

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE DIFERENTES
GRANOS EN DIFERENTES PROPORCIONES, UTILIZANDO
EL METODO DE LA BOLSA DE NYLON "IN VIVO".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JAIME ALBERTO DE LA CERDA MIRANDA

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1989

F
SF95
C4
C.1



1080061818

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE DIFERENTES
GRANOS EN DIFERENTES PROPORCIONES, UTILIZANDO
EL METODO DE LA BOLSA DE NYLON "IN VIVO".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JAIME ALBERTO DE LA CERDA MIRANDA

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1969

10005^m

T
SF95
E4


Biblioteca Central
Maana Solidadad
F. Tesis


BURSA de TIEN
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.636

FA 17

1989

C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE DIFERENTES GRANOS EN DIFERENTES PROPORCIONES, UTILIZANDO EL METODO DE LA BOLSA DE NYLON "IN VIVO".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

J A I M E A L B E R T O D E L A C E R D A M I R A N D A

MARIN, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1989.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ACRONOMIA

"DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE DIFERENTES GRANOS EN DIFERENTES PROPORCIONES, UTILIZANDO EL METODO DE LA BOLSA DE NYLON "IN VIVO".

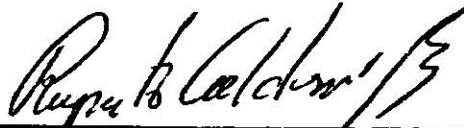
T E S I S

QUE PARA OPTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

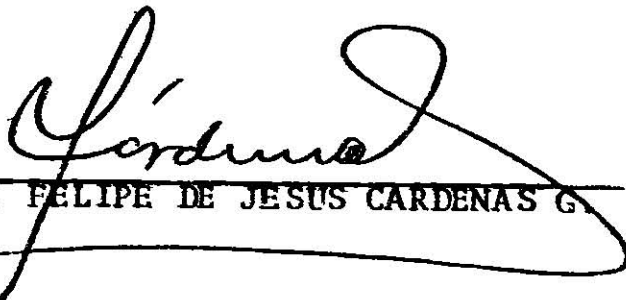
PRESENTA

JAJME ALBERTO DE LA CERDA MIRANDA

COMITE DE REVISION



M.V.Z. MSc. RUPERTO CALDERON ESPEJEL
Asesor Principal



ING. MSc. FELIPE DE JESUS CARDENAS G.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Sr. Celestino de la Cerda Rodríguez
Sra. María del Carmen Miranda Vázquez
Quienes con su apoyo y cariño lograron culminar una de
mis metas más importantes en la vida.

A MIS HERMANOS:

José Alejandro
Dora Luz
Mayela del Carmen
María Magdalena
Con agradecimiento y cariño.

A MIS CUÑADOS:

María Esther
Luis Manuel
Con cariño y respeto.

A MIS SOBRINOS:

Carlos Alberto
Jeff Leroy
Que con sus sonrisas inocentes inspiran alegría.

A TODOS MIS FAMILIARES:

Que con su apoyo y ánimos hacia mi me empujaron a seguir
adelante.

A TODOS MIS AMIGOS:

Con profundo agradecimiento y respeto.

**A José Guadalupe Saucedá V. (qepd) a quien recuerdo
siempre con una sonrisa en su rostro. Adios Amigo.**

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR:

M. Sc. M.V. Z. RUPERTO CALDERON ESPEJEL

Por su acertada conducción y valiosos consejos en el desarrollo de este trabajo como parte final de mi carrera profesional.

AL ING. FELIPE DE JESUS CARDENAS

Jefe del Laboratorio de Bromatología de la FAI'ANL, por -- sus atenciones y ayuda prestada durante el presente trabajo y que gracias a sus consejos y colaboración se pudo -- realizar.

AL ING. ANTONIO DURON

Por su ayuda en el trabajo estadístico de esta investigación.

A LA SECRETARIA Rosa Elia Pérez Rendón

Por su colaboración en el trabajo escrito de la investigación.

A TODOS LOS MAESTROS

Por haberme brindado su amistad y enseñanza en el trayecto de mi carrera.

A MIS AMIGOS Y COMPANEROS

Raúl, Carlos, Guadalupe (qepd), Juan, Sergio, Toño, Víctor, Pablo y Rogelio. Por su ayuda y compañía durante mi trabajo.

A MI PRIMO:

LUIS LORENZO PEREZ MONTES

Por su colaboración en el trabajo de gráficas.

AL PROYECTO OVINO

Por su colaboración tanto económica como por la facilitación del animal utilizado en el experimento.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Digestión.....	3
El trabajo mecánico.....	3
Digestibilidad.....	4
Factores que determinan variaciones de la di- gestibilidad del total de materia orgánica in- cluida en los alimentos.....	5
Digestibilidad aparente.....	7
Digestibilidad real.....	8
Coeficiente de digestibilidad.....	8
Determinación de la digestibilidad.....	9
Uso de la Técnica de la Bolsa de Nylon para la Va- luación de los Alimentos.....	10
Aspectos prácticos.....	10
Análisis de los Alimentos.....	12
Agua.....	13
Extracto etéreo.....	13
Fibra bruta.....	14
Extracto libre de nitrógeno.....	15
Proteína bruta.....	16
Cenizas.....	16
Características Nutritivas y Químicas de los Ali- mentos.....	17
Maíz.....	17

	Pág.
Trigo.....	17
Cebada.....	17
Avena.....	18
Sorgo.....	19
Importancia de los granos en una dieta estable	19
Objetivo.....	20
MATERIALES Y METODOS.....	21
RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
RESUMEN.....	42
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	43
APENDICE.....	47

INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

TABLA	Pág.
<u>Tablas del texto:</u>	
1 Digestibilidad de materia seca de los diferentes granos utilizados.....	24
2 Digestibilidad de la fibra cruda de los diferentes granos utilizados.....	27
3 Digestibilidad de la proteína cruda de los diferentes granos utilizados.....	31
4 Digestibilidad del extracto etéreo de los diferentes granos utilizados.....	34
5 Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno de los diferentes granos utilizados.....	38
<u>Tablas del apéndice:</u>	
6 Concentración de resultados de los análisis de varianza para las variables analizadas bajo el arreglo factorial 4x5 en un diseño completamente al azar. Respuesta de la digestibilidad de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo, y extracto libre de nitrógeno (ELN).....	48
7 Presentación de medias de la variable ración para las digestibilidades de los nutrientes en estudio.	49

8	Presentación de medias de la variable proporción para las digestibilidades de los nutrientes en estudio.....	49
9	Concentración de medias del % de digestibilidad de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno a las 6 y 18 horas de incubación de las combinaciones de granos en estudio.....	50
10	Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de materia seca a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).....	51
11	Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de materia seca a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).....	51
12	Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la fibra cruda a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).....	52
13	Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la fibra cruda a las 18 horas de	

incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 52

14 Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la proteína cruda a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 53

15 Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la proteína cruda a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 53

16 Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto etéreo a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 54

17 Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto etéreo a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 54

18 Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 55

- 19 Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" -- utilizando la técnica de la bolsa de nylon)..... 55
- 20a Presentación de medias de digestibilidad de materia seca y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento..... 56
- 20b Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de materia seca y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento..... 57
- 21a Presentación de medias de digestibilidad de fibra cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento..... 59
- 21b Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de fibra cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento..... 60
- 22a Presentación de medias de digestibilidad de proteína cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento..... 61

22b	Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de proteína cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.....	62
23a	Presentación de medias de digestibilidad de extracto etéreo y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.....	64
23b	Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de extracto etéreo y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.....	65
24a	Presentación de medias de digestibilidad de extracto libre de nitrógeno y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.....	67
24b	Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de extracto libre de nitrógeno y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.....	68

GRAFICA

Gráficas del texto:

Pág.

1	Comportamiento de la digestibilidad de la materia seca a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	25
2	Comportamiento de la digestibilidad de la materia seca a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	26
3	Comportamiento de la digestibilidad de la fibra cruda a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	28
4	Comportamiento de la digestibilidad de la fibra cruda a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	29
5	Comportamiento de la digestibilidad de la proteína cruda a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	32
6	Comportamiento de la digestibilidad de la proteína cruda a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	33
7	Comportamiento de la digestibilidad del extracto etéreo a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	35

8	Comportamiento de la digestibilidad del extracto - etéreo a 18 horas de incubación en las diferentes- combinaciones de granos.....	36
9	Comportamiento de la digestibilidad del extracto - libre de nitrógeno a 6 horas de incubación en las- diferentes combinaciones de granos.....	39
10	Comportamiento de la digestibilidad del extracto - libre de nitrógeno a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.....	40

INTRODUCCION

Para conseguir una alta eficiencia en los sistemas de alimentación, es necesario el consumo diario de nutrientes por los animales y un factor principal en la determinación del consumo de nutrientes es su digestibilidad.

Los rumiantes son capaces de transformar sustancias utilizables o no, para el consumo humano, en productos animales, como la carne y la leche, las cuales son una fuente valiosa de nutrientes, con frecuencia presentes en cantidades pequeñas de la dieta humana.

Es esencial el consumo diario de nutrientes por los animales y un factor primordial en la determinación del consumo de nutrientes es su digestibilidad.

Algunos investigadores han estudiado la digestión de forrajes en el rumen por el uso de la técnica de bolsa de nylon o dacrón. En esta técnica las bolsas son hechas de un material indigestible como dacrón o nylon, son llenadas con el substrato en cuestión, usualmente forrajes, y ligeramente atados. Estas bolsas son puestas en el rumen de un animal fistulado por una variedad de técnicas y extraído después de varios períodos de tiempo determinar la digestión del contenido Orskov (1980).

En este trabajo de investigación se pretende conocer el grado de digestibilidad que tienen los diferentes granos usados en el área, y determinar que grano o granos en combinación

son más convenientes para llenar sus requerimientos nutricionales sin que se afecte al animal.

REVISION DE LITERATURA

Digestión

Para que un alimento pueda ser absorbido por el tubo digestivo de los animales y utilizado por el organismo, tiene que sufrir cambios importantes que se conocen con el nombre de digestión. Digestión es el proceso por el cual los alimentos son reducidos en forma mecánica y química y por la intervención de microorganismos en compuestos más sencillos, que puedan ser absorbidos y metabolizados.

Estos compuestos químicos relativamente sencillos en su mayor parte, solubles en el agua y, por lo tanto, pueden ser absorbidos por la membrana mucosa que tapiza el intestino. El agua, la glucosa, la sal común y algunas otras sustancias, no necesitan sufrir ningún cambio para ser absorbidas. Abrams (1970).

La digestión comprende todas las modificaciones que sufre el alimento en el tubo digestivo y que lo preparan para ser absorbido y utilizado por los organismos Crampton (1974).

El trabajo mecánico.

Durante el proceso de digestión, los alimentos tienen que desmenuzarse primero en pequeñas partículas, por medios mecánicos, para que quede expuesta una gran superficie a la acción de los jugos digestivos. Esto es especialmente importante en el caso de las semillas, que están protegidas por tegumentos o cubiertas resistentes. Esta fragmentación de los alimentos se

verifica por medio de la masticación.

El proceso químico de la digestión es primordialmente de hidrólisis y por la acción de las diversas enzimas segregadas con los jugos digestivos. El proceso químico de la digestión por hidrólisis consiste en el rompimiento de las moléculas grandes mediante la introducción de agua en una de las ligas entre átomos, de ésta manera cada molécula de gran tamaño es reducida gradualmente a moléculas más pequeñas.

Al realizar la digestión, los compuestos alimenticios complejos, como las proteínas y el almidón, se descomponen en elementos mucho más sencillos. Estos cambios químicos se realizan principalmente por la acción de las enzimas de los jugos digestivos. Morrison (1969).

El proceso microbiano, también enzimático está a cargo de las bacterias y protozoarios, que tienen un significado especial en la digestión de los rumiantes, principalmente los protozoarios ya que son los más importantes porque engloban al almidón pasando así al intestino delgado para ser hidrolizado y absorbido.

En todos los animales, el ácido clorhídrico y la bilis desempeñan un papel muy importante en la digestión; el ácido clorhídrico es un agente de la digestión en el estómago y la bilis en el intestino delgado. De Alfa (1971).

Digestibilidad

La digestibilidad de un alimento se define como la propor

ción que no es excretada en las heces y, por lo tanto, ha sido absorbido. Esto se representa por el coeficiente de digestibilidad que se expresa en porcentaje de materia seca. Por lo tanto, el término digestibilidad es normalmente tomado para indicar que los nutrientes y sustancias afines son absorbidas del tracto digestivo una vez atacados por alguna enzima digestiva o desintegrados por la flora microbiana.

El valor potencial de un alimento para suministrar un determinado nutriente puede conocerse mediante análisis químicos, pero el valor real que tiene para el animal es siempre inferior ya que durante la digestión, absorción y metabolismo se producen pérdidas. De Alba (1971).

Factores que determinan variaciones de la digestibilidad del total de materia orgánica incluida en los alimentos.

1.- Factores dependientes del animal:

a) Influencia de la especie.- Para un mismo alimento el coeficiente de utilización digestiva (C.U.D.) de la materia orgánica varía con la especie que ingiere ésta. Así, los rumiantes aprovechan mejor que los cerdos y los caballos los alimentos ricos en celulosa, las aves especialmente aprovechan mal estos alimentos.

