

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y EL BALANCE
DE NITROGENO DE LOS CAPRINOS CONSUMIENDO FORRAJE
DE SORGO (Sorghum bicolor (L) Moench)**

NEFTALI MARIO GOMEZ RUIZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN
PRODUCCION ANIMAL**

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1989

TM

SB235

G65

c.1



1080071713



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y EL BALANCE
DE NITROGENO DE LOS CAPRINOS CONSUMIENDO FORRAJE
DE SORGO (Sorghum bicolor (L.) Moench)

NEFTALI MARIO GOMEZ RUIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN
PRODUCCION ANIMAL

MARIN, N. E.

AGOSTO DE 1989

09914

mm

TM
SB235
L65



FONDO
TESIS

(71713)



FONDO

TESIS MAESTRIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y EL BALANCE
DE NITROGENO DE LOS CAPRINOS CONSUMIENDO FORRAJE
DE SORGO (Sorghum bicolor (L) Moench)

NEFTALI MARIO GOMEZ RUIZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN

P R O D U C C I O N A N I M A L

1989

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTI-
CULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL GRADO

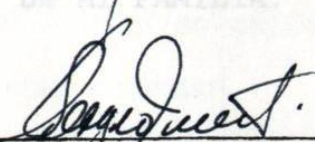
MAESTRO EN CIENCIAS, ESPECIALISTA EN

PRODUCCION ANIMAL

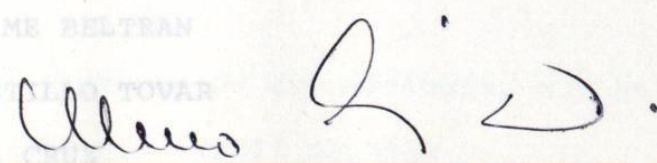
CONSEJO PARTICULAR



Ph.D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO
ASESOR PRINCIPAL



Ph.D. SERGIO PUENTE TRISTAN
ASESOR AUXILIAR



Mag.Sci.; MSc. ULRICO LOPEZ DOMINGUEZ
ASESOR AUXILIAR

MARIN, N.L.

AGOSTO DE 1989.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

SR. MARIO GOMEZ VILLARREAL

SRA. MA. DEL CARMEN RUIZ DE GOMEZ

A MIS HERMANOS:

JONAHTAN

DAVID

JOSUE

SAUL JAIR

Quienes con su amor y apoyo hicieron más fácil
la tarea de terminar esta meta de mi vida.

A LOS DEMAS MIEMBROS DE MI FAMILIA.

A MIS AMIGOS:

CARLOS HUMBERTO NIÑO AGUIRRE

ENRIQUE ADAME BELTRAN

ENRIQUE CASTILLO TOVAR

FELIPE CRUZ CRUZ

JORGE MOTA CANTU

JOSE ANTONIO NARRO JUAREZ

JOSE LUIS CARLOS RIMOLDI

LUIS JAIME PALACIOS PALOMO

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento muy especial al

Ph.D. ROQUE GONZALO RAMIREZ LOZANO

Por su asesoría, enseñanza y su amistad que me brindó durante mi formación profesional y para la realización del presente trabajo.

Al Ph.D. SERGIO PUENTE TRISTAN

Por su amistad y ayuda en la revisión de este trabajo.

Al Mag.Sci.; MSc. ULRICO LOPEZ DOMINGUEZ

Por su amistad y asesoría en la realización de este trabajo.

Al C.I.A. - F.A.U.A.N.L. muy en especial al

M.C. LEONEL ROMERO HERRERA

Por sus consejos y facilidad del material e información de los cultivares de doble propósito.

Al Personal del Laboratorio de Bromatología, muy en especial

a los ING. JOSE FRANCISCO URESTI SALAZAR y

FELIPE DE JESUS CARDENAS GUZMAN y la

Q.B.P. LUZ MARIA MURILLO DE VILLARREAL

A LOS MAESTROS INVESTIGADORES:

Ph.D. EMILIO OLIVARES SAENZ

Ph.D. JAVIER GARCIA CANTU

Por su amistad y sus innumerables muestras de
etica profesional que ayudaron a reafirmar mi
superación personal.

A mis compañeros de estudio, Maestros y Personal Administra-
tivo de la SubDirección de Estudios de PostGrado, con quie-
nes convivi durante mi estancia en esta Facultad.

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT).

A los estudiantes de Licenciatura y Personal de Campo Experi-
mental de la F.A.U.A.N.L.

