

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

COMPORTAMIENTO DE CORDEROS ALIMENTADOS CON DIFERENTES  
NIVELES DE RASTROJO DE MAÍZ EN DIETAS A BASE DE CONCENTRADO

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE :  
MAESTRO EN CIENCIAS EN  
PRODUCCIÓN ANIMAL



DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

Ma. DEL CONSUELO NARVÁEZ GUERRRERO



AGOSTO DE 1997  
CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO.

850971



**COMPORTAMIENTO DE CORDEROS ALIMENTADOS CON DIFERENTES  
NIVELES DE RASTROJO DE MAÍZ EN DIETAS A BASE DE CONCENTRADO**

Tesis realizada por **Ma. del Consuelo Narváez Guerrero** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

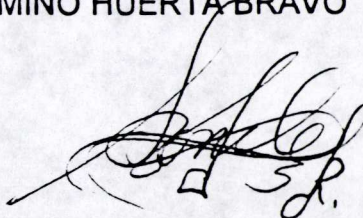
**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

DIRECTOR:



M. Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

ASESOR:



M. C. CARLOS SÁNCHEZ DEL REAL

ASESOR:



Ph. D. CARLOS FELINO MARCOFF ÁLVAREZ

31551

**COMPORTAMIENTO DE CORDEROS ALIMENTADOS CON DIFERENTES  
NIVELES DE RASTROJO DE MAÍZ EN DIETAS A BASE DE CONCENTRADO**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Ma. del Consuelo Narváez Guerrero** autora de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

DIRECTOR:



M. Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

ASESOR:



M. C. CARLOS SÁNCHEZ DEL REAL

ASESOR:



Ph. D. CARLOS FELINO MARCOFF ÁLVAREZ

## **DEDICATORIA**

**En especial, a mi madre: Paula Guerrero V.**

Porque sin su ayuda, este logro no hubiera sido posible.

**Con cariño y amor para: Proceso Silva Flores y Alan Silva Narváez**

Por ser parte de mi vida.

**Con admiración a mis maestros:**

Por tener la paciencia de cultivarme.

**Con afecto a mis amigos y compañeros:**

Por aquellos momentos que compartimos juntos.

**Con agradecimiento a Vero y José:**

Por su apoyo y amistad en todo momento.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la **Universidad Autónoma Chapingo** por otorgarme la oportunidad de cumplir con una segunda etapa de estudios en mi vida profesional.

Al **M. Sc. Maximino Huerta Bravo** por su orientación y sus consejos, por su incondicional apoyo y por transmitirme los conocimientos necesarios para la culminación de la presente tesis, así como para fortalecer mi formación académica.

Al **M.C. Carlos Sánchez del Real** por su apoyo y colaboración a la presente .

Al **Ph. D. Carlos F. Marcoff Avarez** por su disposición y comprensión.

Al **Ph. D. Ogniang Vangelov Bohorov** por sus sugerencias, aportaciones e interés al trabajo.

No existen limites, ni palabras para expresar mis agradecimientos al **comité asesor**, que por su interés y dedicación al dirigir la presente investigación, mostraron un ejemplo de profesionalismo y responsabilidad.

A mis compañeras y amigas: **Magda, Gaby y Elsa** por su incondicional ayuda, así como sus apreciables consejos.

Agradezco, particularmente a los profesores: **Carlos Apodaca, Berta Rodríguez y Salvador Valenzuela** por su confianza y amistad.

## **RESUMEN**

### **COMPORTAMIENTO DE CORDEROS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RASTROJO DE MAÍZ EN DIETAS A BASE DE CONCENTRADO**

Ma. del Consuelo Narváez Guerrero, Maestro en Ciencias en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo; M. Sc. Maximino Huerta Bravo.

Se utilizaron 60 borregos para determinar la inclusión óptima de rastrojo de maíz (RM) en dietas a base de granos, cuantificar las concentraciones de urea y minerales en los animales, al inicio y final del experimento y, evaluar rentabilidad. Los tratamientos fueron: 15, 25 y 35% de RM, el resto de la dieta fue concentrado. El consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia estuvieron en 1200, 1100 y 1000 g; 301, 275 y 214 g; y 4.1, 4.2 y 5.0 g alimento/g ganancia, para los tratamientos con 15, 25 y 35% de inclusión de RM, respectivamente. Las concentraciones de Cu, Zn y urea al inicio del experimento fueron deficientes. El Cu y Zn se mantuvieron deficientes, mientras que Na y K estuvieron elevados. El Ca, P, Mg y urea estuvieron dentro de los niveles normales, en cambio Fe se elevó al final del experimento. La dieta que incluye 15% de RM presentó la mejor tasa interna de retorno.

Palabras clave: engorda de ovinos, rastrojo de maíz, comportamiento mineral, rentabilidad.



## **SUMMARY**

### **PERFORMANCE OF LAMBS FED WITH DIFFERENT LEVELS OF CORN STOVER WITH DIET BASED ON CONCENTRATE**

Ma. del Consuelo Narváez Guerrero, Maestro en Ciencias en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo; M. Sc. Maximino Huerta Bravo.

Sixteen lambs were used to determine the best amount of corn stover (CS) in high grain diets, to make the acquaintance of urea and minerals concentrations in the animals, at the start and end of the test, and evaluate rentability. The treatments were: 15, 25 and 35% of CS, and the rest of the diet was concentrate. Dry matter intake, daily weight gain and feed efficiency were 1200, 1100 and 1000 g; 301, 275 and 214 g ; and 4.1, 4.2 and 5.0 g feed/g gain for treatments with 15, 25 and 35% CS, respectively. Concentrations of Cu, Zn and urea at the start of the test were defficient. Copper and Zn defficiencies the experiment were maintained deficients, while Na and K were high. Calcium, P, Mg and urea concentrations were in the normal level, while Fe was high at the end of the test. The diet which have 15% CS showed the best internal rate of return.

Key words: finishing sheeps, corn stover, performance mineral, rentability.

| <b>CONTENIDO</b>                                                                              | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b>                                                                      | <b>iii</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                                                                      | <b>v</b>    |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>                                                                  | <b>vi</b>   |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>                                                                        | <b>1</b>    |
| <b>II. OBJETIVOS</b>                                                                          | <b>4</b>    |
| <b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>                                                            | <b>5</b>    |
| <b>3.1. Los forrajes toscos en la alimentación de rumiantes</b>                               | <b>5</b>    |
| a) Valor nutritivo                                                                            | 6           |
| b) Consumo                                                                                    | 8           |
| c) Digestibilidad                                                                             | 10          |
| <b>3.2. Utilización de rastrojo de maíz en la dieta</b>                                       | <b>14</b>   |
| <b>3.3. Uso de granos en la dieta</b>                                                         | <b>15</b>   |
| <b>3.4. Uso de dietas con diferente proporción de forraje:concentrado en rumiantes</b>        | <b>18</b>   |
| <b>3.5. Efecto de la relación forraje:concentrado sobre el perfil metabólico del rumiante</b> | <b>24</b>   |
| a) Efecto sobre la concentración de urea en plasma                                            | 25          |
| b) Efecto sobre la concentración mineral en plasma                                            | 26          |
| <b>IV. HIPÓTESIS</b>                                                                          | <b>28</b>   |
| <b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>                                                                | <b>29</b>   |

|                                                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5.1. Ubicación y clima</b>                                                                                                                            | <b>29</b> |
| <b>5.2. Animales</b>                                                                                                                                     | <b>29</b> |
| <b>5.3. Manejo</b>                                                                                                                                       | <b>30</b> |
| <b>5.4. Alimentación</b>                                                                                                                                 | <b>31</b> |
| <b>5.5. Tratamientos</b>                                                                                                                                 | <b>31</b> |
| <b>5.6. Variables de respuesta</b>                                                                                                                       | <b>33</b> |
| <b>5.7. Diseño experimental</b>                                                                                                                          | <b>36</b> |
| <b>5.8. Modelo estadístico</b>                                                                                                                           | <b>36</b> |
| <b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                                                                                                                        | <b>39</b> |
| <b>6.1. Comportamiento productivo</b>                                                                                                                    | <b>39</b> |
| <b>6.2. Comportamiento del perfil metabólico</b>                                                                                                         | <b>44</b> |
| <b>a) Concentración de minerales y urea en suero sanguíneo</b>                                                                                           | <b>44</b> |
| <b>b) Correlación entre metabolitos sanguíneos y las variables del comportamiento productivo</b>                                                         | <b>48</b> |
| <b>c) Modelos de predicción para consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia, en función de los metabolitos sanguíneos</b> | <b>54</b> |
| <b>6.3 Análisis económico</b>                                                                                                                            | <b>57</b> |
| <b>a) Análisis de sensibilidad</b>                                                                                                                       | <b>61</b> |
| <b>VII. CONCLUSIONES</b>                                                                                                                                 | <b>68</b> |
| <b>VIII. LITERATURA CITADA</b>                                                                                                                           | <b>70</b> |



## ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro                                                                                                             | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Consumo y digestibilidad de los componentes químicos de la dieta de ovinos con diferentes niveles de forraje    | 13   |
| 2. Comportamiento de corderos con dietas altas en concentrados                                                     | 17   |
| 3. Comportamiento de ovinos alimentados con diferentes proporciones de rastrojo de maíz y concentrados             | 22   |
| 4. Investigaciones acerca del efecto de los minerales sobre la actividad microbiana ruminal                        | 27   |
| 5. Composición, valor nutritivo y comportamiento de las dietas para la engorda de corderos                         | 32   |
| 6. Contenido mineral promedio en las dietas                                                                        | 33   |
| 7. Composición mineral de la pasta de soya, maíz y rastrojo                                                        | 33   |
| 8. Comportamiento de corderos alimentados con diferentes niveles de rastrojo de maíz                               | 39   |
| 9. Comportamiento de ovinos machos alimentados con diferentes niveles de rastrojo de maíz                          | 43   |
| 10. Niveles de significancia para los efectos de tratamiento, muestreo y su interacción sobre el perfil metabólico | 44   |

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11. Concentración mineral y de urea promedio en suero de ovinos, al inicio y final de la engorda                                                                | 45 |
| 12. Coeficientes de correlación significativos entre metabolitos en suero sanguíneo y algunas variables del comportamiento productivo, para el muestreo inicial | 49 |
| 13. Coeficientes de correlación significativos entre metabolitos en suero sanguíneo y algunas variables del comportamiento productivo, para el muestreo final   | 51 |
| 14. Modelos de predicción considerando las variables productivas y las concentraciones minerales y urea en suero de ovinos, para el muestreo inicial            | 55 |
| 15. Modelos de predicción considerando las variables productivas y las concentraciones minerales y urea en suero de ovinos, para el muestreo inicial            | 56 |
| 16. Costos de la engorda de ovinos alimentados con tres niveles de rastrojo de maíz                                                                             | 59 |

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

| Gráfica                                                                                  | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Análisis de sensibilidad económica para el precio del rastrojo de maíz                | 62   |
| 2. Análisis de sensibilidad económica para el precio del grano de maíz                   | 63   |
| 3. Análisis de sensibilidad económica para el precio de la pasta de soya                 | 64   |
| 4. Análisis de sensibilidad económica considerando el incremento en el costo de la dieta | 65   |
| 5. Análisis de sensibilidad considerando el precio de venta del borrego                  | 66   |
| 6. Análisis de sensibilidad considerando el precio de compra y venta de los borregos     | 67   |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                         |      |
|-------------------------|------|
| Calcio                  | Ca   |
| Cobre                   | Cu   |
| Consumo de materia seca | CMS  |
| Conversión alimenticia  | CA   |
| Costo                   | \$   |
| Energía metabolizable   | EM   |
| Eficiencia Alimenticia  | EA   |
| Fibra cruda             | FC   |
| Fibra detergente ácido  | FDA  |
| Fibra detergente neutro | FDN  |
| Fierro                  | Fe   |
| Fósforo                 | P    |
| Ganancia diaria de peso | GDP  |
| Gramos                  | g    |
| Kilogramo               | kg   |
| Magnesio                | Mg   |
| Manganeso               | Mn   |
| Materia orgánica        | MO   |
| Megacalorías            | Mcal |
| Miligramo               | mg   |
| Partes por millón       | ppm  |
| Peso inicial            | PI   |
| Peso final              | PF   |
| Peso vivo               | PV   |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Porcentaje              | %   |
| Potasio                 | K   |
| Proteína cruda          | PC  |
| Rastrojo de maíz        | RM  |
| Sodio                   | Na  |
| Tasa interna de retorno | TIR |
| Tonelada                | t   |
| Zinc                    | Zn  |

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sobrepastoreo es un problema que se presenta en la mayor parte de la superficie ganadera del país, ocasionando deterioro de los recursos agua, flora y suelo, sobre todo en las zonas con limitantes climáticas y topográficas para el crecimiento y desarrollo vegetal. El incremento de la producción pecuaria en los agostaderos es un factor que aumenta el desequilibrio ecológico, dinámico y productivo de cualquier zona ecológica.

Una alternativa para desarrollar sistemas productivos ganaderos es el confinamiento de los animales, de esta manera se reduce la superficie por unidad animal y hay tiempo de recuperación para el área sobrepastoreada.

La alimentación de los animales bajo este sistema, representa el mayor costo de la producción, por lo que es conveniente buscar fuentes de alimento de menor costo y con un adecuado aporte de nutrimentos. Price (1994) indica, aún cuando el costo por tonelada de alimento es mas caro que la pastura, es importante considerar el costo por tonelada de nutrimentos digestibles; desde ese punto de vista el grano tiene mejores ventajas económicas, además la tasa

de ganancia y producción animal total mejoran cuando se alimentan con granos.

En algunos países donde se ha desarrollado la ovinocultura se ha obtenido corderos finalizados a los 4 meses de edad cuando son sometidos a dietas concentradas desde las 4 a 5 semanas de edad.

Al realizar una eficiente utilización del alimento y reducir el periodo de engorda, se permite una pronta recuperación del capital invertido. Ésta es una ventaja que se obtiene cuando se utilizan dietas con 100% de concentrado. Sin embargo, dada la poca disponibilidad de cereales y la alta disponibilidad de rastrojo de maíz en México, es conveniente incluir esquilmos de maíz y disminuir la cantidad de concentrado en la dieta, sin afectar el comportamiento animal y lograr así un uso más eficiente de los recursos desde el punto de vista económico y social.

Los animales que pueden aprovechar más eficientemente los subproductos agrícolas son los rumiantes, dada las características propias de su tracto digestivo, permitiendo el desdoblamiento y aprovechamiento de la celulosa y hemicelulosa, carbohidratos estructurales encontrados en los vegetales, los cuales lo proveen de energía (Church, 1974). Dentro de los rumiantes se encuentra la especie ovina (Ovis aries), que por su adaptabilidad a diferentes ambientes, el tamaño y su fácil manejo, es atractiva para granjas de escasos

recursos y áreas pequeñas, además su capacidad reproductiva es superior a los bovinos (Devendra, 1986) por lo que es más fácil aumentar su población.

En México, la producción nacional ovina, según FAO (1992), fue de 6 millones de cabezas; la cual se encuentra concentrada en el centro del país, siendo el estado de México el principal productor, para 1990 con 701,622 ovinos (Anónimo, 1993). No obstante, para el año 1991 disminuyó el inventario en cerca de 26,000 cabezas de ganado (SARH, 1992). Esta es una zona de importancia comercial para la producción de ovinos, es por ello, importante realizar trabajos que mejoren dicha producción.

Las engordas intensivas permiten que el proceso de obtención de carne sea más eficiente y rápida en comparación con los sistemas de pastoreo. Sin embargo, considerando que el ingrediente principal en las dietas concentradas son los granos, y el uso excesivo de éstos en la alimentación de corderos pueden provocar problemas digestivos como acidosis y enterotoxemia; al incluir rastrojo de maíz en la dieta se pueden disminuir los problemas metabólicos y obtener una óptima y mejor utilización de alimento sin afectar el comportamiento productivo del animal, cuando el rastrojo de maíz se incluye en un nivel adecuado a la dieta.

## **II. OBJETIVOS**

Evaluar el porcentaje óptimo de rastrojo de maíz en dietas basadas en granos como fuente de energía .

Los objetivos específicos fueron:

- a) Evaluar la ganancia diaria de peso, consumo del alimento y calcular conversión alimenticia de los corderos expuestos a diferentes niveles de rastrojo y concentrado.
- b) Cuantificar la proporción molar de urea y minerales, en corderos alimentados con diferentes niveles de rastrojo y concentrado.
- c) Evaluar rentabilidad y realizar un análisis de sensibilidad económica en función al precio del rastrojo de maíz, grano de maíz, pasta de soya, incremento en el costo de la dieta y precio de compra y venta del borrego.



### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Los forrajes toscos en la alimentación de rumiantes**

El forraje no es esencial para la función ruminal de los rumiantes. No obstante diversos autores consideran que las dietas para éstos deben contener cierta cantidad de forraje grueso como tallo u hojas de superficie tosca para que se promueva la actividad fisiológica normal, de lo contrario se pueden desarrollar desordenes digestivos (Preston y Willis, 1970).

Los residuos agrícolas son forrajes secos y toscos importantes desde el punto de vista económico, debido a que son aprovechados por el animal, y no representan ninguna competencia alimenticia con el hombre, sin embargo no son utilizados adecuadamente. Ascencio y López (1994) señalan que comúnmente son quemados o incorporados al suelo.

Este tipo de alimentos son considerados como una alternativa para cubrir el déficit de forrajes, en temporada de sequía, debido a que existe una amplia variedad y disponibilidad de ellos.

El éxito en la producción de carne depende en gran parte de la disponibilidad de forrajes y granos en cantidad y calidad durante el año, en la época de lluvias se disponen abundantemente, sin embargo, en la temporada seca los pastos son escasos y de valor nutricional bajo (Ferreiro, 1991). En algunas zonas los forrajes abundan y son utilizados de forma ilimitada, en otros lugares son utilizados como alimento adicional y se conservan en forma de heno o ensilado para épocas difíciles.

#### **a) Valor nutritivo**

El valor nutritivo puede ser definido como el potencial de producción que el animal puede manifestar cuando consume, digiere y metaboliza los nutrimentos contenidos en el alimento.

Según el NRC (1984) los forrajes toscos son pobres en energía neta y se caracterizan por su alto contenido en fibra (superior al 18%). Tienen alta concentración de celulosa (34%), hemicelulosa (27%) y lignina (6%) (Berlanga, 1989).

Steg *et al.* (1988) consideran que la baja concentración de nutrimentos, el alto contenido de lignocelulosa y su voluminosidad son algunas desventajas de

este tipo de alimentos, que ocasionan que su digestibilidad y consumo sean bajos. Esto limita la capacidad ruminal y la tasa de digestión de la digesta.

El bajo contenido de proteína que contienen los forrajes toscos, limitan la síntesis de proteína microbiana, debido a que requieren un suministro adecuado de nitrógeno para llevar a cabo la máxima eficiencia. Si el nivel de nitrógeno en el rumen no es el adecuado, la producción de ATP no está destinada a la síntesis de proteína microbiana (Buttery, 1977). En contraste, si el nivel de nitrógeno es excesivo, la energía puede ser el factor limitante para la utilización eficiente del nitrógeno. Por lo tanto para que el crecimiento microbiano se realice con una eficiencia máxima, la disponibilidad de nitrógeno y energía en el rumen debe ser balanceada (Stern y Hoover, 1979).

La digestibilidad y el consumo voluntario de los forrajes es pobre, por lo tanto una manera de mejorar su valor nutritivo, es que sea mezclado con granos, oleaginosas, vitaminas y minerales permitiendo que el balanceo de la dieta cubra las deficiencias de nitrógeno, minerales y energía (Anderson, 1978; Church, 1986).

Varios autores señalan que para mejorar el valor nutritivo de los residuos agrícolas es conveniente mezclarlos hasta un 30% con concentrados; tienen una mejor conversión alimenticia y por consiguiente mejoran el comportamiento animal, debido a que tienen mayor cantidad de energía y se tiene una

utilización de los componentes de la ración más eficiente. También se ha observado que al utilizar los suplementos energéticos es mayor la ganancia de peso y el tiempo de engorda se reduce.

Oscarberro y Fernández (1982) mencionan que la alimentación ovina se basa principalmente en el consumo de forraje para animales en pastoreo, sin embargo para ganado en finalización con dietas a base de granos, como principal fuente de energía, se puede añadir del 3 a 5% de forraje con el fin de facilitar la fermentación del rumen y prevenir trastornos digestivos (Church, 1974), por tanto, la producción de carne depende de la disponibilidad y el valor nutritivo del alimento.

## **b) Consumo**

A la cantidad de alimento que un animal puede consumir, cuando es ofrecido, sin restricción alguna, se le denomina consumo voluntario. Este se encuentra regulado por un mecanismo fisiológico, el cual actúa con alimentos de alto valor nutritivo, a través de una regulación quimiostática mediante la producción de ácidos grasos volátiles, péptidos y otros metabolitos (Baumgardt, 1972). También existe una regulación física, que actúa en alimentos de pobre valor nutritivo, este mecanismo funciona en base a la

distensión y supone que el animal come hasta que alguna parte del tracto gastrointestinal se llena de un volumen sin digerir (Herrera, 1984).

Algunos trabajos citados por Zea y Díaz (1990) indican que el consumo voluntario de la materia seca aumenta cuando el coeficiente de digestibilidad de la dieta es superior al 74%, ésto implica que la calidad de la dieta sea alta y, es entonces cuando el animal regula el consumo voluntario de materia seca mediante los procesos metabólicos. Sin embargo, cuando el coeficiente de digestibilidad es inferior al 74%, la calidad de la dieta es baja, lo que implica una mayor proporción de fibra y por ende la regulación del consumo es debido a los procesos digestivos del animal.

El consumo de forraje es el factor más importante que determina la eficiencia de utilización de los mismos (Allison, 1985). Raymond (1969) menciona que el consumo de alimento explica el 70% de la variación en la retención de nutrimentos y el 30% restante es debido a la digestibilidad y la eficiencia de utilización.

A su vez, el consumo voluntario depende de la cantidad de alimento ofrecido y el nivel de suplementación. Nelson (1982) suplementó corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, harina de sangre y gluten de maíz, para investigar el consumo y digestibilidad de la materia seca, los resultados indican incrementos en ambos.

En el rastrojo, la deficiencia de nutrimentos, especialmente nitrógeno, reducen la actividad microbiana, ocasionando una lenta degradación de la materia seca en el rumen, por lo que disminuye la velocidad de paso del material no digerido, por el canal digestivo (Orskov, 1987; Bonilla *et al.*, 1991). Estos efectos están relacionados con el bajo consumo de materia seca, por lo tanto, en muchos de los casos no cubren las necesidades de energía y proteína para mantenimiento.

Fernández (1981) señala que si se logra aumentar el consumo de rastrojo en el animal, aplicando tratamientos físicos, químicos o por suplementación en el forraje, se obtendrá un mayor consumo de nutrimentos digestibles y por ende una mayor utilización del rastrojo.

Un aspecto importante que influye en el consumo es el propio animal, en donde sus características como edad, estado fisiológico y sexo lo afectan indiscutiblemente (Conrad, 1965; Welch, 1982; Church, 1988).

### **c) Digestibilidad**

La digestibilidad es una característica importante de los alimentos que nos permite apreciar el grado de aprovechamiento que un animal puede obtener de un alimento.



De Alba (1971) y Orskov (1989) indican que la digestibilidad del forraje es baja cuando la dieta no cuenta con un mínimo de 8% de proteína.

Los esquilmos agrícolas presentan baja digestibilidad, la cual es atribuible a la asociación física o química de la celulosa con otros componentes estructurales de la pared celular como lignina o sílice que impiden la acción de las enzimas celulolíticas. (Hernández, 1993).

Diversos autores han realizado trabajos considerando algunos métodos para mejorar la digestibilidad y el consumo voluntario de pajas y rastrojos. Entre ellos se consideran a los tratamientos físicos, químicos y biológicos. El objetivo de los tratamientos físicos, es reducir el tamaño de las partículas del alimento para incrementar el consumo, Welch (1982) menciona que la reducción de la fibra indigestible en el rumen es importante en la regulación del consumo y hasta la productividad de rumiantes alimentados con forraje. Los tratamientos químicos consisten en adicionar al sustrato alimenticio compuestos como NaOH,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , KOH,  $\text{NH}_3$  que rompen los enlaces de las fracciones de difícil degradación y, los tratamientos biológicos que consisten en la inoculación de hongos a los residuos agrícolas para aumentar la disponibilidad de la fracción fibrosa (Ortíz, 1975; Klopfestein, 1978; Benites, 1982; Ochoa 1983; Berlanga, 1989; Zilli, 1994; Coronel, 1995). Dentro de estas investigaciones los resultados generalmente son favorables a la digestibilidad,

pero es conveniente considerar el costo y tiempo que puede implicar el llevar a cabo alguno de estos tratamientos.

El Cuadro 1 presenta una serie de trabajos, donde se reporta el consumo y la digestibilidad de algunas dietas con diferentes niveles de forraje, en ovinos.

Cuadro 1. Consumo y digestibilidad de los componentes químicos de la dieta de ovinos con diferentes niveles de forraje

| Raza                        | Tipo de<br>forraje | Inclusión<br>(%) | Consumo<br>(g MS/día) | Peso<br>(kg) | Digestibilidad (%) |      |      |      |      |      | Referencia                 |
|-----------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|--------------|--------------------|------|------|------|------|------|----------------------------|
|                             |                    |                  |                       |              | MS                 | MO   | PC   | FDN  | FDA  | FC   |                            |
|                             |                    |                  |                       |              |                    |      |      |      |      |      |                            |
| Pelibuey                    | RM                 | 7.4              | 873                   | 27.6         | 80.8               | 82.5 | 76.5 | 57.4 | 45.5 | 26.2 | González y González (1990) |
| Pelibuey                    | RM                 | 24.3             | 945                   | 27.6         | 71.2               | 72.4 | 70.9 | 55.9 | 40.5 | 34.3 | González y González (1990) |
| Pelibuey                    | RM                 | 40.1             | 1142                  | 27.6         | 60.2               | 60.8 | 62.0 | 50.5 | 29.3 | 38.7 | González y González (1990) |
| Pelibuey                    | RM                 | 56.6             | 1092                  | 27.6         | 56.5               | 57.6 | 62.8 | 48.8 | 32.5 | 40.5 | González y González (1990) |
| Pelibuey                    | RM                 | 71.5             | 1144                  | 27.6         | 54.7               | 55.9 | 63.4 | 52.0 | 39.4 | 46.0 | González y González (1990) |
| RxSuffolk, Finn y Dorset    | HA                 | 45.5             | 1316                  | 29           | 71.7               |      | 68.9 |      | 40.0 |      | Hart y Glimp (1991)        |
| RxSuffolk, Finn y Dorset    | HA                 | 27.6             | 1265                  | 29           | 75.2               |      | 67.6 |      | 33.0 |      | Hart y Glimp (1991)        |
| RxSuffolk, Finn y Dorset    | HA                 | 9.1              | 1031                  | 29           | 83.0               |      | 73.7 |      | 36.2 |      | Hart y Glimp (1991)        |
| Suffolk,Corridale y Cruzas  | RM                 | 66.27            | 1221                  |              | 65.6               |      | 73.1 |      |      |      | Hérmendez (1993)           |
| Suffolk, Corridale y Cruzas | RM                 | 63.20            | 1104                  |              | 61.5               |      | 67.1 |      |      |      | Hérmendez (1993)           |
| Suffolk, Corridale y Cruzas | RM                 | 64.20            | 1040                  |              | 70.6               |      | 79.1 |      |      |      | Hérmendez (1993)           |
| Suffolk, Corridale y Cruzas | RM                 | 70.74            | 1113                  |              | 62.9               |      | 72.8 |      |      |      | Hérmendez (1993)           |
| No definida                 | RM                 | 15               |                       | 38           | 83.8               | 84.3 | 80.9 | 56.3 | 50.9 | 71.7 | González (1997)            |
| No definida                 | RM                 | 25               |                       | 38           | 79.2               | 80.1 | 74.5 | 56.1 | 48.8 | 72.3 | González (1997)            |
| No definida                 | RM                 | 35               |                       | 38           | 67.5               | 69.5 | 68.7 | 58.1 | 43.2 | 62.4 | González (1997)            |

R Rambouillet; RM Rastrojo de maíz, HA Heno de alfalfa, MS Materia seca, MO Materia orgánica, PC Proteína cruda, FDN Fibra detergente neutro, FDA Fibra detergente ácido, FC Fibra cruda.

### 3.2 Utilización de rastrojo de maíz en la dieta de rumiantes

A nivel nacional, el subproducto agrícola que más se produce es el rastrojo de maíz, para 1990 las estadísticas señalan una producción de 27' 807, 334 t siendo el estado de México el principal productor de rastrojo de maíz, con una producción de 2' 397, 144 t (Villalobos, 1992).

El rastrojo de maíz usualmente es empleado en la alimentación de rumiantes, solo que su uso no siempre es el adecuado. Este es considerado como fuente de energía, pero debe ser acompañado de alimentos o suplementos que contengan proteína, fósforo y vitamina A, principalmente, ya que es deficiente en ellos. (NRC, 1984)

El rastrojo de maíz se utiliza en prácticas agropecuarias tales como: pastoreo del ganado en los campos de cultivo posterior a la cosecha, como alimento complementario en la época de escasez de forraje para las diferentes especies consumidoras de zacates toscos (De Alba, 1971; Arciga y Gómez, 1991; Hernández, 1993 ). La composición química del rastrojo de maíz se caracteriza por poseer bajo contenido de proteína cruda (5.4%), energía metabolizable (1.8 Mcal/kg de MS), cenizas (6.8%), altos contenidos de fibra cruda (36%), fibra detergente neutro (73%) y lignina (7%) (De Alba, 1971; NRC, 1985). Los coeficientes de digestibilidad oscilan entre 35-55% (Lara, 1978; Ascencio y López, 1994; Bonilla *et al.*, 1991)

En un estudio realizado por Hernández (1993), sobre la suplementación en ovinos con dietas a base de rastrojo de maíz, encontró que los diferentes tipos de suplementos pueden modificar la digestibilidad de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro. Por su parte Bonilla *et al.* (1991) realizaron un trabajo de engorda de novillos con diferentes niveles de rastrojo y grano de maíz, encontraron que la dieta que contenía el 41% de rastrojo y 59% de concentrado incrementa el consumo y la ganancia de peso, sin embargo, la dieta que contenía 69% de rastrojo de maíz y 31% de concentrado era mas conveniente de utilizar porque disminuye los costos de producción.

### **3.3 Uso de granos en la alimentación animal**

Dentro de los objetivos de la ganadería intensiva, se busca mejorar la eficiencia alimenticia sin incrementar los costos de alimentación y la duración de la engorda. El método más usual para aumentar la ganancia diaria en este sistema de alimentación es por medio de dietas con alta proporción de granos.

En diversos trabajos con alimentación a base de granos en ovinos, se observa un consumo de alimento de hasta 1550 g por día (Murphy *et al.* 1994b) con ganancias hasta de 420 g (Murphy *et al.* 1994a) cuando el nivel de alimentación es de 100%, sin embargo al disminuir el nivel de alimentación se

reduce el consumo, la ganancia y por tanto la eficiencia alimenticia. Por otro lado, Glimp *et al.* (1989) encontraron incrementos en el consumo de alimento en dietas con 90% de grano, pero la ganancia de peso presentó un máximo de 231 g por día (Cuadro 2). En investigaciones realizadas en México con dietas exclusivas de concentrado se han obtenido ganancias entre 250 a 354 g por día con conversiones alimenticias de 3.2 a 4.0 g de alimento /unidad de ganancia (Lara, 1995).

Los esfuerzos realizados en la investigación sobre la nutrición de rumiantes en etapa de finalización, son encaminados en buscar alternativas que permitan hacer más eficaz la producción de carne, lo cual ha llevado a crear sistemas de alimentación donde se utilizan dietas con altos contenidos de energía. En estos sistemas de alimentación se han observado incrementos en la eficiencia y ganancia de peso en ovinos, como lo reportan Ely *et al.* (1979), Murphy *et al.* (1994b) y Lara (1995). Sin embargo, los incrementos en los niveles de energía también ocasionan aumento en la deposición de grasa corporal. Además, Milton *et al.* (1994) reportaron que este tipo de dietas ocasionan daños a nivel hepático en novillos. Estos son algunos factores que impiden optimizar la eficiencia en todos los niveles de producción (Beerman *et al.* 1995).

