

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Digestibilidad *In Situ* de Dietas para Cabras con Diferente Nivel de
Sustitución de Merma de Pasta de Trigo (*Triticum sativum*)
con sorgo (*Sorghum bicolor* L.)

Por:

RICARDO FABRISIO ESTRADA MELO

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2001

Tesis bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMITE PARTICULAR

**Asesor
principal:**

M. C. José Eduardo García Martínez

Asesor:

M. C. Juan José López González

Asesor:

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Abril del 2001

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por el Don de la existencia que me brindo la oportunidad de culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres Cesar Estrada y Gloria Alicia por el Don de la vida, y porque me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo, su amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos y preocupaciones ni aun con las riquezas más grandes del mundo.

Al M.C. José Eduardo García Martínez, Ing. Luis Guillermo Lindsey López, a la Lic. Laura Fuentes Lara por su tiempo y apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A mis amigos y compañeros por su amistad.

DEDICATORIA

A mis padres por alentarme y apoyarme a cada paso en mí carrera sin lo cual no hubiera podido llegar a la culminación de mi licenciatura.

A mí esposa Vanessa y a mí hija Nathalia, por quienes se justifica cualquier sacrificio para alcanzar las metas que cimientan y sustentan nuestro proyecto de vida y nos une como familia.

A mis hermanos Cesar, Alejandro y Fabiola por sus consejos y apoyos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS..... | III |
| DEDICATORIAS..... | IV |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VIII |
| INTRODUCCIÓN..... | 01 |
| Objetivo General..... | 03 |
| Hipótesis..... | 03 |
| 1. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 05 |
| Técnica para estimar la digestibilidad..... | 05 |
| Técnica <i>in situ</i> | 05 |
| Técnica <i>in vivo</i> | 06 |
| Técnica <i>in vitro</i> | 08 |
| Técnicas para realizar la fistulación y canulación del rumen..... | 08 |
| Intervención ruminal..... | 09 |
| Cuidados postoperatorios..... | 13 |
| Técnica de digestibilidad <i>in situ</i> | 14 |
| Factores que afectan la digestibilidad <i>in situ</i> | 15 |
| Trigo..... | 15 |

| | |
|---|------|
| Sorgo..... | 201. |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| Descripción del área de estudio..... | 23 |
| Análisis bromatológico de los ingredientes..... | 23 |
| Diseño de tratamientos..... | 25 |
| Rumenotomía..... | 26 |
| Prueba de digestibilidad <i>In Situ</i> | 28 |
| Manejo de las muestras después de incubar..... | 29 |
| Análisis estadístico..... | 29 |
| 4. RESULTADOS | 31 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 38 |
| 6. RECOMENDACIÓN..... | 42 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 43 |
| 8. LITERATURA CITADA..... | 45 |
| 9. APENDICE..... | 49 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 3. 1. Composición bromatológica y energía metabolizable de los ingredientes utilizados en la formulación de las cinco dietas experimentales..... | 24 |
| Cuadro 3.2. Composición de las dietas utilizadas en la prueba de alimentación para la prueba de digestibilidad <i>in situ</i> | 25 |
| Cuadro 3.3. Porcentajes de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo en cada una de las dietas ofrecidas..... | 26 |
| Cuadro 4.1 Análisis bromatológico y energía metabolizable del S y MPT utilizados en la dieta..... | 31 |
| Cuadro 4.2 Digestibilidad <i>in situ</i> de las fracciones nutritivas de 5 dietas para cabras con diferente nivel de sustitución de Sorgo con Merma de Pasta de Trigo..... | 32 |

INDICE DE FIGURAS

- Figura 4.1. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad *In Situ* de la materia seca.....33
- Figura 4.2. Efecto del nivel de sustitución del sorgo con la merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad *In Situ* de la proteína cruda.....34
- Figura 4.3. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad *In Situ* de la fibra cruda.....35
- Figura 4.4. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad *In Situ* del extracto etereo.....36
- Figura 4.5. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad *In Situ* del extracto libre de nitrógeno.....37**

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la extensión territorial de México es clasificada comúnmente como ápta para la explotación pecuaria, pero desafortunadamente poco porcentaje de ésta es aprovechada para tal fin.

La explosión demográfica que experimenta hoy en día la humanidad, demanda una mayor cantidad de alimentos de consumo humano que de aquellos destinados al consumo animal; esto ha dado lugar a una creciente importación de granos para consumo popular, por lo tanto se tienen que buscar alternativas para disminuir los costos de producción pecuaria, y una de ellas es la utilización de subproductos de consumo humano, tales como mermas de la industria alimenticia, desperdicios caseros entre otros. Los cuales suelen ser más económicos que los productos tradicionales de uso pecuario, además de que estos subproductos siempre están al alcance de los productores, ya sea en menor o mayor proporción pero siempre estarán presentes las mermas y sobretodo que nos proporcionan casi el mismo resultado que los productos tradicionales.

Por tal motivo, existe el interés particular de estudiar los subproductos o mermas industriales para conocer tanto su potencial como sus restricciones en la alimentación animal. Y así conocer la relación beneficio/costo que es lo que más preocupa a los productores, y esto con la finalidad de dar un verdadero uso con conocimiento científico de los subproductos industriales.

En nuestra localidad se cuenta con dos molinos de trigo, donde se detectó que las mermas de los mismos eran confinadas casi en su totalidad al relleno sanitario, sin darles un uso aparente, lo anterior debido a que las línea de producción, se encuentran tan saturadas de materia prima, que resultaba más barato pagar para que tiren las mermas que procesarlas, puesto que se corre el riesgo de almacenar la merma y de que esta al paso del tiempo se contamine y contamine de manera parcial o total la materia prima del giro principal de esta industria que son las pastas y harinas (Lindsey, 1998: comunicación personal).

Por esto surgió la idea de analizar una muestra de la merma de la pasta de trigo (MPT), por lo que se realizó el análisis en el laboratorio de

Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, de la cual se obtuvo un nivel razonable de nutrientes, por lo que surgió la inquietud, con los resultados obtenidos, de conocer el nivel óptimo de inclusión en las dietas para rumiantes, así como el efecto que dicho nivel pudiera tener sobre la digestibilidad *in situ* de las dietas. Por tal motivo se tomó la decisión de realizar el presente trabajo teniendo los siguientes objetivos:

1. Observar el efecto de sustituir el grano de sorgo por merma de pasta de trigo en la dieta, en varios niveles, sobre su digestibilidad *in situ* de las variables materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE) y extracto libre de nitrógeno (ELN).
2. Evaluar que la merma de pasta de trigo pueda sustituir al grano de sorgo, y encontrar el nivel apropiado del cual se obtenga el mayor coeficiente de digestibilidad *in situ* de las fracciones nutritivas.

Lo anterior parte de la siguiente hipótesis. La inclusión de merma de pasta de trigo a la dieta, mejora la fermentación microbiana en el rumen,

aumentando con ello la digestibilidad *in situ*, lo cual permite sustituir perfectamente al grano de sorgo y a precio mas bajo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Técnicas Para Estimar La Digestibilidad

El esfuerzo para tratar de calcular la digestibilidad de algún nutriente o ingrediente de la dieta a logrado a través de muchas investigaciones la obtención y estandarización de algunas técnicas.

Técnica *in situ*

El método involucra la suspensión de bolsas de un material indigerible, como por ejemplo el nylon, cada una conteniendo una cantidad conocida de muestra, atadas a un hilo del mismo material e incubadas en el rumen de ovinos, bovinos y caprinos provistos de cánula ruminal. Las bolsas son incubadas en el rumen a intervalos de tiempo conocidos según la naturaleza de la muestra, y luego son retiradas y lavadas en agua. Las bolsas se secan a una temperatura de 65°C durante 24 hr y la tasa de

degradabilidad se calcula normalmente a partir de la desaparición de la materia seca y la proteína fuera de la bolsa según el tiempo de incubación (Kempton, 1980; Church y Pond, 1987; Llamas y Tejada, 1990).

Técnica *in vivo*

La técnica consiste en alojar a los animales en jaulas metabólicas adaptadas con separadores de heces y orina o únicamente de orina, las heces se separan por medio de una bolsa colectora. Los animales pueden estar amarrados a sus comederos por medio de cadenas y las heces se colectan por medio de las bolsas colectoras (Lascano *et al.*, 1990).