A la Sra. María Elena García G. por la realización del traba-
jo mecanográfico.

Al Gobierno del Estado de Nuevo León.

A esta Universidad.

I N D I C E

	PAGINA
INDICIE DE CUADRO.....	vii
INDICE DE APENDICE.....	viii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del sorgo.....	4
Sorgos de doble propósito.....	8
Los forrajes.....	9
Composición y valor nutritivo del forraje.....	10
Consumo voluntario.....	12
Control del consumo.....	13
Control termostático.....	13
Control lipostático.....	13
Control quimostático.....	13
Aprehensión sensorial.....	14
Factor físico.....	14
Factores que afectan el consumo.....	14
Peso corporal.....	14
Individualidad de los animales.....	15
Tipos y niveles de producción.....	15
Factores diversos.....	15
Digestibilidad de los forrajes.....	15
Digestibilidad de los sorgos.....	17
Digestibilidad entre especies.....	19
Factores que influyen en la Digestibilidad de -	
las cabras.....	19

	PAGINA
Esquilmos agrícolas.....	21
Algunas investigaciones realizadas en ovicaprinos..	23
MATERIALES Y METODOS.....	29
Localización.....	29
Metodología.....	29
RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
Rendimiento de grano y esquilmo de forraje.....	34
Valor nutritivo de los forrajes.....	35
Digestibilidad de los forrajes.....	39
Balance de nitrógeno.....	44
Consumo de nutrientes por los caprinos.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
RESUMEN.....	54
LITERATURA CITADA.....	57
A P E N D I C E.....	62

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Resumen de estudios de digestibilidad en cabras vs. rumiantes.....	20
2	Rendimiento de forraje tal como cosechado (tons/ha) y la producción de grano, tanto de primer establecimiento como los de segundo corte.....	35
3	Análisis químico de los forrajes de las variedades de los sorgos en estudio (primer establecimiento y de segundo corte).....	38
4	Medias de las digestibilidades (%) de los caprinos consumiendo forraje de las diferentes variedades de sorgo (primer establecimiento, segundo corte).....	43
5	Balance de nitrógeno de caprinos consumiendo diferentes variedades de forrajes de sorgo, tanto de primer establecimiento como de segundo corte.....	46
6	Peso promedio de los caprinos (kg) y los promedios de consumo de los nutrientes de los forrajes (MS), (MO), (PC), (FDN), (FDA), (LAD) g/día y g/kg PV/día por los caprinos que consumieron forraje de sorgo en las dos pruebas de digestibilidad.....	50

INDICE DE APENDICE

TABLA		PAGINA
1	Tabla de análisis de varianza de la digesti bilidad <u>in vivo</u> de la primera prueba. (P < 0.05).....	63
2	Tabla de análisis de varianza de la digesti bilidad <u>in vitro</u> de la primera prueba. (P < 0.05).....	63
3	Tabla de análisis de varianza del balance de nitrógeno de la primera prueba. (P < 0.05).....	64
4	Tabla de análisis de varianza de la digesti bilidad <u>in vivo</u> de la segunda prueba. (P < 0.05).....	64
5	Tabla de análisis de varianza de la digesti bilidad <u>in vitro</u> de la segunda prueba. (P < 0.05).....	65
6	Tabla de análisis de varianza del balance de nitrógeno de la segunda prueba. (P < 0.05).....	65

INTRODUCCION

El cultivo del sorgo ha adquirido mucha importancia en los últimos años y se ha visto que puede substituir al maíz en la mayoría de los usos que éste tiene; como en la alimentación humana y de los animales. La planta se cultiva en muchas regiones de Africa y extensamente también en la India, China, Manchuria y los Estados Unidos (Robles, 1978).

En México, el cultivo del sorgo para grano ocupa el tercer lugar en superficie sembrada y el segundo en producción de grano (Williams, 1981). Los granos en la actualidad son de vital importancia para la alimentación humana y de los animales domésticos.

El sorgo de grano, hoy en día es empleado ampliamente para elaborar raciones para el ganado, y la parte foliar de la planta que queda después de la cosecha, en algunos casos se corta y se empaca como fuente de forraje para animales poligástricos.

Por encontrarnos en una zona semiárida y siendo nuestra región agrícola y ganadera, es de suma importancia maximizar el aprovechamiento de los recursos con los que contamos; y uno de los cultivos de mayor importancia es el sorgo de grano, más sin embargo, éste produce muy poco forraje y de muy baja calidad. Por tal motivo, es muy reducido el aprovechamiento de este forraje por los animales.

