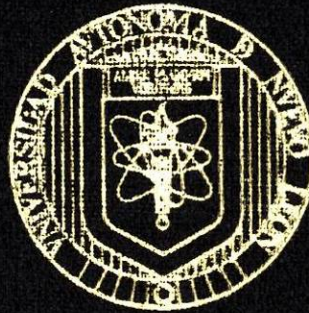


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



GRADO Y TASA DE UTILIZACION RUMINAL DE
CUATRO VARIEDADES DE SORGO EN OVINOS

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

JOSE BRAULIO SOTO GURROLA

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1992

T

SF375

.5

.M6

S6

c.1



1080063318

7
2
22

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

GRADO FACULTAD DE AGRONOMIA

CUATRO VARIEDADES DE SORGO EN OVINOS



QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

282-040

JOSE BRAULIO SOTO GURROLA

GRADO Y TASA DE UTILIZACION RUMINAL DE
CUATRO VARIEDADES DE SORGO EN OVINOS

ASESOR PRINCIPAL

ASESOR AUXILIAR

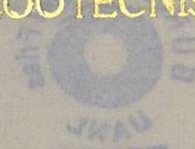
TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Ph. D. FRANCISCO MARTINEZ

PRESENTA

JOSE BRAULIO SOTO GURROLA



Library stamp: Biblioteca Central

Signature of the advisor

Ph. D. ROBERTO GONZALEZ

11057m

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1992

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

GRADO Y TASA DE UTILIZACION RUMINAL DE
CUATRO VARIEDADES DE SORGO EN OVINOS

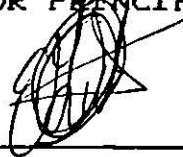
TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

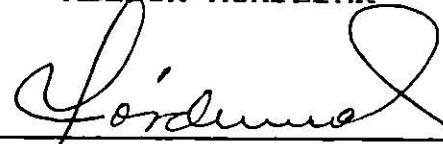
JOSE BRAULIO SOTO GURROLA

ASESOR PRINCIPAL



Ph. D. ERASMO GUTIRREZ O.

ASESOR AUXILIAR



Ing. FELIPE DE J. CARDENAS G.

ASESOR AUXILIAR



Ph. D. RIGOBERTO GONZALEZ G.

A MIS SOBRINOS:

Fernando Sanchez Soto (Junior)

Raúl Tomás Zavala Soto

A MIS CUÑADOS:

Ing. Fernando Sánchez Guzmán

C.P. Raúl Zavala Rodríguez

A MIS PADRINOS:

Sr. Rogelio Montemayor Garza

Sra.Ma. del Socorro Rivera de Montemayor

A MIS AMIGOS:

De la Facultad y fuera de ella.

Por su valiosa y desinteresada amistad que me han
brindado siempre.

AGRADECIMIENTO

A MIS ASESORES:

Al Ph. D. Erasmo Gutiérrez Ornelas

Al Ph. D. Rigoberto González González

Al Ing. M.C. Felipe de Jesús Cárdenas Guzmán

Por su gran ayuda, por lo que de ellos aprendí como maestros, por sus consejos, que desinteresadamente me brindaron durante la realización de este trabajo.

Al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, Por su desinteresada ayuda en el análisis estadístico

Al Ing. Antonio Durón A. por su ayuda y sugerencias prestadas en la realización de los análisis estadístico para este trabajo.

Al Ing. Raymundo Céspedes Regalado en el que encuentro no solo a un compañero sino a un amigo

A la Biol. Ana Cristina Avalos E. por su gran amistad y apoyo desinteresado que me brindo en todo momento.

Al señor Eneas Martínez Mtz. por su gran ayuda en la realización del trabajo de campo

A los responsables del Laboratorio de Bromatología

Ing. José Francisco Urésti Salazar.

Q.B.P. Luz María Murillo de Villarreal.

Por su valiosa Amistad y Desinteresada colaboración en
los análisis Bromatológicos.

A la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Y A los Maestros de
la misma por sus atenciones y valiosa intervención en mi
formación académica.

INDICE

	Pag.
1. Introducción.....	1
2. Revisión de literatura.....	3
2.1 Generalidades del sorgo.....	3
2.1.1 Importancia de los granos en una dieta- estable.....	4
2.2 Composición química del grano de sorgo.....	4
2.3 Características nutritivas del grano de sorgo....	5
2.4 factores que afectan el valor nutritivo del- grano de sorgo.....	6
2.5 Usos del sorgo en la alimentación animal.....	7
2.5.1 Ventajas de utilizar el grano entero en- la alimentación animal.....	8
2.6 Factores que afectan el consumo.....	9
2.7 Aplicación práctica de la bolsa de nylon.....	10
3. Materiales y Métodos.....	12
3.1 Ubicación del experimento.....	12
3.2 Variedades de sorgo que se utilizaron.....	12
3.3 Manejo de los animales en la prueba de digesti- bilidad <u>in situ</u>	12
3.4 Introducción de la bolsa de nylon al rumen.....	14
3.4.1 Secado y pesado de la bolsa de nylon.....	15
3.5 Método para la determinación de proteína- cruda.....	16

3.6 Método utilizado para la determinación de- taninos.....	16
4. Resultados y Discusiones.....	18
4.1 Análisis de proteína cruda y taninos.....	18
4.2 Digestibilidad de la materia seca.....	19
4.3 Digestibilidad potencial.....	28
5. Conclusiones	33
6. Recomendaciones.....	35
7. Resumen.....	36
8. Bibliografía.....	38

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS DEL TEXTO	Pag.
1 Ración utilizada durante el periodo de adaptación y duración de la prueba.....	13
2 Contenido de proteína cruda y % de taninos para cada uno de las variedades con sus respectivos ciclos.....	18
3 Resumen de los analisis estadísticos de la digestibilidad de la materia seca alcanzada a las 16 horas.....	20
4 Digestibilidad de la materia seca de las variedades de sorgo, dependiendo del ciclo (MV-89 Y MP-90) y tiempo de digestión ruminal.....	21
5 La digestibilidad de la materia seca de las 4 variedades de sorgo dependiendo de la hora de digestión ruminal.....	24
6 Digestibilidad ^a de la materia seca de las variedades de sorgo, en la interacción CICLO-VARIEDAD.....	26
7 Resumen de los análisis estadísticos de la digestibilidad potencial, alcanzada a las 16 horas.....	28
8 Digestibilidad potencial de las variedades de sorgo dependiendo del ciclo y tiempo de digestión ruminal.....	29
9 Digestibilidad potencial ^e de las variedades de sorgo en la interacción CICLO-VARIEDAD.....	31

FIGURAS

FIGURA		Pag.
1	Digestibilidad de la materia seca de las variedades de sorgo dependiendo del ciclo y tiempo de digestión ruminal.....	22
2	Digestibilidad de la materia seca de las 4 variedades de sorgo dependiendo de la hora de digestión ruminal.....	25
3	Digestibilidad de materia seca de las 4 variedades de sorgo en la interacción ciclo- variedad..	27
4	Digestibilidad potencial de las 4 variedades de sorgo en la interacción ciclo-variedad.....	32

I. INTRODUCCION

La importancia de utilizar ó trabajar con granos de sorgo, es que, es el cereal mas utilizado en México para la alimentación de los rumiantes.

Así como también se han mencionado en otros trabajos la importancia de alimentar a los rumiantes con buenos forrajes formado por heno, pastos, ensilajes y forrajes secos. No obstante para una producción eficaz se necesitan agregar a los forrajes alimentos concentrados.