Cuadro 2. Comportamiento de corderos con dietas altas en concentrados

| IN | Con. en la dieta (%) | Forma física | NA (%) | PI (kg) | PF (kg) | G (g) | EA   | Consumo (g) | Duración (días) | Autor                        |
|----|----------------------|--------------|--------|---------|---------|-------|------|-------------|-----------------|------------------------------|
| 1  | 100                  | E, P         | 100    | 25.8    | 37.6    | 420   | .339 | 1250        | 28              | Murphy <i>et al.</i> (1994a) |
| 1  | 100                  | E, P         | 85     | 25.8    | 34.8    | 323   | .317 | 1020        | 28              | Murphy <i>et al.</i> (1994a) |
| 1  | 100                  | E, P         | 70     | 25.7    | 32.8    | 253   | .300 | 850         | 28              | Murphy <i>et al.</i> (1994a) |
| 1  | 100                  | E, P         | 100    | 37.6    | 49.1    | 387   | .266 | 1447        | 30              | Murphy <i>et al.</i> (1994a) |
| 1  | 100                  | E, P         | 85     | 34.8    | 48.5    | 363   | .284 | 1273        | 38              | Murphy <i>et al.</i> (1994a) |
| 1  | 100                  | E, P         | 70     | 32.8    | 47.9    | 317   | .287 | 1097        | 48              | Murphy <i>et al.</i> (1994a) |
| 2  | 90                   | E            | 92.5   | 37.7    | 50.4    | 229   | .204 | 1120        | 59              | Glimp <i>et al.</i> (1989)   |
| 2  | 90                   | E            | 85     | 36.9    | 49.5    | 184   | .173 | 1060        | 72              | Glimp <i>et al.</i> (1989)   |
| 2  | 90                   | E            | 72.5   | 51.8    | 50.6    | 231   | .159 | 1450        | 58              | Glimp <i>et al.</i> (1989)   |
| 2  | 90                   | E            | 55     | 39.2    | 38.1    | 214   | .129 | 1650        | 59              | Glimp <i>et al.</i> (1989)   |
| 1  | 100                  | E, P         | 100    | 28.6    | 42.3    | 325   | .272 | 1190        | 42              | Murphy <i>et al.</i> (1994b) |
| 1  | 100                  | E, P         | 100    | 42.3    | 48.3    | 295   | .191 | 1550        | 21              | Murphy <i>et al.</i> (1994b) |
| -  | 100                  | E, P         | 100    | 27.1    | 52.0    | 281   | -    | -           | -               | McClure <i>et al.</i> (1994) |
| -  | 100                  | E, P         | 100    | 24.4    | 46.5    | 237   | -    | -           | -               | McClure <i>et al.</i> (1994) |
| -  | 100                  | E, P         | 100    | 22.6    | 47.5    | 253   | -    | -           | -               | McClure <i>et al.</i> (1994) |
| -  | 100                  | -            | 91     | 27.1    | 51.9    | 280   | -    | -           | -               | McClure y V. Keuren (1994)   |

IN Ionóforo (1 Lasolacida 149 mg/kg, .018% de la dieta, 2 Lasolacida (Bovatec 68), 20g de ingrediente activo/ton de alimento.)

NA Nivel de alimentación

E Entero

P Peletizado

PI Peso inicial

PF Peso final

G Ganancia de peso

EA Eficiencia alimenticia



### **3.4 Uso de dietas con diferente proporción de forraje:concentrado en rumiantes**

El uso de dietas que contienen altas proporciones de grano ocasionan incrementos en el nivel de energía dentro del metabolismo, así como un aumento en la deposición de grasa en el cuerpo. McAllister y Cheng (1996) mencionan que en este tipo de alimentos la velocidad de fermentación del almidón es alta y favorece la presencia de trastornos metabólicos como acidosis.

Se ha observado que al incluir forraje en dietas de concentrados se producen mejoras en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia, cuando se incluye de 20 a 25% de forraje en la dieta de novillos, según una recopilación realizada por Preston y Willis (1986). Huffman *et al.* (1992) indican que al alimentar el ganado vacuno con 7.5% de forraje, consumen más alimento que el ganado que se alimenta con dietas totalmente concentradas, por su parte Kreikemeier *et al.* (1990) considera que la inclusión de forraje está correlacionada con el incremento en la salivación y tasa de pasaje de la partícula. Esto indica que la adición de pequeñas cantidades de forraje disminuyen la incidencia y severidad de problemas digestivos (Milton *et al.*, 1994 y Shuey *et al.*, 1994).

La digestibilidad y eficiencia de los rumiantes alimentados con diferentes proporciones de forraje y concentrado puede variar dependiendo de la forma física de la dieta y del tipo de grano incluido en la ración, al respecto Luther y Trenkle (1967) hacen referencia al incremento en la ganancia diaria cuando la proporción de concentrados se encuentra en dietas mixtas y molidas, ocurriendo algo similar, cuando las dietas son peletizadas a excepción de que la ganancia no se incrementa cuando las dietas contienen más del 60% de concentrados.

Otros efectos sobre la digestibilidad fueron analizados por Castro (1991), en ovejas de raza Churra, con dos tipos de heno a diferentes proporciones de forraje y concentrado que variaban de 100:0 a 40:60, ellos encontraron que al aumentar el grano en la dieta, la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica se incrementaba porque la digestibilidad de los constituyentes celulares aumentaban.

Una cualidad de los forrajes, es la producción de ácido acético, lo que disminuye la producción de ácido propiónico y estabiliza el pH ruminal, limitando así el desarrollo de bacterias que ocasionan los trastornos digestivos en las dietas con altos niveles de energía (Luther y Trentle, 1967; Church, 1988).

Existe información contraria con relación a la eficiencia alimenticia cuando se incluyen forrajes en la dieta, así lo señalan Stock *et al.* (1990) quienes encontraron depresión significativa cuando se adicionó forraje con respecto a dietas altas en energía en ganado vacuno. Por su parte, Larson *et al.* (1993) alimentó novillos con dietas altas en energía y obtuvo mejores eficiencias en comparación con el ganado que consumió una dieta con 7.5% de forraje.

Se han encontrado diferencias en cuanto al aprovechamiento de las dietas de forraje:concentrado, entre los bovinos y ovinos. Colucci. *et al.* (1989) encontraron que incrementos en el consumo causan disminución en la digestibilidad de diferentes proporciones, la depresión mayor se presentó para la relación 30:70 de forraje concentrado, observaron que los valores de digestibilidad en las vacas fueron menores que en las ovejas. Estas diferencias pueden deberse a las discrepancias entre ambas especies, como lo señala Orskov (1986) quien recomienda alimentar a ovinos y caprinos con cereales enteros, por su capacidad de rumia, mientras a bovinos con cereales triturados, por su baja capacidad de digestión.

Además de mejorar los costos de producción con el uso de dietas concentradas que incluyen rastrojo se ha observado que al incluir el segundo ingrediente al 7.5% en novillos mejora el consumo de alimento, incrementa la

salivación, tasa de pasaje del alimento y disminuye la incidencia de acidosis y abscesos en el hígado (Stock *et al.*, 1990, Huffman *et al.*, 1992).

En México se han realizado diversos estudios en ganado ovino y bovino evaluando dietas con diferentes proporciones de forraje y grano, principalmente sorgo. Los estudios en ovinos reportan que la inclusión de hasta 70 % de grano en la dieta, tiene un comportamiento óptimo en cuanto a la evaluación económica y ganancia de peso. Estudios realizados por González y González (1990) evidencian que en dietas con mas de 60% de grano de sorgo el consumo de alimento es mayor por los animales y por tanto se esperan mejores ganancias, siempre y cuando la proteína no sea limitante. Arciga y Gómez (1991) obtuvieron mejores resultados económicos y biológicos en un rango de 7.4 a 24.3% de inclusión de rastrojo de maíz en la dieta para ovinos. Sin embargo, Bonilla *et al.* (1991) obtuvieron resultados inversos en bovinos con dietas a base de pajas y grano de maíz. En el Cuadro 3 se presenta una serie de trabajos recopilados donde se expresa el comportamiento productivo de ovinos alimentados con diferentes proporciones de rastrojo de maíz y concentrado.

Cuadro 3. Comportamiento de ovinos alimentados con diferentes proporciones de rastrojo de maíz y concentrado

| Raza                                | Dieta <sup>a</sup> | EM<br>(Mcal/kg) | Proteína<br>(%) | Peso<br>inicial<br>(kg) | Peso final<br>(kg) | CMS<br>(g/día) | GDP<br>(g/día) | CA<br>(alim./gan.) | Referencia                    |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------------------|
| Criollo                             | 80:20              |                 | 11.7            | 24.9                    | 27.3               | 1016           | 100            | 10.2               | Benitez (1982)                |
| Criollo                             | 80:20              | 3.0             | 11.98           | 31.6                    | 34.4               | 963            | 34             | 48.9               | Ochoa (1983)                  |
| SuffolkxRambouillet                 | 33:24              | 2.5             | 13.5            | 17.6                    | 25.4               | 1270           | 143            | 7.8                | Sánchez <i>et al.</i> (1984)  |
| SuffolkxRambouillet                 | 25.5:36            | 2.6             | 13.5            | 17.6                    | 27.6               | 1152           | 182            | 60.9               | Sánchez <i>et al.</i> (1984)  |
| SuffolkxRambouillet                 | 39:16              | 2.8             | 13.6            | 17.6                    | 30.0               | 1140           | 206            | 7.3                | Sánchez <i>et al.</i> (1984)  |
| SuffolkxRambouillet                 | 35:24              | 2.8             | 13.6            | 17.6                    | 32.6               | 1339           | 240            | 6.0                | Sánchez <i>et al.</i> (1984)  |
| Cruza                               | 70:30              | 2.2             | 11.8            | 27                      | 32.5               | 1057           | 77             | 13.9               | Clemente (1984)               |
| Cruza                               | 48:52              | 2.5             | 12.9            | 27.2                    | 32.4               | 1067           | 73             | 14.6               | Clemente (1984)               |
| Cruza                               | 65:35              | 2.0             | 12.9            | 27.0                    | 32.2               | 1077           | 71             | 15.1               | Clemente (1984)               |
| Criollo                             | 14.8:82.9:         | 2.8             | 12.4            | 25.5                    | 29.8               | 1085           | 96             | 11.3               | González <i>et al.</i> (1985) |
| Criollo                             | 40:60              |                 | 15.0            | 18.5                    |                    | 1043           | 194            | 5.4                | Torres (1987)                 |
| Criollo                             | 60:40              |                 | 15              | 18.5                    |                    | 923            | 146            | 6.3                | Torres (1987)                 |
| Suffolk, Rambouillet<br>y Corridale | 70:30              |                 |                 | 26.6                    | 29.1               | 705            | 44             | 16.1               | Uribe (1988)                  |
| Suffolk, Rambouillet<br>y Corridale | 70:30              |                 |                 | 21.4                    | 27.6               | 799            | 79             | 10.1               | Uribe (1988)                  |
| Criollo                             | 15:85              | 2.6             | 12.8            | 28.4                    | 32.6               | 879            | 88             | 9.8                | Machuca <i>et al.</i> (1990)  |
| Criollo                             | 15:85              | 2.6             | 13.3            | 29.1                    | 31.1               | 768            | 40             | 19.4               | Machuca <i>et al.</i> (1990)  |
| Criollo                             | 15:85              | 2.6             | 13.8            | 28.3                    | 32.1               | 909            | 81             | 11.3               | Machuca <i>et al.</i> (1990)  |
| Criollo                             | 15:85              | 2.6             | 14.3            | 29.7                    | 32.9               | 784            | 67             | 11.9               | Machuca <i>et al.</i> (1990)  |
| Pelibuey y Blackbelly               | 7.4:88.2           | 2.9             | 14.2            | 22.6                    | 41.9               | 1046           | 166            | 6.3                | Arciga y Gómez (1991)         |
| Pelibuey y Blackbelly               | 24.3:71.5          | 2.7             | 13.1            | 21.9                    | 39.5               | 1166           | 185            | 6.3                | Arciga y Gómez (1991)         |
| Pelibuey y Blackbelly               | 40.1:56            | 2.5             | 12.6            | 22.1                    | 39.3               | 1280           | 147            | 8.7                | Arciga y Gómez (1991)         |
| Pelibuey y Blackbelly               | 56.6:40            | 2.3             | 11.7            | 22                      | 40.5               | 1214           | 119            | 10.2               | Arciga y Gómez (1991)         |
| Pelibuey y Blackbelly               | 71.5:25.4          | 2.1             | 10.7            | 21.7                    | 38.7               | 1188           | 110            | 10.8               | Arciga y Gómez (1991)         |
| Criollos                            | 40.9:52.4*         |                 |                 | 23.0                    | 33.3               | 1028           | 123            | 8.5                | Sánchez y Huerta (1993)       |
| Criollos                            | 30.9:61.6*         |                 |                 | 22.2                    | 39.8               | 1266           | 210            | 6.0                | Sánchez y Huerta (1993)       |
| Criollos                            | 20.9:70.9*         |                 |                 | 25.0                    | 37.0               | 1145           | 142            | 8.2                | Sánchez y Huerta (1993)       |

...Continuación

| Raza                | Dieta              | EM<br>(Mcal/kg) | Proteína<br>(%) | Peso<br>inicial<br>(kg) | Peso final<br>(kg) | CMS<br>(g/día)    | GDP<br>(g/día) | CA<br>(alim./gan.) | Referencia                  |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------------------|
| SuffolkxRambouillet | 28:72              | 2.6             | 14              | 27.8                    | 44.9               | 1190              | 243            | 3.8                | Falcón <i>et al.</i> (1995) |
| SuffolkxRambouillet | 28:72              | 2.6             | 14              | 24.9                    | 38.2               | 1210              | 185            | 7.3                | Falcón <i>et al.</i> (1995) |
| SuffolkxRambouillet | 28:72              | 2.6             | 14              | 26.3                    | 39.4               | 1200              | 186            | 5.9                | Falcón <i>et al.</i> (1995) |
| SuffolkxRambouillet | 28:72              | 2.6             | 14              | 26.50                   | 43.8               | 1200              | 242            | 5.1                | Falcón <i>et al.</i> (1995) |
| No definida         | 15:3:84.7          | 2.6             | 14              | 24.6                    | 38.4               | 1220              | 246            | 5.0                | Pérez <i>et al.</i> (1995)  |
| No definida         | 15:3:84.7          | 2.6             | 14              | 26.0                    | 38.5               | 1240              | 222            | 5.6                | Pérez <i>et al.</i> (1995)  |
| No definida         | 15:3:84.7          | 2.6             | 14              | 23.6                    | 34.0               | 1090              | 185            | 6.0                | Pérez <i>et al.</i> (1995)  |
| No definida         | 15:3:84.7          | 2.6             | 14              | 24.9                    | 32.6               | 1100              | 137            | 8.0                | Pérez <i>et al.</i> (1995)  |
| CriolloxRambouillet | 16:84              | 2.9             | 14.4            | 23.4                    | 36.6               | 1100              | 240            | 4.6                | Meraz (1996)                |
| CriolloxRambouillet | 16:84 <sup>1</sup> | 2.9             | 14.4            | 23.4                    | 35.7               | 1040              | 223            | 4.9                | Meraz (1996)                |
| CriolloxRambouillet | 16:84 <sup>2</sup> | 2.9             | 14.4            | 22.3                    | 34.8               | 1042              | 227            | 4.6                | Meraz (1996)                |
| Suffolk (Macho)     | 14:86 <sup>3</sup> | 2.8             | 16.5            | 20.2                    | 42.6               | 1820 <sup>b</sup> | 370            | 4.9                | Ayala y Rangel (1997)       |
| Suffolk (Hembra)    | 14:86 <sup>3</sup> | 2.8             | 16.5            | 18.1                    | 34.9               | 1700 <sup>b</sup> | 282            | 6.0                | Ayala y Rangel (1997)       |
| Coridale (Macho)    | 14:86 <sup>3</sup> | 2.8             | 16.5            | 19.0                    | 35.5               | 1650 <sup>b</sup> | 292            | 5.7                | Ayala y Rangel (1997)       |

<sup>a</sup> Proporción de rastrojo de maíz y concentrado en la dieta.

<sup>b</sup> Consumo de alimento

\* Proporción de melaza.

<sup>1</sup> Adición de 20 ppm de Lasolasida.

<sup>2</sup> Adición de 20 ppm de Monensina.

<sup>3</sup> El forraje incluye 4.5% de heno de alfalfa.

CA Conversión alimenticia

CMS Consumo de materia seca

EM Energía metabolizable

GDP Ganancia diaria de peso

Debido a las discrepancias que existen en cuanto a los niveles adecuados para la mezcla de proporciones de grano y rastrojo de maíz, es necesario buscar los niveles propios para un alimento balanceado y económicamente costeable.