En comparación, las diferentes especies aprovechan más o menos del mismo modo los alimentos concentrados, es decir, los pobres en celulosa.

b) Influencia del individuo.- El coeficiente de utiliza--

ción digestiva (C.U.D.) de la materia orgánica varía entre un animal y otro para un mismo alimento aún dentro de los que pertenecen a la misma especie.

c) Influencia de la edad.- Se observa también, por ejemplo, una variación del coeficiente de utilización digestiva -- (C.U.D.) en el momento del destete, en el periodo de reemplazo de los dientes y cuando el animal es de edad avanzada.

d) Influencia del trabajo.- El coeficiente de utilización digestiva (C.U.D.) varía muy poco si el animal trabaja o no, - en relación con aquellos que permanecen en reposo.

2.- Factores dependientes del alimento o de la ración:

a) Influencia del contenido de materia celulósica.- El -- coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica disminuye cuando la celulosa del alimento aumenta. Ahora bien, los vegetales incrementan su contenido de celulosa al envejecer y, - en consecuencia, con el tiempo serán cada vez menos digesti--- bles y nutritivos.

Existe, por lo tanto, una correlación elevada entre el -- contenido de celulosa de un alimento y su digestibilidad.

b) Influencia de la asociación de los alimentos que componen la ración (caso de los rumiantes).- Con una alimentación - simple, es decir, constituida por la aportación de alimentos - groseros diversos (heno, forrajes verdes, ensilados, etc.), no existe variación de coeficiente de digestibilidad. Por el con-- trario, con una alimentación mixta, incluyendo en la ración -- alimentos groseros y concentrados, se registra una variación -

del coeficiente de digestibilidad de los alimentos groseros -- distinta según la proporción en que aparecen los concentrados-asociados.

c) Influencia de la preparación de los alimentos.- Es ésta una cuestión muy importante, ya que permite justificar o rechazar todas las operaciones de preparación de los alimentos - en la industria o en la propia granja. Algunos ejemplos de como la preparación de algunos alimentos puede afectar su digestibilidad son:

La molturación de los granos, en general, facilita su digestibilidad, ya que en caso contrario, corremos el riesgo de que pasen por el aparato digestivo sin ser atacados.

La digestibilidad de la paja puede mejorarse sensiblemente tratandola con un alcali concentrado, cuyo exceso se neutraliza luego con ácido acético. En este alimento la celulosa se encuentra unida a la lignina se trata, pues, de separar a ambos carbohidratos, ya que el segundo dificulta la digestibilidad del primero. Esminger (1973).

Digestibilidad aparente.

Por definición de digestibilidad aparente de la materia - seca o de algún nutriente constituyente de los alimentos, es - aquella fracción de la ingesta que no es recobrada en las heces.

En los experimentos de digestión suele admitirse que toda la materia que aparece en las heces representa la parte de los

alimentos que no es realmente digestible. Esto solo es exacto hasta cierto punto, pues las heces contienen siempre algunos productos de desecho del mismo organismo, como residuos de bilis y otros jugos digestivos, células muertas y moco de las membranas que tapizan el tubo digestivo y material de desecho. Las heces contienen, además, numerosas bacterias vivas y muertas y alimentos (digestible) que no han sido digeridos. Crampton y Harris (1974).

Digestibilidad real.

Se denomina digestibilidad real o verdadera a la digestibilidad aparente menos los valores de compuestos de origen metabólico o endógeno.

Van Soest dice que la digestibilidad verdadera de todas las raciones forrajeras y concentrados es siempre más baja que la aparente debido a que parte de las heces son de origen metabólico. Donald Mc. P. (1969).

Coefficiente de digestibilidad.

No es la cantidad total de componentes nutritivos de un alimento lo que interesa, sino la cantidad de ellos que digiere, asimila y aprovecha el animal. Por ello, no basta el análisis químico para conocer las cualidades nutritivas de un alimento, sino que son necesarias las pruebas de digestibilidad.

En vista de que la digestibilidad de un alimento consiste en la diferencia entre los nutrientes consumidos y los que apa

recen en las heces, la digestibilidad se puede calcular midiendo cada clase de alimento.

El total de nutrientes encontrados en la materia fecal se resta del total de nutrientes suministrados, la diferencia de la cantidad digerida o de la digestibilidad aparente. La diferencia así calculada se convierte en un porcentaje llamado coeficiente de digestibilidad, dividiendo la diferencia por el consumo total y multiplicando el resultado por 100.

Nutrientes digeridos = (Total de Nutrimiento Cons.) - (Tot. Nut. Heces)

$$\text{Coeficiente de digestión} = \frac{\text{Nutrientes digeridos}}{\text{Tot. de nutrientes consumidos}} \times 100$$

Determinación de la digestibilidad.

La determinación de la digestibilidad de los alimentos es cosa costosa y algo complicada. Sobre todo poligástricos, pues hay que determinar con exactitud los nutrientes digeridos y los excretados durante un determinado período de tiempo para poder obtener la digestibilidad y además las heces no solo contienen residuos no digeridos de la ración sino también sustancias extrañas al alimento suministrado como jugos gástricos, la descamación de los epitelios intestinales y microorganismos que son parte de la fauna del rumen y del intestino grueso. -- Abrams (1970).

Uso de la Técnica de la Bolsa de Nylon para la Valuación de los Alimentos

La historia de la evaluación del valor nutritivo de los alimentos se reseña en forma de una introducción al desarrollo de la técnica de la bolsa de fibra artificial.

Para la evaluación de alimentos, las técnicas in vivo son casi siempre preferidas. El uso de la bolsa de fibra artificial tiene la ventaja de dar un rápido estimado de la tasa y el grado de la degradación de los alimentos en el rumen, sin necesidad de ningún procedimiento complicado más que simplemente pesar. Quin "et al" (1938) usó la técnica de la bolsa de fibra para investigar la digestión de los alimentos en el rumen de ovejas canuladas. Kempton (1980).

Es importante que los animales fistulados reciban dietas uniformes cuando sean utilizadas para determinar la tasa de degradación de los materiales alimenticios.

Aspectos prácticos.

Para facilitar la introducción y remoción de las bolsas, las cánulas ruminales en ovejas deben ser de aproximadamente 40 mm de diámetro, es ideal si un máximo de 6 bolsas pueden colocarse en el rumen en cualquier momento. Las bolsas se colocan en el rumen atadas a un hilo de nylon con una distancia libre dentro del rumen entre 20-25 cm.

La desaparición del material fuera del rumen es el sumo del material degradado por la fermentación microbiana y el mate

rial con tamaño de partícula apropiada para ser lavada fuera del rumen. La desaparición del material de las bolsas de nylon con tiempo, por lo tanto es un estimado de la degradabilidad por la actividad microbial.

Debe recordarse que la técnica tiene limitaciones: primero, como la muestra es confinada dentro de la bolsa no está expuesta a ninguna quiebra debido a la masticación y rumia; segundo, el alimento normalmente podría salir del rumen, una vez quebrado a un tamaño adecuado; tercero, debe ser recordado que lo que actualmente es medido es la reducción del material a un tamaño suficientemente pequeño para salir de la bolsa y no necesariamente una degradación completa, a componentes químicos sencillos. Orskov (1980).

El tamaño óptimo de la bolsa de nylon es esencialmente un compromiso entre dos factores oponentes. Por una parte, hay la necesidad de tener las bolsas suficientemente grande en relación al tamaño de la muestra usada, para así asegurar que el fluido ruminal pueda fácilmente entrar en la bolsa, y mezclarse con la muestra. Por otra parte, hay la necesidad de tener una bolsa suficientemente pequeña que pueda ser fácilmente retirada a través de la cánula ruminal. Las esquinas de la bolsa (del fondo) deben ser redondas (evitar que la muestra quede atrapada), y la bolsa puede ser cerrada ya sea atándola o simplemente tirando de una soga.

Para la proporción de la muestra se puede usar un molino de martillo de laboratorio, ajustado con una criba de 2.5 a 3.0 mm.

Tamaño de la muestra: hay una reducción en degradabilidad según se aumenta el tamaño de la muestra manteniéndose constante el tamaño de la bolsa. La cantidad de la muestra incubada en la bolsa dependerá de la densidad de la muestra preparada. Se recomiendan 5 g de concentrado (en base al tamaño de la bolsa que se usa).

Posición en el rumen: El trabajo realizado por Erwin y -- Elliston (1959) y Rodríguez (1968b) mostró que la posición de las bolsas en el rumen tuvo poco o ningún efecto sobre la degradación de varios alimentos.

Número de bolsas incubadas: Con ovejas, Mehrez y Orskov (1977) encontraron que fue mejor incubar no más de cinco bolsas en el rumen al mismo tiempo, pretendiendo evitar dificultades en su remoción en el rumen. Actualmente, utilizamos nueve bolsas en las ovejas, ya que la mayoría de las cánulas son de 40 mm de diámetro interno.

Dieta del animal: Puede tener un efecto importante sobre la tasa de degradación del material que se incubo, y dependerá del propósito del experimento. Orskov (1980).

Análisis de los Alimentos

La mayor parte de los nutrientes que necesitan los animales pueden determinarse mediante una serie de métodos químicos directos que nos permiten conocer la riqueza de los alimentos en estos nutrientes. Este sistema fue ideado por los investigadores de la Estación Experimental de Weende (Alemania). De-

acuerdo con él, los alimentos se dividen en las seis fracciones siguientes: agua, extracto etéreo, fibra bruta, extracto libre de nitrógeno, proteína bruta y cenizas.

Agua.

La importancia del contenido acuoso de los alimentos depende de la clase de alimento y de la cantidad de agua. Al contenido en humedad se atribuyen las mayores diferencias en el valor nutritivo de los alimentos. Por esto, la materia seca se convierte en un denominador común en la comparación de alimentos, especialmente en relación con el valor energético.

Los problemas del almacenaje de alimentos se complican cuando el contenido acuoso de los alimentos es elevado.

Aunque el agua no se considera como nutriente, es, no obstante, un elemento esencial de la dieta y su cantidad con relación al aporte calórico es más importante que la mayor parte de los restantes nutrientes.

Extracto etéreo.

El extracto etéreo normalmente es la fuente del ácido graso esencial (linolénico). No obstante, el animal solamente necesita algunos gramos del extracto etéreo de los alimentos para cubrir todas sus necesidades de ácido linolénico.

El contenido en lípidos tiene gran importancia en la selección y utilización de los alimentos. Por ejemplo, el volumen de la leche completa, es compensado por la alta energía de su contenido en grasa.

La grasa es la fracción más inestable de los alimentos. Este carácter constituye un problema en el almacenamiento de alimentos de alto contenido de grasa (pérdida de vitamina A o carotenos, algunos ácidos grasos esenciales se pueden destruir por oxidación ó producción de sustancias nocivas como aminas).

Fibra bruta.

La fibra bruta es la proporción de los carbohidratos totales de los alimentos, que resiste el tratamiento por el ácido y el álcali indicado.

Se ha visto que la fibra bruta de Weende puede constituir un índice falso de la digestibilidad total de un alimento, por la simple razón de que en un apreciable número de casos, la fibra bruta es tan diferida, so no más, que los carbohidratos solubles conocidos generalmente con el nombre de extracto libre de nitrógeno.

La razón que explica el que la digestibilidad de la fibra bruta en los rumiantes sea relativamente alta, consiste en que el mayor componente (quizá el 95%) de la fibra bruta es la celulosa, y sabemos que los microorganismos del rumen pueden degradar la celulosa para satisfacer sus propias necesidades energéticas produciendo en este proceso ácido acético (y pequeñas cantidades de butírico y propiónico) que es absorbido del rumen y proporciona energía al huésped.

Los herbívoros son poco afectados por la naturaleza física de la fibra bruta de la ración, quizá porque, por una parte, los microorganismos que la atacan, normalmente producen ácidos-

absorbibles y, por otra parte, eliminan los gases mediante la erupción.

Extracto libre de nitrógeno.

Consideraremos primero los carbohidratos en general. Los carbohidratos constituyen un grupo de sustancias formadas por fotosíntesis en las plantas, que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, estos últimos en la proporción del agua. Los carbohidratos constituyen la principal fuente de energía potencial de las raciones del ganado, pero los diversos miembros del grupo difieren en la producción de energía útil debido a las diferencias en su digestibilidad y, en menor grado, a los productos finales que originan al degradarse en el tracto digestivo.

La mayor parte de los azúcares (mono, di y trisacáridos) y almidones al ser digeridos producen finalmente el azúcar de la sangre (glucosa) y por ello se clasifican juntamente como un grupo "funcional".

Podemos ver que el extracto libre de nitrógeno es una mezcla de todos los almidones y azúcares de la mestra más algo de hemicelulosa y gran parte de lignina. El extracto libre de nitrógeno es un índice prácticamente útil de la porción no celulósica de los carbohidratos de los alimentos y es principalmente una fuente inespecífica de energía para el animal. Su digestibilidad es variable aunque ordinariamente es un poco mayor que la de la proteína, grasa o fibra bruta del mismo alimento.

Proteína bruta.

Importancia en los alimentos. Se puede señalar que la clasificación de los alimentos generalmente admitida se basa en su contenido en proteína. Sabiendo el contenido protéico de un alimento se puede obtener una idea aproximada de la clase de alimento a que pertenece aunque se desconozcan otras características. El componente protéico es en general altamente digestible si se compara por ejemplo con los carbohidratos más fibrosos.

La proteína sirve de fuente de energía y de índice de los aminoácidos totales de los alimentos. Debemos conocer sus limitaciones en ambos sentidos. Como fuente de energía la proteína está sujeta a una pérdida de un 20% aproximadamente. Esta es una consecuencia de la imposibilidad del organismo para "quemar" la urea formada en la desaminación de los aminoácidos. Si se añade esta pérdida a la derivada de la digestión incompleta, hallaremos que solamente un 60% de la energía potencial de la proteína de los alimentos. Por esta razón cuando haya de reforzarse una ración en energía no se empleará proteína como fuente preferente de energía.