Para producir la carne de calidad solicitada por los consumidores, los corderos de engorde deben recibir cantidades considerables de grano ú otros alimentos concentrados. Los granos son los que proporcionan una fuente muy importante de energía. En el caso del grano de sorgo una de sus desventajas es que presentan un alto contenido de taninos (compuestos fenólicos), los cuales estos compuestos otorgan sabor y color al grano de sorgo, lo cual pueden también volver amargos y pocos palatables, para el animal, así como también afectar su grado y tasa de digestión por los animales. Todos los granos de los cereales son ricos en almidón y pobres o relativamente bajos en fibra. Son, por lo tanto, ricos en principios nutritivos digestibles totales y en energía neta. A demas de que casi todos los granos son muy apetecidos por los rumiantes.

El Maíz, el Trigo y el grano de Sorgo van a la cabeza por su cantidad total de principios nutritivos digestibles y

por su energía neta.

En este caso para obtener un grano con características deseables para la alimentación de borregos es necesario hacer un análisis bromatológico del grano, para que estos granos nos den los rendimientos mas altos que se presentaran en el animal (Ovinos). Los sorgos pueden presentar alto contenido de taninos, lo cual afecta ligeramente la digestibilidad del grano de sorgo. Además, estos compuestos se ligan a las proteínas y las precipitan, mediante enlaces de hidrógeno, reduciendo de esta manera su digestibilidad e inhibiendo la actividad de varios sistemas enzimáticos.

Los objetivos del presente trabajo fueron. Determinar la tasa de digestión, entendiendose como la cantidad de nutrientes desaparecidos en el rumen del animal dependiendo del tiempo de fermentación ruminal (0,2,4,6,8,10,12,16 horas); Como también conocer el grado de digestión para diferentes variedades de sorgo, despues de haber permanecido en el rumen por 16 horas.

Las 4 variedades usadas fueron cosechadas en dos ciclos que son: Marín-verano 89 y Marín-primavera 90.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Generalidades Del Sorgo.

El sorgo (Sorghum Vulgare, (Pers.) se cree que es originario de Africa, en la zona ecuatorial. Su propagación a otras regiones del planeta se atribuye a la mano del hombre, en una gran parte de su area de producción en el mundo, se cultiva principalmente como cosecha de grano para la alimentación del hombre, en los Estados Unidos y México se produce principalmente para la alimentación del ganado y en la alimentación de las aves domesticas.

La distribución y la adaptación hacen que el sorgo sea mas resistente a la sequía, se cultiva principalmente en areas donde las lluvias son insuficiente para la producción de maíz. Sin embargo, el sorgo responde bien al riego, como también la especie se adapta a las regiones de lluvia limitada, donde la precipitación media anual es solamente de 435 a 625 milímetros, la temperatura media mas favorable para su crecimiento es la de unos 26.5°C , la temperatura mínima es de 15.5°C , a causa de sus necesidades de temperatura, rara vez se cultiva el sorgo en altitudes superiores a los 1,800 metros. El sorgo se puede producir sobre todos los tipos de suelo, y su crecimiento depende de la fertilidad relativa y de la disponibilidad de humedad en el suelo, es mas tolerante al álcali y a las sales (Quinby y Karper, 1966).

2.11. Importancia De Los Granos En Una Dieta Estable.

La importancia principal de utilizar granos en una ración, es que los granos constituyen la fuente principal de energía para satisfacer las necesidades del animal. 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).

2.2. Composición Química Del Grano De Sorgo.

Morrison (1951) Indica que el grano de sorgo es análogo, por su composición y valor nutritivo como el maíz, que contiene aproximadamente 70% de extracto no nitrogenado, que en su mayor parte es almidón. El grano de sorgo es pobre en fibra y rico en principios nutritivos totales. La mayor parte de las variedades poseen mayor riqueza en proteína que el maíz, pero son mucho menos ricas que éste en grasa. Presentan las mismas deficiencias nutritivas que los demás granos; Las proteínas son de buena calidad, es pobre en calcio y carecen de vitamina "D". El grano de sorgo tiene casi la misma riqueza en vitamina del complejo "B" que el

maíz, pero contiene mucho más niacina, en la que es tan rico como el trigo.

McLeod (1974) en su revisión del efecto de los taninos en el animal así como el efecto en la calidad de los forrajes, menciona que los taninos son un complejo de polímeros fenólicos los cuales varían en su estructura química y actividad biológica. Entre los grupos de taninos que se han reportado, están aquellos susceptibles a ser hidrolizados como los que se encuentran en los frutos de las leguminosas y los taninos condensados que se encuentran en los forrajes, los primeros pueden ser digeridos por los animales, no así los segundos.

2.3. Características Nutritivas Del Grano De Sorgo.

La composición del grano de sorgo es comparable a la de otros granos que se cultivan extensivamente para la alimentación animal. Su nivel protéico es más alto que en el maíz (Wall *et al.*, Mc Donal *et al.*, 1979; Cullison, 1983); sin embargo tiene un bajo contenido de grasa que redundaría en menor valor alimenticio, tiene un bajo contenido de triptófano y metionina (Wall *et al.*, 1975), además es deficiente en lisina (Wall *et al.* 1975; Stuart *et al.*, 1983) y posee muy poco o nulo valor en carotenos (Cullison, 1983). Las capas del pericarpio y aleurona contienen apreciables cantidades de vitaminas y minerales. La composición química del grano varía de acuerdo a las diferencias en sus distintas partes: pericarpio, endosperma córneo, endoderma

amiláceo y el embrión (Wall *et.al.* 1975).

La coloración rojiza o café del grano de sorgo esta íntimamente ligada a su contenido de taninos (Wall *et.al.*, 1975, Stuard *et.al.*, 1983, Hurtado, 1984), Que son compuestos polifenolíticos que se encuentran principalmente en la testa del grano y en menor cantidad en el epicarpio y mesocarpio (Hurtado, 1984); El sabor astringente o amargo también se le atribuye a los taninos debido a la propiedad que posee de precipitar las proteínas causando problemas en la digestibilidad del grano hasta hacerlo tóxico (Wall *et.al.*, 1975; Hurtado, 1984).

2.4. Factores Que Afectan El Valor Nutritivo Del Grano De Sorgo.

Church (1974) afirma que el sorgo es un grano con un alto valor nutritivo, pero se tiene problemas con su digestibilidad ya que el grano de sorgo posee un endospermo duro y denso y una cubierta cerca que impide relativamente la fermentación bacteriana en el rumen.

Cramton (1962) reportó que las causas o factores que pueden afectar el valor nutritivo en los granos de sorgo pueden ser los siguientes:

- 1.-Causas intrínsecas (especies, variedad, ambiente, métodos de cosecha y manejo).
- 2.-La manera en que se es suministrada a los animales (composición de la dieta y nivel de alimentación).

2.5. Usos Del Sorgo En La Alimentación Animal.

Robles (1974) menciona que el principal uso del grano de sorgo es como alimento para ganado y aves, dependiendo de la zona de abastecimiento. El contenido de proteínas de las variedades cultivadas en México, varían de 8.5 a 9.0 %. Newman (1977) concluye que el sorgo puede tener de un 12% a 16% de proteína.

Maynard *et.al.* (1981) reporta que el porcentaje de proteína suele variar en los granos de sorgo desde un 9% hasta un 12% ; de tal manera que aquellos sorgos con mayor porcentaje de proteína deberían contener menor cantidad de energía metabolizable que aquellos con menor porcentaje de proteína.

Con el objeto de obtener la digestibilidad máxima, los granos de los cereales deben de ser triturados para el ganado vacuno y molido para los cerdos, de lo contrario, tal vez pasen por el intestino sin ser atacados (Mc Donald *et.al.*, 1979).

Preston *et.al.* (1974) afirma que hay opiniones de que al moler muy fino el grano de sorgo en dietas altas en concentrados mejora el comportamiento, pero esta practica puede no ser conveniente, ya que al perderse las propiedades forrajeras de la cáscara del grano, aumenta la susceptibilidad al timpanismo y a otros trastornos digestivos.