Actualmente se están introduciendo en México variedades de sorgo con doble propósito (grano y forraje) provenientes de la India.

La Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. (FAUANL), a través del proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo están evaluando y caracterizando el material genético de estas variedades, lo que contribuirá a un mejor conocimiento de estos sorgos.

Sin embargo, dentro de los aspectos zootécnicos, no existen trabajos de digestibilidades que nos permitan evaluar la calidad forrajera de los sorgos de doble propósito en los animales y compararlos con la digestibilidad de los forrajes de los sorgos que tradicionalmente se siembran en la región.

El presente trabajo se planteó para determinar el grado de aprovechamiento de los forrajes de sorgo, tanto los de grano como los de doble propósito. Así como comparar el balance de nitrógeno con el propósito de tener una alternativa más para la alimentación de los animales poligástricos y dejando el grano para la alimentación humana y animales monogástricos.

OBJETIVOS

1. Determinar el grado de aprovechamiento de los nutrientes del forraje del sorgo para grano y el doble propósito consumido por los caprinos.

2. Determinación del balance de nitrógeno en los animales que consumieron forraje de sorgo para grano como de doble propósito.

HIPOTESIS

El forraje de los sorgos de doble propósito, introducidos de la India, pueden ser utilizados por los caprinos, como fuente alimenticia y con la misma eficiencia que el forraje de los sorgos que tradicionalmente se siembran en la región.

REVISION DE LITERATURA

Tomando en cuenta la actual población mundial que es alrededor de 5,000 millones de habitantes, ésto traerá como consecuencia grandes exigencias a los recursos mundiales de apacentamiento, entre otras necesidades habrá la demanda de granos para la alimentación humana y de los animales domésticos (McKell, 1973) y siendo los cultivos forrajeros un complemento en la alimentación de la industria ganadera, también cada día se ven más afectados por el crecimiento de las zonas urbanas, las cuales van ocupando las tierras agrícolas más fértiles (Ortegón, 1976).

En nuestra región, las empresas agropecuarias dependen exclusivamente de tres tipos de cultivos que son: el maíz que aporta forraje y algo de grano, sorgo de grano y sorgo forrajero, éste último es el principal abastecedor de ensilaje para las granjas lecheras y las engordas intensivas. Por lo tanto, es necesario producir grano para la alimentación humana y forraje para el consumo de los animales domésticos.

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 área de producción en el mundo, se cultiva principalmente como cosecha de grano para la alimentación del

hombre, en los Estados Unidos se produce principalmente para la alimentación del ganado y de las aves domésticas.

En los Estados Unidos, se clasifican las variedades e híbridos del sorgo sobre su modo de aprovechamiento en: 1) sorgo de grano, 2) sorgo forrajero incluyendo los sorgos de doble propósito, 3) sorgo para jarabe, 4) sorgo para pasto y 5) sorgo de escoba (Quinby y Karper, 1966). De estos sorgos, son tres los que nos interesan, los sorgos para grano, sorgo para forraje y los de doble propósito (Flores, 1980).

La distribución y la adaptación hacen que el sorgo sea más resistente a la sequía, se cultiva principalmente en las áreas donde la lluvia es 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 más 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 m. El sorgo se puede producir satisfactoriamente sobre todos los tipos de suelos y su crecimiento depende de la fertilidad relativa y de la disponibilidad de humedad en el suelo, es más tolerante al álcali y a las sales (Quinby y Karper, 1966).

Como características generales de la planta, podemos men-

cionar que el sorgo es una gramínea basta, los tallos son erectos y macizos, y alcanzan un crecimiento en altura de 60 cm a 4-5 m. Tienen una yema lateral en cada nudo, en lados opuestos, lo mismo que el maíz; tanto el maíz como el sorgo llevan acanaladuras en los nudos. La longitud de los entrenudos determinan la altura de la planta. Las hojas del sorgo se desarrollan durante los períodos de sequía, esta característica unida a lo céreo de la superficie contribuye en la resistencia a la sequía de las especies, en la madurez el sistema radicular profusamente ramificado proporciona elementos nutritivos y agua a su *área foliar*.

La inflorescencia del sorgo es una panícula llamada generalmente espiga, es compacta, salvo en el pasto sudan y el sorgo de escoba y algunas variedades para forraje y jarabe, y su semilla puede ser blanca, roja, amarilla y parda.