Antes de iniciarse la prueba, los animales deberán desparasitarse y pesarse al inicio y final de la prueba. Para Lascano *et al.* (1990) es indiscutible el uso de animales de la misma especie, raza, sexo, edad para los cuales la dieta a sido destinada.

El período preexperimental deberá ser entre 7 y 12 días, cuyo objetivo es adaptar los animales al confinamiento, dieta y además para que

desalojen todos los residuos de alimento no digerido ajenos a la dieta a evaluar (Church y Pond, 1987; Lascano *et al.*, 1990).

Según Lascano *et al.* (1990) la colección de heces se realiza dos días después de iniciada la alimentación con la dieta a evaluar y se continúa por dos días más después de finalizar la colección de alimento de rechazo, por otro lado Church y Pond (1987) recomienda de cuatro a diez días de colección.

Los cálculos para obtener el porcentaje de digestibilidad del nutriente a evaluar se obtiene, multiplicando por 100 la diferencia en gramos (consumido-excretado) del nutriente evaluado dividiendo posteriormente el resultado entre el consumo en gramos del nutriente.

En términos generales la metodología en ésta técnica es la siguiente: pesar a los animales al iniciar y finalizar la prueba, desparasitación, confinamiento y adaptación a la dieta, colección de heces, cálculos de digestibilidad.

Técnica *in vitro*

Esta técnica se basa en dos etapas. En la primera se realiza una fermentación microbial de la muestra en estudio en líquido ruminal utilizado como inóculo. La segunda etapa es comparativa a lo que sucede en el abomaso; en ésta etapa se lleva a cabo una digestión con pepsina en un medio ácido (Llamas y Tejada, 1990).

Técnicas Para Realizar la Fistulación y Canulación del Rumen.

Church (1974) define la fístula como canal formado por un cierre incompleto. Según éste autor algunos de los pioneros en ésta técnica son Fluorens (1933) y Collins (1854).

Cualquier técnica requiere de una insición através de la piel exponiendo facia, musculo y peritonéo; y en cuya abertura es suturado el rumen con la finalidad de que se adhiera a éstos tejidos (Church, 1974). Para todos los casos de fistulación y canulación, se requiere de técnicas operatorias fáciles, rápidas, económicas y que presenten pocos problemas

postoperatorios (Garza, 1990). Para la implantación de cánulas ruminales, Garza(1990) recomienda revisar las técnicas de Jarret (1948), Hecker (1969-1974) y Edminston (1979).

Existe una gran variedad de cánulas y tapones; éstos últimos pueden ser de plástico o goma flexible, goma inflamable o madera (Church, 1974) y las cánulas pueden ser rígidas, hechas de metal o plástico (Phillipson e Innes, 1939; Hill y Gregory, 1951; Komarek y Leffel, 1961: citados por Komarek, 1981)., o flexibles, hechas de plastisol, baldes de vinil y silicón elastomérico (Yarns y Putnam, 1962; Stewart y Nicolai, 1964; Driedger *et al.*, 1970; Also *et al.*,1973: citados por Komarek,1981).Una discusión de varios tipos de cánulas ruminales han sido presentadas por Mendel (1961: citado por Yarns y Putnam, 1962). En un trabajo realizado por Yarns y Putnam (1962) se concluyó que puede ser producida una cánula en el laboratorio con un mínimo de equipo y gasto deseable.

Intervención ruminal

Garza (1990) menciona que la fistulación en dos etapas sujetando temporalmente el rumen con pinzas ruminales es fácil y económica,

mientras que Hecker (1974: citado por Priego y Sutherland, 1977) menciona que esta técnica aumenta el período de estrés en el animal recomendando la técnica de dos etapas pero sujetando el rumen por medio de suturas por un periodo de tiempo similar a la anterior técnica, la cual es sencilla, la cicatrización es rápida y sin complicaciones, además de una rápida recuperación del apetito y función microbial del rumen.

Para la intervención en dos etapas; en la primera se practica la fistulación siguiendo los pasos que más adelante se describen, posteriormente se suturan los tejidos y se hace pasar el rumen através de las pinzas ruminales, etapa que dura aproximadamente entre 8-10 días, al final de los cuales se observa el contenido ruminal en el flanco derecho y que las pinzas ruminales se empiezan a desprender, indicando esto el tiempo de cortar suturas, remover las pinzas ruminales e insertar la cánula (Garza, 1990).

La segunda técnica considera el mismo procedimiento solo que no se utilizan pinzas ruminales. Primero se practica una insición vertical para posteriormente saturar la piel, fascia, músculo y peritonéo; haciendo pasar posteriormente através de dicha insición una porción del rumen el que

posteriormente se suturará a la piel con puntos aislados a la insición, para posteriormente suturar. Después de un tiempo similar a la anterior técnica se vuelve anesteciar el área y se rompen las suturas para exponer una “hernia ruminal” a la cual se le practicará una insición para posteriormente introducir en ella la cánula ruminal (Johnson, 1966).

Garza (1990) recomienda utilizar animales sanos, con buena condición física y dóciles; y en caso contrario eliminarlos o separarlos hasta que cumplan con éstas condiciones.

Es necesario que 24hrs. preintervención se evite que los animales tomen agua y consuman alimento. Antes de la intervención se deberá de mantener al animal recostado sobre su flanco derecho o de pie, después se rasura el hueco del hjar, se lava el área con cepillo y jabón, posteriormente se desinfecta el área y se aplica 50c.c. de xilocaína para bloquear el área (Garza, 1990) o aplicando xilocaína con adrenalina como vasoconstrictor (Pliego y Sutherland, 1977) recomienda tranquilizar con combelen (N –3 propionylphenothiazine) 1ml/100kg de peso. En cuanto a anestecia, Horigane *et al.* (1989) recomienda para anestecia local la aplicación de 10 ml de procaína- HCL (2% peso/volumen) alrededor de la insición o según

Komarek (1981) anestecia general con una mezcla de hidratos de cloruro y pentobarbital sódico o de preferencia halotane por inalación en un circuito cerrado.

Ya anesteciado el animal se lleva a cabo la insición, ésta se deberá hacer entre la arteria terminal izquierda en el saco dorsal del rumen y la rama dorsal de la arteria ruminal derecha (Komarek, 1981), separar tejidos subcutáneos con tijeras de punta roma, desgarrar músculos abdominales sin cortar y luego cortar peritoneo con tijeras (Garza 1990; Priego y Sutherland, 1977), colocar un campo de dacrón sobre la fístula para evitar contaminación (Driedger *et al.*, 1970), el peritoneo se fija a la tela por medio de unas suturas interrumpidas, localizar el rumen y exteriorizarlo utilizando pinzas de “Allis”, pasar el rumen entre las pinzas ruminales y prensarlo, hacer una sutura en “U” de la piel hacia la pared del rumen pasándolo sobre las pinzas ruminales y aplicar antibiótico local en el área (Garza , 1990).

Para insertar la cánula después de esteriorizar el rumen primero se deberá hacer una insición en el rumen de 4 a 5 cm de longitud, suturar rumen, peritoneo, músculo abdominal y piel (Garza, 1990;Priego y

Sutherland, 1977) usando puntos separados o puntos en “U” (Garza, 1990) introducir la cánula en el rumen invirtiéndola y colocar la rondana exterior y el tapón en la cánula y por último puede ser utilizado antibiótico local y por vía intramuscular (Garza, 1990) o según Komarek (1981) inyectar intramuscularmente una mezcla de penicilina y dehidroestreptomicina, además puede ser utilizada una solución al cinco por ciento de glucosa para mejorar la detoxificación del anestésico (Komarek, 1981).

Cuidados postoperatorios

Después de la intervención se aloja el animal en corrales individuales y de ser necesario con un cabezal para impedir se arranquen la cánula. Posteriormente aplicar antibiótico por vía intramuscular durante los primeros tres, cuatro o cinco días (Driedger *et al.*, 1970; Garza, 1990), también puede aplicarse antibiótico en polvo alrededor de la base de la cánula una vez a la semana durante seis semanas (Driedger *et al.*, 1970), también la alimentación puede restringirse la primera semana después de la cirugía (Horigane *et al.*, 1989).

Los animales fistulados y canulados pueden usarse hasta las tres o cuatro semanas después de la operación en estudios de alimentación a libre acceso (Priego y Sutherland, 1977).