Cenizas.

La importancia nutritiva de las cenizas dependerá en parte del alimento de que se trate. La razón de que las cenizas o de las sustancias de origen vegetal sean un índice de poco valor acerca de cualquiera de los nutrientes inorgánicos, se debe a que la composición de las cenizas de las sustancias citadas es-

altamente variable, no solamente en la cantidad total, sino en sus partes constituyentes. Crampton y Harris (1974).

Características Nutritivas y Químicas de los Alimentos

Maíz.

La composición media centesimal del cariósido de maíz es la siguiente: materia seca de un 86 a 88%, de proteína total - de 9 a 11%, materias grasas brutas de 4 a 5%, fracción no nitrogenada de 65 a 70%, y cenizas de 1.3 a 1.8%. Morrison (1969).

Los coeficientes medios de digestibilidad (Pannson) son los siguientes: para la proteína bruta, 72%; para la proteína-pura, 65%; para la materia grasa, 89%; para la fracción no nitrogenada, 95%. Crampton (1974).

Trigo.

La composición media del trigo blando comercial que provienen de los trabajos de Nwuman es la siguiente: materia seca, 87%; proteína bruta, 10-14%; materia grasas, 1.7 a 2.2; hidratos de carbono, 65 a 72%; celulosa bruta, 1.8 a 2.6; cenizas, - 1.7 a 2.6%. La cantidad de azúcares solubles corresponde a un 2 a 5% de la fracción no nitrogenada total. Esminger (1983), - Crampton y Harris (1974).

Cebada.

Existen diferencias considerables en la composición analítica de la cebada, según las variedades y formas, y éstas son las siguientes: materias secas, 87.5%; materia nitrogenada to-

tal, 8.7 a 12%; materia nitrogenada digestible, 6.3 a 8.8%; materias grasas, 1.8 a 2.5%; fracción no nitrogenada 63.7 a 70.2% celulosa 2.7 a 6.5%; cenizas 2.3 a 2.8%; unidades forrajeras -- por cada 100 kg de 93 a 104 (Kellner) s. a.

El valor biológico de la proteína es cerca de 70, no siendo de plena eficacia. La cebada tiene casi las mismas características nutritivas que los restantes cereales. La proteína no es de buena calidad, aunque sea mejor que la del maíz.

La digestibilidad total (%) de la cebada para el ganado vacuno es de 59.1%. El grano entero ofrece una digestibilidad -- del 10% inferior al del grano partido. Crampton y Harris ---- (1974).

Avena.

La composición analítica base para una avena comercial es la siguiente: materia seca, 89.8%; proteína bruta, 11.6%; proteína digestible, 8.3; materias grasas, 4.1%; fracción no nitrogenada, 57.7%; celulosa bruta, 12.1% y cenizas, 4.3%.

Los datos analíticos correspondientes a los granos completos demuestran que la avena contiene porcentajes más altos de proteínas y materias grasas que la cebada; sin embargo, siendo superior el contenido en celulosa bruta, la digestibilidad de los principios nutritivos es más débil.

La digestibilidad de la avena de media calidad es la siguiente: proteínas brutas, 80%; lípidos, 83%; fracción no nitrogenada, 77%; celulosa bruta, 25%. Ensminger (1983) Crampton y Harris (1974).

Sorgo.

El grano de sorgo es análogo del grano de maíz por su composición y valor nutritivo. Contiene aproximadamente 70% de extracto no nitrogenado, que en su mayor parte es almidón. El grano es pobre en fibra y rico en principios nutritivos digeribles totales. La mayor parte de las variedades poseen mayor riqueza en proteínas que el maíz, pero son mucho menos ricas que este en grasa. Las proteínas no son de buena calidad.

Después del maíz, el sorgo es el que tiene el mayor valor energético total. Comparativamente con el maíz la composición del grano de sorgo es la siguiente: proteínas, 12.7%; extracto etéreo (grasa), 3.7%; fibra celulósica, 2.8%; cenizas, 2.3%; extracto no nitrogenado (carbohidratos), 78.6%. Crampton y Harris (1974) Ibar (1984).

Importancia de los granos en una dieta estable.

Muchas veces, cuando se consumen raciones ricas en concentrado, se producen grandes cantidades de ácido láctico (acidosis) y el pH del rumen desciende. Como la mayoría de las bacterias son sensibles al pH del rumen disminuye demasiado, el animal deja de comer, lo cual es síntoma de problemas digestivos agudos, por lo tanto, cambios de los ingredientes, malas mezclas de granos en la ración o alimentación insuficiente puede producir acidosis aguda. Ensminger (1983).

Objetivo.

El objetivo de éste trabajo es el de determinar como los-
diferentes granos se interactuan afectando su digestibilidad.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo consta de 21 tratamientos en los que se convi--nan los granos (previamente molidos) de la forma siguiente: sor--go 100%, sorgo 90% maíz 10%, sorgo 80% maíz 20%, sorgo 70% maíz 30%, sorgo 60% maíz 40%, sorgo 50% maíz 50%, sorgo 90% trigo --10%, sorgo 80% trigo 20%, sorgo 70% trigo 30%, sorgo 60% trigo--40%, sorgo 50% trigo 50%, sorgo 90% cebada 10%, sorgo 80% ceba--da 20%, sorgo 70% cebada 30%, sorgo 60% cebada 40%, sorgo 50% -cebada 50%, sorgo 90% avena 10%, sorgo 80% avena 20%, sorgo 70% avena 30%, sorgo 60% avena 40%, sorgo 50% avena 50%. Después -se van a pesar 5 gramos de cada tratamiento en la balanza analí--tica y se introducen en bolsas de nylon previamente pesadas. Se cierra la bolsa amarrandola con hilo de nylon, se incuban 5 bol--sas en el rumen de un animal (ovino) fistulado procurando dejar unidas las bolsas con el tapon de la fistula mediante el hilo -de nylon, dejando de 25-30 cm de hilo libre para que las bolsas puedan moverse libremente durante el proceso de digestión junto con la dieta que consta de paca de alfalfa. Se sacan las bol--sas después de haber completado el tiempo de incubación deseado (6 ó 18 horas), se lavan las bolsas en la corriente de agua de--la llave y se mete a la estufa a una temperatura de 55-60°C, --después se procede a pesar la bolsa con alimento y se mete el -alimento en frascos de recolección y se procede a realizarse --los análisis de protefna cruda, fibra cruda, extracto etéreo y--materia seca total.

El experimento es un factorial 4x5 bajo diseño completamen

te al azar siendo los factores ración con 4 niveles (r_1, r_2, r_3, r_4) y proporción con 5 niveles (p_1, p_2, p_3, p_4 y p_5). Así se tienen 21 tratamientos que son todas las combinaciones de los niveles de ración y proporción. Se usaran 3 repeticiones por tratamiento.

El modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + P_j + (RP)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = % de digestibilidad del k-ésimo ensayo del tratamiento ij (ración i , proporción j).

μ = Media verdadera general.

R_i = Efecto de la ración i .

P_j = Efecto de la proporción j .

$(RP)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la ración i y la proporción j .

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la observación de la unidad experimental ijk .

Se asume que $\epsilon_{ijk} \sim NI(0, j^2)$

RESULTADOS Y DISCUSION

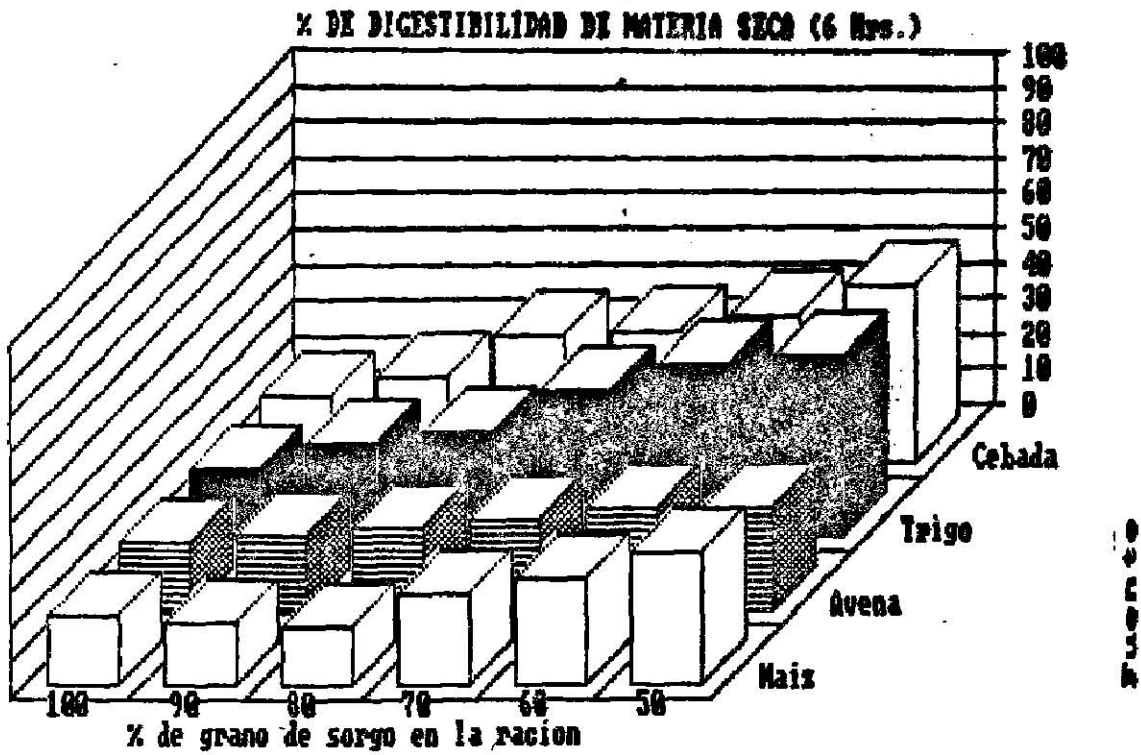
Después de correr el estudio estadístico se observa al comparar medias, en lo que respecta a materia seca digestible, que el sorgo en combinación con trigo en proporción 50-50, con cebada en proporción 50-50 y con trigo en proporción 60-40 son los tratamientos que más se degradaban a las 6 horas de incubación, mientras que a las 18 horas de incubación los que más se degradaban eran los tratamientos de sorgo con trigo a las proporciones 60-40 y 50-50 seguido de la proporción 70-30 tal como se -- puede apreciar en la Tabla 1.

En cuanto a la fibra cruda digestible, en la comparación - de medias se observa que el sorgo en combinación con el trigo - en las proporciones 50-50 y 60-40 son los tratamientos que más - se degradaban a las 6 horas de incubación, mientras que a las - 18 horas de incubación los tratamientos que más se degradaron - fueron los de sorgo con trigo en proporción 50-50, con avena en proporción 60-40 y con trigo en proporción 60-40 y 70-30, tal - como se aprecia en la Tabla 2.

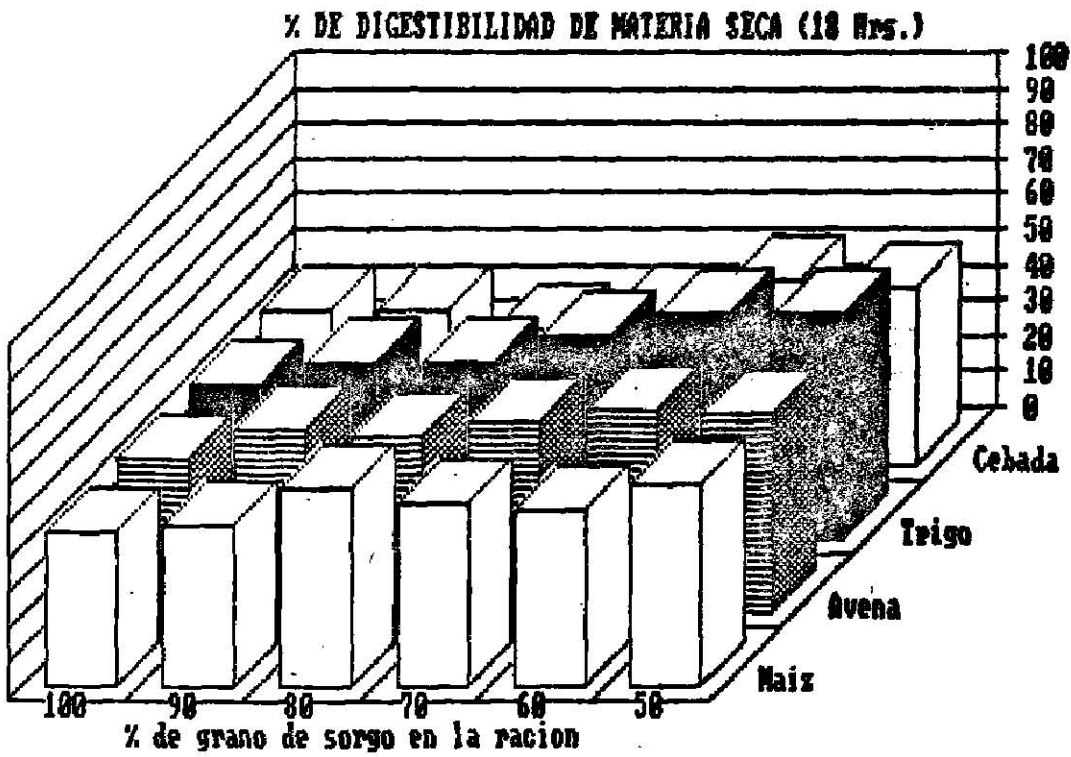
Tabla 1. Digestibilidad de materia seca de los diferentes granos utilizados. (in vivo)