El forraje del sorgo, suele tener menos de un 20% de grano en peso. El forraje de los sorgos de grano como las plantas son de menos altura, suelen tener una tercera parte de grano y la cantidad de principios nutritivos producidos por hectárea, tienden a ser igual cuando la mayor parte de los hidratos de carbono están en el grano y en forma de almidón o en el tallo y las hojas en forma de almidón y azúcar.

El rastrojo de sorgo secado al aire tiene aproximadamente un 13% de hojas y un 87% de tallos, los sorgos de doble pro

pósito para grano y forraje producen aproximadamente el 75% del rendimiento de los tipos forrajeros más productivos, esta variedad de doble propósito produce algo más de grano que las variedades forrajeras más productivas de grano, pero un 75% más que los tipos poco productivos como el Honey (Quinby y Karper, 1966).

Ahora bien, analizando el punto de vista sobre la alimentación, tenemos que durante las sequías y los inviernos se da mucho sorgo a los animales, las vacas, las ovejas y los equinos, aprovechando bien el forraje de sorgo para el crecimiento, el sostenimiento y el engorde. Las raciones para estabulación con 55 a 65% de forraje de sorgo es aprovechado por el ganado bovino, y los corderos pueden engordarse con forraje de sorgo, sorgo en grano y un complemento protéico, porque se ha comprobado que el forraje de sorgo contiene un promedio de 8% de proteína, 2.5% de grasa y el 45% de extracto no nitrogenado.

En los pastos naturales o en los pastos de cereales menores, se ha visto que es adecuado proporcionar el sorgo entero en haces, pero rara vez se usan plantas enteras de sorgo en la engorda en estabulación, la molida o el picado del producto reduce pérdidas o el desperdicio y permite la incorporación de mezclas para raciones completas que se vayan a suministrar a los comederos (Quinby y Karper, 1966).

Sorgos de doble propósito:

El Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos Semiáridos (ICRISAT), ha creado sorgos de doble propósito (ICRISAT, 1985). La Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ha obtenido resultados preliminares, que demuestran que los sorgos con adaptación tropical han sido superiores a los tradicionales, en producción de grano en 31.6%; en producción de forraje en un 45.6% o más y en la altura 17.4% (*).

Algunas variedades de doble propósito presentan diferencias en valor nutritivo. Los sorgos forrajeros tienen un desarrollo o altura de 1.80 a 4.20 m, estos tienen el inconveniente de su difícil manejo y su baja calidad; pues aunque sus tallos son más o menos azucarados, sus granos o semillas son de menor tamaño que las variedades de grano. Además de su sabor amargo, tienen la gran desventaja de que en alta proporción, pasan indigeribles a través del tracto digestivo de los animales. Si a lo anterior se añade que la mayoría de estos sorgos tienen bajos rendimientos de semilla y en cambio, los sorgos para producir grano, son altos productores de excelente grano por su calidad alimenticia y su buen sabor, como también son valiosos en el forraje producido, fácilmente se comprenderá que son más recomendables las variedades clasificadas como de doble propósito y que presentan la ventaja de ser altamente productivas, apetecibles y alimenticias, tanto en su grano,

(*) Comunicación personal. Ing. M.C. Leonel Romero H.

como en su forraje y de una altura no desmesurada. Como cuando convenga henificar la planta en haces a media etapa vegetativa, lo que produce un alimento bien compensado en sus proporciones de forraje y de grano. Entre las variedades de sorgo más conocidas y antiguas se encuentran el Kafir, Milo, Feterita, Duria, Hegari, etc. (Flores, 1980).

Los forrajes.

Los forrajes en la alimentación de los animales cumplen con la misión de suministrar, como cualquier otra clase de alimento, aquellos materiales que le son necesarios para mantener su temperatura constante, atender sus necesidades para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de sus órganos (Juscáfresa, 1974).

La calidad del forraje se ha definido de muchas maneras, usualmente ésta se ha relacionado a ciertas respuestas del animal, tales como el consumo del alimento, ganancia de peso, producción de leche, lana o carne (Ulyat, 1981; Mott y Moore, 1985).

Así también, Mott y Moore (1985), señalan que la producción animal por área está determinada por la cantidad y calidad del forraje consumido; o sea que la producción del forraje por área es la porción de forraje producido y que es consumido y convertido a producto animal. Esto es a lo que se denomina cantidad utilizable; mientras que la respuesta del animal

a un forraje es una medida de su calidad. De este modo, el valor comparativo de los alimentos puede fijarse determinando la cantidad de carne o incremento de peso vivo producido por cada unidad de alimento producido (Wilkinson y Tayler, 1974).