Técnica de Digestibilidad *In Situ*

La técnica de la bolsa de fibra sintética ha sido usada por un buen número de años (desde hace 60 años según Llamas y Tejada, 1990) para la estimulación de alimentos en el rumen (Van Keuren y Heinemann, 1962). Quin *et al.*, (1938: citados por Orskov *et al.*, 1980) usaron la técnica *in situ* con bolsas cilíndricas compuestas por una seda natural muy fina. Trabajos subsiguientes han usado las fibras artificiales para las bolsas (Erwins y Elliston, 1959; Johnson, 1966; Rodríguez, 1968: citados por Orskov *et al.*, 1980).

La importancia de esta técnica es que provee una poderosa herramienta para la evaluación inicial de los alimentos y para mejorar nuestro entendimiento del proceso de degradación que ocurre dentro del rumen (Orskov *et al.*, 1980). Esta técnica provee una manera útil para evaluar la tasa de degradación y el potencial para la degradabilidad de los

alimentos y los suplementos. La técnica puede usarse en situaciones de campo para evaluar la digestibilidad del forraje consumido por animales en pastoreo (Kempton, 1980).

Factores que afectan la Digestibilidad *in situ*

Los factores que afectan las estimaciones de la degradación de las proteínas y en general de los demás nutrientes incluyen: la cantidad de poros del material de la bolsa, tamaño de partícula de la muestra, el método de colocación de la bolsa en el rumen, dieta del animal, y el grado de ataque bacterial de los residuos alimenticios restantes en la bolsa (Stern et al., 1994).

Trigo (*Triticum sativum*)

Considerado como la segunda planta mas cultivada en el mundo, de origen asiático-europeo, su principal importancia radica en su utilización para obtener productos que forman parte de la ingesta normal del humano y

en México es el cultivo más utilizado para el consumo de los animales (Flores, 1980).

De acuerdo a la calidad del gluten del grano de trigo, es fijado el costo económico del trigo, entre mayor sea la calidad del gluten, mayor será su precio, como mayor será el precio de los productos que de él se puedan obtener (Lindsey, 1999: comunicación personal).

La riqueza proteínica del grano de trigo es variable y depende del clima, de la estación del año, de la variedad de trigo, de la fertilidad del suelo; el contenido medio de proteína varía desde 15.8 % en el trigo duro de primavera que procede principalmente de las regiones llanas, y un 9.9 % de los trigos blandos, esta proteína es de mejor calidad que la del maíz, contiene más fibra que el maíz, pero solo un 2 % de grasa mientras que el maíz contiene un 4 %; el trigo es pobre en calcio contiene un 0.04 %, de contenido medio en fósforo 0.39 % es sensiblemente más rico que el maíz en este elemento, es deficiente en vitamina A y D, es buena fuente de tiamina, pobre en riboflavina que los demás cereales y es mucho más rico en niacina que el maíz. El trigo suele ser apetecido por el ganado y suele

proporcionarse como único grano a los cerdos y al ganado vacuno y lanar de engorda. (Flores, 1983).

También es importante mencionar la distribución de los aminoácidos del trigo que es más favorable que la del maíz, especialmente en la lisina, triptofano, metionina, cistina e histidina. Los trigos suaves por lo general contienen niveles de aminoácidos esenciales más bajos (como porcentaje de materia seca), pero aun así son una fuente mucho mejor que la del maíz, de esos aminoácidos en el trigo duro carece de triptofano (Church, 1987).

Sería atinado mencionar también los principales destinos industriales de los mismos. Endosperma, del cual se obtienen las harinas que habrán de utilizarse en las diferentes industrias, desde las de pastas, hasta las de galletas. Cutícula, que al final de su proceso industrial da lugar al salvado, y además de la cutícula cortada finamente en unión con los esquilmos del endosperma se obtiene el salvadillo. Y del germen, se procesan harinas de sémola de trigo, las cuales son destinadas al consumo animal, y resulta necesario mencionar, que las harinas de sémola de trigo, son altamente comparables, en cuanto a su composición nutricional con otras harinas de

origen animal o vegetal, como las de carne, pescado, sangre o soya (Morrison, 1979).

La merma de trigo como tal, es todo aquello que resulte como consecuencia del proceso de selección del grano de trigo por parte del molino, y antes de que inicie el proceso de transformación, dicha merma por lo general se obtiene en cribas de diferentes diámetros y en el proceso de lavado del grano. Después, resulta la merma del proceso de fabricación de la pasta de trigo, (con la cual se realizó el presente trabajo), ésta es obtenida durante el proceso de transformación o al final del mismo, principalmente en tres etapas, la primera, al cambiar los moldes que dan origen a las diferentes presentaciones de las pastas, y de los cuales resulta cierta cantidad de merma, que es la que queda contenida en los moldes remplazados, en segundo lugar, lo que se considera como puntas y colas de las pastas, y por último, es considerado como merma del proceso de fabricación de la pasta de trigo todo aquello que por las rigurosas exigencias del departamento de calidad, no cumple con los requisitos mínimos del control de calidad. Hace aproximadamente cuatro años, todavía era confinada al relleno sanitario industrial de la vecina ciudad de Ramos Arizpe Coahuila, la merma del proceso de fabricación de la pasta de trigo,

la cual no solo generaba un costo por ser merma, sino también por el pago del flete para desecharla; pero esta tendencia a cambiado, y en la actualidad esta merma de pasta de trigo es subastada entre los productores y las forrajeras de la región (Lindsey, 1999: comunicación personal).

Cualquier molino trabajando bajo condiciones normales de operación puede mermar hasta el 1 % de su producción total, lo cual sería completamente normal, sin embargo, existen otras condiciones fuera del alcance del control de la directiva del molino las cuales obligan a incrementar el porcentaje de merma, tales condiciones pueden manifestarse como fenómenos meteorológicos, plagas ó enfermedades difíciles de detectar en el grano al ensilarlo, o incumplimiento de contratos por parte de los compradores (Rodríguez, 1999: comunicación personal).

Lindsey (1999: comunicación personal), menciona que cualquier molino sin importar el giro final de la empresa y trabajando bajo condiciones normales de operación no debe producir merma en ningún porcentaje de su producción, pues la que resulte del proceso de fabricación de la pasta de trigo es reciclada al molino de martillos para formar parte del salvadillo y no deben existir ninguna condición fuera del alcance del

control de la directiva del molino las cuales puedan obligar a incrementar el porcentaje de merma, para esto hay que prevenir fenómenos meteorológicos contando con instalaciones apropiadas para almacenaje y procesamiento, con un estricto control de plagas ó enfermedades en el grano al ensilarlo, y todo aquello que evite la producción de merma de pasta de trigo.

Sorgo (*Sorghum bicolor L.*)

El sorgo es un buen cultivo en especial porque prospera donde al maíz le es imposible. Por lo tanto se le considera como un cultivo altamente competitivo en relación con cualquiera de los cereales de verano (Tocagni, 1982).

Todas las especies de sorgo son de gran importancia para la zootecnia, ya que sus granos se destinan a la elaboración de alimentos balanceados para pollo de engorda, gallinas productoras de huevo y cerdos; en menor cantidad se utiliza en ganado vacuno productor de leche, carne, en ovinos y caprinos (Piccioni, 1970; Oteiza y Carmona, 1985).

El sorgo es un alimento de gran importancia, tanto para el consumo humano como para el animal, observándose una marcada tendencia, a que cada día se utiliza más en el humano que en el animal, esto al incrementarse la demanda de pan sin levaduras, de cerveza de sorgo, de atole de sorgo, de palomitas de sorgo, o bien, simplemente de sorgo tostado (House, 1967).

Se ha tenido éxito al mezclar el sorgo molido con salvado de trigo en la alimentación de equinos (Piccioni, 1970). El grano de sorgo contiene un porcentaje ligeramente mayor de proteína (11.2 %), que el maíz (9 %) aunque es más pobre en grasa y deficiente en calcio, vitamina A, D; sin embargo, contiene vitaminas del complejo B, especialmente niacina, y debe aclararse que el sorgo aun cuando contiene un poco más de proteína no supera al maíz como alimento energético (Oteiza y Carmona, 1985).