Morrison (1951) concluyó que cuando se trata de granos y semillas solo es económico molerlos, triturarlos o remojarlos si han de suministrarse a animales que no pueden masticarlo debidamente.

Mc Donald *et. al.* (1981) menciona que los borregos mastican bastante bien los granos y generalmente no es una ventaja el procesamiento de los granos cuando han de suministrarse a los borregos, esto aparentemente no es aplicable para el caso del sorgo.

Smith (1985) dice que el procesamiento del grano de sorgo no siempre aumenta su eficiencia por lo que el grano de sorgo debe seleccionarse para poderlo utilizar en una forma mas eficiente en una ración.

2.5.1 Ventajas De Utilizar El Grano Entero En La Alimentación Ovina.

Las dietas a base de grano entero en ovinos, no reducen la proporción de la digestibilidad de la celulosa, con su consecuente decremento en el consumo de forraje y de digestibilidad, (Orskov, 1979; citado por Laksesvela, 1981), no causa cambios patológicos en la pared ruminal, (Orskov, 1976; citado por Anderson *et. al.*, 1981), previene disturbios digestivos tales como la ácidosis y el timpanismo cuando el grano es dado como dieta única, (Preston: 1963, citado por Low *et. al.*, 1983), el grano es retenido en el rumen por un periodo más largo que el grano procesado físicamente (Low *et. al.*, 1983), los animales presentan un

mayor grado de firmeza de la grasa subcutánea

2.6. Factores Que Afectan El Consumo.

No todos los animales consumen la misma cantidad de alimento, por lo que es conveniente saber y analizar alguna de las causas o factores que pueden afectar el consumo de alimento en los animales.

PESO CORPORAL DEL ANIMAL.

El peso corporal por si sólo no siempre es una buena medida del consumo de alimento, particularmente, cuando se trata de animales de engorda. por ejemplo, al empezar la engorda tiene generalmente un consumo de 2.75% de su peso corporal/día y cuando se encuentra en el peso ideal de mercado tiene un consumo de 2.2% del peso corporal/día. Esto refleja el hecho de que las necesidades de energía y el consumo de alimento se relaciona en forma mas estrecha con la masa corporal magra, mas que con el peso corporal total.

INDIVIDUALIDAD DE LOS ANIMALES.

No todos los animales comen en la misma forma, como también puede presentar preferencias marcadas y rechazos notorios cuando tiene la oportunidad de manifestarlos. Existen borregos que al alimentarlos con una ración a base de forraje-grano, unos seleccionan al forraje y otros pueden seleccionar el concentrado. (Gutiérrez.1992 comunicación personal).

TIPOS Y NIVELES DE PRODUCCION

Está en base a las tasas de crecimiento, las más rápidas tienen mayor apetito. Una amplia evidencia también demuestra que la preñez y la lactancia se manifiesta un estímulo en el apetito (Weston y Hogan, 1973; Church y Pond, 1987).

SALUD ANIMAL

Un factor muy importante es la salud de los animales, ya que las enfermedades infecciosas producen una disminución en el consumo de alimento, en una cantidad que se relaciona con la severidad de la infección. En forma semejante, los parásitos como las lombrices estomacales, disminuyen por lo general el consumo de alimento. Los problemas metabólicos también influyen en la restricción del consumo.

OTROS FACTORES.

Otros factores que afectan el consumo son: el hacinamiento, el ruido, manipulación excesiva y la higiene de los corrales (Church y Pond, 1987).

2.7. Aplicación Práctica De La Bolsa De Nylon.

La técnica de la bolsa de nylon se ha usado para proporcionar estimados de la degradabilidad de los alimentos utilizados como suplementos de las dietas básicas de los rumiantes.

Los suplementos en los cuales la mayor proporción de la materia seca o de la proteína no se degrada en el rumen tendría, por lo tanto, típicamente un reservorio pequeño de

material soluble y reservorio grande de material que se degrada relativamente lento. Ya que el tamaño del reservorio y la tasa de degradación son muy sencibles a las condiciones dietéticas de los animales, es necesario evaluar la degradabilidad de los suplementos en los animales recibiendo la dieta en la cual el suplemento debe agregarse.

El potencial para la digestibilidad de los alimentos por los rumiantes, puede ser predicho según el tiempo medio para la desaparición de la materia seca del material en la bolsa de nylon.

La técnica de la bolsa de nylon 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 del campo para evaluar la digestibilidad del forraje consumido por animales en pastoreo. Las fuentes principales de variación asociadas con la medición de degradabilidad son entre dietas y entre animales Kempton (1980).

El procesamiento del material dietético fibroso tiene poco efecto sobre la degradabilidad. Sin embargo, la degradabilidad de los granos y las tortas protéicas se incrementan progresivamente a medida que se reduce el tamaño de la partícula, el tamaño de la bolsa, la porosidad de la tela y el metodo de lavado. En teoría estos factores pueden fácilmente estandarizarse y son comparativamente de poca importancia.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación Del Experimento

La presente investigación se llevo a cabo en la Facultad De Agronomía (FAUANL), en el área de la unidad metabólica y en el laboratorio de bromatología de la misma Facultad.

3.2. Variedades De Sorgo Que Se Utilizaron.

En el trabajo se usaron 4 variedades de sorgo (H007124, H005040, H0030A131 Y H005131). Las cuales fueron cultivadas en dos ciclos agrícolas, en verano de 1989 y en primavera de 1990.

Las variedades fueron seleccionados de un total de 124 variedades híbridos y comerciales. Las 4 variedades utilizadas se seleccionaron en base a su contenido de proteína cruda, siendo estas 4 las que presentaron un mayor contenido de proteína.

3.3. Manejo De Los Animales En La Prueba De Digestibilidad

in situ

Se utilizaron 2 borregos fistulados del rumen propiedad de la Facultad (F.A.U.A.N.L.), los cuales tuvieron que ser adaptados a unos corrales individuales y posteriormente a una alimentación estandard la cuál fue constituida por un 50 % de grano (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ración utilizada durante el periodo de adaptación y duración de la prueba.

INGREDIENTE	% EN DIETA
GRANO DE SORGO	50
PAJA DE SORGO	37.5
MELAZA	10.0
UREA	1.0
PREM.VIT Y MIN	1.0
SAL	0.5
TOTAL	100 %
P.C %	9.0 %
MCAL/KG	2.45

PC= Proteína Cruda

EM= Energía metabolizable

Los borregos consumieron durante 7 días dicha ración para generar las condiciones ruminales apropiadas para la prueba de Digestibilidad in situ.

3.4. Introducción De La Bolsa De Nylon Al Rumen.

Para la técnica de digestibilidad in situ se siguieron los pasos reportados por Gutiérrez(1990). En este caso se usaron bolsas de Dacron las cuales tuvieron una medida de 2.5 X 5 Cm.aprx. En ellas se colocó 1.5 grs de muestra las cuáles fueron pesadas en la balanza analítica (las muestras comprendieron de cada variedad y sus respectivos ciclos), para posteriormente introducir las muestras en bolsas de nylon, que previamente habían sido pesadas, después de permanecer por un período de 24 horas en una estufa con 55^oC. Posteriormente, las bolsas fueron identificadas, cerradas o amarradas con hilo de nylon, cada bolsa representaba un determinado período de tiempo de permanencia en el rumen que fueron de :0,2,4,6,8,10,12,16 horas. Las bolsas fueron introducidas al rumen de cada animal fistulado y el orden en que se metieron las bolsas de nylon fué el siguiente: Las primeras bolsas que se introdujeron al rumen fueron aquellas que permanecieron en el animal por 16 horas; 4 horas mas tarde se colocaron en el rumen las bolsas correspondientes a las 12 horas de permanencia y así sucesivamente hasta llegar al tiempo de las 2 horas, para posteriormente sacar todas las bolsas al mismo tiempo. A ese momento se incluyeron las bolsas del tiempo cero y se procedía a lavar el conjunto de bolsas durante 30 minutos. Durante el tiempo de permanencia de las bolsas en el rumen se procuró dejarlas unidas las bolsas con el tapon de la fístula, mediante el hilo de nylon, dejando de 30-35

cm de hilo libre para que las bolsas puedan moverse libremente durante el proceso de digestión junto con la dieta, que consta de la ración antes mencionada.