Moore (1981) menciona que la calidad del forraje debe considerarse desde el punto de vista de su utilización por los animales, ya que la determinante básica de la tasa y eficiencia de producción animal, es el consumo de energía digestible.

Composición y valor nutritivo del forraje.

Los forrajes voluminosos o toscos presentan problemas peculiares en su estimación nutritiva. Se clasifican como forrajes toscos aquellos que contienen más del 20% de fibra o menos de 2.5 Mcal/kg BS. Los forrajes toscos son de mucha importancia ya que son insustituibles en la producción ganadera, debido a su bajo costo y capacidad de crecer en tierras de poca fertilidad y de lluvia escasa (De Alba, 1971).

En todos los forrajes que se producen para la alimentación del ganado, es importante conocer los factores que son pertinentes para determinar su valor nutritivo. Desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas, el valor de un forraje depende de su palatabilidad, factor animal, factores ambientales, grado de disponibilidad, así como su composición química (Mott, 1966; Orcasberro y Fernández, 1982). De éste último, los más importantes son los carbohidratos. En el análisis

proximal (AOAC, 1980), se dividen en dos grupos principales, la fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno. La fibra cruda contiene los carbohidratos estructurales relativamente insolubles, como la celulosa, de la que solo puede ser digerible del 35 al 75%. El extracto libre de nitrógeno contiene las partes solubles de los carbohidratos (almidones y azúcares).

La proteína cruda está formada del 85 a un 90% del nitrógeno celular, que a su vez procede del nitrógeno del suelo (Swift y Sullivan, 1966). Dentro de los factores más importantes que afectan la calidad del forraje, tenemos el estado fisiológico al momento de la cosecha, ya que ésta se lleva a cabo en la maduración de la planta que es cuando ésta contiene sus más altos valores en fibra cruda y lignina; ya que a medida que crece el forraje, desde su nacimiento hasta la madurez, el contenido de proteína va disminuyendo y el de fibra cruda aumenta. Esto determina una reducción gradual del valor nutritivo, además, al ir madurando la planta disminuye la digestibilidad de estos componentes (Swift y Sullivan, 1966; Van Soest, 1982).

Hogan, et al. (1969), demostraron que la madurez no afecta sólo al consumo y a la digestibilidad total del forraje, sino que también aumenta el gasto de energía durante la masticación y rumia, como también disminuye la tasa de fermentación y la síntesis de proteína microbiana.

De Alba (1971) encontró que las gramíneas pierden su valor nutritivo con mayor rapidez que las leguminosas. Este fenómeno se explica por la tendencia en las gramíneas, de aumentar sus proporciones de tallo con respecto a hojas, a medida que avanza en edad y algunas hojas inferiores caen y se marchitan.

Un factor muy importante es conocer la composición química del suelo ya que éste modifica profundamente la composición de la materia orgánica vegetal. Esta, al ser ingerida y digerida, se transforma en productos de origen animal, por lo tanto, un suelo de baja fertilidad producirá un vegetal de composición química deficiente, no solamente de los elementos mayores (N, P, K), sino que también de otros elementos de menor importancia (Juscafresa, 1974).

Consumo voluntario.

Factores que influyen en el consumo de los alimentos:

La variación en el consumo es sin duda alguna el factor de la dieta que determina el nivel y eficiencia en la producción de rumiantes.

La aceptabilidad es fundamentalmente el resultado de la suma de diferentes factores que el animal percibe durante el proceso de localizar y consumir un alimento y depende de la apariencia, olor, sabor, textura, temperatura y en algunos casos los sonidos que proceden de los alimentos al ser masticados. Estos diversos factores están afectados a su vez por la

naturaleza física y química del alimento.

Control del consumo.

Todos los animales sin duda alguna, poseen medios fisiológicos para controlar el consumo de los alimentos, tanto para situaciones a corto y largo plazo, como también se ha demostrado en forma muy clara de los centros de regulación del hambre y la saciedad que se encuentran localizados en el hipotálamo.

Control termostático.

Algunas de las teorías sobre el control del apetito, es el control termostático, éste se basa en que generalmente los animales comen más en tiempo de frío y se reduce en forma considerable el consumo cuando se encuentran a temperaturas altas.

Control lipostático.

Esta teoría sugiere que la cantidad de tejido adiposo corporal puede servir de alguna forma para aumentar o disminuir el consumo de alimento a medida que disminuye o aumenta la cantidad de grasa corporal.

Control quimiostático.

En los rumiantes no tiene mucho valor ya que la concentración de glucosa en sangre tiene muy poca relación (McDonald et al, 1981; Curch y Pond, 1987).