Tratamiento	6 horas		18 horas	
	Media	Media	Tratamiento	Media
(11) Sorgo 50 Trigo 50	51.1400 a		(10) Sorgo 60 Trigo 40	64.3200 a
(16) Sorgo 50 Cebada 50	49.5700 a		(11) Sorgo 50 Trigo 50	64.2100 a
(10) Sorgo 60 Trigo 40	42.9000 a		(9) Sorgo 50 Trigo 30	57.5000 b
(9) Sorgo 70 Trigo 30	41.8700 b		(6) Sorgo 50 Maíz 50	57.1700 b
(15) Sorgo 60 Cebada 40	41.6800 b		(20) Sorgo 60 Avena 40	56.9000 b
(14) Sorgo 70 Cebada 30	37.5200 c		(21) Sorgo 50 Avena 50	56.1000 bc
(6) Sorgo 50 Maíz 50	37.0800 c		(3) Sorgo 80 Maíz 20	55.4800 bcd
(13) Sorgo 80 Cebada 20	35.5200 c		(19) Sorgo 70 Avena 30	53.4600 bcd
(5) Sorgo 60 Maíz 40	30.2100 d		(4) Sorgo 70 Maíz 30	52.3100 bcd
(8) Sorgo 80 Trigo 20	30.1400 d		(15) Sorgo 60 Cebada 40	52.0800 bcd
(21) Sorgo 50 Avena 50	29.4800 de		(17) Sorgo 90 Avena 10	51.8100 bcd
(20) Sorgo 60 Avena 40	28.5200 def		(16) Sorgo 50 Cebada 50	50.4600 cde
(7) Sorgo 90 Trigo 10	27.2900 efg		(8) Sorgo 80 Trigo 20	49.9100 cdef
(19) Sorgo 70 Avena 30	26.3900 fg		(7) Sorgo 90 Trigo 10	49.8900 cdef
(4) Sorgo 70 Maíz 30	26.3500 fg		(18) Sorgo 80 Avena 20	49.8200 defg
(12) Sorgo 90 Cebada 10	25.1900 gh		(5) Sorgo 60 Maíz 40	49.5600 defg
(18) Sorgo 80 Avena 20	23.8100 hi		(2) Sorgo 90 Maíz 10	45.4700 efg
(17) Sorgo 90 Avena 10	21.5100 ij		(12) Sorgo 90 Cebada 10	44.4000 efgh
(1) Sorgo 100	19.6900 jk		(14) Sorgo 70 Cebada 30	44.1100 fgh
(2) Sorgo 90 Maíz 10	17.6000 k		(1) Sorgo 100	43.6200 gh
(3) Sorgo 80 Maíz 20	17.4200 k		(13) Sorgo 80 Cebada 20	38.5000 h

Letras iguales no hay diferencia significativa.
Nivel de significancia = 0.05



Gráfica 1. Comportamiento de la digestibilidad de la materia seca a 6 horas de incubación en las diferentes -- combinaciones de granos.

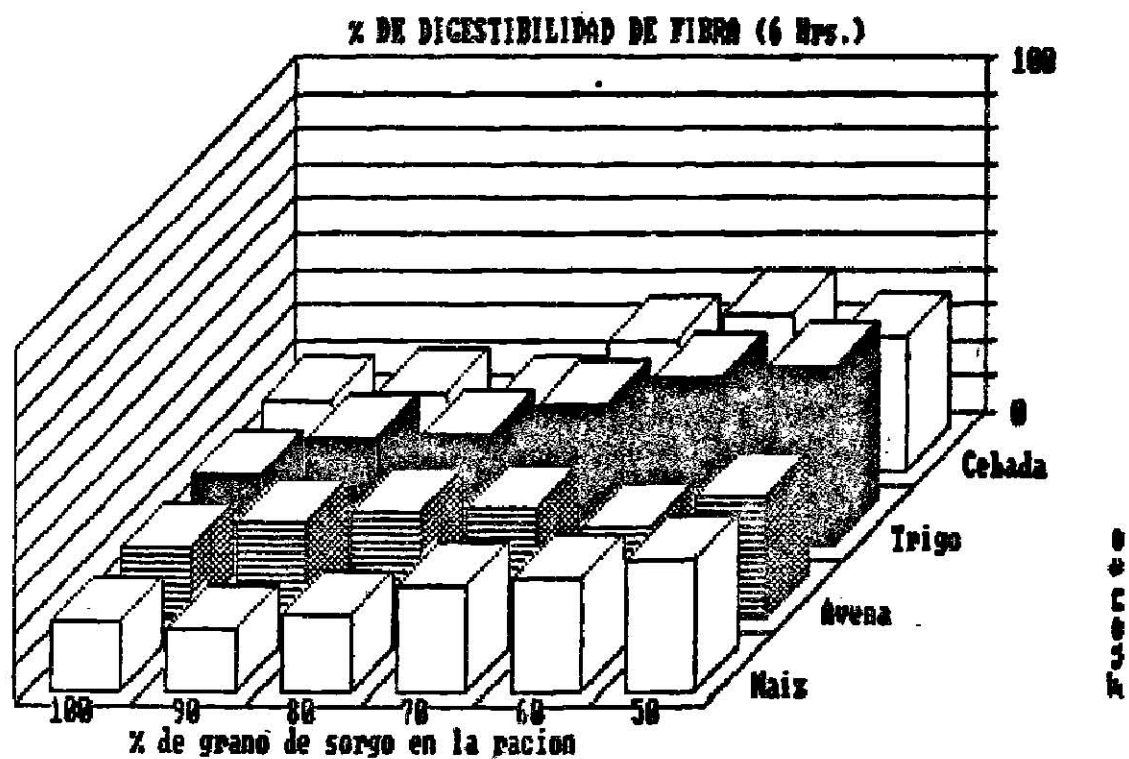


Gráfica 2. Comportamiento de la digestibilidad de la materia seca a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.

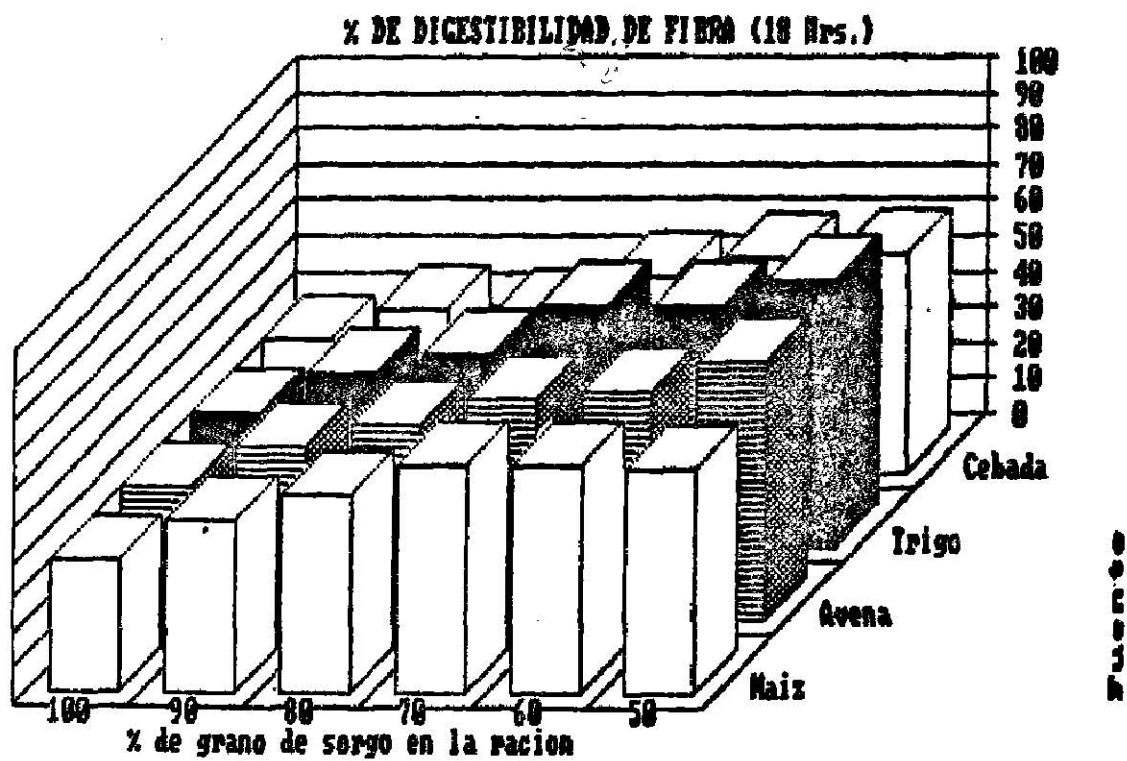
Tabla 2. Digestibilidad de la fibra cruda de los diferentes granos utilizados. (in vivo)

Tratamiento	6 horas		18 horas	
	Media	Tratamiento	Media	Media
(11) Sorgo 50 Trigo 50	49.7800 a	(11) Sorgo 50 Trigo 50	74.8300 a	
(10) Sorgo 60 Trigo 40	47.5100 a	(21) Sorgo 50 Avena 50	72.6100 ab	
(15) Sorgo 60 Trigo 40	43.2700 b	(10) Sorgo 60 Trigo 40	68.0600 abc	
(9) Sorgo 70 Trigo 30	39.7500 bc	(9) Sorgo 70 Trigo 30	67.8200 abc	
(6) Sorgo 50 Maíz 50	37.8200 cd	(20) Sorgo 60 Avena 40	67.2400 bc	
(16) Sorgo 50 Cebada 50	36.8200 cd	(5) Sorgo 60 Maíz 40	65.0300 cd	
(14) Sorgo 70 Cebada 30	35.7300 cde	(4) Sorgo 70 Maíz 30	64.7100 cd	
(21) Sorgo 50 Avena 50	33.8200 def	(6) Sorgo 50 Maíz 50	64.1100 cd	
(5) Sorgo 60 Maíz 40	32.2300 ef	(19) Sorgo 70 Maíz 30	62.8900 cd	
(8) Sorgo 80 Trigo 20	31.4300 f	(16) Sorgo 50 Cebada 50	60.9000 cde	
(19) Sorgo 70 Avena 30	30.5200 fg	(15) Sorgo 60 Cebada 40	59.3600 de	
(18) Sorgo 80 Avena 20	30.0400 fg	(14) Sorgo 70 Cebada 30	55.3400 ef	
(4) Sorgo 70 Maíz 30	29.8100 fgh	(3) Sorgo 80 Maíz 20	55.3100 ef	
(7) Sorgo 90 Trigo 10	29.8100 fgh	(18) Sorgo 80 Avena 20	54.7900 ef	
(17) Sorgo 90 Avena 10	26.7900 gh	(8) Sorgo 80 Trigo 20	53.9500 ef	
(20) Sorgo 60 Avena 40	25.7200 hi	(7) Sorgo 90 Trigo 10	49.4900 fg	
(3) Sorgo 80 Maíz 20	22.1600 ij	(17) Sorgo 90 Avena 10	49.1300 fg	
(12) Sorgo 90 Cebada 10	21.8500 ij	(2) Sorgo 90 Maíz 10	45.5900 fg	
(1) Sorgo 80 Cebada 20	20.3000 j	(12) Sorgo 90 Cebada 10	45.5900 g	
(13) Sorgo 90 Maíz 10	20.1400 j	(13) Sorgo 80 Cebada 20	44.6000 gh	
(2) Sorgo 90 Maíz 10	18.2700 j	(1) Sorgo 100	38.1700 h	

Letras iguales no hay diferencia significativa
 Nivel de Significancia = 0.05



Gráfica 3. Comportamiento de la digestibilidad de la fibra cruda a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.



Gráfica 4. Comportamiento de la digestibilidad de fibra cruda a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.

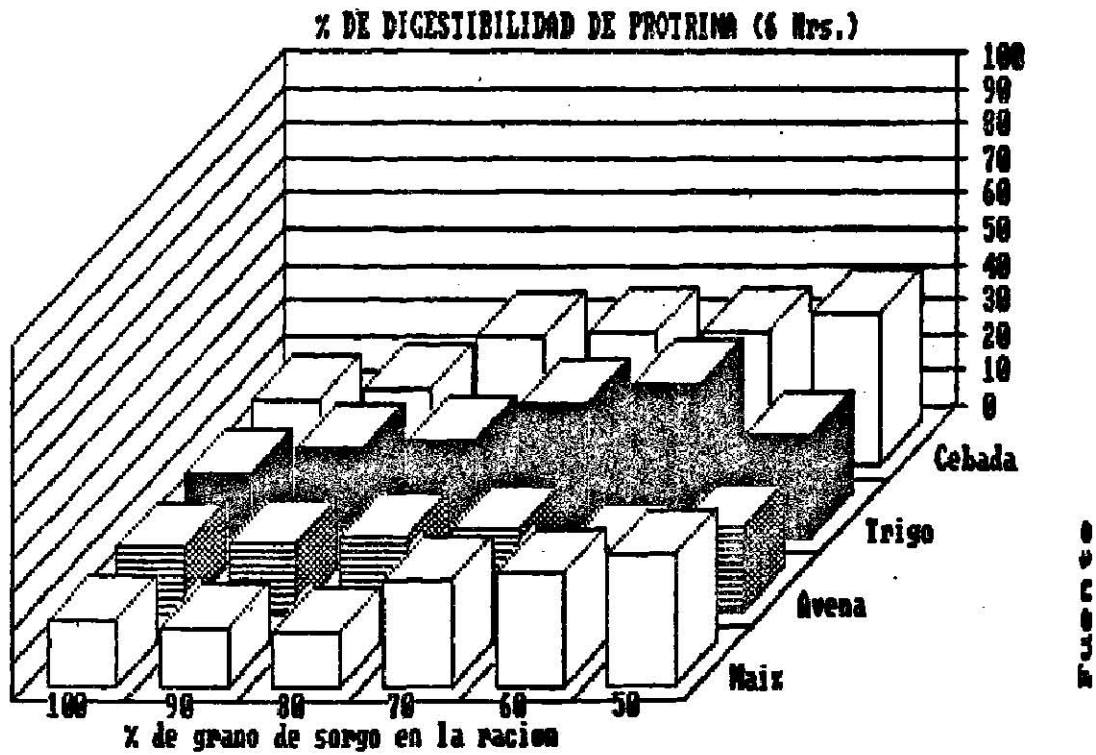
Con respecto a la proteína cruda digestible, en la comparación de medias se observa que el sorgo en combinación con trigo en una proporción de 60-40 y con cebada en una proporción 50-50 son los tratamientos que más se degradaron a las 6 horas de incubación, mientras que a las 18 horas de incubación los tratamientos que más se degradaron fueron los de sorgo en combinación con maíz en todas las proporciones estudiadas, sorgo en combinación con trigo en todas las proporciones, sorgo con cebada en proporciones 50-50 y 60-40 y sorgo con avena en proporción 90-10, tal como se aprecia en la Tabla 3.