3.4.1. Secado Y Pesado De La Bolsa De nylon.

Se sacaron las bolsas después de haber completado el tiempo necesario dentro del rumen (0,2,4,6,8,10,12,16.) y posteriormente se lavaron las bolsas en agua directa de la llave durante 3 minutos aproximadamente para cada bolsa. Después se colgaron las bolsas en un tendedero para que se escurrieran, se metieron a la estufa a una temperatura de 55-60°C por un tiempo mínimo de 24 horas.

El paso siguiente, fué sacar las bolsas de la estufa y colocarlas en un desecador por un tiempo de 30 minutos, se pesaron las bolsas en una balanza analítica, se obtuvo por diferencia la pérdida de materia seca considerada como digerida. Cabe mencionar, que el tiempo cero es una forma para determinar la digestibilidad por perdida de material soluble. Con los datos de materia seca inicial y residual en las bolsas de nylon se calculó la digestibilidad de la materia seca. Además se estimó la tasa de digestión de la materia seca de la fracción potencialmente digestible durante 16 horas de incubación ruminal. Las digestibilidades de la materia seca fueron analizadas bajo un arreglo factorial de tratamientos 4 x 2 x 8 donde los factores fueron variedades, ciclos y tiempos de incubación.

El diseño estadístico utilizado fué un Completamente al Azar y cuando fué requerido se compararon las Medias por el metodo de Tukey.

3.5. Método Para La Determinación de Proteína Cruda.

Esta determinación tiene como fin saber que tanto % de proteína tiene cada muestra de sorgo. También se determino el % de proteína cruda residual de las bolsas de nylon para determinar la digestibilidad en rumen. Se procedió por el método de KJELDHALH normal Bateman (1970).

3.6. Método Utilizado Para La Determinación de Taninos.

Para determinar la concentración de taninos, utilizando el método de la vainillina ácidificada, mencionado por Burns (1963); se utiliza un reactivo de vainillina-HCL. Este método fue modificado para permitir la rápida estimación del contenido de taninos relativo del sorgo para grano (en vez de utilizar 1gr de muestra de sorgo se utilizaron 0.1gr. y en lugar de utilizar 50 ml de metanol, se utilizaron 5 ml de éste mismo reactivo). Se peso 0.1gr de cada muestra de sorgo y se procedió a agregar los 5 ml de metanol en tubos de ensaye y agitar dos veces cada 15 minutos y dejarlo reposar toda la noche (24 hrs. aprox.). Esto con el fin de extraer con metanol las sustancias del grano de sorgo molido a temperatura ambiente, sellando cada tubo de ensaye con papel parafina, con el fin de que no se volatilice mucho metanol y nos baje el nivel de la sustancia preparada.

Al día siguiente se extrajo de cada tubo de ensaye 3 ml. de la sustancia en reposo (sin particulas de muestra) con una pipeta graduada. Separando 3 tubos de ensaye bien lavados con metanol (no con agua) para evitar cualquier alteración en el experimento, y poner en cada uno 1 ml. de los 3 ml. extraídos anteriormente. A parte, se preparó el reactivo con una combinación de volúmenes iguales de 8 % de ácido clorhídrico concentrado en metanol y 4 % de vainillina en metanol (prepararlo cada vez que se vaya a determinar). Estos deben mezclarse justamente antes de usarse y no debe de ser usado despues de aparecer un indicio de color. Volviendo a lo anterio, de los 3 tubos que aplicamos 1 ml de la muestra ya extraída, un tubo de ensaye se va a utilizar como blanco y los dos tubos restantes son repeticiones, a los cuales se les agrega 5 ml. del reactivo de vainillina-HCL.

La curva estandard para esto, se realiza usando 1 ml. de cada una de las diluciones estandard de catequina agragando 5 ml. del reactivo de vainillina-HCL.

A la curva estandard para el tubo que contiene el blanco se le agrega 5 ml. de HCL al 4 % en metanol (sin vainillina).

Finalmente, se léen los tubos en el espectofotómetro a una longitud de onda de 500nu y se hacen los calculos correspondientes.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis De Proteína Cruda Y Taninos.

En el cuadro 2 se muestra el contenido de proteína cruda y el % de taninos de las 4 variedades de sorgo con sus respectivos ciclos. Estos sorgos fueron considerablemente altos en taninos ya que segun Axtell *et al.* (1977) los valores medios de taninos, para variedades de sorgo con bajo y alto contenido es de 0.38 y 3.40 % respectivamente. En general el contenido de proteína cruda fué bajo a excepción de la variedad H005131 la cual presentó un valor de 11.3 % de PC.

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda y % de taninos para cada uno de las variedades con su respectivos ciclos.

VARIEDAD	%PC		X	TANINOS ^a %
	CICLO 1 (MV-89)	CICLO 2 (MP-90)		
H005040	7.9	9.8	8.8	.14
H005131	12.0	10.6	11.3	5.10
H007124	9.4	8.0	8.7	6.32
HLI30A131	9.4	7.7	8.5	4.84

^aDatos unicamente del ciclo verano 89.

MV-89= Marín verano 1989.

MP-90= Marín Primavera 1990.

4.2. Digestibilidad De La Materia Seca

El cuadro 3: Muestra un resumen de los resultados del análisis de varianza donde se observa efecto ($P < .01$) de las interacciones ciclo x tiempo así como variedad x tiempo.

En el cuadro 4 y figura 1 se observa que las variedades del ciclo de primavera de 1990 obtuvieron valores mayores de digestion sobre todo en las primeras horas de permanencia en el rumen. Lo anterior pudo haberse debido a que el grano cosechado durante el verano de 1989 estuvo mas tiempo almacenado y pudo haber perdido algo de su material facilmente digestible. Sin embargo, el ambiente tambien pudo haber afectado la calidad del grano ya que como es sabido esto tiene un fuerte impacto sobre el valor nutritivo de los forrajes (Van Sost, 1982).

En el cuadro 4 se observa como el sorgo en el ciclo primavera se degrada rapidamente ya que para las 6 horas se digirio un 42.9 % de total de 49.6 % .

Cuadro 3. Resumen de los análisis estadísticos de la digestibilidad de la materia seca alcanzada a las 16 horas.

VARIABLE	CM	SIGNIFICANCIA	
		F	DE F
Ciclo	835.485	27.424	.000
Variedad	491.070	16.119	.000
Tiempo	1448.080	47.532	.000
Ciclo x Variedad	67.544	2.217	.096
Ciclo x Tiempo	117.038	5.811	.000
Variedad x Tiempo	59.945	1.968	.002
Ciclo x Variedad x Tiempo	28.047	.921	.565

Cuadro 4. Digestibilidad de la materia seca de las variedades de sorgo, dependiendo del ciclo (MV-89 y MP-90) y tiempo de digestión ruminal.

HORA	DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA %	
	Verano 89	Primavera 90
0	13.4 G	13.7 G
2	33.7 CDEF	35.5 BCDE
4	25.4 F	39.9 ABCD
6	28.3 EF	42.9 ABC
8	40.0 ABCD	37.5 BCDE
10	32.34 DEF	36.3 BCDE
12	42.2 ABC	44.2 AB
16	41.5 ABCD	49.6 A

A,B,C,D,E,F,G; Medias con diferente letra son diferentes ($P < 0.05$).