Aprehensión Sensorial.

Los sentidos no parecen tener mucha importancia sobre el control global de la ingestión voluntaria en el caso de los ruminantes, pero son importantes en lo que se refiere a su comportamiento alimenticio en pastoreo (McDonald et al, 1981).

Factores Físicos.

Dentro de los más importantes es el tamaño del retículo-rumen, en las dietas que contienen una alta proporción de alimentos groseros, la ingestión voluntaria se encuentra limitada por la capacidad del retículo-rumen y por rapidez con que el contenido digestivo abandona este órgano.

Otro factor muy importante es el estado fisiológico de un ruminante, este influye sobre la ingestión voluntaria, dependiendo de la demanda de energía en los animales en crecimiento, el volumen abdominal aumenta con el crecimiento (McDonald et al, 1981).

Factores que afectan el consumo

Peso Corporal.

El peso corporal por sí solo 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 más estrecha con la masa corporal magra, que con el peso corporal total.

Individualidad de los animales

No todos los animales comen en la misma forma, como también pueden presentar preferencias marcadas y rechazos notorios cuando tienen la oportunidad de manifestarlos.

Tipos y niveles de producción

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).

Factores diversos

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 que afectan el consumo son: el hacinamiento, ruido, manipulación excesiva y la higiene de sus pesebres (Church y Pond, 1987).

09914

Digestibilidad de los forrajes.

La digestibilidad de un alimento se define con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretado con

las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido (McDonald et al, 1981). La digestibilidad es la principal medida del valor energético del alimento, éste puede contener altos niveles de proteína, vitaminas y minerales. Pero en la mayoría de los casos en las condiciones prácticas, lo que limita el nivel de producción es el consumo insuficiente de la materia seca digerible y la materia orgánica, siendo ésta la más importante para el ganado. Por ello, si queremos incrementar la función de los forrajes conservados en la alimentación animal, debemos comprender ciertos factores que son determinantes en la digestibilidad, en primer lugar, cuánto forraje conservado comen los animales, y en segundo lugar, con qué eficiencia digieren estos forrajes. Posteriormente, puesto que los forrajes conservados van a ser, sin duda, suministrados formando parte de una ración mixta, es importante saber su posible interacción con los otros componentes de la ración. Una ecuación sencilla pero muy descriptiva para determinar la digestibilidad aparente es la siguiente:

$$\text{Digestibilidad (\%)} = \frac{\text{Alimento ingerido} - \text{excretado}}{\text{Alimento ingerido}} \times 100$$

Es decir, como menor sea la cantidad de excremento por unidad de alimento ingerido, mayor será la digestibilidad de aquel alimento. Sin embargo, este no es el único método, existe un método para determinar la digestibilidad en el laboratorio se denomina in vitro, en el cual la muestra por analizar es digerida por un licor obtenido del rumen de oveja, para simular

el proceso de digestión ruminal. Pero este método no se adapta a una utilización rutinaria, existe otro método más sencillo, aunque bastante menos preciso, que es el análisis de la fibra modificada por un ácido detergente (MAD-FIBER). Cuanto mayor sea el contenido de fibra en la muestra, los animales serán menos capaces de digerir el alimento (Raymond et al, 1977).

Digestibilidad de los sorgos.

Owen y Moline (1975) observaron que la digestibilidad de la materia seca, energética y el valor de los nutrientes digestibles totales (TND) de los sorgos, son siempre inferiores al maíz. En otro estudio reportado por Owen y Moline (1975) se utilizaron nueve promedios para la comparación de la materia seca, observándose que el sorgo posee el 87% de la digestibilidad del maíz, los valores de asimilación de la proteína son más variables, pero por lo general también resultan menores para el sorgo forrajero que para el maíz. Pero no así con los sorgos con mucho follaje, ya que mostraron ser iguales o superiores al maíz.

El efecto de la maduración sobre la digestibilidad de los sorgos es compleja, debido a la alteración de los componentes de la planta que a su vez afectan su calidad. Dentro de los sorgos se ha observado que difieren en el crecimiento y en varias características morfológicas. En los sorgos de producción

de grano permanecen relativamente constante la digestibilidad de la materia seca, desde la etapa lechosa a la pasta dura del grano (Owen y Kuhlman, 1967).

En investigaciones recientes, consideran que los sorgos difieren notablemente con respecto al maíz en valor alimenticio después de la maduración. Una diferencia básica radica en que el maíz es un cultivo anual y el sorgo en condiciones favorables es perenne (Owen y Moline, 1975).