### **3.5 Efecto de la relación forraje:concentrado sobre el perfil metabólico del rumiante**

Lam (S/F) realizó una revisión sobre la importancia de la determinación del perfil metabólico, siendo éste un diagnóstico más acertado sobre la condición del animal, el cual deriva de un perfil de constituyentes sanguíneos. La prueba fue diseñada para diagnosticar la naturaleza de los problemas metabólicos y se fundamenta en el postulado de que la combinación de los constituyentes sanguíneos se ve afectada por el balance entre el aporte nutritivo de la alimentación, la eficiencia metabólica y los requerimientos del gasto productivo. Así mismo diversos autores, señalan que para lograr una correcta evaluación del perfil metabólico debe considerarse la información complementaria, tal como tipo y cantidad de forraje, alimento consumido, historia productiva, época de muestreo, características zoonóticas y estado reproductivo del rebaño. Además de detectar agentes infecciosos en el rebaño; estos análisis permiten

detectar desequilibrios alimentarios asociados a las carencias globales de proteína, energía y ciertos minerales que están relacionados con el estado de salud y productividad del ganado.

Los estudios de Uribe (1988) demuestran la importancia de los minerales en dietas a base de rastrojo de maíz , donde al adicionar un suplemento mineral, la respuesta en consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia se mejoró en 30, 81 y 37%, respectivamente.

#### **a) Efecto sobre la concentración de urea en plasma**

La determinación de urea se incluye comúnmente en la investigación para evaluar los factores relacionados con la alimentación y la función renal (Lam (S/F). Se considera que la concentración de urea en la sangre, está estrechamente relacionada con el nitrógeno contenido en la dieta, bien sea en forma de nitrógeno proteico como no proteico, los cambios en la dieta repercuten rápidamente en la misma.

Algunos trabajos revisados por Lam (S/F) mencionan que los incrementos en la concentración sanguínea de urea se deben a: 1) un aumento en el consumo de proteínas, 2) al suministro de proteínas altamente degradables o



alto nivel de nitrógeno no proteico que favorece la absorción de  $\text{NH}_3$  del rumen y consecuentemente la producción de urea por el hígado y, 3) al reducido consumo de energía que puede disminuir la síntesis microbiana; ésto puede favorecer un aumento en el pH del rumen y por lo tanto un aumento en la absorción de  $\text{NH}_3$  y al aumento en el catabolismo tisular, producto de un ayuno prolongado, lo que producirá urea por la desaminación de los aminoácidos.

#### **b) Efecto sobre la concentración de mineral en plasma**

La ingestión de dietas que son deficientes, desequilibradas o excesivamente ricas en un determinado mineral pueden conducir a perjuicios en crecimiento, salud, fertilidad y producción láctea. Todos los minerales poseen un espectro de actividad dependiendo de la cantidad ingerida del elemento en cuestión y de la situación del animal. Cottle (1991) menciona que son muchos los factores que afectan los requerimientos minerales de los ovinos, en ellos se incluye la edad, nivel de producción, forma química del mineral y el balance con otros minerales, además los minerales contenidos en el alimento, los cuales varían dependiendo de la especie, variedad, madurez, clima, suelo y fertilización.

El ARC (1965) considera que existe un efecto de los distintos minerales sobre el crecimiento y conversión alimenticia. La suplementación adecuada de minerales es importante para obtener un equilibrio entre los diferentes microorganismos en el rumen. Uribe (1988) menciona que la estabilidad de los microorganismos celulolíticos puede ser favorecida por los minerales esenciales para la actividad del animal con excepción de cobre, flúor y selenio. El fósforo, calcio, magnesio, azufre y hierro son minerales que con mayor frecuencia se ha reportado su efecto estimulador sobre la celulólisis, siendo el más crítico para la fermentación ruminal el fósforo. La síntesis de proteína es estimulada por el azufre, hierro, cobre y cobalto; mientras que, para el crecimiento bacteriano son el fósforo, calcio, magnesio, sodio y potasio, Cuadro 4.

Cuadro 4. Investigaciones acerca del efecto de los minerales sobre la actividad microbiana ruminal.

| Mineral   | Celulólisis |     |     | Síntesis de proteína |     |     | Crecimiento |     |     |
|-----------|-------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|-------------|-----|-----|
|           | Est         | Inh | Nin | Est                  | Inh | Nin | Est         | Inh | Nin |
| Fósforo   | 9           | 1   |     |                      |     |     | 3           |     |     |
| Calcio    | 7           | 1   |     |                      |     |     | 2           |     | 1   |
| Magnesio  | 7           | 1   |     |                      |     |     | 3           |     |     |
| Sodio     | 5           |     | 3   |                      |     |     | 3           |     |     |
| Potasio   | 5           |     |     |                      |     |     | 3           |     |     |
| Azufre    | 4           | 2   |     | 2                    |     |     |             |     |     |
| Fierro    | 6           | 1   | 1   | 2                    |     | 1   |             |     |     |
| Manganeso | 4           | 1   | 1   |                      |     | 3   |             |     |     |
| Zinc      | 4           | 2   | 1   | 1                    |     | 1   |             |     |     |
| Cobre     |             | 2   |     |                      |     | 1   |             |     | 1   |
| Cobalto   | 3           | 1   | 2   | 1                    |     | 1   |             |     | 1   |
| Molibdeno | 5           | 2   | 1   |                      |     | 1   |             |     |     |
| Iodo      | 1           |     |     |                      |     |     |             |     |     |
| Selenio   |             | 2   |     |                      |     | 1   |             | 1   |     |
| Flúor     |             | 2   |     |                      |     |     |             |     |     |

Est Estimulador  
 Inh Inhibitorio  
 Nin Ninguno

Modificado de Uribe (1988)

#### **IV. HIPÓTESIS**

La inclusión de hasta 35% de rastrojo de maíz en la dieta, permite obtener un comportamiento comparable al que se obtiene en dietas con un 15% de rastrojo de maíz en corderos.

La concentración mineral y de urea en suero sanguíneo de los corderos, puede ser influenciada por las dietas experimentales.

El precio del rastrojo de maíz, grano de maíz, pasta de soya, costo de la dieta y precio del borrego, pueden influenciar la dieta a utilizar, en función de la rentabilidad de la engorda.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Ubicación y clima**

El presente trabajo se realizó en las instalaciones ubicadas a un costado del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada a los 19° 21' de latitud Norte y 96° 33' de longitud Oeste, a una altitud de 2250 m.s.n.m.

El clima se clasifica como templado subhúmedo (C(wo)(w)b(i)g); presentando lluvias en verano y una época seca en invierno, poca oscilación térmica y temperatura media anual de 15° C. La precipitación media por año es de 644.8 mm (García, 1981).

### **5.2. Animales**

Se utilizaron 60 borregos del estado de San Luis Potosí, de los cuales 12 fueron hembras y 48 machos, con peso promedio de 26 kg. Los animales

fueron debidamente identificados y destinados al azar en función del peso y sexo a diferentes tratamientos. Durante el periodo del experimento hubo necesidad de retirar tres animales del tratamiento con 15% de rastrojo y dos del tratamiento con 35%, por causas ajenas a los tratamientos.

### 5.3. Manejo

El manejo que recibieron los animales siete días después de haber llegado a las instalaciones experimentales fue: aplicación intramuscular de vitamina A, D y E (500,000; 75,000 y 50 UI, respectivamente, por animal) con "Vitacom ADE"; desparasitación subcutánea con "Dectiver" (5 mg de ivermectina/25 kg de peso vivo); aplicación subcutánea del toxoide ("Electroid 7") contra *Clostridium* (2 ml/animal); además los animales fueron implantados con "Ralgro" (12 mg de Zeranól/animal). Después de tres semanas se hizo una desparasitación interna con Ranide (75 mg/10 kg de peso vivo) por vía oral.

El pesaje de los corderos se realizó al inicio del experimento y posteriormente cada quince días, antes de ofrecer alimento. El pesaje del alimento ofrecido y rechazado se realizó diariamente durante las dos primeras semanas y posteriormente cada 15 días. El alimento y el agua se proporcionó tres veces al día (0700, 1300 y 1800 h) a libre acceso.

#### **5.4. Alimentación**

La alimentación previa de los animales, 12 días antes de iniciar el experimento, consistió de una dieta que contenía 80% de grano de maíz, con un periodo de adaptación a las dietas a base de granos de 6 días.. Posteriormente, se ofreció la dieta correspondiente al tratamiento y no hubo periodo de adaptación a las dietas experimentales debido a que los borregos estaban adaptados a consumir dietas con altos niveles de granos.

#### **5.5. Tratamientos**

Los tratamientos consistieron en diferentes porcentajes de rastrojo de maíz: 15, 25, y 35%. El resto de los ingredientes para cada una de las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 5. La forma física del rastrojo de maíz fue molida (con malla de 9 mm) y la del grano, quebrada. Todos los ingredientes fueron mezclados. Los animales finalizaron el experimento cuando el peso promedio por unidad experimental fue de 40 kg. Por ello, la duración de los tratamientos fue variable y dependiente del peso inicial y ganancia de peso de los animales. El experimento inició el 6 de junio de 1996 y concluyó el 10 de agosto del mismo año.

**Cuadro 5. Composición, valor nutritivo y comportamiento de las dietas experimentales**

| Variables                                     | Tratamientos |      |      |
|-----------------------------------------------|--------------|------|------|
|                                               | I            | II   | III  |
| Ingredientes:                                 | -----%       |      |      |
| Rastrojo de maíz                              | 15.0         | 25.0 | 35.0 |
| Maíz                                          | 69.0         | 62.6 | 56.3 |
| Pasta de soya                                 | 13.0         | 9.0  | 5.0  |
| Ortofosfato de calcio                         | 0.0          | 0.2  | 0.5  |
| Carbonato de calcio                           | 1.4          | 1.2  | 1.0  |
| Minerales traza <sup>a</sup>                  | 0.1          | 0.1  | 0.1  |
| Urea                                          | 0.6          | 1.0  | 1.4  |
| Sal común                                     | 0.5          | 0.5  | 0.5  |
| Aporte de nutrimentos:                        |              |      |      |
| Proteína cruda, % <sup>b</sup>                | 15.3         | 14.1 | 13.0 |
| Fibra cruda, % <sup>c</sup>                   | 7.5          | 11.0 | 13.3 |
| Energía metabolizable, Mcal/kg                | 2.8          | 2.6  | 2.5  |
| Comportamiento animal predicho:               |              |      |      |
| Consumo de materia seca, g                    | 1290         | 1310 | 1330 |
| Ganancia diaria de peso, g                    | 275          | 255  | 227  |
| Conversión alimenticia, alimento/<br>ganancia | 4.7          | 5.2  | 5.9  |

<sup>a</sup> Composición de la premezcla mineral (%): Mn, 5.1; Zn, 5.4; Cu, 1.6; I, 0.09; Co 0.05; Se, 0.03.

<sup>b</sup> Determinado por Makrokjeldahl propuesto por Harris (1970).

<sup>c</sup> Determinado por el método propuesto por A.O.A.C. (1975).

La composición mineral de las dietas se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Contenido mineral promedio en las dietas

|                            | Ca        | P         | Mg        | Na        | K       | Cu            | Zn   | Fe  | Mn   |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------------|------|-----|------|
| Dieta <sup>a</sup>         | -----%    |           |           |           |         | -----ppm----- |      |     |      |
| 15                         | 0.82      | 0.36      | 0.15      | 0.38      | 0.74    | 25.2          | 85.6 | 232 | 70.0 |
| 25                         | 0.65      | 0.32      | 0.15      | 0.22      | 0.66    | 18.2          | 71.8 | 227 | 63.2 |
| 35                         | 0.71      | 0.32      | 0.15      | 0.24      | 0.69    | 11.7          | 68.6 | 325 | 62.7 |
| Requerimiento <sup>b</sup> | 0.20-0.82 | 0.16-0.38 | 0.12-0.18 | 0.09-0.18 | 0.5-0.8 | 7-25          | 30   | 50  | 40   |

<sup>a</sup> Nivel de inclusión de rastrojo de maíz

<sup>b</sup> NRC (1985)

En el Cuadro 7, se presenta el contenido mineral de los principales ingredientes de las dietas (soya, maíz y rastrojo).

Cuadro 7. Composición mineral de la soya, maíz y rastrojo

|             | Ca     | P    | Mg   | Na    | K    | Cu            | Zn   | Fe  | Mn   |
|-------------|--------|------|------|-------|------|---------------|------|-----|------|
| Ingrediente | -----% |      |      |       |      | -----ppm----- |      |     |      |
| Soya        | 0.31   | 0.66 | 0.24 | 0.026 | 0.22 | 12.1          | 48.9 | 235 | 36.7 |
| Maíz        | 0.035  | 0.33 | 0.11 | 0.035 | 0.48 | 1.8           | 24.7 | 86  | 8.9  |
| Rastrojo    | 0.27   | 0.20 | 0.14 | 0.19  | 0.79 | 4.1           | 14.5 | 536 | 28.1 |

## 5.6. Variables de respuesta y su medición

- Consumo de alimento, (g). Durante el experimento se tomaron muestras de alimento ofrecido y rechazado para determinar el contenido de materia seca del alimento consumido. La determinación fue estimada restando al alimento ofrecido el rechazado, en base seca.



- b) Ganancia diaria de peso, (g). Se obtuvo por diferencia de peso entre pesadas dividido entre el número de días entre ellas. Los animales fueron pesados antes de recibir alimentación.
- c) Conversión alimenticia. Se obtuvo de acuerdo a la relación de consumo con respecto a la ganancia diaria de peso.
- d) Tiempo para ganar 15 kg de peso. Se obtiene por una relación entre el peso y el promedio de la ganancia diaria de peso .
- e) Concentración de minerales en suero sanguíneo, (ppm). Se tomaron muestras de sangre al inicio y final del experimento por punción de la vena yugular (20 ml) para determinar la concentración de los minerales: Ca, Na, Mg, K, Fe, Zn y Cu; por espectrofotometría de absorción atómica y P por el método colorimétrico, ambos métodos descritos por Fick et al. (1979).
- f) Concentración de minerales en alimento, (ppm). Se analizaron muestras de alimento por tratamiento para determinar los minerales: Ca, P, Na, Mg, K, Fe, Zn, Cu y Mn; por los métodos mencionados anteriormente.

g) Concentración de urea en suero sanguíneo, (mg/dl). Fue determinado con un paquete de reactivos (Merck.-México, S.A.) según el método de de Berthelot.

h) Rentabilidad. Obtenida mediante:

1. La relación beneficio-costo fue calculada mediante la relación de ingresos y egresos.

2. La tasa interna de retorno, calculada con la siguiente formula:

$$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{Y_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$Y_t$  = Flujos netos de efectivo para distintos periodos

$r$  = Interés de los flujos netos de efectivo

$n$  = Número de periodos

3. Análisis de sensibilidad económica. De acuerdo a la variación en los precios del grano y rastrojo de maíz, soya , incrementos en el costo de la dieta, diferentes precios de venta y, compra y venta del borrego, se determinó la dieta más recomendable a utilizar. Según los precios de los ingredientes o bien, si la rentabilidad es superior a la otorgada por el banco.

### 5.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar. Los bloques fueron designados por peso y sexo de los borregos. Los tratamientos fueron los diferentes niveles de rastrojo de maíz, considerando 5 bloques por tratamiento. La unidad experimental fue 4 animales alojados en una corraleta con comedero, bebedero y sombreadero disponibles.

### 5.8. Modelo estadístico.

El modelo estadístico utilizado para las variables del comportamiento productivo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta en el i-ésimo tratamiento, del j-ésimo bloque.

$\mu$  = Media de la población.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$H_j$  = Efecto del j-ésimo bloque.

$E_{ijk}$  = Error experimental medido en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

El modelo se utilizó para evaluar los efectos de los diferentes tratamientos, en el comportamiento productivo de los borregos.

Para evaluar los efectos de los diferentes niveles de rastrojo de maíz en la concentración mineral y urea, en el suero, se empleo el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + M_k + T*Mik + \varepsilon_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$k = 1, 2$$

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta en el i-ésimo tratamiento, del j-ésimo bloque y el k-ésimo muestreo.

$\mu$  = Media de la población.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$H_j$  = Efecto del j-ésimo bloque.

$M_k$  = Efecto del K-ésimo muestreo.

$T*Mik$  = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento, con el k-ésimo muestreo.

$\varepsilon_{ijkl}$  = Error experimental medido en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque y k-ésimo muestreo.

Se realizaron correlaciones entre la concentración mineral y de urea en suero sanguíneo y las variables del comportamiento productivo.

Se utilizó el procedimiento de Stepwise de SAS (1985) para determinar el mejor modelo que explique el comportamiento de los animales en Consumo de

materia seca, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia, considerando las variables de concentración mineral y de urea en suero sanguíneo.