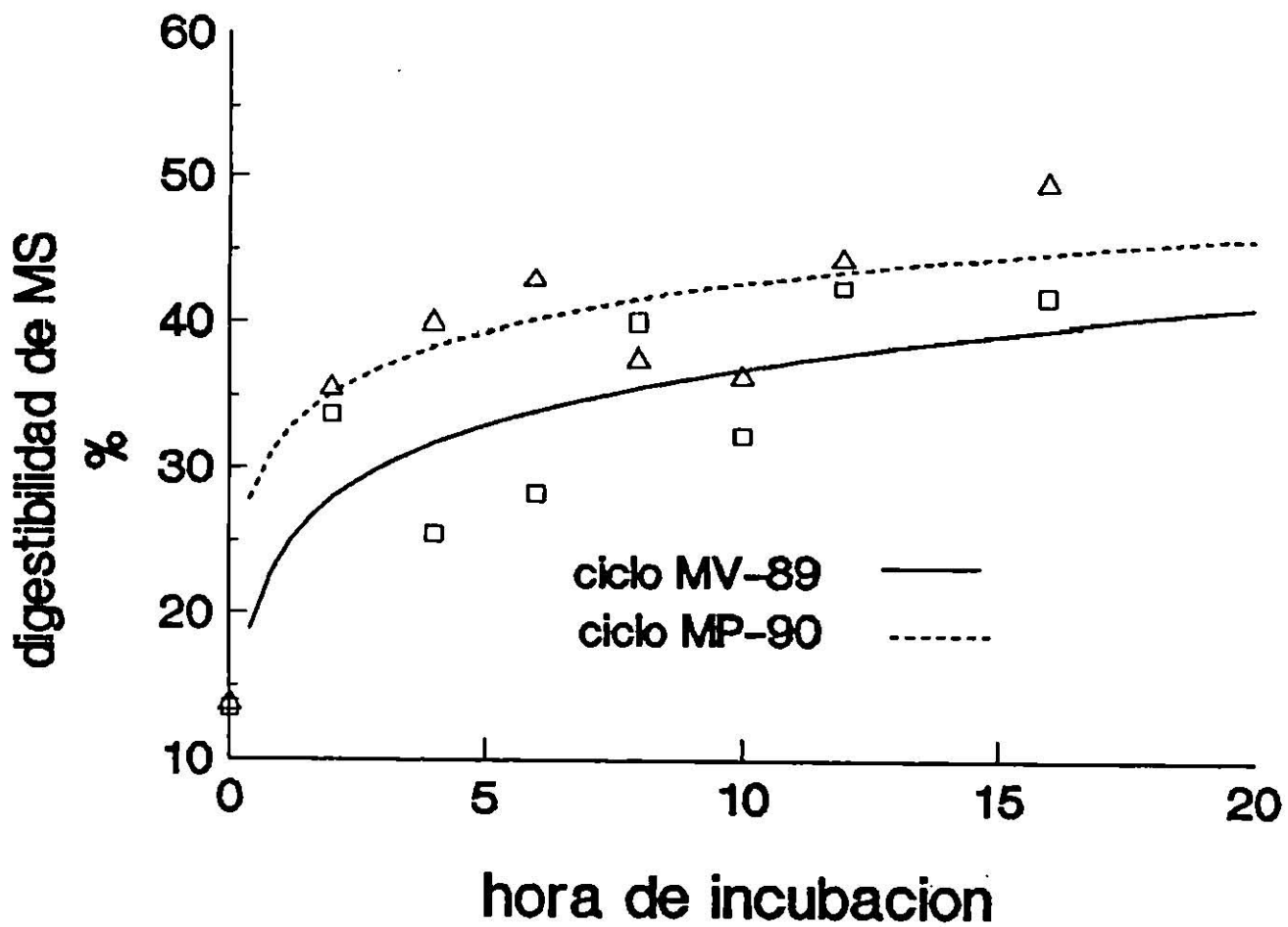


Fig. 1 Digestibilidad de la materia seca de las variedades de sorgo dependiendo del ciclo y tiempo de digestión ruminal.

En la figura 2 y cuadro 5 se muestran como la digestibilidad in situ varía dependiendo del tiempo de incubación. Se observó que las variedades con mayor porcentaje de taninos eran sulubilizadas en menor grado en el tiempo cero que aquellas con taninos. Sin embargo; para las 2 horas las variedades tenían muy similares valores de digestibilidad excepto por la H007124 la cual presentó además los niveles mas altos de taninos. Así la variedad con el % mas alto de digestibilidad resultó ser la variedad H005040 la cual presentó un porcentaje de taninos de 0.14 % mientras que la variedad H007124 obtuvo el menor porcentaje de digestibilidad del resto de las variedades, presentando un 6.32 % de taninos. Esto puede estar relacionado a lo que mencionan algunos investigadores como Wall *et.al.* (1975) y Stuard *et.al.* (1983) donde coinciden en que los taninos son compuestos polifenólicos que se encuentran principalmente en la testa del grano y en menor cantidad en el epicarpio. Hurtado (1984) menciona que el sabor astringente o amargo también se le atribuye a los taninos debido a la propiedad que poseen de precipitar las proteínas causando problemas en la digestibilidad del grano de sorgo para los animales.

Harris *et.al.* (1970), mencionan que el interes en el contenido de taninos de sorgo para grano ha aumentado desde que la más baja digestibilidad de algunas variedades ha sido atribuida al alto contenido de taninos.

Cuadro 5: La digestibilidad de la materia seca de las 4 variedades de sorgo dependiendo de la hora de la digestión ruminal.

HORA	VARIETADES				\bar{x}
	H005040	H005131	H007124	HLI30A131	
0	21.6	9.9	8.8	13.9	13.59
2	32.4	39.5	27.1	39.3	34.62
4	33.3	36.3	23.2	37.5	32.73
6	36.7	37.4	29.7	37.2	35.26
8	35.3	41.2	34.5	44.1	38.88
10	41.3 ^a	31.5 ^{ab}	26.4 ^b	36.9 ^{ab}	34.03
12	44.0	37.1	39.1	49.9	42.75
16	45.4	48.1	44.2	47.8	46.40
\bar{x}	36.29	35.31	29.15	38.38	34.76

ab, Medias en la misma hilera con distinta letra son diferentes (P<.05).