Posee algunas características que han ayudado a su aceptación y dispersión por el mundo, características tan importantes como su resistencia a la sequía, su resistencia al calor, su amplio rango de adaptación a diferentes ambientes, el mayor éxito en su cultivo se logra en regiones con una precipitación media anual de 300 a 360 mm, y su principal desventaja

es su alta sensibilidad al frío (Biblioteca Practica Agrícola y Ganadera, 1986).

Este cultivo se adapta a diversas condiciones ecológicas y edáficas, la temperatura optima para su crecimiento es de 26.7 °C y como mínima 16 °C, se cultiva ampliamente en las zonas tropicales y templadas, pudiendo desarrollarse en regiones muy áridas (Ibar, 1984; Roblés, 1990). En cuanto a su altitud se cultiva favorablemente de 00 a 1000 m.s.n.m., por otro lado su latitud va de 45° LN y 35° LS, obteniéndose buenos rendimientos. El sorgo se caracteriza por ser de fotoperíodo corto, se puede cultivar en terrenos ligeros, profundos, ricos en nutrientes y en terrenos con ciertas proporciones de sales solubles que limitan la producción de otros cultivos (Roblés, 1990).

3. MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicado en Buenavista ,Saltillo Coahuila;a 22°22’00’’LN y 00’00’’LO , con una altitud de 1742 msnm. La zona presenta un clima BWhw(x’) (e);de muy seco a semicalido con invierno fresco, extremoso, temperatura media anual de 19.8°C y una precipitación media anual de 298.5 mm (Mendoza, 1983).

Análisis Bromatológico de los Ingredientes

En el cuadro 3.1 se muestra la composición bromatológica de los ingredientes utilizados en la formulación de las cinco dietas experimentales. En el cuadro 3.2 se muestran las diferentes dietas utilizadas para la prueba

de digestibilidad *in situ*. Las cuales difieren en cuanto al nivel de sustitución de Sorgo con MPT tal como se observa cuadro 3.3, (tratamientos).

Cuadro 3.1 Composición bromatológica y energía metabolizable de los ingredientes utilizados en la formulación de las cinco dietas experimentales.

| INGREDIENTE | % (BASE MATERIA SECA) | | | | | | Mcal/kg |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|---------|
| | <i>MS</i> | <i>PC</i> | <i>FC</i> | <i>EE</i> | <i>C</i> | <i>ELN</i> | |
| ALFALFA (heno) | 91.34 | 16.89 | 26.16 | 3.26 | 11.95 | 41.82 | 2.39 |
| SALVADILLO | 91.55 | 15.13 | 9.07 | 4.33 | 5.02 | 66.43 | 2.87 |
| HARINOLINA | 92.53 | 46.55 | 11.46 | 4.43 | 7.75 | 29.78 | 2.57 |
| SORGO (grano) | 89.97 | 9.20 | 2.58 | 5.63 | 2.22 | 80.34 | 3.08 |
| M. PASTA DE TRIGO | 92.07 | 12.62 | 0.13 | 0.626 | 2.10 | 84.51 | 3.15 |

* Estimada por ecuaciones (NRC, 1976).

MS= materia seca, PC= proteína cruda, FC= fibra cruda, EE= extracto etereo, C= cenizas, ELN= extracto libre de nitrógeno, EM= energía metabolizable.

Cuadro 3.2 Composición de las dietas utilizadas en la prueba de alimentación para la prueba de digestibilidad *in situ*.

| | DIETA | DIETA | DIETA | DIETA | DIETA |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| INGREDIENTE | <i>Kg (EN BASE MS)</i> | | | | |
| ALFALFA (heno) | 35.000 | 35.000 | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| SALVADILLO | 13.471 | 13.471 | 13.471 | 13.471 | 13.471 |
| HARINOLINA | 00.000 | 00.003 | 00.007 | 00.010 | 00.000 |
| SAL COMUN | 00.500 | 00.500 | 00.500 | 00.500 | 00.500 |
| CaCO₃ | 00.979 | 00.976 | 00.972 | 00.969 | 00.966 |
| MIN. TRAZA | 00.050 | 00.050 | 00.050 | 00.050 | 00.050 |
| SORGO (grano) | 50.000 | 37.500 | 25.000 | 12.500 | 00.000 |
| MERMA PASTA DE TRIGO | 00.000 | 12.500 | 25.000 | 37.500 | 50.000 |

Diseño de Tratamientos

A partir de las dietas elaboradas con diferentes niveles de sustitución de sorgo (S) con merma de pasta de trigo (MPT) (cuadro 3.1), surgieron los cinco tratamientos (dietas) de éste estudio (cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 Porcentajes de sustitución del sorgo con merma de pasta de trigo en cada una de las dietas ofrecidas.

| | DIETA 1 | DIETA 2 | DIETA 3 | DIETA 4 | DIETA 5 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SORGO (grano) | 100.00 | 75.00 | 50.00 | 25.00 | 00.00 |
| MERMA PASTA DE TRIGO | 00.00 | 25.00 | 50.00 | 75.00 | 100.00 |

Rumenotomía

Se utilizó una cabra de la raza nubia en la cual se realizó la fistulación y canulación posteriormente. El procedimiento que se llevó a cabo fue el siguiente se le quito el alimento y agua 24hr preintervención y antes de la misma se le recostó en una mesa sobre su flanco derecho donde se le aplicó un tranquilizante (rumpum) 1ml/100kg, después se le rasó el hueco del hígado y posteriormente se desinfectó el área donde se le rasó y después se le aplicó 10 ml de procaína-HCL (2% peso/volumen) alrededor de la incisión como anestesia local.

Ya anesteciada la cabra se llevó a cabo la insición de una longitud de 4 a 5 cm, esta se realizó entre la arteria terminal izquierda en el saco dorsal del rumen y la rama dorsal de la arteria ruminal derecha, después se separaban los tejidos subcutáneos con las tijeras de punta roma, pero para desgarrar los músculos se realizó con los dedos para no cortar el peritoneo con las tijeras, fijándolo a la tela por medio de suturas interrumpidas , después se localizó el rumen y se exteriorizo por medio de una pinzas llamadas “Allis”, pasar el rumen entre las pinzas ruminales y prensarlo, después se realizó unas suturas separadas en forma de “U” de la piel hacia la pared del rumen pasándolo sobre las pinzas ruminales. Después de haber suturado el rumen, peritoneo, músculo abdominal se introdujo la cánula en el rumen invirtiéndola y colocar la rondana exterior y el tapón en la cánula. Por último se inyectó intramuscularmente un antibiótico. Todo salió con gran éxito ya que fue la primera cabra fistulada y canulada en la UAAAN de Saltillo Coah.

Prueba de Digestibilidad in situ

A la cabra se le dejó descansar un mes y medio, y empezó el trabajo de las bolsas de nylon, en esta técnica se utilizaron bolsas de tamaño de 10cm de largo por 5 de ancho ya que la cánula es mas pequeña que la del bovino y en las costuras de las bolsa no se realizó con hilo si no con una maquina especial que funciona por medio de calor como una selladora de bolsa, la cual dio mejores resultados.

Se utilizaron 50 bolsas ya que el trabajo se realizo con diez repeticiones de cada dieta con cinco tratamientos y con un contenido de 5 gr en cada bolsa pesándolos por separado la dieta de la bolsa . Posteriormente fueron amarradas a un hilo de nylon en cuyo extremo tenia una rondana de acero con un peso promedio de 250g que servía como ancla. De ésta a la primera bolsa había 30cm y la distancia entre bolsas fue de 10cm y de la última bolsa a la cánula había 30cm. Se trabajo con un solo periodo de incubación para todas las dietas (72hrs) con 10 repeticiones por tratamiento. La secuencia de introducción de bolsas fue la siguiente: primero se metieron las 10 bolsas de la primera dieta permaneciendo 72hrs, después de

este tiempo se saco y se introduce la segunda dieta, por el mismo periodo de tiempo y así sucesivamente hasta llegar a la dieta cinco.

Manejo de las Muestras Después de Incubar

Al ir sacando las bolsas inmediatamente eran metidas a un balde con agua y después se procedía a lavarlas siguiendo la metodología de Orskov *et al* (1980), donde se dejaban escurrir en la sombra por un lapso de 1 a 2 hrs. Para posteriormente meterlas a la estufa de $65\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 48hrs. Posteriormente eran pesadas una por una para estimar la perdida de M.S. por diferencia. A los residuos de cada periodo de incubación y tratamiento se les determinó su coeficiente de digestibilidad.