Arbiza (1986) probó la digestibilidad in vivo y el contenido de proteína cruda del forraje de corte, heno secado en granero y del heno deshidratado al aire libre. Teniendo resultados de la proteína cruda en forraje de corte de 10.7%, siendo igual al heno secado en granero; pero fue inferior en el heno secado en el campo con un resultado de 9.0%, en cuanto a su digestibilidad de la materia seca in vivo, los resultados fueron los siguientes: de mayor a menor 72.5, 69.1 y 64.4 para forraje cortado, heno secado en granero y heno secado en el campo respectivamente, como se observa en los resultados, la digestibilidad baja un 3.4%. Como algunas ventajas del heno podemos mencionar, su fácil transportación requiere de bajo nivel de mecanización, su larga vida y la más importante de todas que no ejerce influencia significativa en cuanto al aprovechamiento del forraje.

Digestibilidad entre especies.

En general, las diversas investigaciones realizadas, han demostrado que no existen grandes diferencias en la digestibilidad de los distintos nutrientes, entre las diversas especies de rumiantes. Pero algunos autores afirman que los bovinos poseen mayor eficiencia digestiva de los nutrientes digestibles totales que las cabras, siempre que se trate de forrajes y silos de buena calidad; si éstos son de calidad mediana, la cabra se manifiesta algo superior y con forrajes de mala calidad es altamente superior, debido a que la cabra tiene una mejor digestibilidad de la fibra cruda cuando se suministran forrajes con más del 38% de fibra y 6.5% de proteína (Arbiza, 1986).

El cuadro 1 nos muestra algunas comparaciones de las digestibilidades de los caprinos contra otras especies.

Factores que influyen en la Digestibilidad de las Cabras

Las cabras son más eficientes en digerir forrajes ásperos de baja calidad en ambientes tropicales y áridos, mejor que las ovejas en las zonas templadas con forraje disponible.

Dentro de los factores más importantes que influyen en la digestibilidad, son masticación y ruminación, el tiempo de retención y el consumo de agua, el patrón de fermentación del rumen y la microflora del rumen, el reciclado del nitrógeno o urea, cantidad de saliva secretada, producción de ácidos grasos volátiles y sus constituyentes, tamaño de partícula, tasa

CUADRO 1. Resumen de estudios de digestibilidad en cabras vs. rumiantes.

Especies comparadas	Dieta	Diferencia en digestibilidad	Magnitud de la diferencia que favorece a las cabras
1. Cabras vs. toros	Ficus religiosa ad. libitum.	MOD más alta y FC en las cabras	10.2
2. Cabras vs. toros	Ficus bengalensis	MS más alta y FC en las cabras	9.8
3. Cabras vs. ovejas	Dieta concentrada de alimentos toscos	Sin diferencia en MO	
4. Cabras vs. ovejas	Pastoreo más suplemento concentrado	Mayor digestibilidad de la celulosa en las cabras	16.9
5. Cabras vs. ovejas	Heno de alfalfa ad. libitum.	Mayor digestibilidad de celulosa en cabras	24.0
6. Cabras vs. novillos	Alfalfa de primera más forraje cebadilla.	PC más alto en las cabras	16.9

MOD = Materia orgánica digestible, MS: Materia seca; FC = Fibra cruda;
 MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda.
 FUENTE: Devendra, 1978

de pasaje. Sin embargo, estos tres últimos factores parecen ser más importantes en la eficiencia de la utilización de la fibra, y posiblemente también la disponibilidad de la energía metabolizable en las cabras (Devendra, 1982; Louca et al, 1982).

Esquilmos agrícolas.

Los esquilmos agrícolas son definidos como el material vegetal que permanece en el campo después de la cosecha (Cajal, 1986). Estos tipos de alimentos resultan de los residuos de cultivos, como maíz, algodón y frijol, así como de residuos hortícolas y frutícolas (Arbiza, 1986). Después de la cosecha, cuando las semillas o granos han sido separados de la planta madura por medio de la trilla, queda la paja (tallos, hojas y otras partes relacionadas con la nutrición de las semillas), es menos nutritiva que si la cosecha se realiza durante la etapa fenológica de crecimiento, por lo tanto, el valor nutritivo de la paja es muy bajo. La parte superior de la paja es más nutritiva, aunque tiende a contener más sílice que la parte inferior. La composición química de la paja es muy variable, ya que depende de la naturaleza del terreno en el que se desarrolla el cultivo, la etapa fisiológica al momento de la cosecha, la calidad y cantidad de abono, la forma en la cual se recoge y la duración del período de almacenamiento (Abrams, 1965).