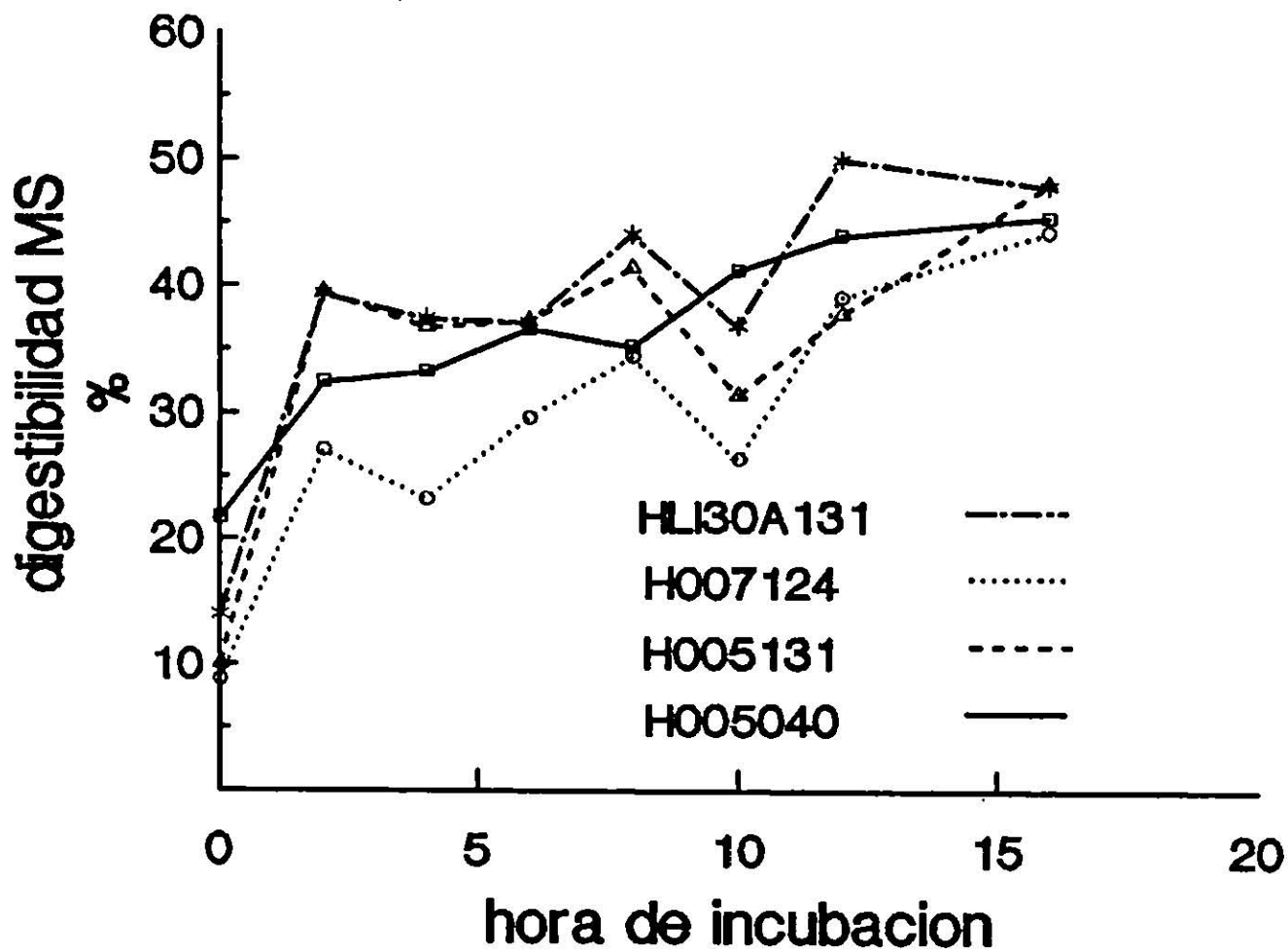


Fig. 2 Digestibilidad de la materia seca de las 4 variedades de sorgo dependiendo de la hora de digestión ruminal.

Con respecto a la interacción CICLO-VARIEDAD, ésta no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) pero se puede observar en la figura 3 y cuadro 6 que el mejor ciclo fue el ciclo MP-90 de la variedad HLI30A131 y el ciclo que obtuvo la digestibilidad mas baja fue el ciclo MV-89 de la variedad H007124.

Cuadro 6. Digestibilidad^a de la materia seca de las variedades de sorgo, en la interacción CICLO-VARIEDAD.

VARIEDAD	MV-89	MP-90
H005040	34.10	38.49
H005131	31.85	38.62
H007124	27.20	29.77
HLI30A131	32.93	42.93

^a Los valores representan la digestibilidad de la materia seca a las 8 horas.

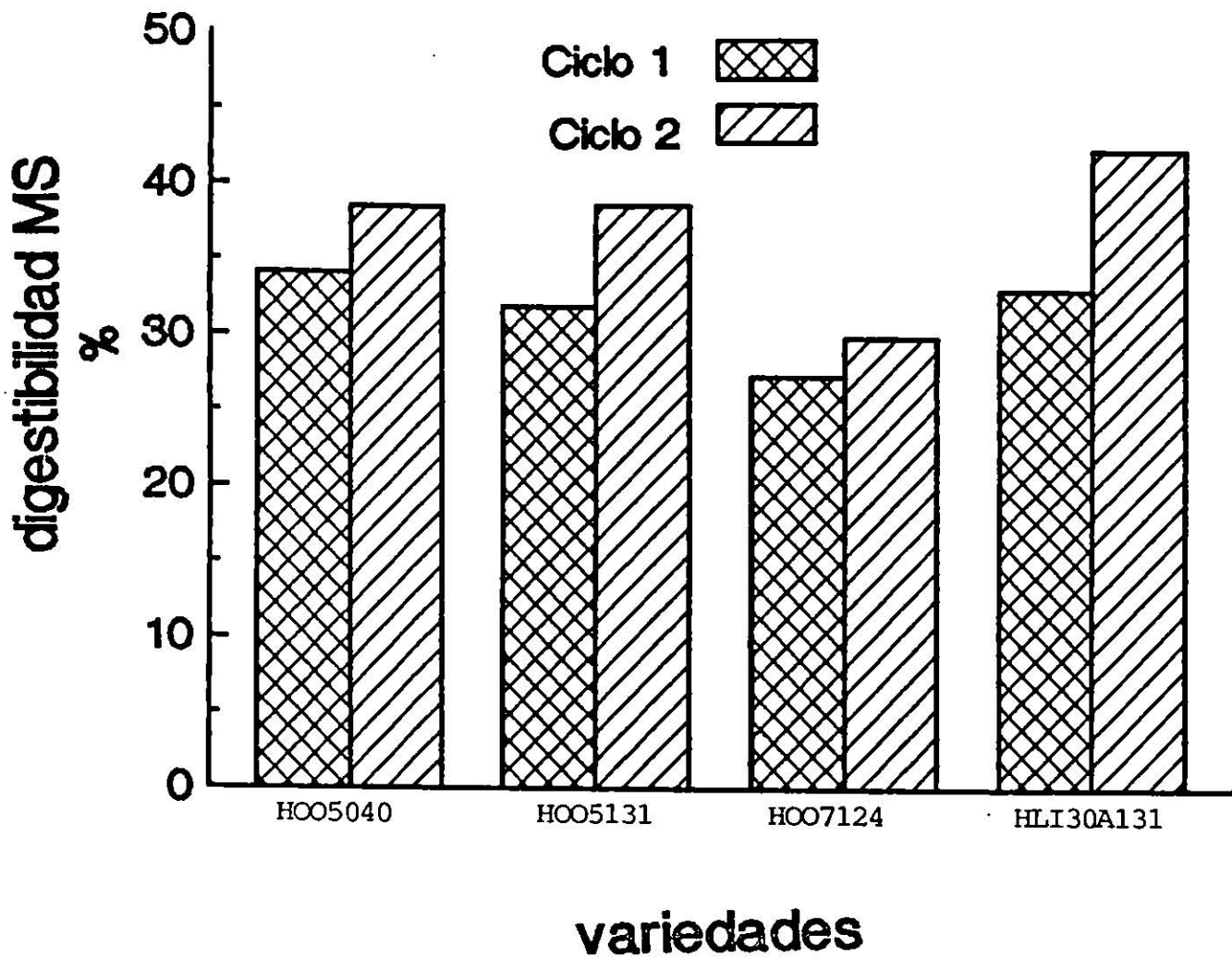


Fig. 3 Digestibilidad de materia seca de las 4 variedades de sorgo en la interacción ciclo-variedad.

4.3 Digestibilidad Potencial.

El cuadro 7 muestra un resumen de los análisis estadísticos de la digestibilidad potencial, alcanzada a la 16 horas.

Con respecto a la interacción CICLO x TIEMPO se observa (cuadro 8) una tasa de digestión para los sorgos del ciclo verano 89, sobre todo hasta las 4 horas; Esta tendencia desaparece en horas posteriores.

Cuadro 7. Resumen de los análisis estadísticos de la digestibilidad potencial, alcanzada a las 16 horas.