En lo que se refiere al extracto etéreo digestible, se puede observar que el sorgo en combinación con el trigo en las proporciones 50-50 y 60-40 son los tratamientos que más se degradaron tanto a las 6 horas de incubación, como a las 18 horas de incubación, como se aprecia en la Tabla 4.

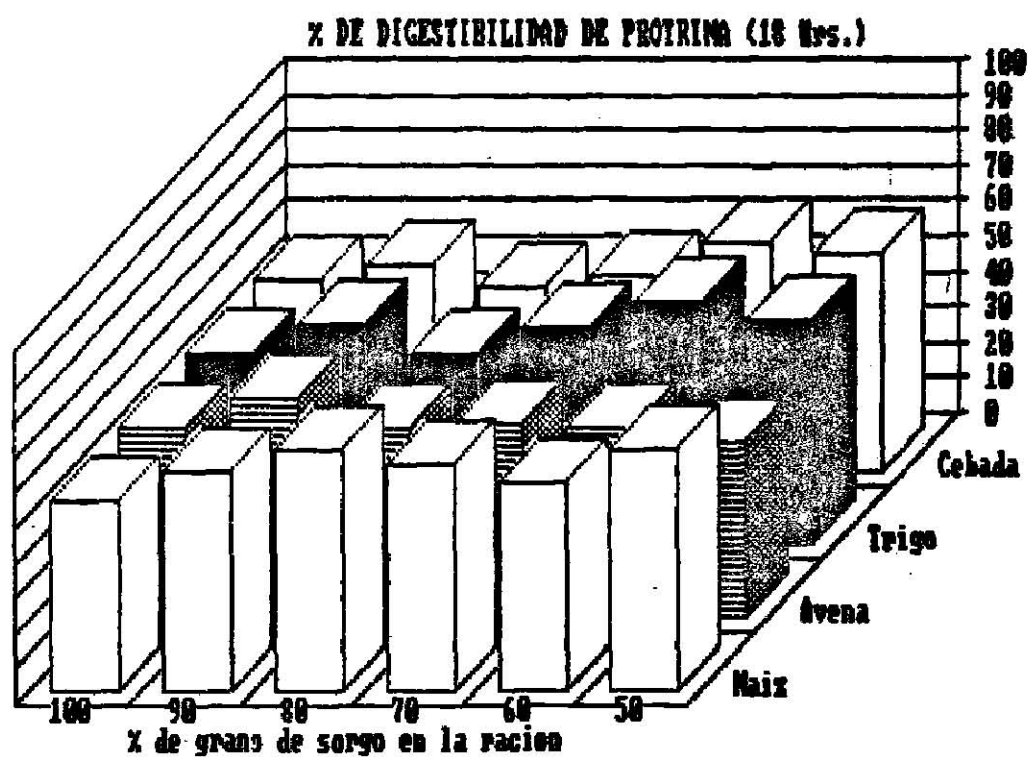
Tabla 3. Digestibilidad de la proteína cruda de los diferentes granos utilizados. (in vivo)

Tratamiento	6 horas		18 horas	
	Media	Tratamiento	Media	Tratamiento
(10) Sorgo 60 Trigo 40	43.8300 a	(3) Sorgo 80 Maiz 20	68.9200 a	
(16) Sorgo 50 Cebada 50	42.4500 ab	(6) Sorgo 50 Maiz 50	68.7700 a	
(9) Sorgo 70 Trigo 30	38.4900 bc	(10) Sorgo 60 Trigo 40	68.5200 a	
(6) Sorgo 90 Trigo 10	37.5800 bc	(4) Sorgo 70 Maiz 30	64.8500 ab	
(14) Sorgo 70 Cebada 30	36.9000 cd	(15) Sorgo 60 Cebada 40	64.5700 ab	
(15) Sorgo 60 Cebada 40	36.8200 cd	(11) Sorgo 50 Trigo 50	63.4600 abc	
(13) Sorgo 80 Cebada 20	36.0400 cd	(7) Sorgo 90 Trigo 10	62.8100 abcd	
(5) Sorgo 60 Maiz 40	32.3400 de	(17) Sorgo 90 Avena 10	62.1300 abcde	
(4) Sorgo 70 Maiz 30	29.6300 ef	(2) Sorgo 90 Maiz 10	61.4200 abcde	
(11) Sorgo 50 Trigo 50	29.0300 efg	(16) Sorgo 50 Cebada 50	61.2600 abcde	
(8) Sorgo 80 Trigo 20	28.3600 efg	(9) Sorgo 70 Trigo 30	60.8100 abcde	
(7) Sorgo 90 Trigo 10	26.2100 fghi	(5) Sorgo 60 Maiz 40	59.2500 abcdef	
(21) Sorgo 50 Avena 50	24.1900 ghij	(12) Sorgo 90 Cebada 10	57.7400 bcdef	
(19) Sorgo 70 Avena 30	23.7000 hij	(14) Sorgo 70 Cebada 30	54.6500 cdef	
(18) Sorgo 80 Avena 20	22.1400 ijk	(8) Sorgo 80 Trigo 20	54.6300 cdef	
(12) Sorgo 90 Cebada 10	22.0100 ijk	(19) Sorgo 70 Avena 30	54.5200 cdef	
(17) Sorgo 90 Avena 10	20.1900 jkl	(20) Sorgo 60 Avena 40	54.2300 cdef	
(20) Sorgo 60 Avena 40	19.5000 jkl	(1) Sorgo 100	53.8100 cdef	
(1) Sorgo 100	18.6200 kl	(18) Sorgo 80 Avena 20	53.6400 def	
(2) Sorgo 90 Maiz 10	16.7200 l	(13) Sorgo 80 Trigo 20	52.6500 ef	
(3) Sorgo 80 Maiz 20	16.0700 l	(21) Sorgo 50 Avena 50	50.0900 f	

Letras iguales no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05



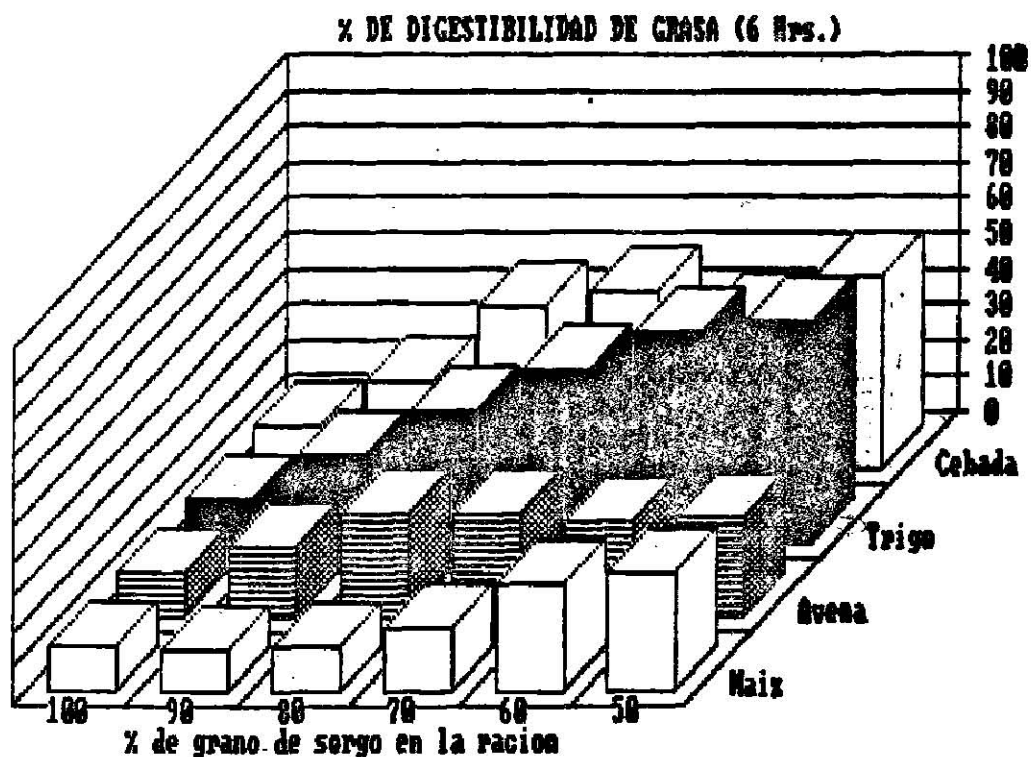
Gráfica 5. Comportamiento de la digestibilidad de la proteína cruda a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.



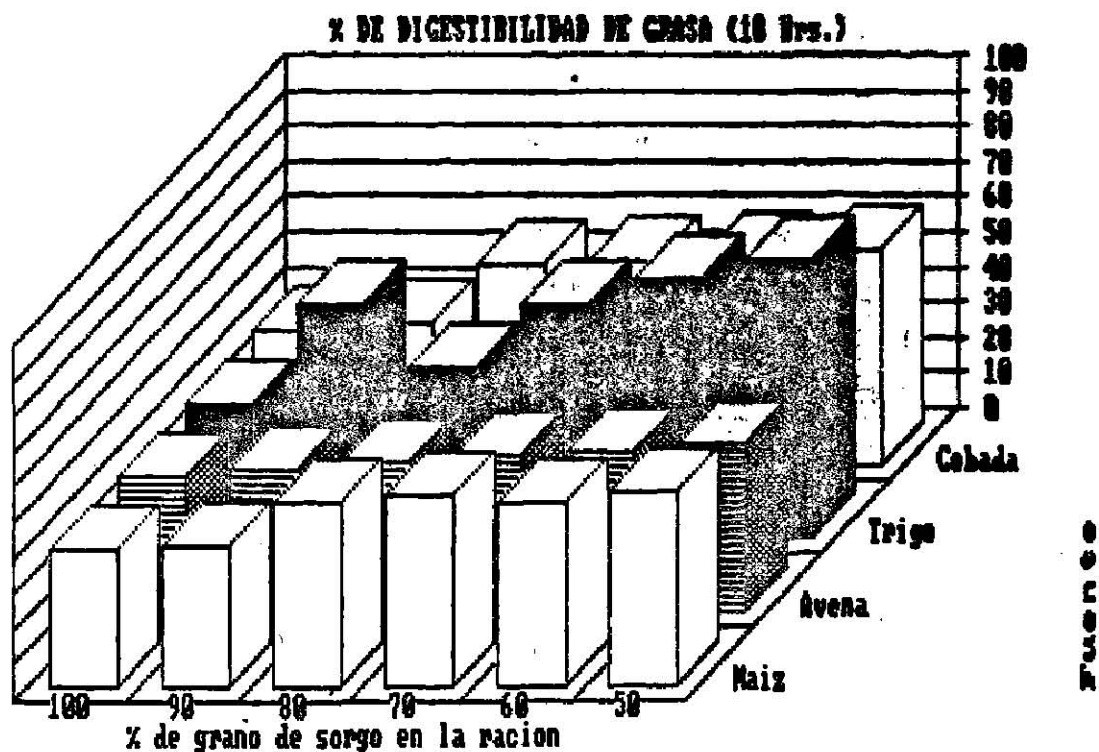
Gráfica 6. Comportamiento de la digestibilidad de la proteína cruda a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.