En ambos modelos se realizó una comparación de medias con la prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1988). Los datos fueron analizados con el procedimiento estadístico SAS (1985).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Comportamiento productivo

En el Cuadro 8 se presenta el efecto de la inclusión de rastrojo en dietas basadas en grano de maíz sobre el comportamiento productivo de los corderos.

Cuadro 8. Comportamiento de corderos alimentados con diferentes niveles de rastrojo de maíz

| Variable                                           | Nivel de rastrojo de maíz en la dieta (%) |                    |                   | Pr > F |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                                                    | 15                                        | 25                 | 35                |        |
| No. de animales                                    | 17                                        | 20                 | 18                |        |
| Peso inicial, kg                                   | 26.1 <sup>a</sup>                         | 26.6 <sup>a</sup>  | 26.7 <sup>a</sup> | 0.460  |
| Peso final, kg                                     | 40.9 <sup>a</sup>                         | 40.1 <sup>a</sup>  | 37.7 <sup>b</sup> | 0.005  |
| Consumo de alimento,<br>g MS/día                   | 1200 <sup>a</sup>                         | 1100 <sup>ab</sup> | 1004 <sup>b</sup> | 0.065  |
| Consumo de alimento,<br>g MS/ kg PV <sup>.75</sup> | 86.8 <sup>a</sup>                         | 79.6 <sup>a</sup>  | 76.8 <sup>a</sup> | 0.074  |
| Ganancia de peso, g/día                            | 301 <sup>a</sup>                          | 275 <sup>a</sup>   | 214 <sup>b</sup>  | 0.008  |
| Conversión alimenticia,<br>alimento/ganancia       | 4.14 <sup>a</sup>                         | 4.18 <sup>a</sup>  | 4.98 <sup>b</sup> | 0.054  |
| Duración, días                                     | 51 <sup>a</sup>                           | 51 <sup>a</sup>    | 52 <sup>a</sup>   | 0.370  |

<sup>a, b</sup>. Medias en la misma hilera, sin una literal en común, son diferentes (P<.05)

El peso final de los borregos fue afectado por los tratamientos ( $P=.005$ ), siendo superior ( $P<.05$ ) para aquellos que recibieron la dieta con 15 y 25% de RM en comparación con los que tenían 35% de RM en la dieta.

El consumo de alimento tendió a ser diferente en los animales que recibieron los distintos niveles de RM en la dieta, independiente de si éste se expresa en g MS/día ( $P=.065$ ) o g MS/kg PV<sup>.75</sup> ( $P=.074$ ). Los animales que recibieron la dieta con 15% de RM consumieron más alimento ( $P<.05$ ) en comparación con aquellos que fueron alimentados con 35% de RM, cuando el consumo se expresa en g MS/día.

El comportamiento en consumo de materia seca de los corderos alimentados con los diferentes niveles de RM en el alimento, en parte, pueden ser explicados por la digestibilidad de las dietas. González (1997) determinó la digestibilidad en ovinos de tres dietas que contenían la misma composición de ingredientes que se evaluaron en el presente trabajo, los coeficientes de digestibilidad de la materia seca en las dietas fueron: 83.8, 79.2 y 67.5% para los niveles de inclusión de 15, 25 y 35%, respectivamente. Los tratamientos con 15 y 25% de RM presentaron digestibilidades superiores al 74%, lo que implica que el consumo de materia seca está en función a la concentración energética de la dieta y por lo tanto es regulado por los procesos metabólicos (Baumgart, 1972; Zea y Díaz, 1990). Sin embargo el tratamiento con 35% de RM presentó una digestibilidad inferior al 74%, esto implica que el consumo de

materia seca fue limitado por el efecto de llenado del tracto digestivo de los corderos, y por lo tanto el consumo de materia seca tendió a ser menor, en comparación a los niveles de inclusión de 15 y 25% de RM.

La ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia de los borregos fueron afectadas ( $P=.008$ ,  $P=.054$ , respectivamente) por el nivel de RM en la dieta. Estas variables fueron mejores ( $P<.05$ ) para los animales alimentados con 15 y 25% de RM en comparación con los que recibieron 35% de RM en la dieta. Estos resultados coinciden con los de Arciga y Gómez (1991) quienes obtuvieron mejores ganancias y conversiones en borregos Pelibuey, cuando incluyeron RM en dietas a base de sorgo en niveles inferiores al 24%.

En promedio, la duración del experimento fue de 51 días, ésta no fue afectada ( $P=.370$ ) por el nivel de RM en la dieta.

Con los resultados anteriores se puede corroborar que con dietas a base de granos, en las que se incluye rastrojo de maíz en 15 y 25% se puede obtener un comportamiento productivo de los borregos semejante al de aquellas dietas en las que no se incluye forraje (Murphy *et al.*, 1994a; Murphy *et al.* 1994b; y Lara 1995). En dietas sin forraje se han reportado ganancias de peso entre 250 y 420 g/día, con conversiones que van desde 3.0 a 5.3 kg de alimento por unidad de ganancia (Cuadro 2).



Los resultados de este trabajo en ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de los corderos, para la inclusión de 15% de RM son superiores a las obtenidas por Machuca *et al.* (1990), Pérez *et al.* (1995) y Meraz (1996). Así mismo, para el nivel de inclusión de 25% de RM las ganancias de peso y conversión alimenticia superan a los reportados por Arciga y Gómez (1991) en corderos Pelibuey y Blackbelly alimentados con 24% de RM. Sin embargo, Falcón *et al.* (1990) obtuvieron una mejor conversión alimenticia cuando incluyeron 28% de RM en la dieta de corderos SuffolkxRambouillet (Cuadro 3). En parte, las diferencias en los resultados de estos trabajos se debe a la interacción de diversos factores como: aplicación de probióticos, estimuladores de crecimiento a base de hormonas, crecimiento compensatorio de los corderos, así como edad, sexo y raza. Para estos dos últimos factores, pueden ser los más evidentes, en el trabajo de Ayala y Rangel (1997) (Cuadro 3) alimentaron a corderos, machos y hembras, Suffolk con una dieta que incluía 10% de RM, 4% de heno de alfalfa y el resto de la dieta fue concentrado, ellos reportaron mejor ganancia de peso y menor conversión alimenticia en machos que en hembras, para la ganancia de peso los resultados fueron mejores a las ganancias observadas en este estudio.

En general, las machos ganan hasta 32% mas peso (Sánchez, 1997) y son mas eficientes que los hembras (Torres, 1983; Stanford *et al.* 1996; y Ayala y Rangel, 1997). Por ello, se realizó un análisis adicional del comportamiento

productivo de corderos, donde se excluyó la repetición que incluía a las hembras (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comportamiento de ovinos machos alimentados con diferentes niveles de rastrojo de maíz

| Variable                                           | Nivel de rastrojo de maíz en la dieta (%) |                    |                   | Pr > F |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                                                    | 15                                        | 25                 | 35                |        |
| No. de animales                                    | 13                                        | 16                 | 14                |        |
| Peso inicial, kg                                   | 27.0 <sup>a</sup>                         | 26.5 <sup>a</sup>  | 26.4 <sup>a</sup> | 0.758  |
| Peso final, kg                                     | 41.6 <sup>a</sup>                         | 40.4 <sup>a</sup>  | 38.2 <sup>b</sup> | 0.009  |
| Consumo de alimento,<br>g MS/día                   | 1200 <sup>a</sup>                         | 1100 <sup>ab</sup> | 1000 <sup>b</sup> | 0.099  |
| Consumo de alimento,<br>g MS/ kg PV <sup>.75</sup> | 88.0 <sup>a</sup>                         | 79.9 <sup>a</sup>  | 76.7 <sup>a</sup> | 0.178  |
| Ganancia de peso, g/día                            | 326 <sup>a</sup>                          | 293 <sup>a</sup>   | 224 <sup>b</sup>  | 0.011  |
| Conversión alimenticia,<br>alimento/ganancia       | 3.8 <sup>a</sup>                          | 3.8 <sup>a</sup>   | 4.7 <sup>a</sup>  | 0.093  |
| Duración, días                                     | 49 <sup>a</sup>                           | 49 <sup>a</sup>    | 54 <sup>a</sup>   | 0.244  |

<sup>a, b.</sup> Medias, con una letra distinta, son diferentes (P< .05)

El efecto de los niveles de rastrojo de maíz en la dieta sobre las variables del comportamiento productivo de los borregos machos se conservó, excepto para conversión alimenticia. Para esta variable no se encontraron diferencias significativas estadísticas entre tratamientos, aunque existió una tendencia (P=0.093) de mejor comportamiento cuando se incluyó RM al 15 y 25% de la dieta, de manera similar al comportamiento donde se incluyeron machos y hembras.

Al eliminar la repetición de hembras, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia para cada tratamiento se mejoraron, por lo que con mayor razón estos resultados pueden ser equiparables con aquellos obtenidos con dietas altas en granos. Gutiérrez y Lara (1995) obtuvieron ganancias de 308 y 243 g por día; y conversiones de 3.2 y 3.7 kg de alimento/unidad de ganancia, en borregos machos Pelibuey-Suffolk y Pelibuey respectivamente, con dietas elaboradas totalmente con granos.

## 6.2. Comportamiento del perfil metabólico

### a) Concentración de minerales y urea en suero sanguíneo

Los efectos de tratamientos, muestreos y su interacción se indican en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Niveles de significancia para los efectos de tratamiento, muestreo y su interacción sobre el perfil metabólico.

| Variable             | Ca | P  | Ca:P | Mg | Na | K  | Na:K | Cu | Zn  | Fe  | Urea |
|----------------------|----|----|------|----|----|----|------|----|-----|-----|------|
| Tratamiento          | NS | NS | NS   | NS | NS | NS | NS   | NS | NS  | NS  | NS   |
| Muestreo             | *  | *  | *    | +  | NS | *  | NS   | +  | *** | *** | ***  |
| Tratamiento*Muestreo | NS | NS | NS   | NS | NS | NS | NS   | NS | NS  | NS  | NS   |

+ (P=.055)

\* (P<.05)

\*\*\* (P<.0001)

NS No significativo

experimentales fue similar, lo cual se esperaba en función de que provenían de la misma región y que fueron alimentados con dietas similares, en relación a estos minerales.

El muestreo afectó ( $P < .05$ ) todas las concentraciones de minerales y urea en suero sanguíneo de los borregos, excepto las concentraciones de Na y la relación Na:K ( $P > .05$ ). Estos efectos serán discutidos más adelante.

El contenido de minerales, relaciones Ca:P y Na:K y urea en suero de los borregos al inicio y final del experimento se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Concentración mineral y de urea promedio en suero de ovinos, al inicio y final de la engorda<sup>a</sup>.

|      | Muestreo |       | Nivel<br>Adecuado      | Probabilidad |
|------|----------|-------|------------------------|--------------|
|      | Inicial  | Final |                        |              |
| Ca   | 10.2     | 10.7  | 8-12 <sup>c</sup>      | .0200        |
| P    | 6.9      | 6.1   | 4-8 <sup>b</sup>       | .0421        |
| Ca:P | 1.6      | 1.9   | 1.4:1                  | .0050        |
| Mg   | 2.6      | 2.5   | 2.4 <sup>b</sup>       | .0550        |
| Na   | 450      | 437   | 320-350 <sup>d</sup>   | .4500        |
| K    | 30.1     | 33.7  | 15.2-21.1 <sup>d</sup> | .0341        |
| Na:K | 15.2     | 14.4  | 17.4:1                 | .6328        |
| Cu   | .45      | .44   | .7-1.4 <sup>b</sup>    | .0534        |
| Zn   | .43      | .59   | .7-1.0                 | .0001        |
| Fe   | 2.2      | 6.3   | 1.0-2.07               | .0047        |
| Urea | 16.1     | 32.5  | 17.2-42.9 <sup>d</sup> | .0001        |

<sup>a</sup> Los valores son expresados en mg/100 ml.

<sup>b</sup> Fick. et al (1979).

<sup>c</sup> Mc Dowell (1984).

<sup>d</sup> Kaneko (1989)

Las concentraciones de Ca, K, Zn, Fe y urea en suero sanguíneo de los animales se incrementan entre el inicio y el final del experimento ( $P < .05$ ). así como la relación Ca:P ( $P = .0050$ ). En cambio, la concentración de P disminuyó ( $P = .0421$ ). Por otro lado las concentraciones de Mg y Cu tendieron a disminuir ( $P = .0550$ ,  $P = .0534$ ; respectivamente), hacia el final del experimento.

El estado inicial en minerales y urea en suero sanguíneo de los animales se considera apropiado para Ca, P, Mg y Fe (Fick *et al.*, 1979; Mc Dowell, 1984) y por lo tanto para la relación Ca:P. En cambio las concentraciones de Na y K se consideran elevadas, en función de los niveles reportados como elevados por Kaneko (1989). Por ello la relación Na:K es baja. Por otro lado, las concentraciones de Cu, Zn y urea se consideran deficientes (Fick *et al.*, 1979; Kaneko, 1989).

La llegada de animales deficientes en nutrimentos a los corrales de engorda es una situación común en México. Esto tiene varias implicaciones: 1) la dieta o manejo que reciben los animales debe ser diferente, 2) es necesario conocer el estado nutricional inicial de los animales especialmente en estudios de investigación y 3) la suplementación mineral en diversas regiones de México es inadecuada.

Al final del experimento se encontró que las concentraciones de Ca, P, Mg, relación Ca:P y concentración de urea estaban dentro de los niveles normales (Fick *et al.*, 1979; Mc Dowell, 1984; y Kaneko, 1989). Las concentraciones de

Na, K y Mg se consideran elevadas (Mc Dowell, 1984; y Kaneko, 1989). Así mismo, las concentraciones de Cu y Zn se consideran deficientes.

Las dietas experimentales contenían suficiente Cu y Zn para satisfacer los requisitos de los animales. Sin embargo, únicamente en el caso del Zn se encontró una mejoría en su concentración en suero sanguíneo.

Cuando existen deficiencias minerales en los minerales traza se requiere aportar 2 a 3 veces el requerimiento de los animales para cubrirlas (Mc Dowell 1984). En el caso del Cu puede ser necesario aportar hasta 7 veces el requerimiento animal (Larson *et al.*, 1992). Por otro lado, en dietas concentradas en energía y proteína como las del experimento actual, las conversiones alimenticias son excelentes, provocando que la cantidad ingerida de los minerales por unidad de ganancia de peso sea mínima en comparación con otro tipo de dieta. Así mismo, la interacción entre minerales puede limitar la absorción y utilización de los mismos. En el caso particular de este experimento, la concentración de Fe en las dietas es alta, considerando que Humphires *et al.* (1985) encontraron que la adición de 250 ppm de Fe a la dieta de bovinos, provocaba la deficiencia de Cu. Esto puede ser más importante para borregos que se consideran más sensibles al hierro (NRC, 1980).

Los niveles altos de Fe en sangre puede deberse a la hemólisis de las membranas, facilitada por la deficiencia de Cu y Zn, que provocan incrementos de peróxidos que debilitan los glóbulos rojos (Kaneko, 1989).

Lamb (S/A) y Sikes (1978) mencionan que la concentración de urea en sangre puede estar relacionada con el nitrógeno contenido en la dieta, tanto en forma proteica como no proteica. Los trabajos de Torrell (1974) y Pfander (1975) comprueban que la suplementación de proteína en ovejas durante el flushing mejoran el nivel de urea en sangre y la ganancia de peso de corderos, en sistemas de alimentación intensiva. Esto explica los incrementos en los niveles de urea para los tres tratamientos y considerando que el aporte de proteína por la dieta aumenta mientras se incrementa el nivel de grano, es de esperarse que los niveles de urea en sangre también se incrementen en la misma proporción.

#### **b) Correlación entre los metabolitos sanguíneos y las variables del comportamiento productivo**

Los coeficientes de correlación significativos obtenidos para los metabolitos en suero sanguíneo, del muestreo al inicio del experimento, se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Coeficientes de correlación significativos entre metabolitos en suero sanguíneo y algunas variables del comportamiento productivo, para el muestreo inicial

| Mineral | Na     | K      | Na/K   | Cu     | Zn    | Peso final | Eficiencia alimenticia |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------|------------|------------------------|
| Ca      | 0.64** | 0.71** | -0.53* |        |       |            |                        |
| Mg      |        | 0.51*  |        | 0.61** |       |            |                        |
| Na      |        | 0.80** |        |        |       |            |                        |
| Na/K    |        |        |        |        |       | 0.50*      | -0.51*                 |
| Cu      |        |        |        |        | 0.52* |            |                        |

\*  $P < .05$

\*\*  $P < .01$

El Ca mostró asociaciones positivas con Na y K ( $P < .01$ ), sin embargo en la relación Na:K fue negativa ( $P < .05$ ). La asociación entre estas variables puede ser explicada por su función a nivel celular en la presión osmótica (Georgievskii, 1981).