VARIABLE	CM	SIGNIFICANCIA	
		F	DE F
Ciclo	54.798	.345	.559
Variedad	1246.070	7.836	.000
Tiempo	6682.644	42.024	.000
Ciclo x Variedad	1714.928	10.784	.000
Ciclo x Tiempo	805.570	5.066	.000
Variedad x Tiempo	269.505	1.695	.059
Ciclo x Variedad x Tiempo	98.924	.880	.880

Cuadro 8 Digestibilidad potencial de las variedades de sorgo dependiendo del ciclo y tiempo de digestión ruminal.

MEDIA % DIGESTIBILIDAD POTENCIAL		
HORA	<u>MV-89</u>	<u>MP-90</u>
0	31.44	27.69 E
2	77.36 BCD	71.88 BCD
4	58.63 D	81.38 ABC
6	65.49 CD	86.46 ABC
8	92.83 AB	75.89 BCD
10	74.40 BCD	72.58 BCD
12	94.35 AB	88.87 AB
16	100.00 A	100.00 A

A,B,C,D,E; Medias con diferente letra son diferentes (P<0.05).

Los resultados de la prueba con respecto a la de digestibilidad potencial en la interacción VARIEDAD-CICLO son presentados en la figura 4 y cuadro 9 Donde existió diferencia significativa ($P < 0.05$) en los ciclos para cada una de las variedades, encontrando que el mayor porcentaje de digestibilidad lo registró el ciclo MP-90 de la variedad HLI30A131 alcanzando un porcentaje hasta del 88.17 % , observandose también en el ciclo MV-89 de la misma variedad el % mas bajo con un 65.14 % .Van Soest (1982) afirma que este concepto (digestibilidad potencial) es fundamental para el entendimiento del nivel de digestibilidad del alimento y los factores que influyen la excreción de los rumiantes.

Con respecto a la interacción CICLO x VARIEDAD se observa (cuadro 9) la tasa de digestión para los sorgos de los ciclos MV-89 Y MP-90 al termino de las 8 horas. La variedad H005040 presentó valores muy altos de digestión a ese tiempo ya que a las 8 horas ya se había digerido el 80 % de la materia seca potencialmente digestible, mientras que para la variedad H007124 su digestibilidad potencial solo fué de un 65 % .

Variedades con una rápida tasa de digestión son deseables ya que se espera que animales presenten mayores consumos de alimentos al suministrarles granos con estas características.

Cuadro 9. Digestibilidad potencial^e de las variedades de sorgo en la interacción CICLO-VARIEDAD.

VARIEDAD	MEDIA DIG.POTENCIAL		X
	MV-89	MP-90	
H005040	83.00 AB	77.2900 ABC	80.14
H005131	70.57 BCD	76.9700 ABC	73.77
H007124	71.36 BCD	58.4200 D	64.89
HLI30A131	65.14 CD	88.1700 A	76.65

A,B,C,D : Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

^e Los valores que representa la digestibilidad potencial a las 8 horas.

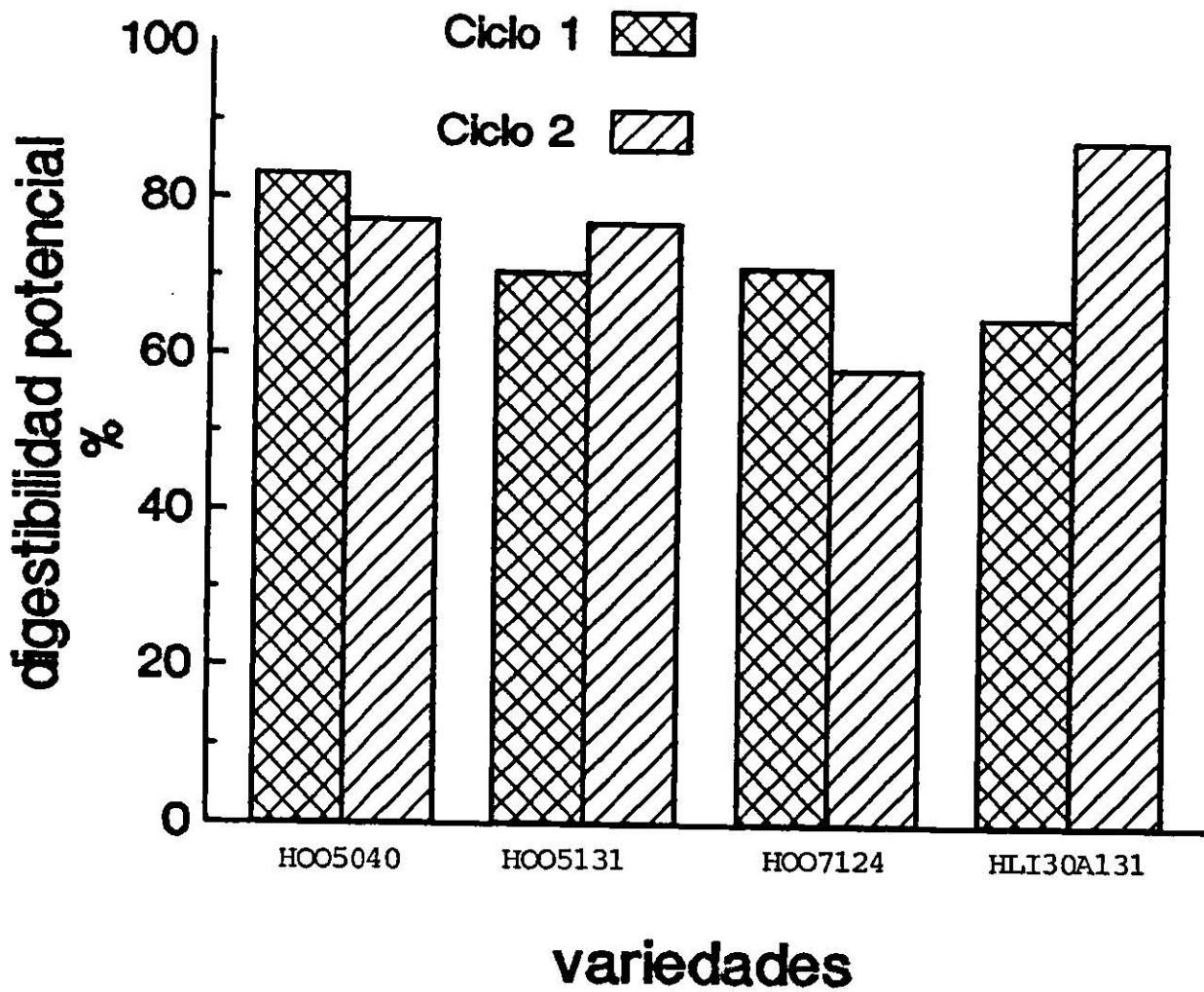


Fig. 4 Digestibilidad potencial de las 4 variedades de sorgo en la interacción ciclo-variedad.

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de las pruebas de digestibilidad *in situ* llevado a cabo en Ovinos, se puede concluir lo siguiente:

- a) Las variedades variaron en su tasa y grado de digestión dependiendo del ciclo de producción.
- b) Existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la digestibilidad *in situ* en la interacción entre el ciclo 1 (MV-89) y ciclo 2 (MP-90) en los granos de sorgo molido.
- c) Existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la digestibilidad potencial en la interacción ciclo-tiempo, en donde encontramos un comportamiento más estable en el ciclo 2 (MP-90).
- d) En la prueba de digestibilidad potencial en la interacción variedad-ciclo, encontramos una diferencia significativa ($P < 0.05$) en los dos ciclos para cada una de las variedades, encontrando que el mayor porcentaje de digestibilidad potencial lo registro el ciclo 2 (MP-90) de la variedad 4 (HLI30A131) alcanzando un porcentaje hasta del 88.17 % , observandose también en el ciclo 1 (MV-89) de la misma variedad el % más bajo con un 65.14 % .

e) Existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la digestibilidad de la materia seca en las 4 variedades de sorgo respecto al tiempo, obteniendo como resultado que las variedades con el porcentaje más alto de digestibilidad resultó ser la variedad 1 (H005040), y la variedad 3 (H007124) obtuvo el menor porcentaje de digestibilidad del resto de las variedades.

f) No existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en la prueba de % de digestibilidad de M.S. en la interacción ciclo-variedad.