Análisis Estadístico

Los resultados de la incubación *in situ* se analizaron estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con diferentes números de repeticiones, donde los periodos de incubación para las cinco dietas fueron

de 72hrs. Además se utilizó la comparación de medias con el método de Tukey a un nivel de significancia de .05.

4. RESULTADOS

En el cuadro 4.1 se observan los resultados del análisis proximal, en donde podemos apreciar que la merma de pasta de trigo (MPT) supera al sorgo (S) en cuanto a proteína cruda (PC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y energía metabolizable (EM), siendo inferior en cuanto a fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE) y cenizas (C).

Cuadro 4.1 Análisis bromatológico y energía metabolizable del S y MPT utilizados en las dietas.

| Ingredientes | % (Base Materia Seca) | | | | | | Mcal/kg |
|--------------|-----------------------|-------|------|------|------|-------|---------|
| | MS | PC | FC | EE | C | ELN | EM* |
| Sorgo | 89.97 | 9.20 | 2.58 | 5.63 | 2.22 | 80.34 | 3.08 |
| MPT | 92.07 | 12.62 | 0.13 | 0.64 | 2.10 | 84.51 | 3.15 |

*Estimada por ecuaciones (NRC, 1976)

Las medias de digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), digestibilidad *in situ* de la proteína cruda (DISPC), digestibilidad *in situ* del extracto etéreo (DISEE) y la digestibilidad *in situ* extracto libre de

nitrógeno (DISELN) se presentan en el cuadro 4.2. En éste se puede observar diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (niveles de sustitución de S con MPT) para todas las variables (MS, PC, FC, EE y ELN).

Cuadro 4.2 Digestibilidad *in situ* de las fracciones nutritivas de 5 dietas para cabras con diferente nivel de sustitución de Sorgo con Merma de Pasta de Trigo.

| Tratamiento | Digestibilidad <i>In situ</i> (%) | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|----------|----------|
| | MS | PC | FC | EE | ELN |
| D1 (100/0)¹ | 83.30 b | 86.54 a | 52.99 a | 81.66 ab | 89.12 bc |
| D2 (75/25)¹ | 84.61 ab | 87.85 a | 51.12 a | 86.69 a | 90.03 bc |
| D3 (50/50)¹ | 84.90 a | 88.38 a | 47.76 a | 85.86 ab | 90.51 b |
| D4 (25/75)¹ | 79.24 c | 78.36 b | 24.80 b | 82.04 ab | 88.66 c |
| D5 (0/100)¹ | 85.81 a | 88.63 a | 46.93 a | 75.32 b | 93.12 a |

Para la DISMS se encontraron tres grupos de significancia ($P \leq 0.05$), donde fueron las dietas 2,3 y 5 (75/25, 50/50 y 0/100; S/MPT

respectivamente), presentando coeficientes de 84.61, 84.90 y 85.81; seguida de las dietas 1 y 2 (100/0 y 75/25; S/MPT) con coeficientes de 83.30 y 84.61, respectivamente. Finalmente con el mas bajo coeficiente (79.24) se observó a la dieta 4 (24/75;S/MPT). Para esta misma variable se observa una tendencia cúbica ($r^2 = 0.714$) presentándose un incremento en la DISMS a medida que el nivel de sustitución de S con MPT se incrementa de 0 a 50%; sin embargo se presenta una caída considerable a un nivel de 75% para luego recuperarse e incluso superar a los niveles anteriores cuando se sustituye el 100% de S con MPT (figura 4.1)

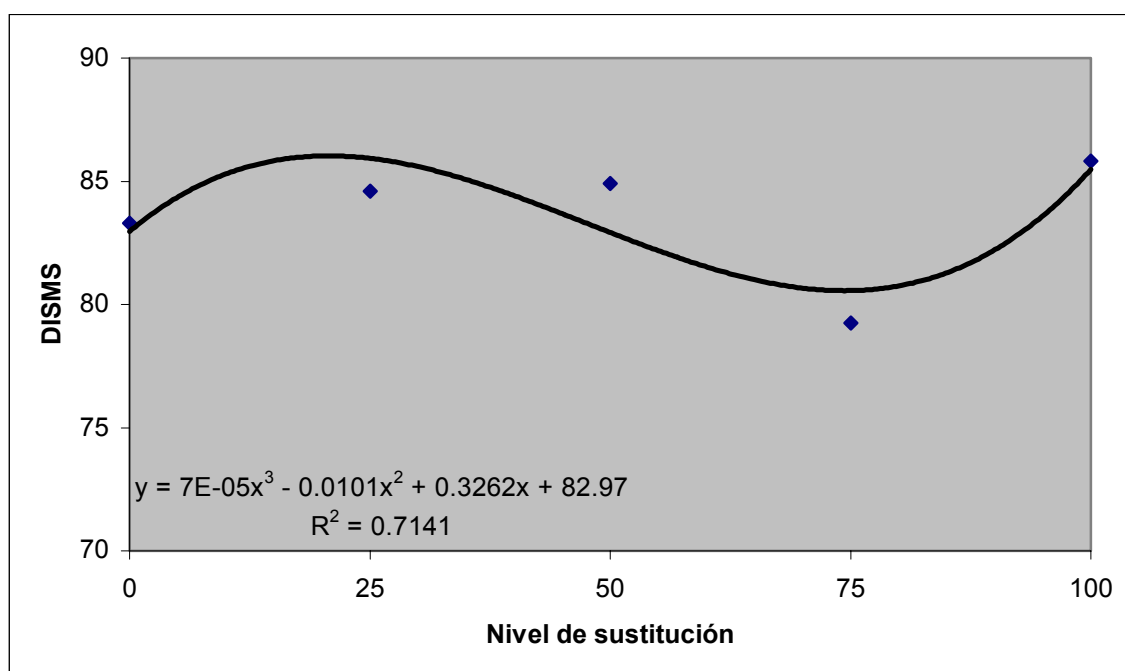


Figura 4.1. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad in situ de la materia seca.

En cuanto a la DISPC solo se encontraron 2 grupos de significancia ($P \leq 0.05$), donde los mejores tratamientos fueron las dietas 1, 2, 3 y 5 (100/0, 75/25, 50/50 y 0/100; S/MPT) presentando coeficientes de 86.54, 87.85, 88.38 y 88.63 (respectivamente) y con el mas bajo coeficiente (78.36) se encuentra a la dieta 4 (25/75; S/MPT). En esta variable también se presentó un tendencia cúbica ($r^2 = 0.6844$) con un comportamiento semejante a la anterior (DISMS), es decir, también se aprecia un incremento en el coeficiente de digestibilidad a medida que se incrementa el nivel de sustitución para luego decaer y nuevamente recuperarse (figura 4.2)

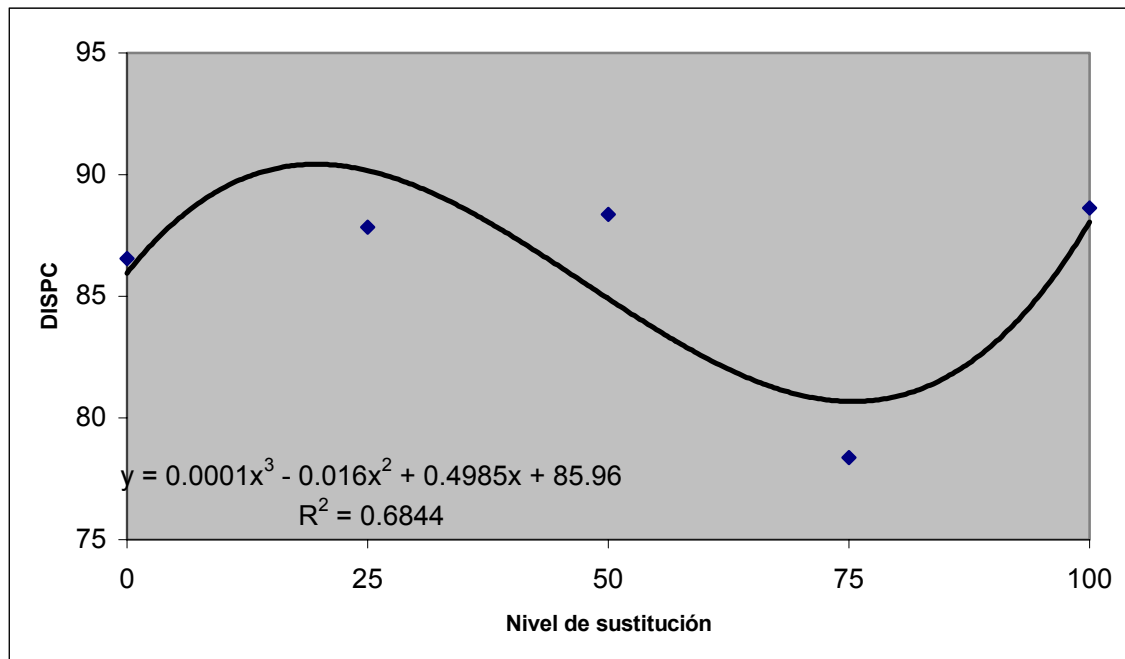


Figura 4.2. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad in situ de la proteína cruda.