En este trabajo se encontró que las concentraciones de Mg en suero están asociados positivamente con los niveles de K y Cu ( $P < .05$ ; y  $P < .01$ ; respectivamente). No obstante, Georgievskii (1981), Mc Dowell (1984) y Kaneko (1989) mencionan que la absorción de Mg puede ser reducida por niveles altos de K.

Debido a la relación que se tiene del Na y K en la presión osmótica, la regulación del equilibrio ácido base, transmisión de impulsos nerviosos, entre otros, fue evidente la asociación positiva de éstos minerales ( $P < .001$ ).



La relación de Na:K encontrada en los animales que fueron sometidos al experimento, indicó una asociación positiva con el peso final ( $P < 0.05$ ), sin embargo, con la eficiencia alimenticia la relación fue negativa ( $P < 0.05$ ).

Según Kendall (1976), el sodio está relacionado con mejores ganancias de peso, en parte esto explicaría su asociación en los animales de este estudio con al peso final; por otro lado, Romero (1989) reporta que animales gordos presentan una mayor concentración de minerales en suero sanguíneo, entre ellos se indica el K, ello implica una menor eficiencia alimenticia en los animales.

El Cu y Zn presentaron una asociación positiva ( $P < 0.05$ ). Esto puede deberse a que la absorción de Cu se encuentra relacionado con la metalotionina, cuya síntesis es estimulada por el Zn (Cousins, 1986).

El Cuadro 13 presenta los coeficientes de correlación significativos entre los metabolitos, en suero sanguíneo y las variables del comportamiento productivo de los ovinos, para el muestreo final.

Cuadro 13. Coeficientes de correlación significativos entre metabolitos en suero sanguíneo y las variables del comportamiento productivo, para el muestreo final

| Mineral | P     | Mg     | K     | Fe    | Urea  | PI     | PF     | CMS   | GDP    | EA     |
|---------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Ca      | 0.59* | 0.56*  |       |       |       |        |        |       |        |        |
| P       |       | 0.72** | 0.54* |       |       | 0.58*  | 0.60** |       | 0.66** | 0.69** |
| Ca/P    |       | -0.52* |       |       |       |        |        |       |        | -0.50* |
| Mg      |       |        |       |       |       | 0.71** |        |       | 0.61*  | 0.57*  |
| Na      |       |        |       |       |       |        | 0.55*  | 0.55* |        |        |
| K       |       |        |       | 0.55* |       |        |        |       |        |        |
| Cu      |       |        |       |       | 0.50* |        |        |       |        |        |
| Fe      |       |        |       |       | 0.56* |        |        |       |        |        |

\* P<.05

\*\* P<.01

PI Peso inicial

PF Peso final

CMS Consumo de materia seca

GDP Ganancia diaria de peso

EA Eficiencia alimenticia

Es común encontrar que el Ca este asociado negativamente con el P (Minson 1990), pero, en este caso los niveles de Ca en los animales manifestaron una asociación positiva con P ( $P < .05$ ).

Los resultados de Domínguez (1993), Gutiérrez *et al* (1993) y Arvizu (1996) reportan que los niveles de Ca en suero de ovinos, son asociados positivamente con Mg. Esto es congruente con los resultados obtenidos en este trabajo, sin embargo, Minson (1990) menciona que el Ca deprime la absorción de Mg.

El contenido de P en suero de ovinos resultó asociado positivamente con el Mg ( $P < .01$ ) y K ( $P < .05$ ). El peso inicial ( $P < .05$ ), peso final, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia presentaron una relación positiva con P ( $P < .01$ ). La ganancia diaria de peso está ampliamente relacionada con P en suero sanguíneo, Huerta (1997) presenta una información donde animales jóvenes con niveles de P entre 6-8 mg/100 ml en suero de bovinos incrementan la ganancia diaria de peso cuando son suplementados con fósforo y este elemento se incrementa en suero dentro del rango dado. Aún cuando la concentración promedio de suero sanguíneo en este experimento fue de 6.5 mg/100 ml, el rango de los valores individuales de P vario de 3.4 a 10.3, lo que permite confirmar una deficiencia de P y la relación positiva con el comportamiento.

La relación Ca:P en la concentración sérica de los animales está relacionada negativamente con los niveles de Mg y la eficiencia alimenticia ( $P<.05$ ). Cuando el nivel de fósforo sanguíneo en suero aumenta la relación Ca:P disminuye, de tal forma que se esperaría una peor conversión en animales con una relación Ca:P alta.

El peso inicial ( $P<.01$ ), la ganancia diaria de peso y la eficiencia resultaron en asociación positiva con las concentraciones de Mg ( $P<.05$ ) en los borregos. Esto puede deberse a un efecto positivo del Mg como lo ha reportado Méndez (1989) en vacas lecheras en producción. También puede estar relacionado con los efectos del P dado que estos elementos se encuentran asociados positivamente.

El peso final y el consumo de materia seca de los animales que estuvieron en el experimento, se encontraron asociados positivamente con las concentraciones de Na en suero sanguíneo. En diversos experimentos se ha demostrado que el ganado que consume sal puede mejorar la ganancia de peso. Kendall (1976) mencionó que terneros alimentados con ensilado, a los cuales se les proporcionó sal ganaron 567 g diarios de peso y aquellos a los que no se les ofreció solo ganaron 293 g por día. Las dietas ofrecidas a los borregos, de este experimento, presentaron concentraciones superiores al requisito (Mc Dowell, 1984), además las concentraciones en suero sanguíneo fueron mayores al nivel normal (Kaneko, 1989). Mejía (1934) reportó valores

de sodio en suero de bovinos y caprinos considerablemente elevados, en relación al rango dado por Kaneko (1989). Por ello es posible que el rango considerado pueda ser inadecuado.

La asociación de K con la concentración de Fe fue positiva ( $P < .05$ ). Considerando que los niveles de Fe estaban elevados debido probablemente a hemolisis, es posible que los niveles de K también se incrementaran debido a que es un componente intracelular importante.

Las concentraciones de Cu sérico en los ovinos del experimento, están relacionados positivamente con los niveles de urea en suero ( $P < .05$ ). Así como las concentraciones de Fe, también presentan relación positiva con la urea ( $P < .05$ ).

**c) Modelos de predicción para consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia, en función de los metabolitos sanguíneos.**

Los modelos que mejor predicen la relación entre los metabolitos sanguíneos y los parámetros productivos, para el muestreo inicial, se indican en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Modelos de predicción considerando las variables productivas y las concentraciones de minerales y urea en suero de ovinos, para el muestreo inicial

| Modelo                                                          |                         | R <sup>2</sup> | P     |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------|
| CMS = 1.86 - 0.32Mg + 1.14Cu - 0.01urea                         |                         | .5120          | .0418 |
| GDP = 96.79 + 5.57Ca - 6.72Ca:P-18.72Mg-0.29Na + 2.16K- 0.61 Fe |                         | .9919          | .0001 |
| EA= 56.02 - 6.25Mg - 2.33 Na:K                                  |                         | .5447          | .0089 |
| CMS                                                             | Consumo de materia seca |                |       |
| GDP                                                             | Ganancia diaria de peso |                |       |
| EA                                                              | Eficiencia alimenticia  |                |       |

El consumo de materia seca se explica en un 51% (P=.0418) por las concentraciones en suero sanguíneo de Mg, Cu y urea. El consumo se deprime cuando los niveles de Mg y urea son altos, mientras Cu lo incrementa, al aumentar su concentración en suero.

El modelo de predicción para ganancia diaria de peso es explicado en un 99% (P=.0001) por las concentraciones de Ca, Mg, Na, K, Fe y la relación Ca:P; de éstas el Mg Na, Fe y la relación Ca:P deprimen la ganancia cuando estas se incrementan; y Ca y K la favorecen cuando las concentraciones son mayores.

Cuando las concentraciones de Mg y la relación Na:K sean altas, la eficiencia alimenticia se empeora, ésta se explica en un 54% (P=.0089)

La información del Cuadro 15, expone los modelos de predicción que considera las variables productivas y las concentraciones minerales y urea en suero de ovinos, considerados en el muestreo final.

Cuadro 15. Modelos de predicción considerando las variables productivas y las concentraciones de minerales y urea en suero de ovinos, para el muestreo final

| Modelo                            |                         | R <sup>2</sup> | P     |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------|-------|
| CMS = 0.654 + 0.001Na             |                         | .3060          | .0048 |
| GDP = -640.83 +88.5P + 195.72Ca/P |                         | .5449          | .0089 |
| EA= 8.38 + 3.72P + 0.03urea       |                         | .5696          | .0064 |
| CMS                               | Consumo de materia seca |                |       |
| GDP                               | Ganancia diaria de peso |                |       |
| EA                                | Eficiencia alimenticia  |                |       |

La concentración de Na en suero sanguíneo de los corderos, explica un 30% (P=.0048) el consumo de materia seca. Al incrementarse el nivel de Na en suero se espera un aumento en el consumo.

El modelo de predicción para la ganancia diaria de peso la explica en 54% (P=.0089) por las concentraciones de P y la relación Ca:P, las cuales al incrementarse en suero, aumentan las ganancias. Huerta (1997) señala que las ganancias de peso en los animales se ven mejoradas cuando los niveles de P sérico aumentan por arriba de los 6.0 mg/100 ml..

Se puede obtener una mayor eficiencia alimenticia cuando los niveles de P y urea se incrementen en suero sanguíneo de los borregos, lo cual se explica

en un 57% ( $P=0.0064$ ). Los corderos que fueron utilizados en el experimento presentaron niveles adecuados de P (Fick *et al.* 1979), no obstante, en los modelos de predicción interviene el P para mejorar la ganancia diaria de peso y en este último caso la eficiencia; considerando lo que menciona Huerta (1997), es posible que aún cuando estos animales presentaron niveles normales de P, si este se incrementará en cerca de 8 mg/100 ml en suero, la expresión en ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia sería mayor. Por otro lado los niveles iniciales de urea en suero demostraban deficiencia de proteína en la dieta previa, de tal forma, que al recibir dietas elevadas en proteína, estos niveles se incrementan y están asociados con mayor eficiencia alimenticia.

### **6.3. Análisis económico**

Para el análisis económico se consideraron los datos de: consumo de alimento, ganancia de peso y costo de los alimentos, obtenidos en el experimento. El número de animales, pesos iniciales y finales se fijaron en 100 cabezas, 25 y 40 kg, respectivamente (Cuadro 16). Aunque dentro del experimento no se presentó mortalidad, para fines de análisis económico se consideró el 2%. Se tomó en cuenta el número de engordas por año, con el fin de anualizar las utilidades y así comparar éstas, con las tasas de interés pagadas por el banco. Para determinar el número de engordas por año, se



consideró el tiempo de duración de la engorda mas un periodo adicional, en este caso 10 días, por limpieza y reparación de instalaciones, así como el conseguir animales para la siguiente engorda.

•

Cuadro 16. Costos de la engorda de ovinos alimentados con tres niveles rastrojo de maíz

| Variable                                 | Nivel de rastrojo de maíz en la dieta (%) |        |        |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|--------|
|                                          | 15                                        | 25     | 35     |
| No. de animales                          | 100                                       | 100    | 100    |
| Peso inicial (kg)                        | 25                                        | 25     | 25     |
| Peso final (kg)                          | 40                                        | 40     | 40     |
| Consumo de alimento (g/animal)           | 1382                                      | 1292   | 1147   |
| Costo de alimento (\$/kg)                | 1.78                                      | 1.69   | 1.59   |
| Ganancia diaria de peso (g)              | 301                                       | 275    | 214    |
| No de engordas por año                   | 6.4                                       | 6.0    | 4.9    |
| Ingresos (I)                             |                                           |        |        |
| Venta de animales (\$/kg) <sup>a</sup>   | 62 720                                    | 62 720 | 62 720 |
| Egresos (E)                              |                                           |        |        |
| Compra de animales (\$/kg) <sup>b</sup>  | 37 500                                    | 37 500 | 37 500 |
| Alimentación                             | 13 160                                    | 12 597 | 12 870 |
| limplante <sup>c</sup>                   | 319                                       | 319    | 319    |
| Medicinas <sup>d</sup>                   | 400                                       | 400    | 400    |
| Vitaminas <sup>e</sup>                   | 367                                       | 367    | 367    |
| Mano de obra (\$/día) <sup>f</sup>       | 311                                       | 338    | 424    |
| Renta de instalaciones (\$) <sup>g</sup> | 522                                       | 566    | 722    |
| Varios (\$) <sup>h</sup>                 | 598                                       | 598    | 598    |
| Subtotal                                 | 51 607                                    | 51 214 | 52 206 |
| Utilidad bruta (I-E)                     | 11 113                                    | 11 506 | 10 514 |
| Gastos financieros (GF) <sup>i</sup>     | 1 612                                     | 1 712  | 2 145  |
| Utilidad neta (utilidad bruta-GF)        | 9 505                                     | 9 724  | 8 369  |
| Relación beneficio-coste                 | 1.21                                      | 1.22   | 1.20   |
| TIR                                      | 1.38                                      | 1.35   | 0.99   |

<sup>a</sup> Considera 2% de mortalidad y un precio de venta de \$16.0/ kg de peso vivo.

<sup>b</sup> Se considera un precio de compra de \$15.0/kg de peso vivo.

<sup>c</sup> La dosis fue 12 mg de zernanol/animal, con un costo de \$3.2/ dosis.

<sup>d</sup> "Dectiver" (5 mg de ivermectina/25 kg PV); toxoide "Electroid 7" (2 ml/animal);, "Ranide" (75 mg/10 kg PV) el costo total es \$4.0/dosis.

<sup>e</sup> Vitamina A, D y E (500,000; 75,000 y 50 UI, respectivamente, por animal) con "Vitacom ADE".

<sup>f</sup> Se considera que un individuo puede manejar 400 animales por día.

<sup>g</sup> Se supone una renta de \$0.111/animal/día.

<sup>h</sup> Se considera 10 días por renta de instalaciones y pago de mano de obra por concepto de reparación, lavado, desinfección, adecuación de las instalaciones, además de tiempo para conseguir las cabezas de ganado, entre otros.

<sup>i</sup> Tasa de interés para un crédito de avío, 20%.

Los ingresos por concepto de venta de animales, para los tres tratamientos son iguales, mientras los egresos son menores para los tratamientos con 25 y 15% de RM, en comparación con el nivel de 35%. Por lo tanto, la utilidad bruta es superior en el tratamiento con 25% de RM, y en los niveles de 15 y 35%, son 3.4 y 8.6% menores respectivamente al tratamiento con 25% de inclusión de RM.

Los gastos financieros representan por un lado; las ganancias que obtendría si ingreso al banco el importe de los egresos, con una tasa de interés del 20%, por otro lado pueden representar los gastos por concepto en pago de crédito al banco, si para la engorda se solicita un préstamo en cantidad igual a lo que se representa en los egresos. En este caso, los gastos financieros son mayores para la inclusión de RM de 35% y los porcentajes de inclusión de RM para 25 y 15% son 20.2 y 24.8% mas bajos, respectivamente. Así mismo la utilidad neta es superior para el nivel de inclusión de RM con 25% e inferior para el 35% de RM.

La relación beneficio costo representa la obtención del capital invertido mas una ganancia en proporción a la inversión inicial. Para este análisis la relación beneficio costo es mayor en el tratamiento con 25% de RM en comparación con los otro dos niveles.