Tabla 4. Digestibilidad del extracto etéreo de los diferentes granos utilizados. (in vivo)

6 horas		18 horas	
Tratamiento	Media	Tratamiento	Media
(1) Sorgo 50 Trigo 50	63.4100 a	(11) Sorgo 50 Trigo 50	78.8600 a
(10) Sorgo 60 Trigo 40	58.6600 ab	(10) Sorgo 60 Trigo 40	73.4600 ab
(16) Sorgo 50 Cebada 50	54.3300 bc	(7) Sorgo 90 Trigo 10	66.8100 bc
(14) Sorgo 70 Cebada 30	49.6800 cd	(9) Sorgo 70 Trigo 30	66.5700 bcd
(9) Sorgo 70 Trigo 30	48.9900 cd	(16) Sorgo 50 Cebada 50	60.9000 cde
(13) Sorgo 80 Cebada 20	45.9100 cde	(15) Sorgo 60 Cebada 40	59.3000 def
(15) Sorgo 60 Cebada 40	43.4400 de	(14) Sorgo 70 Cebada 30	58.3300 ef
(8) Sorgo 80 Trigo 20	38.2700 ef	(13) Sorgo 80 Cebada 20	57.0700 ef
(6) Sorgo 50 Maíz 50	32.9700 fg	(6) Sorgo 50 Maíz 50	54.4200 efg
(5) Sorgo 60 Maíz 40	30.2200 fg	(4) Sorgo 70 Maíz 30	53.9900 efg
(18) Sorgo 80 Avena 20	29.3900 gh	(5) Sorgo 60 Maíz 40	52.4100 fgh
(19) Sorgo 70 Avena 30	28.8700 gh	(3) Sorgo 80 Maíz 20	52.2400 fgh
(21) Sorgo 50 Avena 50	28.5600 gh	(8) Sorgo 80 Trigo 20	48.5900 ghi
(20) Sorgo 60 Avena 40	26.9200 ghi	(21) Sorgo 50 Avena 50	47.7300 ghi
(7) Sorgo 90 Trigo 10	25.4400 ghi	(20) Sorgo 60 Avena 40	46.1000 hij
(12) Sorgo 90 Cebada 10	25.3800 hij	(19) Sorgo 70 Avena 30	44.5100 ijk
(17) Sorgo 90 Avena 10	20.6400 ijk	(18) Sorgo 80 Avena 20	42.6100 ijk
(4) Sorgo 70 Maíz 30	18.1700 jk	(17) Sorgo 90 Avena 10	41.5500 ijk
(1) Sorgo 100	12.7000 jk	(2) Sorgo 90 Maíz 10	40.4800 jk
(3) Sorgo 80 Maíz 20	11.9400 jk	(12) Sorgo 90 Cebada 10	40.4000 jk
(2) Sorgo 90 Maíz 10	11.4000 k	(1) Sorgo 100	38.3500 k



Gráfica 7. Comportamiento de la digestibilidad del extracto etéreo (grasa) a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.



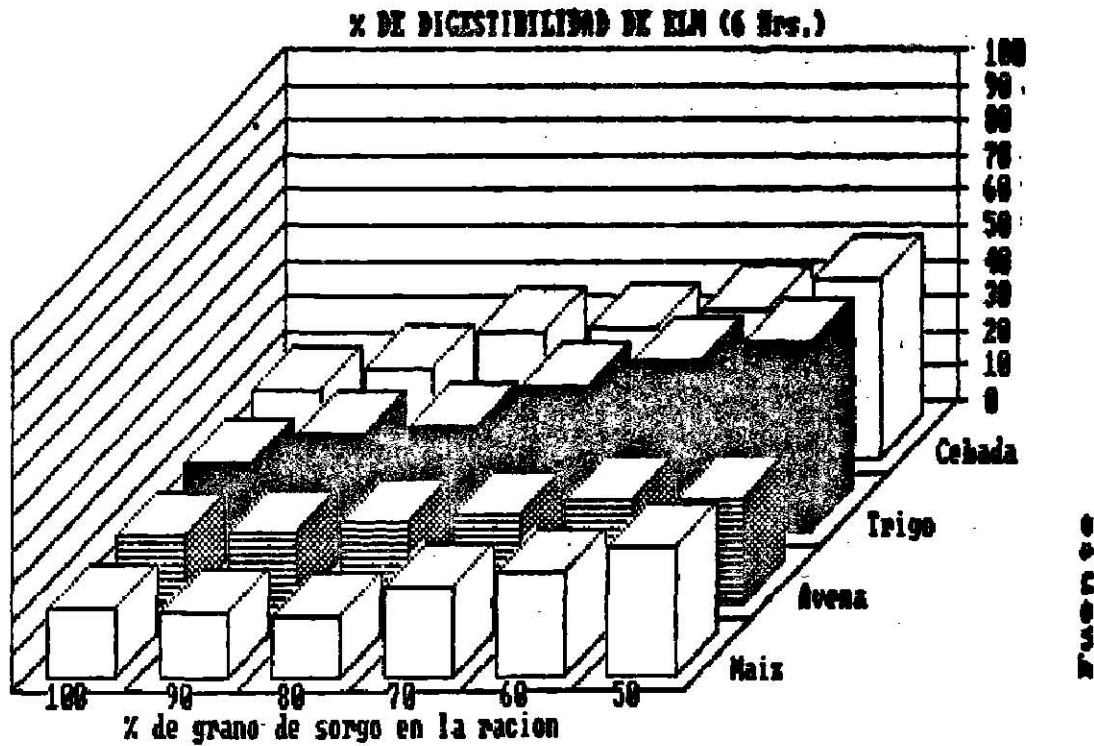
Gráfica 8. Comportamiento de la digestibilidad del extracto etéreo (grasa) a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.

En cuanto al extracto libre de nitrógeno (ELN) digestible, en la combinación de medias se observa que el sorgo en combinación con trigo en una proporción de 50-50 es el tratamiento que presentó mayor degradación a las 6 horas de incubación, mientras que a las 18 horas de incubación los tratamientos que más se degradaron fueron los de sorgo con trigo en proporción 50-50 y 60-40, como se aprecia en la Tabla 5.

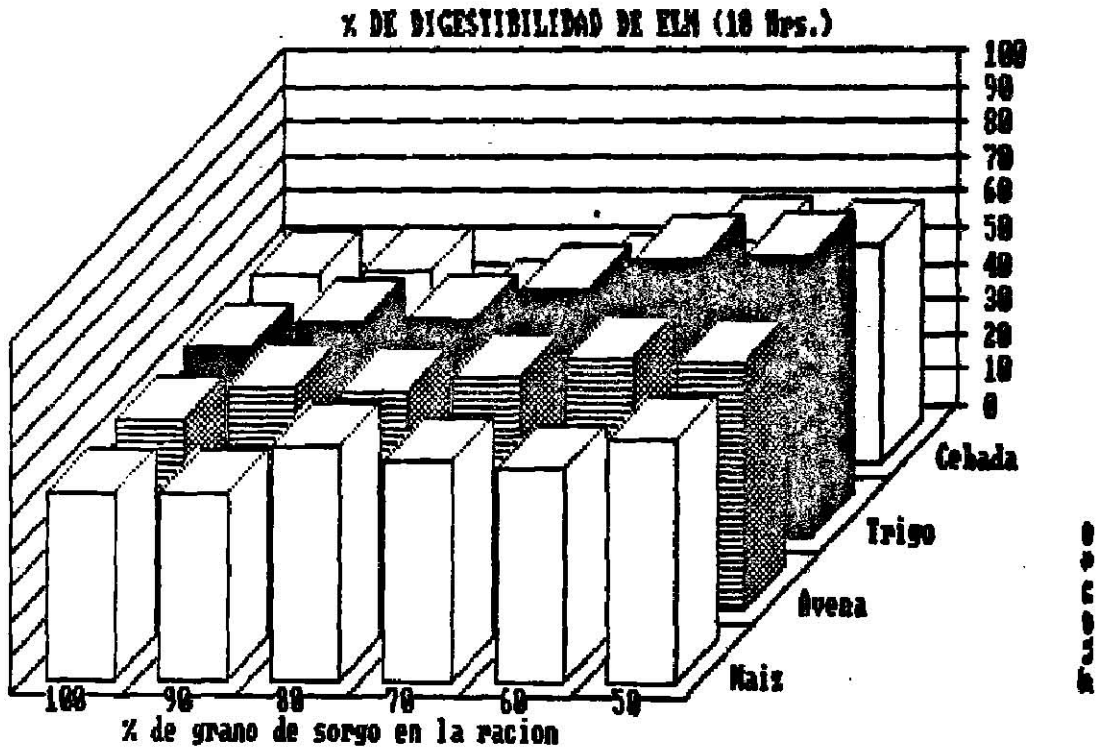
Tabla 5. Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (ELN) de los diferentes granos utilizados. (in vivo).

Tratamiento	6 horas		18 horas	
	Media	Media	Tratamiento	Media
(11) Sorgo 50 Trigo 50	53.7800 a	(11) Sorgo 50 Trigo 50	78.8000 a	
(16) Sorgo 50 Cebada 50	50.9200 b	(10) Sorgo 60 Trigo 40	78.5100 ab	
(10) Sorgo 60 Trigo 40	49.3600 b	(20) Sorgo 60 Avena 40	70.9200 bc	
(15) Sorgo 60 Cebada 40	43.1800 c	(9) Sorgo 70 Trigo 30	70.0200 cd	
(9) Sorgo 70 Trigo 30	42.1800 c	(21) Sorgo 50 Avena 50	69.9100 cd	
(14) Sorgo 70 Cebada 30	37.3700 d	(6) Sorgo 50 Maíz 50	69.2100 cd	
(6) Sorgo 50 Maíz 50	37.1700 d	(3) Sorgo 80 Maíz 20	67.0000 cde	
(13) Sorgo 80 Cebada 20	35.8200 d	(19) Sorgo 70 Avena 30	65.9100 cde	
(8) Sorgo 80 Maíz 20	30.1400 e	(17) Sorgo 90 Avena 10	63.2000 cde	
(5) Sorgo 60 Maíz 40	29.9500 e	(4) Sorgo 70 Maíz 30	62.8000 de	
(21) Sorgo 50 Avena 50	29.8200 e	(15) Sorgo 60 Cebada 40	62.4700 de	
(20) Sorgo 60 Avena 40	29.7500 e	(18) Sorgo 80 Avena 20	61.1600 ef	
(7) Sorgo 90 Trigo 10	27.3900 ef	(16) Sorgo 50 Cebada 50	60.9200 ef	
(9) Sorgo 70 Avena 30	26.3900 f	(8) Sorgo 80 Trigo 20	60.8000 efg	
(4) Sorgo 70 Maíz 30	26.2000 fg	(7) Sorgo 90 Trigo 10	59.6200 efg	
(12) Sorgo 90 Cebada 10	25.6400 fg	(5) Sorgo 60 Maíz 40	59.6200 efg	
(18) Sorgo 80 Avena 20	23.5500 gh	(12) Sorgo 90 Cebada 10	53.4200 fgh	
(17) Sorgo 90 Avena 10	21.5200 hi	(2) Sorgo 90 Maíz 10	53.0700 ghi	
(1) Sorgo 100	19.9300 ij	(1) Sorgo 100	52.7700 hi	
(2) Sorgo 90 Maíz 10	19.3800 ij	(14) Sorgo 70 Cebada 30	52.5200 hi	
(3) Sorgo 80 Maíz 20	17.6300 j	(13) Sorgo 80 Cebada 20	45.3100 i	

Letras iguales no hay diferencia significativa
Nivel de Significancia = 0,05



Gráfica 9. Comportamiento de la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno a 6 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.



Gráfica 10. Comportamiento de la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno a 18 horas de incubación en las diferentes combinaciones de granos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La utilización de dos o más granos en la dieta de los rumiantes es de gran importancia ya que la degradación escalonada permitirá un mejor aprovechamiento de la dieta por parte de estos poligástricos, ya que no habiendo una sola degradación, la acidosis tendrá poca oportunidad de presentarse, lo que permitirá que los granos sean más aprovechados.

El concepto anterior está basado en reportes de la literatura que habla de esto y de que los protozoarios puedan llevar más almidón a las partes bajas del aparato digestivo al no ser destruida por los cambios de pH.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., en el municipio de Marín, N.L. en el período comprendido de Septiembre de 1988 a Febrero de 1989. Su finalidad era la de determinar - como los diferentes granos se interactúan afectando su digestibilidad.

En la elaboración del trabajo se utilizaron 21 tratamientos de combinación de dos granos: del cual uno era sorgo y el otro maíz, trigo, cebada o avena. Se les realizó una digestibilidad a dos tiempos: uno a 6 y otro a 18 horas utilizando el método de la bolsa de nylon "in vivo" en un animal ovino y se les hizo el análisis bromatológico para determinar su degradabilidad.

Los resultados muestran que al aumentar las proporciones de sorgo y disminuir las de otro grano disminuye su degradabilidad y que el grano que mejor se comportó en cuanto a degradación fué el que contenía sorgo y trigo en proporciones 50-50 y 60-40 respectivamente.

PIELIOGRAFIA

1. Abrams, J.T. 1970. Avances de nutrición animal. Editorial Acribia. pp. 102-104.
2. Abrams, J.T. 1968. Nutrición animal y dietética veterinaria. Editorial Acribia.
3. Bateman, J.V. 1970. Nutrición animal. Manual de Métodos Analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica A.I.D. pp. 37-41; 404-405.
4. Borgoli, E. 1960. Alimentación del ganado. Editorial Acribia. pp. 86-87; 100.
5. Concellón, M.A. 1967. Nutrición animal práctica. Editorial AEDOS. pp. 101-102.
6. Crampton, E.W. 1962. Nutrición animal aplicada. Editorial Acribia. pp. 23-47; 400.
7. Crampton, E.W. y Harris, L. 1974. Nutrición animal aplicada. Editorial Acribia. pp. 86-87; 100.
8. Collison, A.E. 1987. Alimentos y alimentación de animales. Editorial Diana Técnico. pp. 23-41.

9. De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. Editorial Fournier, S.A. pp. 23-65.
10. Esminger, M.E. 1983. Alimentos y nutrición de los animales. Editorial El Ateneo. pp. 32-65.
11. Esminger, M.E. 1973. Manual del ganadero. Librería El Ateneo. pp. 230-263.
12. Flores M., J.A. 1980. Bromatología Animal. Editorial Limusa. pp. 37-41.
13. Ibar, A.L. 1984. Sorgo. Cultivo y aprovechamiento. Editorial Aedos. pp. 136-140.
14. Kempton, T.J. 1980. El uso de la bolsa nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. Producción Animal Tropical. pp. 5:115-126.
15. Maynard, L.A. 1979. Nutrición Animal. UTEPA. pp. 49-57:62-63.
16. Mc.Donald, P. 1969. Nutrición Animal. Editorial Acribia. pp. 88:136-142.
17. Mehrez, A.Z. y Orskov, E.R. 1977. Degradación de la cebada rollada colocada en bolsas de nylon en el rumen de ovejas

que reciben dietas basadas en hierbas. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 88:645.