En relación a la DISFC se presentó el mismo caso de la DISPC, es decir, las dietas 1, 2, 3 y 5 fueron los mejores (52.99, 51.12, 47.76 y 46.93; respectivamente) y la dieta 4 obtuvo el más bajo coeficiente de digestibilidad (24.80). La tendencia también fue cúbica ($r^2 = 0.9986$) diferente en comportamiento al resto de las variables (figura 4.3).

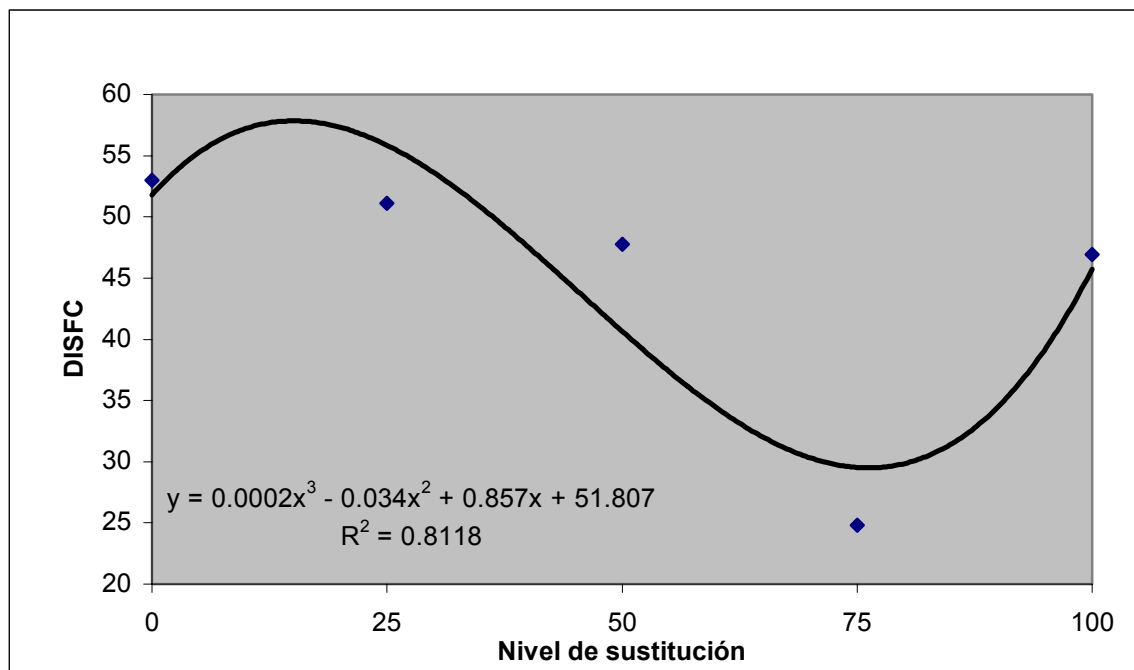


Figura 4.3. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad in situ de la fibra cruda.

Para la DISEE se encontraron dos grupos de significancia ($P \leq 0.05$); presentándose como mejores tratamientos las dietas 1, 2, 3 y 4 (81.66,

86.69, 85.86 y 82.04) y en este caso el mas bajo coeficiente fue para la dieta 5 (75.32). La tendencia para esta variable, aunque también fue cúbica ($r^2=0.9986$) difiere en comportamiento al resto de las variables (figura4.4).

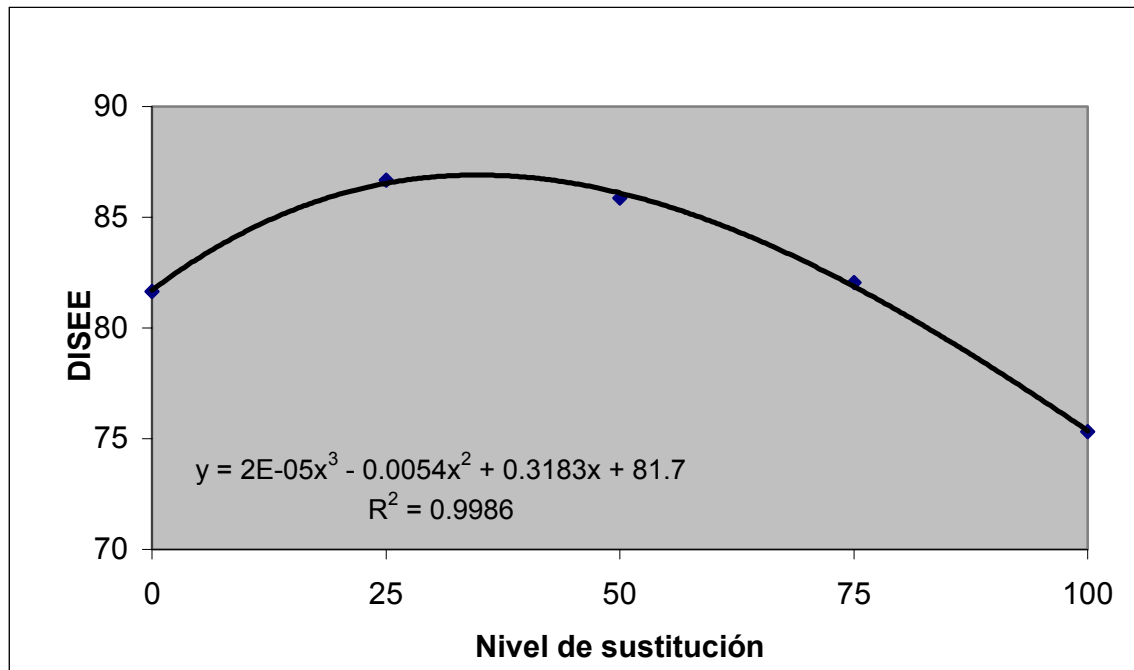


Figura 4.4. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad in situ de la extracto etereo.

Finalmente, en la DISELN se presentaron tres grupos de significancia ($P \leq 0.05$) donde el mejor tratamiento corresponde a la dieta 5 (93.12), seguido por las dietas 1, 2 y 3 (89.12, 90.03 y 90.51) y por último con el mas bajo coeficiente de digestibilidad, nuevamente se presenta en la dieta 4

(88.66). La tendencia de esta variable es cúbica ($r^2 = 0.8694$) con un comportamiento muy semejante al resto de las variables excepto a DISEE (figura 4.5).