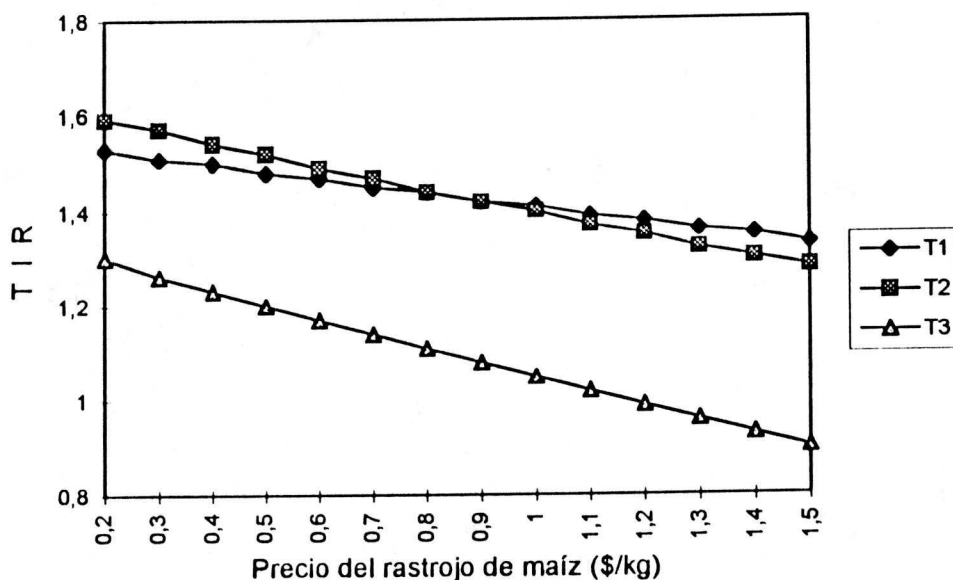
Con el tratamiento de 25% de RM en la dieta, se obtienen las mejores utilidades netas de la engorda. Pero, cuando se considera el número de engordas por año, para anualizar la TIR, el tratamiento con 15% de RM en la dieta, obtiene la mejor tasa. Esto es debido a que el periodo corto de duración de la engorda permite mayores engordas por año y por ésto las utilidades al final del año se incrementan, en comparación a los tratamientos con 25 y 35% de RM, donde el periodo de engorda es mas largo. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que por la estacionalidad de reproducción de los animales, es difícil conseguirlos durante todo el año, aunque si se cuenta con razas que se reproducen durante todo el año (Pelibuey), este nivel de inclusión puede ser el más rentable, de lo contrario el tratamiento con 25% de RM en la dieta puede ser el más viable.

#### **a) Análisis de sensibilidad**

Los análisis de sensibilidad económica son importantes porque son una herramienta que ayudan en la toma de decisiones, para en base a éstos determinar que opción es la más rentable.

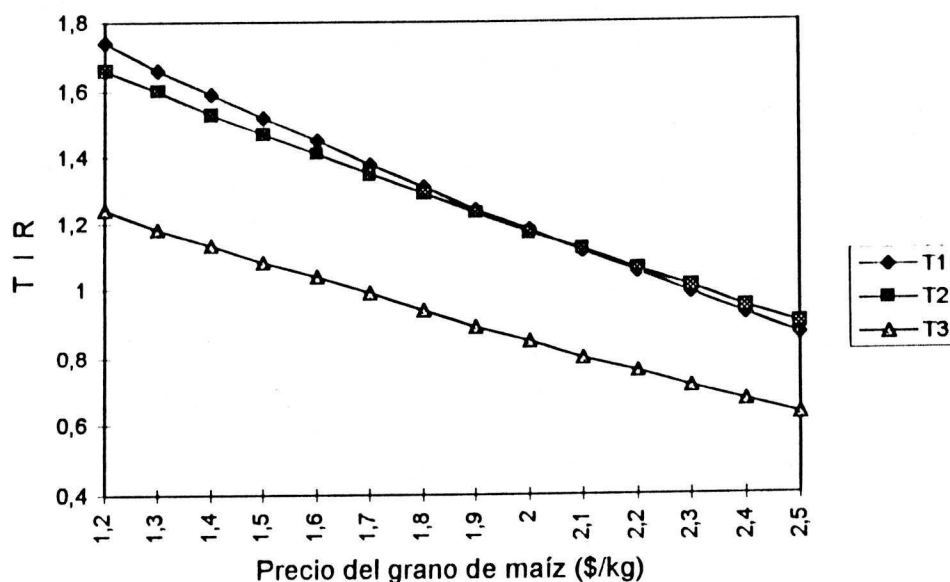
El análisis de sensibilidad, considerando el precio del RM en la dieta se muestra en la Gráfica 1. En éste se observa que cuando el precio de RM sea inferior a \$0.8/kg, el nivel de RM mas conveniente de utilizar es de 25%.

Cuando el precio sea superior a \$1.0/kg es mejor utilizar el tratamiento con 15% de RM en la dieta. Con el tratamiento de 35% de RM es rentable pero no se compara con los otros tratamientos. Aunque varíe el precio de RM en la dieta, en los tres tratamientos es redituable la engorda de borregos.



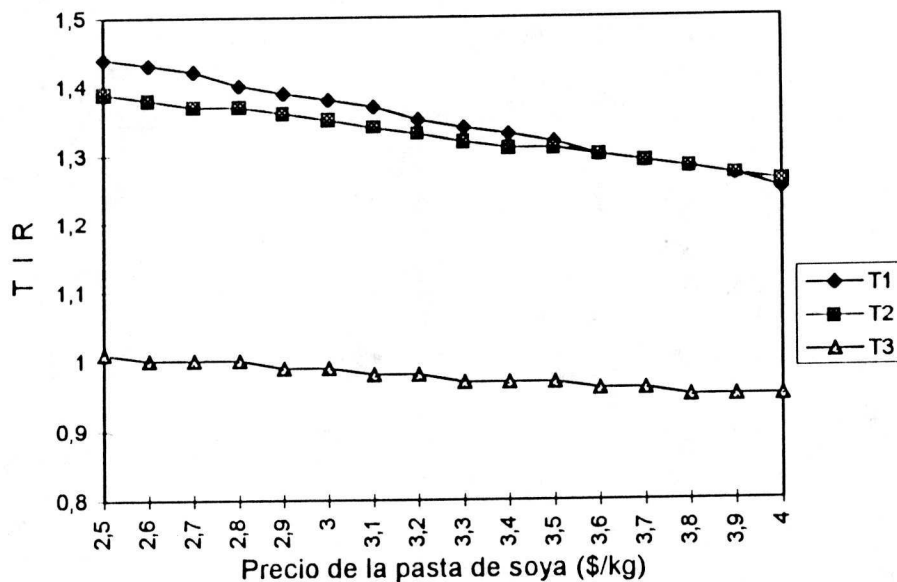
Gráfica 1. Análisis de sensibilidad económica para el precio del rastrojo de maíz

En la Gráfica 2, se exhibe el análisis de sensibilidad cuando el precio del RM de maíz varía en la dieta. Cuando el precio del grano de maíz sea inferior \$2.0/kg será conveniente utilizar aquella dieta en la que el grano se incluya al 15%. Así mismo, cuando el precio sea mayor, será más rentable el tratamiento con 25% de RM en la dieta. Las tasas internas de retorno que se obtienen con la dieta que incluye 35% de RM fueron buenas, pero éstas no superan a las dietas con 15 y 25% de RM.



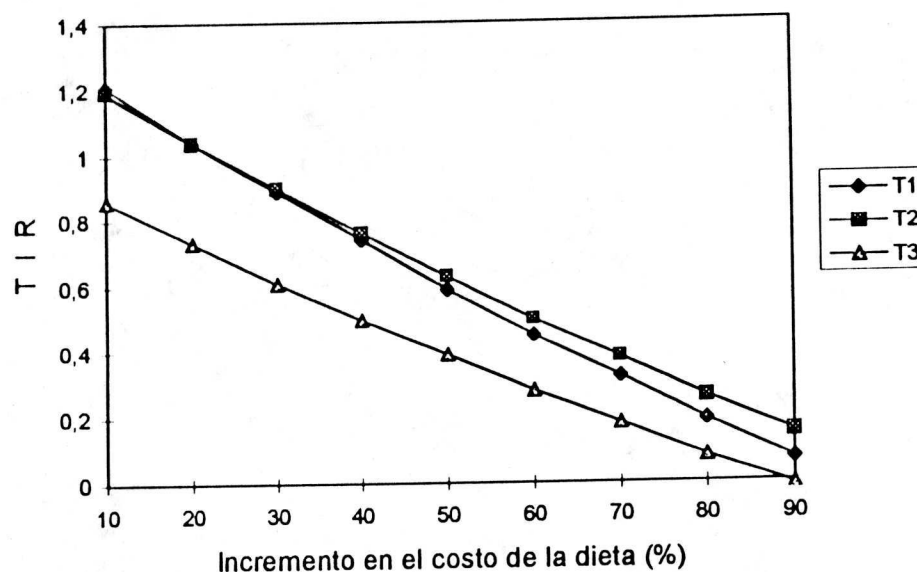
Gráfica 2. Análisis de sensibilidad económica para el precio del grano de maíz

El precio de la pasta de soya es poco sensible a los tratamientos por el nivel de inclusión en la dieta (Gráfica 3). Pero cuando ésta tenga un precio menor a \$3.5/kg, será conveniente utilizar la dieta con 15% de RM, si el precio oscila entre \$3.5 a \$3.9/kg serán redituables las dietas con 15 y 25% de RM, pero si es mayor a \$4.0/kg es recomendable utilizar la dieta con 25% de RM. Con 35% de RM no se superan las tasas de interés que se obtienen con los niveles de 15 y 25% de RM. Debido a la baja sensibilidad al precio de la pasta de soya, cualquiera de los tratamientos es rentable para la engorda, independientemente del precio.



Gráfica 3. Análisis de sensibilidad económica para el precio de la pasta de soja

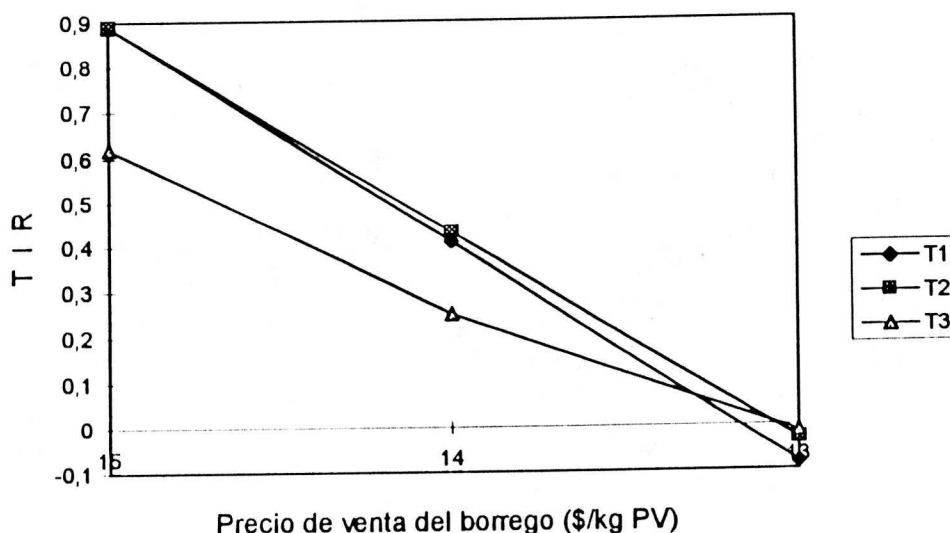
Además de la posibilidad en el mercado, de las variaciones en el precio de los ingredientes, también es posible que el costo de la dieta se incremente, por lo tanto la Gráfica 4 exhibe el análisis de sensibilidad cuando existen incrementos en el costo de las dietas. Al incrementarse el costo de la dieta en 10% se tienen las mejores tasas internas de retorno con el tratamiento donde se incluye 15% de RM, sin embargo, cuando el costo de la dieta se incrementa en 20% la mejor dieta a utilizar, por su rentabilidad es la que incluye el 25% de RM. En la dieta en que se incluye 35% de RM, su rentabilidad es inferior a las dietas con 15 y 25% de RM y no será conveniente utilizarla cuando el costo se incremente en más del 60%. Así mismo las dietas con 15 y 25% de RM no serán rentables cuando el costo de la dieta se incremente en más del 70 y 80%, respectivamente.



Gráfica 4. Análisis de sensibilidad considerando el incremento en el costo de la dieta

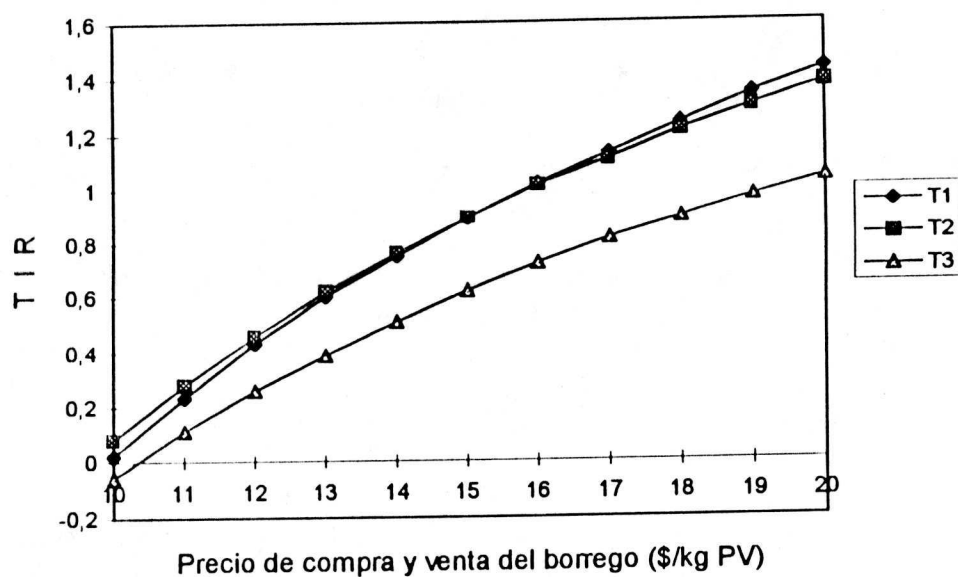
El precio de venta de los borregos, es otro factor que puede modificar la rentabilidad de la engorda. Por lo tanto, considerando un precio de compra de \$15/kg PV y un precio de venta similar, no existirá diferencia en utilizar el tratamiento con 15 o 25% de RM, la dieta con 35% de RM, es rentable pero no con la misma tasa interna de retorno que con las dietas anteriores. Cuando el precio de venta del borrego sea inferior a \$14.0/kg PV, en ninguno de los casos será rentable la engorda de ovinos (Gráfica 5).





Gráfica 5. Análisis de sensibilidad considerando el precio de venta del borrego

Es posible que además de modificarse el precio de venta de animales, también existan fluctuaciones en el precio de compra, en el mercado. La Gráfica 6 presenta el comportamiento en rentabilidad en la engorda cuando los precios de compra y venta varían. Cuando el precio de compra y venta del borrego sea de \$15.0/kg PV es indiferente el utilizar una dieta con niveles de 15 o 25% de RM. Al incrementarse el precio por arriba de \$16.0/kg PV será más redituable utilizar el tratamiento que incluya 15% de RM. Para el tratamiento con 35% de RM en la dieta, sus tasas internas de retorno son bajas, en comparación con los niveles de 15 y 25% de RM. Al bajar el precio de compra y venta de RM en cantidades inferiores a \$11.0/kg PV no es redituable utilizar las dietas con 15 y 25% de RM y más aún en la dieta con 35% de RM no se recomienda utilizar cuando el precio de compra y venta de los borregos se inferior a \$12.0/kg PV.



Gráfica 6. Análisis de sensibilidad económica considerando el precio de compra y venta de los borregos

Resulta importante señalar que de los diferentes análisis económicos de las dietas, en ninguno de los casos el tratamiento con 35% de RM en la dieta fue más rentable que en las otras dietas.

## **VII. CONCLUSIONES**

Las dietas con 15 y 25% de rastrojo de maíz presentaron mejor ganancia de peso y conversión alimenticia, en borregos, que la que contiene 35% de rastrojo de maíz.

Las dietas experimentales no afectaron las concentraciones minerales y de urea en suero sanguíneo de los corderos.

Los animales experimentales tenían una concentración deficiente de Cu, Zn y urea en suero al inicio del experimento. Las deficiencias de Cu y Zn no se resolvieron durante el mismo. Las concentraciones de Na y K en suero estuvieron elevadas durante el experimento. Las concentraciones de Ca, P, Mg se mantuvieron dentro de los niveles normales. En cambio Fe se elevó considerablemente al final.