18. Morrison, F.A. 1969. Alimentos y alimentación del ganado. Unión Topográfica Editorial Hispanoamericana. pp. 23-31.
19. Morrison, F.A. 1956. Compendio de alimentación del ganado. UTEHA. pp. 312-349.
20. Orskov, E.R. y Hovell, F.D. De B. 1978. Digestión ruminal del heno (medida a través de bolsas de dacrón) en el ganado alimentado con caña de azúcar o heno de pangola. *Producción Animal Tropical*. pp. 3:9-11.
21. Orskov, E.R., Hovell, F.D. y Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*. pp. 5:213-233.
22. Peters, W.H. y R.H.G. 1963. *Ganadería Productiva*. UTEHA. pp. 27:194.
23. Rodríguez, H. 1968a. La técnica de bolsa in vivo en estudios de digestibilidad. *Revista Cubana Ciencia Agrícola*. pp. 2:81-85.
24. Rodríguez, H. 1968b. Digestibilidad con la bolsa in vivo: La posición relativa de la bolsa dentro del rumen. *Revista Cubana Ciencia Agrícola*. pp. 2:285-287.

25. Van Soest, P.J. 1963. Composition and nutritive value of -
forajes in heat M.E. Metcalfe, U.S. and Barnes, R.F. ----
(E.D.S.) forajes, The Iowa State University Press. pp.53-
63.

26. Villarreal G.,G. 1978. Tesis: Digestibilidad "in vitro" --
del estiércol de bovino. F.A.U.A.N.L.

27. Villarreal G.,A. 1979. Tesis: Digestibilidad "in vitro" --
del estiércol de cerdo. F.A.U.A.N.L.

A P E N D I C E

Tabla 6. Concentración de resultados de los análisis de varianza para las variables analizadas bajo el arreglo factorial 4x5 en un diseño completamente al azar. Respuesta de la digestibilidad de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno (ELN).

Variables	S.C. ración	S.C. Proporción	SCRXP	SCE	Media General	CV
Digest. de M.S. a 6 horas	2581.658**	2830.467**	505.531**	95.199	32.36	4.717
Digest. de M.S. a 18 horas	994.124**	817.602**	525.832**	567.159	52.17	7.218
Digest. de F.C. a 6 horas	1212.630**	2228.156**	843.965**	271.405	32.17	8.097
Digest. de F.C. a 18 horas	818.220**	3490.771**	236.177NS	660.042	59.25	6.856
Digest. de P.C. a 6 horas	1617.216**	1396.242**	1156.172**	375.342	29.11	10.523
Digest. de P.C. a 18 horas	822.818**	151.809NS	889.364**	1350.826	59.95	9.694
Digest. de E.E. a 6 horas	7237.725**	4057.148**	1649.614**	1197.950	34.63	15.803
Digest. de E.E. a 18 horas	4010.948**	1430.164**	1458.213**	715.547	54.32	7.786
Digest. de E.L.N. a 6 horas	2740.180**	3037.337**	549.025**	115.389	32.86	5.169
Digest. de E.L.N. a 18 horas	1776.602**	1441.296**	858.505**	886.597	63.25	7.443

N.S. = No Significativo $P \geq 0.05$

* = Significativo $P < 0.05$

** = Altamente Significativo $P < 0.05$

M.S. = Materia Seca

F.C. = Fibra Cruda

P.C. = Proteína Cruda

E.E. = Extracto Etéreo

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

Tabla 7. Presentación de medias de la variable ración para las digestibilidades de los nutrientes en estudio.

Variable	R A C I O N				n=15
	Maíz	Trigo	Cebada	Avena	
Digest. de M.S. a 6 horas	25.73	39.87	37.89	25.94	
Digest. de M.S. a 18 horas	52.00	57.16	45.91	53.62	
Digest. de F.C. a 6 horas	28.09	39.66	31.56	29.38	
Digest. de F.C. a 18 horas	59.66	62.83	53.16	61.37	
Digest. de P.C. a 6 horas	26.47	33.18	34.84	21.94	
Digest. de P.C. a 18 horas	64.64	62.04	58.17	54.92	
Digest. de E.E. a 6 horas	20.94	46.95	43.75	26.87	
Digest. de E.E. a 18 horas	50.71	66.86	55.20	44.50	
Digest. de E.L.N. a 6 horas	26.07	40.57	38.59	26.21	
Digest. de E.L.N. a 1 ^o horas	62.34	69.55	54.93	66.20	

Tabla 8. Presentación de medias de la variable proporción para las digestibilidades de los nutrientes en estudio.

Sorgo-Fuente	P R O P O R C I O N *					n=12
	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50	
Digest. de M.S. a 6 horas	22.90	26.72	33.03	37.33	41.82	
Digest. de M.S. a 18 horas	47.89	48.43	51.84	55.71	56.98	
Digest. de F.C. a 6 horas	24.18	25.94	33.99	37.18	39.56	
Digest. de F.C. a 18 horas	48.38	52.16	62.69	64.92	68.11	
Digest. de P.C. a 6 horas	21.28	25.65	32.18	33.12	33.31	
Digest. de P.C. a 18 horas	61.02	57.46	58.71	61.64	60.89	
Digest. de E.E. a 6 horas	20.71	31.38	36.43	39.81	44.82	
Digest. de E.E. a 18 horas	47.31	50.13	55.85	57.82	60.48	
Digest. de E.L.N. a 6 horas	23.48	26.79	33.04	38.06	42.92	
Digest. de E.L.N. a 18 horas	57.33	58.57	62.81	67.85	69.71	

* Para las raciones en general.

Tabla 9. Concentración de medias del % de digestibilidad de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno a las 6 y 18 horas de incubación de las combinaciones de granos en estudio.

Puente	Sorgo-Fuente	M.S.a	M.S.t	F.C.a	F.C.t	P.C.a	P.C.b	E.E.a	E.E.b	E.L.N.a	E.L.N.b
Maíz	90-10	17.60	45.47	18.27	49.13	16.72	61.42	11.40	40.48	19.38	53.07
	80-20	17.42	55.48	22.16	55.31	16.07	68.92	11.94	52.24	17.63	67.00
	70-30	26.35	52.31	29.97	64.71	29.63	64.85	18.17	53.99	26.20	62.80
	60-40	30.21	49.56	32.23	65.03	32.34	59.25	30.22	52.41	29.95	59.62
	50-50	37.08	57.17	37.82	64.11	37.58	68.77	32.97	54.42	37.17	69.21
Trigo	90-10	27.29	49.89	29.81	49.49	26.21	62.81	25.44	66.81	27.39	59.62
	80-20	30.14	49.91	31.43	53.95	28.36	54.63	38.27	48.59	30.14	60.80
	70-30	41.87	57.50	39.75	67.82	38.49	60.81	48.99	66.57	42.18	70.02
	60-40	48.90	64.32	47.51	68.06	43.83	68.52	58.66	73.46	49.36	78.51
	50-50	64.21	64.21	49.78	74.83	29.03	63.46	63.41	78.86	53.78	78.80
Cebada	90-10	25.19	44.40	21.85	45.59	22.01	57.74	25.38	40.40	25.64	53.42
	80-20	35.52	38.50	20.14	44.60	36.04	52.65	45.91	57.07	35.82	45.31
	70-30	37.52	44.11	35.73	55.34	36.90	54.65	49.68	58.33	37.37	52.52
	60-40	41.68	52.08	43.27	59.36	36.82	64.57	43.44	59.30	43.18	62.47
	50-50	49.57	50.46	36.82	60.90	42.45	61.26	54.33	60.90	50.92	60.92
Avena	90-10	21.51	51.81	26.81	49.31	20.19	62.13	20.64	41.55	21.52	63.20
	80-20	23.81	49.82	30.04	54.79	22.14	53.64	29.39	42.61	23.55	61.16
	70-30	26.39	53.64	30.52	62.89	23.70	54.52	28.87	44.51	26.39	65.91
	60-40	28.52	56.90	25.72	67.24	19.50	54.23	26.92	46.10	29.75	70.82
	50-50	29.48	56.10	33.82	72.61	24.19	50.09	28.56	47.73	29.82	69.91

a = a 6 horas de incubación

b = a 18 horas de incubación

Tabla 10. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de materia seca a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	5915.656	311.350	133.628**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	2581.658	860.553	369.339**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	2830.467	707.617	303.701**	2.61	2.83
r x p	12	503.531	41.961	18.009**	2.00	2.66
Error	40	93.199	2.330			
Total	59	6008.855	101.845			

P < 0.01 ** Efecto altamente significativo

P < 0.05 * Efecto significativo

P ≥ 0.05 N.S. Efecto no significativo

Tabla 11. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de materia seca a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	2337.557	123.029	8.667	1.855	2.40
Efecto de ración	3	994.124	331.375	23.371**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	817.602	204.400	14.416**	2.61	3.83
r x p	12	525.832	43.819	3.090**	2.00	2.66
Error	40	567.159	14.179			
Total	59	2904.716	49.232			

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N.S. Efecto no significativo

Tabla 12. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la fibra cruda a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	4284.751	225.513	33.237**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	1212.630	404.210	59.573**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	2228.156	557.039	82.098**	2.61	3.83
r x p	12	843.965	70.330	10.365**	2.00	2.66
Error	40	271.403	6.785			
Total	59	4556.154	77.223			

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N.S. Efecto no significativo

Tabla 13. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la fibra cruda a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	4545.167	239.219	14.497**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	818.220	272.740	16.529**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	3490.771	872.693	52.887**	2.61	3.83
r x p	12	236.177	19.681	1.1938 S	2.00	2.66
Error	40	660.042	16.501			
Total	59					

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N.S. Efecto no significativo

Tabla 14. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la proteína cruda a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	4169.630	219.454	23.387**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	1617.216	539.072	57.449**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	1396.242	349.060	37.199**	2.61	3.83
r x p	12	1156.172	96.348	10.268**	2.00	2.66
Error	40	375.342	9.384			
Total	59	4544.973	77.033			

$P < 0.01^{**}$ Efecto altamente significativo

$P < 0.05^{*}$ Efecto significativo

$P \geq 0.05$ N. S. Efecto no significativo

Tabla 15. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad de la proteína cruda a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	1863.991	98.105	2.905**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	822.818	274.273	8.122**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	151.809	37.952	1.124NS	2.61	3.83
r x p	12	889.365	74.114	2.195*	2.00	2.66
Error	40	1350.826	33.771			
Total	59	3214.817	54.488			

$P < 0.01^{**}$ Efecto altamente significativo

$P < 0.05^{*}$ Efecto significativo

$P \geq 0.05$ N. S. Efecto no significativo

Tabla 16. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto etéreo a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	12944.487	681.289	22.748**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	7237.725	2412.575	80.557**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	4057.148	1014.287	33.867**	2.61	3.83
r x p	12	1449.614	137.468	4.590**	2.00	2.66
Error	40	1197.950	29.949			
Total	59	14142.438	239.702			

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N. S. Efecto no significativo

Tabla 17. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto etéreo a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	6899.325	363.122	20.299**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	4010.948	1336.983	74.739**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	1430.164	357.541	19.987**	2.61	3.83
r x p	12	1458.213	121.518	6.793**	2.00	2.66
Error	40	715.547	17.889			
Total	59					

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N. S. Efecto no significativo

Tabla 18. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno a las 6 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	6326.542	332.976	115.427**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	2740.180	913.393	316.631**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	3037.337	759.334	263.225**	2.61	3.83
r x p	12	549.025	45.752	15.860**	2.00	2.66
Error	40	115.389	2.885			
Total	59	6441.931	109.185			

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N. S. Efecto no significativo

Tabla 19. Presentación del análisis de varianza (ANVA) de la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno a las 18 horas de incubación (digestión "in vivo" utilizando la técnica de la bolsa de nylon).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tablas	
					0.05	0.01
Efecto de Tmts.	19	4076.401	214.547	9.680**	1.855	2.40
Efecto de ración	3	1776.602	592.201	26.718**	2.84	4.31
Efecto de Prop.	4	1441.296	360.324	16.256**	2.61	3.83
r x p	12	858.503	71.542	3.228**	2.00	2.66
Error	40	886.597	22.165			
Total	59	4962.998	84.119			

P < 0.01** Efecto altamente significativo

P < 0.05* Efecto significativo

P ≥ 0.05 N. S. Efecto no significativo

Tabla 20a. Presentación de medias de digestibilidad de materia seca y resumen de la prueba de Tukey en los dos --- tiempos estudiados en el experimento.

6 horas		18 horas	
Fuente	Media	Fuente	Media
Trigo	39.87 a	Trigo	57.16 a
Cebada	37.89 b	Avena	53.62 ab
Avena	25.94 c	Maíz	52.00 b
Maíz	25.73 c	Cebada	45.91 c

Proporción*	Media	Proporción*	Media
50-50	41.82 a	50-50	56.98 a
60-40	37.33 b	60-40	55.71 ab
70-30	33.03 c	70-30	51.84 bc
80-20	26.72 d	80-20	48.43 c
90-10	22.90 e	90-10	47.89 c

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente

* Para las raciones en general.