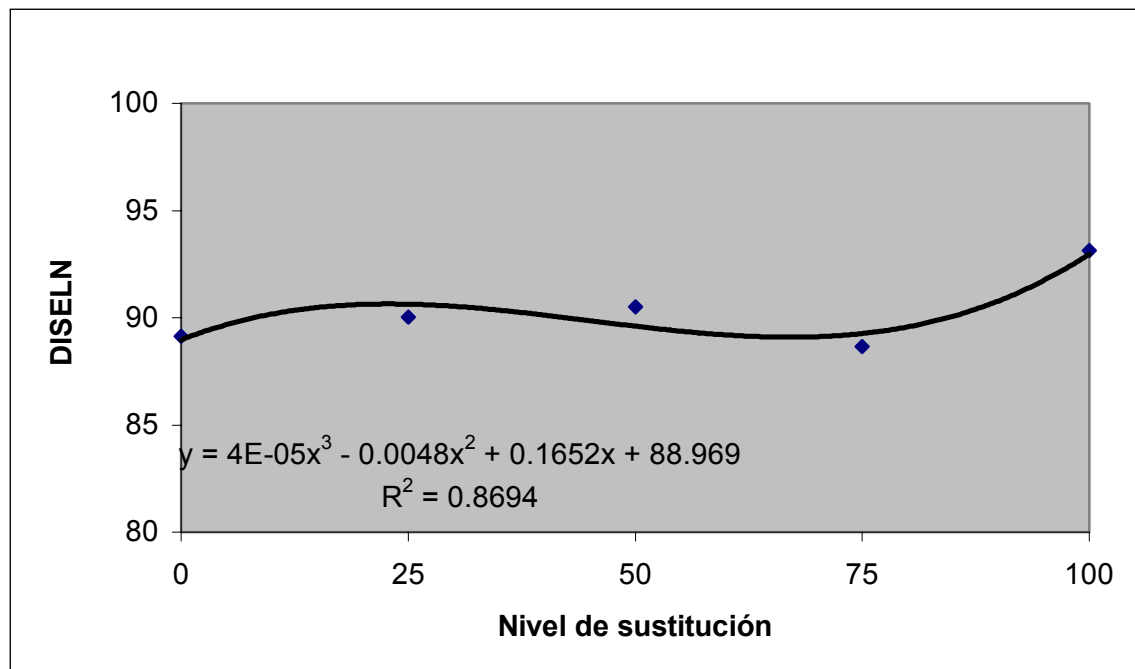


Figura 4.5. Efecto del nivel de sustitución de sorgo con merma de pasta de trigo sobre la digestibilidad in situ de la extracto libre de nitrógeno.

5. DISCUSIÓN

Tal como se observó en los resultados del análisis bromatológico la MPT supera al S en contenido nutricional, lo cual pudo haber contribuido a la obtención de mejores coeficientes de digestibilidad cuando se utilizó la mayor cantidad de MPT en la dieta.

La digestibilidad *in situ* de todas las variables fue mayor cuando se utilizó MPT y en las mayoría de los casos al máximo nivel de sustitución de S con ésta. Esto nos indica que se puede sustituir totalmente al sorgo en las dietas con MPT obteniendo así una mejor digestibilidad y abaratar el costo de la alimentación. Nuncio (2000) reporta que no hay diferencia significativa en el consumo de la materia seca y si en cuanto a ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de cabras cuando se le sustituye el S con MPT cabe aclarar que los niveles de sustitución de éste autor fueron iguales a los utilizados en el presente estudio.

Los resultados de este trabajo coinciden con Church (1987) en cuanto al nivel máximo de inclusión de trigo, ya que dicho autor recomienda no

usar mas de 50% de trigo en la dieta y en este estudio se utilizó esta cantidad como máximo.

Sin embargo, Flores (1983) indica que para evitar problemas digestivos deberá utilizarse una mezcla de granos donde el trigo participa a razón de un tercio de la mezcla. A este respecto , existen muchas inquietudes por parte de los productores pecuarios y son mucho los temores de utilizar el trigo en las dietas de los animales.

El trigo predispone a los animales a problemas de acidez (Church, 1987) y en excesos causa trastornos digestivos, además, si se ofrece en harina, causa un empastamiento en la boca lo cual resulta desagradable para los animales (Flores, 1983).

Dado los resultados obtenidos en el presente estudio, así como los obtenidos por Nuncio (2000) y de las recomendaciones por Church (1987) podemos decir que la inclusión de trigo duro en la dieta de los rumiantes puede hacerse a niveles de hasta 50% de la dieta sin que aquellos ocasionen trastornos digestivos, con el beneficio de obtener mejores resultados en la

producción animal y como en este caso con el consecuente ahorro en el costo de la alimentación, ya que MPT es mas barata que el Sorgo.

En cuanto a los mejores resultados de digestibilidad obtenidos en el presente estudio, podemos atribuirlos a que la MPT es un producto precocido (Lindsey, 2000) y se sabe que trigo cocido o panificado es mejor aceptado por los animales y en rumiantes y cerdos se obtienen mejores rendimientos al aumentar la digestibilidad de la dieta (Flores, 1983). Church (1987) menciona que el trigo en comparación con el maíz resulta en una mayor eficiencia alimenticia. Lo cual puede ser semejante cuando comparamos con el sorgo. Además se sabe que el trigo por su contenido de aminoácidos, desempeña funciones importantes en el metabolismo de los animales y se le reconoce una digestibilidad superior a la de los restantes cereales (Flores, 1983), lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo. Trabajos semejantes realizados por Boa (1994) y Prado (1995) quienes sustituyeron el sorgo con triticales en la alimentación de cabras en crecimiento y crías destetadas, arrojaron resultados muy por debajo de lo normal en cuanto incremento de peso atribuyendo esto a una posible desminución en la digestibilidad. Si consideramos que el triticales proviene

del trigo y el centeno podemos decir que dichos resultados no son debidos a la digestibilidad.

6. RECOMENDACIÓN

Se recomienda utilizar el tratamiento con el 100 % de sustitución para alimentar cabras en crecimiento, puesto que el máximo nivel de inclusión de **MPT** por **S** en la dieta de cabras en crecimiento no tiene efecto en el consumo, brinda una mejor ganancia de peso diaria, lo que recae en un mejor coeficiente de digestibilidad y un menor costo por kilogramo de dieta.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que:

- La **MPT** al ser analizada en el laboratorio bajo el método de A. O. A. C. (1980) demuestra ser de mayor valor nutritivo en relación con el sorgo analizado bajo el mismo método.
- La **MPT** puede sustituir al **S** hasta en un 100 % en las dietas para cabras sin que se deprima su digestibilidad *in situ*.
- La alimentación de **MPT** en cabras no representa problema alguno en los niveles estudiados.
- La mayor digestibilidad *in situ* se obtiene cuando se substituye en su totalidad el **S** con la **MPT**.

➤ La industria harinera puede comercializar la **MPT** para alimentación de los animales, evitando las consecuentes pérdidas económicas y contribuyendo a conservar el ambiente.

8. LITERATURA CITADA

- Abdouli, H. Y D.M. Schaefer. 1986. Impact de niacin and length of incubación on protein synthesis, soluble total protein ration and fermentative activity of ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.* 62:244-253.
- Biblioteca Practica Agrícola y Ganadera. 1986. Ed. Océano. México. Pp. 36 - 40, 64 - 68.
- Church, D.C., 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los rumiantes. Vol. 1. Editorial ACRIBIA, Zaragoza (España).
- Church, D.C. y W.G. Pond, 1987. Fundamentos de Nutrición Alimentación de Animales. Editorial LIMUSA, Primera Reimpresión:1990.
- Driedger, A., R.J Condon, K.O. Nimrick y E.E. Hatfield, 1970. A modified technique for abomasal and rumen cannulation . *J. Anim. Sci.* 31:772-775.
- Flores, M., J. A. 1979. Manual de Alimentacion Animal. Vol. 2. 2ed. Ciencia y Técnica. Mexico. Pp 349-359.
- Flores, M., J. A. 1983. Bromatología Animal. Vol.3.3 Editorial Limusa, Tercera Impresión. Pp 852-854.
- García, M., J. E., 1994. Comportamiento de cabras criollas en crecimiento alimentadas con dietas en base de harinolina/sorgo o harinolina/cebada suplementadas con vitaminas. Tesis Mastría . UAAAN.

- Garza, F.J.D., 1990. Técnica para realizar la fistulación y canulación del esófago y del rumen . Manual de técnicas de investigación en Rumiología. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México, A.C. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C. Ed. Consultores en Producción Animal. 1er. ed., México. P 235.
- Horigane, A., S. Gochou, F. Kishi, Y. Ohtomo y M. Horiguchi, 1989. Silicone rumen cannula whit a soft cylindrical part and hard flange. J. Anim. Sci. 72:3230-3232.
- House., L. R. 1982. El Sorgo. 1 ed. Gaceta. México. Pp. 58 - 190.
- Johson, R.R., 1966. Techniques and procedure for *in vitro* and *in vivo* rumen studies. J. Anim.Sci. 25:855-875.
- Ibar, A. L. 1984. El Sorgo, Cultivo y Aprovechamiento. 1ª ed. Ed. Biblioteca Agrícola, Aedos, Barcelona, España. Pp. 40 - 47.
- Kempton, T.J., 1980. El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante . Prod. Anim.Trop. 5:115-126.
- Komarek, R.J., 1981. Rumen and abomasal cannulation of sheep whit specially designed cannulas and cannula insertion instrument. J.Anim. Sci. 53:790-795
- Lascano, C.E.,R. Burel, R. Quiroz,J.Zorilla,C. Chavez y C. Wernli, 1990. Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad in vivo . Nutrición de Rumiantes . Guía Metodológica de Investigación. ALPA, RISPA . 1ra. Ed. IICA, San José, Costa Rica. P. 159.
- Lindsey, L., L. G. 1999. Director de planta de Molinos del Fénix. S. A. de C. V. Saltillo Coahuila, México. Comunicación personal.
- Llamas, L.G. e Tejada, 1990. Técnicas de laboratorio para el análisis de forrajes para rumiantes . Manual de técnicas de investigación en Rumiología . Sistema de Educación Continua en Producción Animal

en México. A.C. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México , A.C. Ed. Consultores en Producción Animal. 1ra. ed., México. P38.

