cruda (%)	7.32	7.15	7.32	7.15	7.32	7.15
Cenizas (%)	7.1	10.05	7.1	10.05	7.1	10.05
Energía metabolizable* (Mcal/kg)	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65

* Estimada, NRC, 1985.

Anexo 2. Análisis de varianza del aumento de peso

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE		1	0.004821	0.004821	0.0061	0.937
TRATAMIENTOS		5	457.855621	91.571121	115.8706	0.000
BLOQUES		3	1.335809	0.445270	0.5634	0.651
ERROR		14	11.064027	0.790288		
TOTAL		23	470.260279			

C.V. = 5.294457%

ANEXO 3. Tabla de medias del aumento de peso

TRAT.	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	11.611251	11.625443
2	17.438499	17.446060
3	16.562500	16.551491
4	20.334999	20.330357
5	9.572500	9.584040
6	25.224998	25.207357
6	25.2056	A
4	20.3299	B
2	17.4468	C
3	16.5504	C
1	11.6269	D
5	9.5752	D