Tabla 20b. Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de materia seca y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.

Medias a 6 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	17.60	17.42	26.35	30.21	37.08
Trigo	27.29	30.14	41.87	48.90	51.14
Cebada	25.19	35.52	37.52	41.68	49.57
Avena	21.51	23.81	26.39	28.52	29.48

Comparación de medias del factor ración				
Maíz	Trigo	Cebada	Avena	
50-50 a	50-50 a	50-50 a	50-50 a	
60-40 b	60-40 a	60-40 b	60-40 a	
70-30 c	70-30 b	70-30 c	70-30 ab	
90-10 d	80-20 c	80-20 c	80-20 bc	
80-20 d	90-10 c	90-10 d	90-10 c	

Comparación de medias del factor proporción				
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Trigo a	Cebada a	Trigo a	Trigo a	Trigo a
Cebada a	Trigo b	Cebada b	Cebada b	Cebada a
Avena b	Avena c	Avena c	Maíz c	Maíz b
Maíz c	Maíz d	Maíz c	Avena c	Avena c

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo - Fuente

Tabla 20b. Continuación.-

Medias a 18 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	45.47	55.48	52.31	49.56	57.17
Trigo	49.89	49.91	57.50	64.32	64.21
Cebada	44.40	38.50	44.11	52.08	50.46
Avena	51.81	49.82	53.46	56.90	56.10

Comparación de medias del factor ración			
Maíz	Trigo	Cebada	Avena
50-50 a	60-40 a	60-40 a	60-40 a
80-20 a	50-50 a	50-50 a	50-50 a
70-30 ab	70-30 ab	90-10 ab	70-30 a
60-40 ab	80-20 b	70-30 ab	90-10 a
90-10 b	90-10 b	80-20 b	80-20 a

Comparación de medias del factor proporción							
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50			
Avena a	Maíz a	Trigo a	Trigo a	Trigo a			
Trigo a	Trigo a	Avena a	Avena ab	Maíz ab			
Maíz a	Avena a	Maíz ab	Cebada b	Avena ab			
Cebada a	Cebada b	Cebada b	Maíz b	Cebada b			

Letras iguales no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo - Fuente.

Tabla 21a. Presentación de medias de digestibilidad de fibra -
cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos --
tiempos estudiados en el experimento.

6 horas		18 horas	
Fuente	Media	Fuente	Media
Trigo	39.66 a	Trigo	62.83 a
Cebada	31.56 b	Avena	61.37 a
Avena	29.38 c	Maíz	59.66 a
Maíz	28.09 c	Cebada	53.16 b

Proporción*	Media	Proporción*	Media
50-50	39.56 a	50-50	68.11 a
60-40	37.18 a	60-40	64.92 ab
70-30	33.99 b	70-30	62.69 b
80-20	25.94 c	80-20	52.16 c
90-10	24.18 c	90-10	48.38 c

Letras iguales, no hay diferencia significativa

Nivel de significancia = 0.05

Proporción = Sorgo-Fuente

* Para las raciones en general.

Tabla 21b. Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de fibra cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.

Medias a 6 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	18.27	22.16	29.97	32.23	37.82
Trigo	29.81	31.43	39.75	47.51	49.78
Cebada	21.85	20.14	35.73	43.27	36.82
Avena	26.79	30.04	30.52	25.72	33.82

Comparación de medias del factor ración			
Maíz	Trigo	Cebada	Avena
50-50 a	50-50 a	60-40 a	50-50 a
60-40 ab	60-40 a	50-50 b	70-30 ab
70-30 b	70-30 b	70-30 b	80-20 ab
80-20 c	80-20 c	90-10 c	90-10 b
90-10 c	90-10 c	80-20 c	60-40 b

Comparación de medias del factor proporción				
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Trigo a	Trigo a	Trigo a	Trigo a	Trigo a
Avena ab	Avena a	Cebada ab	Cebada a	Maíz b
Cebada bc	Maíz b	Avena bc	Maíz b	Cebada b
Maíz c	Cebada b	Maíz c	Avena c	Avena b

Letras iguales, no hay diferencia significativa

Nivel de significancia = 0.05

Proporción = Sorgo-Fuente

Nota: No hay diferencia significativa en la digestibilidad de fibra cruda a las 18 horas de incubación.

Tabla 22a. Presentación de medias de digestibilidad de proteína cruda y resumen de la prueba de Tukey en los dos --- tiempos estudiados en el experimento.

6 horas		18 horas	
Fuente	Media	Fuente	Media
Cebada	34.84 a	Maíz	64.64 a
Trigo	33.18 a	Trigo	62.04 ab
Maíz	26.47 b	Cebada	58.17 bc
Avena	21.94 c	Avena	54.92 c

Proporción*	Media	Proporción*	Media
50-50	33.31 a	60-40	61.64 a
60-40	33.12 a	90-10	61.02 a
70-30	32.18 a	50-50	60.89 a
80-20	25.65 b	70-30	58.71 a
90-10	21.28 c	80-20	57.46 a

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente.

* Para las raciones en general.

Tabla 22b. Presentación de la interacción ración x proporción - de medias de digestibilidad de proteína cruda y resumen de la prueba de Tukry en los dos tiempos estudiados en el experimento.

Medias a 6 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	16.72	16.07	29.63	32.34	37.58
Trigo	26.21	28.36	38.49	43.83	29.03
Cebada	22.01	36.04	36.90	36.82	42.45
Avena	20.19	22.14	23.70	19.50	24.19

Comparación de medias del factor ración				
Maíz	Trigo	Cebada	Avena	
50-50 a	60-40 a	50-50 a	50-50 a	
60-40 ab	70-30 a	70-30 a	70-30 a	
70-30 b	50-50 b	60-40 a	80-20 a	
90-10 c	80-20 b	80-20 a	90-10 a	
80-20 c	90-10 b	90-10 b	60-40 a	

Comparación de medias del factor proporción						
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50		
Trigo a	Cebada a	Trigo a	Trigo a	Cebada a	Maíz a	
Cebada ab	Trigo b	Cebada a	Cebada b	Maíz a	Trigo b	
Avena ab	Avena bc	Maíz b	Maíz b	Trigo b	Avena b	
Maíz b	Maíz c	Avena b	Avena c	Avena b	Avena c	

Letras iguales, no hay diferencia significativa

Nivel de significancia = 0.05

Proporción = Sorgo-Fuente.

Tabla 22b. Continuación. -

Medias a 18 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	61.42	68.92	64.85	59.25	68.77
Trigo	62.81	54.63	60.81	68.52	63.46
Cebada	57.74	52.65	54.65	64.57	61.26
Avena	62.13	53.64	54.52	54.23	50.09

Comparación de medias del factor ración			
Maíz	Trigo	Cebada	Avena
80-20 a	60-40 a	60-40 a	90-10 a
50-50 a	50-50 ab	50-50 a	70-30 a
70-30 a	90-10 ab	90-10 a	60-40 a
90-10 a	70-30 ab	70-30 a	80-20 a
60-40 a	80-20 b	80-20 a	50-50 a

Comparación de medias del factor proporción					
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50	
Trigo a	Maíz a	Maíz a	Trigo a	Maíz a	
Avena a	Trigo b	Trigo a	Cebada ab	Trigo a	
Maíz a	Avena b	Cebada a	Maíz ab	Cebada ab	
Cebada a	Cebada b	Avena a	Avena b	Avena b	

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente.

Tabla 23a. Presentación de medias de digestibilidad de extracto etéreo y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.

6 horas		18 horas	
Fuente	Media	Fuente	Media
Trigo	46.95 a	Trigo	66.86 a
Cebada	43.75 a	Cebada	55.20 b
Avena	26.87 b	Maíz	50.71 c
Maíz	20.94 c	Avena	44.50 d

Proporción*	Media	Proporción*	Media
50-50	44.82 a	50-50	60.48 a
60-40	39.81 ab	60-40	57.82 a
70-30	36.43 bc	70-30	55.85 a
80-20	31.38 c	80-20	50.13 b
90-10	20.71 d	90-10	47.31 b

Letras iguales, no hay diferencia significativa

Nivel de significancia = 0.05

Proporción = Sorgo-Fuente.

* Para las raciones en general.

Tabla 23b. Presentación de la interacción ración x proporción de medias de digestibilidad de extracto etéreo y resumen de la prueba de Tukey en los dos tiempos estudiados en el experimento.

Medias a 6 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	11.40	11.94	18.17	30.22	32.97
Trigo	25.44	38.27	48.99	58.66	63.41
Cebada	25.38	45.91	49.68	43.44	54.33
Avena	20.64	29.39	28.87	26.92	28.56

Comparación de medias del factor ración				
Maíz	Trigo	Cebada	Avena	
50-50 a	50-50 a	50-50 a	80-20 a	
60-40 ab	60-40 ab	70-30 a	70-30 a	
70-30 bc	70-30 bc	80-20 a	50-50 a	
80-20 c	80-20 c	60-40 a	60-40 a	
90-10 c	90-10 d	90-10 b	90-10 a	

Comparación de medias del factor proporción				
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Trigo a	Cebada a	Cebada a	Trigo a	Trigo a
Cebada a	Trigo ab	Trigo a	Cebada b	Cebada a
Avena ab	Avena b	Avena b	Maíz c	Maíz b
Maíz b	Maíz c	Maíz b	Avena c	Avena b

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente.

Tabla 23b. Continuación. -

Medias a 18 horas					
Proporción	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	40.48	52.24	53.99	52.41	54.42
Trigo	66.81	48.59	66.57	73.46	78.86
Cebada	40.40	57.07	58.33	59.30	60.90
Avena	41.55	42.61	44.51	46.10	47.73

Comparación de medias del factor ración

Maíz	Trigo	Cebada	Avena
50-50 a	50-50 a	50-50 a	50-50 a
70-30 a	60-40 ab	60-40 a	60-40 a
60-40 a	90-10 b	70-30 a	70-30 a
80-20 a	70-30 b	80-20 a	80-20 a
90-10 b	80-20 c	90-10 b	90-10 a

Comparación de medias del factor proporción

90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Trigo a	Cebada a	Trigo a	Trigo a	Trigo a
Avena b	Maíz a	Cebada ab	Cebada b	Cebada b
Maíz b	Trigo ab	Maíz b	Maíz bc	Maíz hc
Cebada b	Avena b	Avena c	Avena c	Avena c

Letras iguales, no hay diferencia significativa

Nivel de significancia = 0.05

Proporción = Sorgo-Fuente.

Tabla 24a. Presentación de medias de digestibilidad de Extracto libre de nitrógeno y resumen de la prueba de Tukey - en los dos tiempos estudiados en el experimento.

6 horas		18 horas	
Fuente	Media	Fuente	Media
Trigo	40.57 a	Trigo	69.55 a
Cebada	38.59 b	Avena	66.20 ab
Avena	26.21 c	Maíz	62.34 b
Maíz	26.07 c	Cebada	54.93 c

Proporción*	Media	Proporción*	Media
50-50	42.92 a	50-50	69.71 a
60-40	38.06 b	60-40	67.85 ab
70-30	33.04 c	70-30	62.81 bc
80-20	26.79 d	80-20	58.57 c
90-10	23.48 e	90-10	57.33 c

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente.

* Para las raciones en general.

Tabla 24 b. Presentación de la interacción ración x proporción - de medias de digestibilidad de extracto libre de nitrógeno y resumen de la prueba de Tukey en los dos - tiempos estudiados en el experimento.

Proporción	Medias a 6 horas				
	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	19.38	17.63	26.20	29.95	37.17
Trigo	27.39	30.14	42.18	49.36	53.78
Cebada	25.64	35.82	37.37	43.18	50.92
Avena	21.52	23.55	26.39	29.75	29.82

Comparación de medias del factor ración					
Maíz	Trigo		Cebada		Avena
50-50 a	50-50 a		50-50 a		50-50 a
60-40 b	60-40 b		60-40 b		60-40 a
70-30 b	70-30 c		70-30 c		70-30 ab
90-10 c	80-20 d		80-20 c		80-20 bc
80-20 c	90-10 d		90-10 d		90-10 c

Comparación de medias del factor proporción				
90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Trigo a	Cebada a	Trigo a	Trigo a	Trigo a
Cebada a	Trigo b	Cebada b	Cebada b	Cebada a
Avena b	Avena c	Avena c	Maíz c	Maíz b
Maíz b	Maíz d	Maíz c	Avena c	Avena c

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente.

Tabla 24b. Continuación.-

Proporción	Medias a 18 horas				
	90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Ración					
Maíz	53.07	67.00	62.80	59.62	69.21
Trigo	59.62	60.80	70.02	78.51	78.80
Cebada	53.42	45.31	52.52	62.47	60.92
Avena	63.20	61.16	65.91	70.82	69.91

Comparación de medias del factor ración

Maíz	Trigo	Cebada	Avena
50-50 a	50-50 a	60-40 a	60-40 a
80-20 a	60-40 a	50-50 a	50-50 a
70-30 ab	70-30 ab	90-10 ab	70-30 a
60-40 ab	80-20 b	70-30 ab	90-10 a
90-10 b	90-10 b	80-20 b	80-20 a

Comparación de medias del factor proporción

90-10	80-20	70-30	60-40	50-50
Avena a	Maíz a	Trigo a	Trigo a	Trigo a
Trigo a	Avena a	Avena a	Avena ab	Avena ab
Cebada a	Trigo a	Maíz ab	Cebada bc	Maíz ab
Maíz a	Cebada b	Cebada b	Maíz c	Cebada b

Letras iguales, no hay diferencia significativa
 Nivel de significancia = 0.05
 Proporción = Sorgo-Fuente.