6. RECOMENDACIONES

a) Se puede sugerir el realizar pruebas semejantes para un mayor número de variedades, para posteriormente trabajar con las variedades que nos darían un mayor porcentaje de digestibilidad, para los animales y así se aprovecharía un mayor rendimiento en los animales, ya que estos aprovecharían al máximo el grano de sorgo.

b) La variedad que presentó la tasa mayor de digestión fue H0050401, mientras que la variedad HLI30A131 presentó el mayor grado de digestión después de las 16 horas de permanencia en el rumen.

7. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar las características nutritivas del grano de sorgo desarrolladas por la F.A.U.A.N.L.. De 124 variedades evaluadas, (entre variedades, híbridos y comerciales), en cuanto a su contenido de proteína cruda, se seleccionaron 4 variedades (H005040, H005131, H007124, HLI30A131). Cada una de ellas fueron obtenidos durante 2 ciclos que son Marín-Verano 89 (MV-89) y Marín-Primavera 90 (MP-90). Se les determinó el contenido de proteína cruda por el método de Kjeldahl, así como el contenido de taninos utilizando el método de Burns (1963). Posteriormente se hizo una prueba de digestibilidad in situ, utilizando el método de la bolsa de nylon, en los cuales se utilizaron 8 tiempos (0,2,4,6,8,10,12,16 horas) de duración dentro del rumen de dos borregos fistulados. En esta prueba se determinó la tasa y grado de digestión de las 4 variedades de sorgo. El diseño estadístico utilizado fué un completamente al azar y cuando fué requerido se compararon las medias por el método de Tukey. Las 4 variedades mostraron valores aceptables de contenido de proteína cruda siendo los valores de 11.3, 8.8, 8.7, y 8.5% PC, para las variedades H005131, H005040, H007124 Y HLI30A131 respectivamente. El contenido de taninos fué elevado para las variedades H007124, H005131, HLI30A131

Y H005040 los cuales presentaron valores del 6.32, 5.10, 4.84 y .14 % respectivamente. Las variedades de sorgo que tuvieron el mejor comportamiento en cuanto a su digestibilidad de la materia seca al término de las 8 horas fueron : HLI30A131, H005131, H005040, H007124 los cuales presentaron valores de 44.1, 41.2, 35.3, y 34.5 % de digestibilidad respectivamente. Y las que tuvieron mejor comportamiento en cuanto a la digestibilidad potencial al término de las 8 horas de permanencia en el rumen fueron las variedades: H005040, HLI30A131, H005131, Y H007124 cuyos valores fueron : 80.14, 76.65, 73.77, y 64.89 % de digestibilidad potencial respectivamente. Podemos concluir que que sí hubo variación en la tasa y grado de digestión dependiendo del ciclo de producción, como también se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la digestibilidad in situ en la interacción entre el ciclo 1 (MV-89) y el ciclo 2 (MP-90) de los granos de sorgo.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Anderson, G.D., L.L.Berger y G.C.Fahey Jr 1981. Alkali treatment of cereal grains. II. Digestion, ruminal measurements and feedlot performance. J. Anim. Sci. 52(1): 144-149.
- 2) Axtell, J.D y D.L. Oswalt, 1977. Componentes de la calidad nutritiva de los granos del sorgo. Maíz de alta calidad proteínica. Ed. Limusa. México. p 408-417
- 3) Bateman, V.J. 1970. Nutrición Animal. Primera edición. pp 150-191.
- 4) Burns, R.E. 1963. Methods of tannin analysis. for forage crop evaluation. Univ. of Ga. Agr. Sta. Tech Bull. n.s. 32.14
- 5) Cullison A.E. 1983. Alimentos y Alimentación de Animales, Primera Edición. Editorial Diana, capítulo 29, México. pp. 254-255-256.
- 6) Church, D.C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. ed. Acribia. España. pp. 578-580.
- 7) Church, D.C., y W.G. Pond. 1987. Fundamentos de Nutrición y Alimentación del Animal. (primera edición Limusa, México. pp. 274-307.

- 8) De La Loma J.L. 1966. Experimentación pecuaria segunda edición México.
- 9) Crampton, E.W. 1962. Nutrición Animal Aplicada. El uso de los Alimentos en la Formulación de Raciones para el Ganado. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- 10) Fraser C. y E.R. Orskov. 1974. Cereal Processing and food utilization by sheep. 1. The effect of processing on utilization of barley by early weaned lambs. Animal production. 18:75-83.
- 11) Harris, H.B.; D.G. Cummins y R.E. Burns, 1970. Tannin content and digestibility of sorghum grain as influenced by bagging. Agron. J. 62:633-635.
- 12) Hurtado B.G. 1984. Evaluación y Selección de sorgos para consumo humano. primera reunión nacional sobre sorgo. Memorias F.A.U.A.N.L. Pag. 692. Marín N.L., México.
- 13) Lakservela, B. 1981. A note on the use of whole, moist barley treated with ammonia as a supplement for sheep. Animal production. 32:231-233.
- 14) Low, S.G. y R.C. Kellaway. 1983. The utilization of ammonia-treated whole grain by young steers. Animal production. 37:113-118.

- 15) Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.J. Warner. 1981. Nutrición Animal .septima edición .ed. Mc Graw-Hill. México. pag: 640.
- 16) Mc Donald, P.R.A. Edwards, J.F.D. y Greenhalgh. 1979. Nutrición Animal, Segunda edición Editorial Acribia. España. pag: 190-191 y 382.
- 17) Mc Donald, P.R.A. Edwards, y J.F.D. Greenhalgh. 1981. Animal Nutrition, third edition. Longman Edit. U.S.A. pp: 408-409.
- 18) McLeod, M.N. 1974. Plant Tannins their role in forage quality. Nutrition Abstracts and Reviews. 44(11): 803-805.
- 19) Morrison, B. y Frank. 1951. Alimentos y Alimentación del Ganado. Ed. Eteha. México. pp. 578-580.
- 20) Newmann, A.L. 1977. Beef cattle septima edition John Wiley pp. 734.
- 21) Orskov, E.R. 1979. Recent advances in the understanding of cereal processing for ruminants. Rowett research Institute. Aberdeen. Recent Advances in animal nutrition 1979. Ed William Haresing and Dyfed Lewis. pp. 123 London.

- 22) Preston, T.R y Willis, M.B. 1974. Producción Intensiva de Carne. Ed. Diana. México. pp. 447.
- 23) Quinby, J.R. y R.E. Karper. 1966. Los Sorgos para Forraje En: Hughes, H.D., M.E.Heat y D.S. Metcalte (eds). Forrajes C.E.C.S.A. México. pp. 383-387.
- 24) Robles. S.R. 1974. Producción de Granos y Forrajes. ed. Limusa. México. pp. 141-142.
- 25) Smith, W. y J. Peter R. 1985. "la cerda": Como mejorar su productividad por P.R.E., William J. y Alastair Mac Lean 2 ed. México, el manual moderno p 390.
- 26) Stuart, G.S., J.D.Axtell, y E.T. Mertz. 1983. Nutritional Characteristics of sorghum grain. Sorghum Breeding Workshop for latin America. page: 435-439.
- 27) Van Soest P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant; Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. Corvallis, or., o & Books. 1982. pp.211-219.
- 28) Wall J.S y Williams. 1975. Producción y Usos del Sorgo. Primera Edición. Editorial Hemisferio sur. Capítulo 4. 14. Argentina.

11007