Mehrez, A.Z. y E.R. Orskov, 1977. A study of the artificial fibre gab technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J.Agric.Sci., Camb.* 88:645-650.

Mendoza, H., J. M. 1983 Boletín Meteorológico para la Zona de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Morrison., K. B.1979. Alimentos y Alimentación del Ganado.Vol. 1. 1 ed. UTEHA. México. Pp. 552 -567.

N. R. C. 1976, Nutrient requirements of beef cattle. National Research Council. National Academy Press. Washington. D. C., U. S. A.

Orskov, E.R., F.D. Deb Hovell y F. Mould, 1980. El uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de alimentos. *Prod.Anim.Trop.* 5:213.

Oteiza, F. J. y Carmona, M. J. R. 1985. Diccionario de Zootecnia. Ed. Trillas. México. U. A. A. A. N.

Phillips, P.H., H.A.Lardy, E.E. Heizer y I.W. Ruper.1940.Sperm stimulation in the bull through the subcutaneous administration of ascorbic acid. *J.Dairy Sci.*23:873-878.

Piccioni, M. 1970. Diccionario de Alimentacion Animal. Trad. de la 3ª ed. Italiana. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

Priego, A. y T.M. Sutherland, 1977. Efecto de la implantación de canulas ruminales sobre consumo voluntario y fermentación ruminal. *Prod. Anim. Trop.*2:71-75.

Roblés, S. R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. 5ª ed. Ed. Limusa. México. Pp. 299 -318.

- Rodríguez, G.F. y Llamas, L.G., 1990. Digestibilidad , balance de Nutrimientos y patrones de fermentación ruminal. Manual de técnicas de investigación en Rumiología. Sistema de educación continua en producción animal en México. A.C. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. A.C., Ed. Consultores en Producción Animal. 1er ed., México. P 103.
- Rodríguez, G. Nicolás, (1999), Director de planta de Molinos el Diluvio Comunicación Rodríguez, personal
- Tocagni., H. 1982. El Sorgo. 1 ed. Albatros. Argentina. Pp. 59 - 147.
- Uden, P. y P.J. Van Soest, 1984. Investigations of the *in situ* bag technique and a comparasion of the fermentati3n in heifers, sheep, ponies and rabbits. J. Anim. Sci. 58:213.
- Van Keuren,R.W. y W.W. Heinemann, 1962. Study of a nylon bag technique for in vivo estimati3n of forege digestibility. J. Anim. Sci. 14:111-117.
- Yarns, D.A. y P.A. Putnam, 1962. An economical rumen cannula. J. Anim. Sci. 21:744-745.

9. APÉNDICE

| TABLA DE PRECIOS* POR INGREDIENTE | |
|--|-----------------------------|
| INGREDIENTE | PRECIO POR KILOGRAMO |
| ALFALFA | 1.35 |
| SALVADILLO | 1.30 |
| HARINOLINA | 2.50 |
| SAL COMUN | 0.50 |
| CaCo ₃ | 0.20 |
| MIN. TRAZA | 2.50 |
| SORGO | 1.65 |
| MERMA DE TRIGO | 1.00 |

* Precios al 15 de junio de 2000

COMPARACIÓN DE MEDIAS

| COMPARACION DE MEDIAS DE DISMS | | |
|---------------------------------------|------------|---------------|
| TRATAMIENTO | MEDIA | NIVEL DE SIG. |
| 5 | 85.8130 A | 0.05 |
| 3 | 84.8950 A | 0.05 |
| 2 | 84.6070 AB | 0.05 |
| 1 | 83.2980 B | 0.05 |
| 4 | 79.2390 C | 0.05 |
| TUKEY 1.4951 | | |

| COMPARACION DE MEDIAS DE DISPC | | |
|---------------------------------------|-----------|---------------|
| TRATAMIENTO | MEDIA | NIVEL DE SIG. |
| 5 | 88.6300 A | 0.05 |
| 3 | 88.3810 A | 0.05 |
| 2 | 87.8460 A | 0.05 |
| 1 | 86.5410 A | 0.05 |
| 4 | 78.3580 B | 0.05 |
| TUKEY 3.6087 | | |

| COMPARACION DE MEDIAS DE DISFC | | |
|---------------------------------------|-----------|---------------|
| TRATAMIENTO | MEDIA | NIVEL DE SIG. |
| 1 | 52.9940 A | 0.05 |
| 2 | 51.1340 A | 0.05 |
| 3 | 47.7640 A | 0.05 |
| 5 | 46.9340 A | 0.05 |
| 4 | 24.7790 B | 0.05 |
| TUKEY 7.7422 | | |

| COMPARACION DE MEDIAS DE DISEE | | |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|
| TRATAMIENTO | MEDIA | NIVEL DE SIG. |
| 2 | 86.6950 A | 0.05 |
| 3 | 85.8560 AB | 0.05 |
| 4 | 82.0360 AB | 0.05 |
| 1 | 81.6600 AB | 0.05 |
| 5 | 75.3240 B | 0.05 |
| | | |
| | TUKEY 11.0486 | |

| COMPARACION DE MEDIAS DE DISELN | | |
|--|--------------|----------------------|
| TRATAMIENTO | MEDIA | NIVEL DE SIG. |
| 5 | 93.1170 A | 0.05 |
| 3 | 90.5140 B | 0.05 |
| 2 | 90.0290 BC | 0.05 |
| 1 | 89.1240 BC | 0.05 |
| 4 | 88.6590 C | 0.05 |
| | | |
| | TUKEY 1.4747 | |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| VARIABLE=DISMS(%) | | | | | |
|--------------------------|----|----------|---------|---------|------|
| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
| TRATAMIENTO | 4 | 266.9375 | 66.7344 | 48.3631 | 0.00 |
| ERROR | 45 | 62.0975 | 1.3799 | | |
| TOTAL | 49 | 329.0313 | | | |
| C.V.=1.41% | | | | | |

| VARIABLE=DISPC(%) | | | | | |
|--------------------------|----|-----------|----------|---------|------|
| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
| TRATAMIENTO | 4 | 746.6250 | 186.6563 | 23.2212 | 0.00 |
| ERROR | 45 | 361.7188 | 8.0382 | | |
| TOTAL | 49 | 1108.3438 | | | |
| C.V.=3.30% | | | | | |

| VARIABLE=DISFC(%) | | | | | |
|--------------------------|----|-----------|-----------|---------|------|
| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
| TRATAMIENTO | 4 | 5214.1172 | 1303.5293 | 35.2310 | 0.00 |
| ERROR | 45 | 1664.9766 | 36.9995 | | |
| TOTAL | 49 | 6879.0938 | | | |
| C.V.=13.60% | | | | | |

| VARIABLE=DISEE(%) | | | | | |
|--------------------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
| TRATAMIENTO | 4 | 811.0000 | 202.7500 | 2.6908 | 0.042 |
| ERROR | 45 | 3390.7500 | 75.3500 | | |
| TOTAL | 49 | 4201.7500 | | | |
| C.V.=10.55% | | | | | |

| VARIABLE=DISELN(%) | | | | | |
|---------------------------|----|----------|---------|---------|------|
| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
| TRATAMIENTO | 4 | 121.2500 | 30.3125 | 22.5815 | 0.00 |
| ERROR | 45 | 60.4063 | 1.3424 | | |
| TOTAL | 49 | 181.6563 | | | |
| C.V.=1.28% | | | | | |