La mejor tasa interna de retorno (TIR) se obtuvo con la dieta que contenía 15% de rastrojo de maíz. La dieta con 25% de rastrojo de maíz dará mayor utilidad que la otra cuando se cumpla una de las siguientes condiciones: 1) el precio del rastrojo sea inferior a \$0.8/kg, 2) el precio del maíz sea superior a \$2.0/kg, 3) el precio de la pasta de soya aumente \$4.0/kg, 4) el costo de la dieta aumente en más del 20% o 5) cuando el precio del borrego disminuye. En ningún caso, se recomendaría la dieta con 35% de rastrojo de maíz considerando la TIR

## **LITERATURA CITADA**

- Allison, C.D. 1985. Factores que afectan el consumo de forraje por rumiantes en pastoreo. *J. Range Management* 38:4
- Anderson, D.C. 1978. Use of cereal residues in beef cattle production systems. *J. Anim. Sci.* 48:849
- Anónimo, 1993. Población pecuaria en 1990. *Revista Carne-Leche* 12:6
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 12th edition. Washington, D.C. 1094 p
- ARC, 1965. Nutrient Requirements of Farm Livestock. No 2. Ruminants, Agricultural. Research Council. Londres. 333 p.
- Arciga, C.S. y Gómez V.A. 1991. Estrategias de utilización del rastrojo de maíz y grano de sorgo en la alimentación del borrego de pelo. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia UACH, Chapingo, Méx. 55 p.
- Arvizu, P.A. 1996. Estado mineral en suero sanguíneo de ovinos en confinamiento, suplementado con distintos niveles de minerales. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia UACH, Chapingo, Méx. 66 p.
- Ascencio, R.J.L. y López A.F. 1994. Engorda de corderos con diferentes niveles de paja de cebada. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia UACH, Chapingo, Méx. 53p.

- Ayala, o.J. y R.S. Rangel. 1997. Comportamiento productivo de dos genotipos de ovinos alimentados con una dieta alta en concentrado. Memoria del IX Congreso de Producción Ovina. Queretaro, Qro. p 249
- Baumgardt, B.R. 1972. Consumo voluntario de alimentos. En: Hafez, E.S.E. y I.A. Dier. Desarrollo y Nutrición Animal. De. Acribia. Zaragoza, España.
- Beermann, D.H., T.F. Robinson and D.H. Hoghe. 1995. Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. J. Anim. Sci. 73:2493
- Benites, R. J.G. 1982. Consumo, digestibilidad y balance de nitrógeno en ovinos alimentados con rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio. Tesis Profesional. Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 62p.
- Berlanga, F. J. 1989. Efecto de hidróxido de sodio (NaOH) sobre la composición química y el valor alimenticio de los alimentos fibrosos. Tesis Profesional. UAAAN, Saltillo, Coah.
- Bonilla, A. L., J. I. Cabrera y A. Díaz. 1991. Engorda de novillos alimentados con diferentes niveles de rastrojo y grano de maíz. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia. Chapingo, Méx. 98 p
- Buttery, P.J. 1977. Aspects of Biochemistry of Rumen Fermentation and their Implication in Ruminant Productivity. In: W. Haresing and D. Lewis. Recent Advances in Animal Nutrition. Butherworths. Inc. Boston, M.A.
- Castro, T.C., O.D. 1991. Efecto de la relación forraje concentrado de la ración sobre la digestibilidad de la materia seca y los componentes de la pared celular. Archivo de Zootecnia. 40:146

- Clemente, S.F. 1981. Alternativas de alimentación de ovinos para abasto, en la región del llano Aguascalientes. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 44 p
- Colucci, P.E., G.K. Macleod, W.L. Grovum, L.W. Cachill and Y. McMillan. 1989. Comparative digestion in sheep and cattle fed diferented forage concentrate rations at high and low intakes. J. Dairy Sci. 72:1774
- Conrad, H.R. 1965. Symposium on Factors Influencing the Voluntary Intake of Herbage by Ruminants: Physiological and Physical Factors Limiting Feed Intake. J. Dairy Sci. p 227
- Coronel, R.U. 1995. Efecto de la inoculación del hongo comestible Pleurotus stratus, sobre la paja de cebada utilizada en la alimentación de rumiantes. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 110 p
- Cottle, D.J. 1991. Australian Sheep and Wool Handbook. Inkata. Press Melbourne.Australia. 449 p
- Cousins, R.J. 1986. Clin. Physicol. Biochem. 4 :20
- Church, D.F. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes, Vol. I. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 379 p
- Church, D.F. 1986. Livestock Feeds and Feeding. Reston Book, Prentice Hall. Englewood, New Yersey, U.S.A. 438 p
- Church, D.F. 1988. El Rumiente. Fisiología Digestiva y Nutrición. De. Acribia. Zaragoza, España. 641 p

- De Alba, J. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina. La Prensa Médica Mexicana, S.A. México. 473 p
- Devendra, C. 1986. Producción de Cabras y Ovejas en los Trópicos. El Manual Moderno, S.A. México.
- Domínguez, V.I. 1993. Diagnóstico del estado mineral de ovinos bajo condiciones de pastoreo en Tenango del Valle. México. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 59 p
- Ely, D.G., B.P. Glen, M. Mahyudding, J.D. Kemp, F.A. Thrift and W.P., Deweese. 1979. Drylot vs pasture: early-weaned lamb performance to two slaughter weights. J. Anim. Sci. 48:32
- Falcón, M.J.; P. Alvarado M.; I.A.. Domínguez V. A. Gómez González. 1995. Efecto de un probiótico (Saccharomyces cerevisiae) sobre el comportamiento productivo de corderos en finalización. Memorias del VIII Congreso Nacional de producción Ovina. Chapingo, Méx. p 60
- Fernández, R.S. 1981. Efecto del procesamiento físico del nivel de alimentación de la suplementación nitrogenada sobre la utilización del rastrojo de maíz por borregos. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.
- Ferreiro, H.M. 1991. Utilización de subproductos agrícolas en la alimentación animal. FIRA.
- Fick, K. R., L. R. McDowell, P.H. Milles, N. S. Wilkinson, J. D. Funk, J. H. Conrad y R. Valdivia. 1979. Métodos de Análisis de Minerales para



- Tejidos de Plantas y Animales. Anim. Sci. Departament. Universidad de Florida. U. S. A. 103 p
- García E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen, Méx. 246 p.
- Georgievskii, V.I. 1981. Mineral Nutrition of Animals. Butterworths. London. 473 p
- Glimp, H.A., S.P. Hart and D. VonTungeln. 1989. Effect of altering nutrient density (concentrate to roughage ratio) and restricting energy intake on rate, efficiency and composition of growing lambs. J. Anim. Sci. 67:865-871
- González, M.S.A.; S.N. Arciniega y G.N.A. Altamirano. 1985. Evaluación del valor nutritivo de la parota en la alimentación de ovinos. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 42 p
- González, M.J.M. y M.F.J González, 1990. Consumo y digestibilidad de dietas con diferentes proporciones de sorgo y rastrojo de maíz en borregos de pelo. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH, Chapingo, Méx. 83 p.
- González, C.M.1997. Digestibilidad y consumo en ovinos alimentados con tres niveles de rastrojo de maíz. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH, Chapingo, Méx. 45 p.
- Gutiérrez, L. C. A.; G. P. Nueto y M. M. Pérez. 1993. Contenido mineral y respuesta a la suplementación de ovinos en pastoreo en Santa Catarina del Monte, Méx. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH, Chapingo, Méx. 80 p.

- Gutiérrez, Y.A. y P.J. Lara. 1995. Evaluación de una prueba de engorda para finalización entre corderos pelibuey y cruza pelibuey-suffolk. Memorias del VIII Congreso Nacional de producción Ovina. Chapingo, Méx. p 68
- Harris, L. E. 1970. Métodos para Análisis Químico y la Evaluación Biológica de los Alimentos para Animales. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. 5301 p.
- Hart, S.P. y H.A. Glimp. 1991. Effect of diet composition and feed intake level on diet digestibility and ruminal metabolism in growing lambs. J. Anim. Sci. 69:1636
- Hernández, H.J. 1993. Efecto de la suplementación nitrogenada y energética en la digestibilidad in vivo en dietas a base de rastrojo de maíz para ovinos. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH, Chapingo, Méx. 53 p.
- Herrera, 1984. Efecto de la suplementación con gallinaza sobre el valor nutritivo del bagazo de maguey (agave salmiano) para ovinos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.
- Huerta, B.M. 1997. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo. En: Memorias del Curso Alternativas de Manejo en Bovinos para Carne en Pastoreo. Chapingo, México p 19
- Huffman, R.P.; Stock, R.A.; Snidt, M.H. and Shain, D.H. 1992. Effect of fat type and forage level on performance of finishing cattle. J. Anim. Sci. 70:3889-3898

- Humphires, W.R.I., I. Bremner and M. Phillip. 1985. The influence of dietary iron on copper metabolism in the calf. In: C.F. Millis, I. Bremner y J.K. Chesters. (Eds). Trace elements in man and animals. Tema 5. Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough p 371
- Kaneko, J.J. 1989. Clinical Biochemistry of domestic animals. 4ª edition. Academic. Press. San Diego, California. 932 p
- Kendall, J.D. 1976. Cattle. In: Feedstuffs. p 14
- Klopfestein, T. 1978. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841
- Kreikemeier, K.K., D.L. Haemond, R.T. Brandt, Jr., T.G. Nagaraja and R.C. Cochran. 1990. Stem-rolled wheat diets for finishing cattle: effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. J. Anim. Sci. 68:2130
- Lam, R.F. S/F. Perfil Metabólico. Indicadores Sanguíneos del Metabolismo Proteico. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. Facultad de Medicina Veterinaria. dirección de Información Científico Técnica. La Habana Cuba. 46 p.
- Lara, S.M.A. 1978. Evaluación cualitativa de gallinaza y urea como suplementos proteicos en la alimentación de rumiantes. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 59 p
- Lara, P.J. 1995. Utilización de granos en la engorda intensiva en corderos. Mundo Ganadero. 6:10.

- Larson, R.L.; Arthington, J.D. and R. Corah. 1992. Interrelationships between copper and bovine health. Cattlemen's day. Report of progress 651. Agric. Exp. Sta. Kansas State University Manhattan p 16
- Larson, E.M., R.A. Stock, T.J. Klopfenstein, M.H. Snidt and D.H. Shain. 1993. Energy value of hominy feed for finishing ruminants. J. Anim. Sci. 71:1092
- Luther, R. and Trenkle A. 1967. Ruminal acid production in lambs fed pelleted diets contain different levels of concentrates. J. Anim. Sci. 590-594
- Machuca, A.E.; A.J. Ramírez y Q.S.A. Orta 1990. Engorda de ovinos con diferentes niveles de harina de pescado. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 65 p
- McAllister, T.A. and K.J. Cheng. 1996. Microbial strategies in the ruminal digestion of cereal grains. Animal Feed Science Technology 69:29-36
- McDowell, R.L., J.H. Conrad, J.L. Ellis y J.K. Loosli. 1984. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. Universidad de Florida y La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. U.S.A.
- McClure, K.E., R.W. Van Keuren, and P.G. Althouse. 1994. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on orchardgrass, ryegrass, or alfalfa or feed all-concentrate diets in drylot. J. Anim Sci. 72:3230
- Mejía, H.A. 1984. Determinación de deficiencia y/o toxicidad de minerales en tres municipios ganaderos del estado de Coahuila. Tesis maestría en

Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Coahuila. 94 p

Méndez, E.G. 1989. Estado mineral y reproducción estacional de vacas lecheras en Quintana Roo, México. Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 102 p

Meraz, R.E. 1996. Comportamiento de corderos con ionóforos en dietas a base de granos. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 96 p

Milton, C.T., R.T. Brandt, Jr. and S.A. Shuey. 1994. Roughage levels in whole shelled corn finishing diets: feedlot performance and carcass traits. J. Anim. Sci. (Supl):79

Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego. 463 p

Murphy, T.A., S.C. Loerch, K.E. Mc Clure, M.B. Solomon. 1994a. Effects of restricted feeding on growth performance and carcass composition of lambs. J. Anim. Sci. 72:3131

Murphy, T.A., S.C. Loerch, K.E. Mc Clure, and M.B. Solomon. 1994b. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. J. Anim. Sci. 72:3138

Nelson, M. L. 1982. Protein supplementation of ammoniated roughages. Thesis (Doctor of philosophy). University of Nebraska. Department of Animal Science. 168 p.

- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. National Academy of Sciences, Washintong, D.C. 99 p.
- NRC. 1980. Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy of Sciences, Washintong, D.C. 577 p
- NRC, 1984. Nutrient Requerimets of Beef Cattle. National Academy Press, Washington, D.C. 90 p.
- Ochoa, P. J.J. 1983. Patrones de fermentación y rendimiento en canal de borregos alimentados con rastrojo de maíz tratado con NaOH. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 80 p.
- Orskov, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. J. Anim. Sci. 63:1624
- Orskov, E.R. 1987. The Feeding of Ruminants. Principles and practice. Rowett. Research Institute. Aberdeen Chalcombe Publications. Great Britain. 90 p
- Orskov, E.R. 1989. La Fermentación en el Rumen. En: Avances Recientes en la Producción Animal. XXII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal (AMPA). Colegio de Posgraduados. Montecillos, Edo. México. p 37
- Ortíz, R. G.1975. Efecto del hidróxido de calcio al 0.1% sobre el valor nutritivo de rastrojo de maíz en ovinos. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH. Chapingo, Méx. 46 p.
- Oscarberro, R. y Fernández, S. 1982. Los forrajes en la alimentación de los ovinos, Chapingo, Méx.

- Pérez, D.C., S. Villanueva y C. Sánchez del Real. 1995. Influencia del zeranol sobre el comportamiento de ovinos en engorda. Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. p 95
- Pfander, W.H., Grebing, S.E., Price C.M., Lewis, O., Asplund, J.M. and Ross, C.V. 1975. Use of plasma urea nitrogen to vary protein allowances of lambs. J. Anim. Sci. 41:647
- Preston, T.R. y M.B. Willis. 1986. Producción intensiva de carne, Ed. Diana. México, D.F. 736 p
- Price, D. 1994. El mejoramiento genético del sorgo y su utilización en los alimentos para aves y ganado. Feed & Grain. 1994: 5
- Ramírez, S. P. y M.A. Hernández. 1994. Producción ovina en el área forestal del Pico de Orizaba. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia, UACH, Chapingo, Méx. 60 p
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Advances in Agronomy. 19:1
- Romero, B.J.O. 1989. Evaluación del status mineral de caprinos pastoreando vegetación natural en el altiplano potosino. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- Sánchez del R.C. y M. Huerta B. 1993. Efecto del bicarbonato de sodio en dietas altas en melaza sobre el comportamiento de ovinos. Memorias de Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinos. Ciudad Valles, S.L.P. p 101

- Sánchez del R. C. 1997. Engorda de corderos en corral. Curso : Estrategias de Alimentación en Ovinos. IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Querétaro, Qro. p 77
- SARH, 1992. Información del subsector pecuario, subsector de planeación, México.
- Shuey, S.A., R.T. Brandt Jr., S.M. Gramlich and C.T. Milton.1994. Effects of grain type, roughage level and corn processing in finishing diets:sub-acute acidosis. J. Anim. Sci. 68:3441
- Sykes, A.R. 1978. An assessment of the value urea nitrogen and albumin concentrations as monitors of the protein status of sheep. In: Keynes, M. The use of metabolites in animal production. The British Society of Animal Production
- Statistic al Analysis System, 1985. SAS User's Guide Statistics. SAS Ins., Inc., Cary, NC.111 p
- Steel, D.R.G. and J. H. Torrie, 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a. de McGraw-Hill. México, D.F. 622 p
- Steg, Y.A., V.D. Horning, and H.D Visser. 1988. Effect of fibre in coumpound on the performance of ruminants. In: Recent Developments Ruminants Nutrition 2. Haresing, W. and D.J.A. Cole. Butterworths. p 142
- Stock, R. A.; Snidt, M.H.; Parrot, J.C. and Goedeken F.K. 1990. Effects of grain type roughage level and monensin level on finishing cattle performance. J. Anim. Sci. 68:3441-3445



- Torrell, D.T.; I.D. Hume and W.C. Weir. Factors affecting blood urea nitrogen and its use as an index of the nutritional status of sheep. J. Anim. sci. 39:435-441
- Uribe, G.G. 1988. Suplementación mineral de corderos en crecimiento alimentados a base de rastrojo de maíz. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia UACH, Chapingo, Méx. 56 p.
- Villalobos, J. V. 1992. La importancia forrajera del maíz. COTECOCA. México. 21 p
- Welch, J.G. 1982. Rumination, particle size and passage from the rumen. J. Anim. Sci. 54:885-893
- Zea, S.J. y M.D. Díaz. 1990. Producción de carne con pastos y forrajes. Ed. Mundi Prensa. España. 389 p
- Zilli, C. R. 1994. Comportamiento de ovinos alimentados con paja de trigo usada en el cultivo de hongos *Pleurotus oestratus*. Tesis Profesional, Depto. Zootecnia UACH, Chapingo, Méx. 58 p