La mayoría de estos tipos de forrajes es de constitución

tosca y con alto contenido de pared celular altamente lignificada, poseen un bajo contenido de nitrógeno, como de elementos minerales y vitaminas. Esto repercute en el valor nutritivo (Arbiza, 1986).

Aún existiendo algunas diferencias en composición química entre los esquilmos, se puede decir que como fuente de forraje son de baja calidad, ya que su digestibilidad varía de 25 a 49%; y su contenido de proteína de 2 a 11%, por lo que son adecuados para satisfacer solamente los requerimientos de mantenimiento (Cajal, 1986).

En los caprinos el consumo de alimento de baja calidad, los ha obligado a dedicar mayor tiempo a la masticación como a la rumia por gramo de pared celular. Los caprinos retienen más tiempo el alimento en el tracto digestivo y requieren de menor demanda de agua por gramo de materia seca ingerida y tienen mejor eficiencia del reciclaje de nitrógeno al rumen, esto debido a la deficiencia de proteína cruda.

Las características de los forrajes toscos se pueden mejorar si son tratados con álcalis y con la adición de concentrados protéicos o con tratamientos biológicos. Pero tienen un inconveniente, que es el elevado costo. Pero existe otra alternativa que son los medios mecánicos que mejoran el valor alimenticio de los esquilmos agrícolas y disminuyen la resistencia a la masticación, rumia y digestión microbiana. Entre

los que destacan el picado grueso, la molida o la creación de formas de alta densidad, como los pellets, cubos y obleas (Arbiza, 1986).

Algunas investigaciones sobre la utilización de los forrajes por las cabras, han demostrado que poseen una habilidad en su selección de su dieta, como también una diferencia en su fisiología gastrointestinal que las hacen diferentes a otras especies domésticas (bovinos y ovinos). Estas diferencias ofrecen una explicación de por qué los elevados requerimientos de las cabras pueden ser satisfechos bajo condiciones ambientales no satisfactorias para otros animales. Algunas evidencias experimentales indican que las cabras tienen mayor capacidad digestiva; sin embargo, esta ventaja es buena solo en ciertas estirpes que tienen dimensiones anatómicas definibles y no es una característica de la población entera de cabras (Huston, 1978).

Sharma et al. (1982) trabajó con heno de trebol egipcio (20.6% de proteína cruda) y zacate seco (3.85% PC) en la alimentación a libre acceso con bovinos, búfalos, ovejas y cabras; midiendo el consumo voluntario y la tasa de pasaje, como también la digestibilidad de los nutrientes. Encontrando que los coeficientes de digestibilidad en ambos alimentos tanto de materia seca, materia orgánica y la proteína cruda fueron mayores para las cabras y las ovejas que para las demás especies.

Devendra (1982) observó que el consumo de materia seca en cabras nativas que se alimentaron con fibras fueron de 1.8 a 4.7% de su peso vivo, equivalente de 40.5 a 131.1 gr/W^{0.75}kg.

En un estudio sobre la capacidad de utilización del forraje tosco entre cabras y ovejas, alimentadas con heno de zacate de alta digestibilidad y frijol soya suplementado con paja de cebada tanto restringido como ad libitum, Owen y Ndosa (1982) observó que las cabras tienen mayor capacidad para consumir forrajes toscos que las ovejas pero la habilidad para digerir el forraje no es evidente. Sin embargo, varios investigadores han observado que con forrajes toscos o ásperos de baja calidad (tales como la paja), las cabras excedieron a las ovejas en la digestibilidad de la mayoría de los nutrientes incluyendo la fibra (Pouca et al, 1982).

Otro estudio realizado por Huston et al, (1988) con tres forrajes, heno de avena, heno de sorgo y paja de trigo con tres niveles de suplementación protéica; los forrajes utilizados variaron en su composición de proteína cruda 3.4% bajo y 40.8% de digestibilidad in vitro de la materia seca para la paja de trigo a una proteína cruda de 13.8% alto y 64.8% (DIVMS), para el heno de avena, y para el heno de sorgo contuvo cantidades intermedias de cada uno. Se observó que no existió diferencia significativa en el consumo de forraje entre ovejas y cabras cuando se les ofreció heno de avena y heno de sorgo.

En las cabras, la alimentación con concentrado, incrementó el consumo de paja de trigo ($P < .15$) y los suplementos de proteína alta tuvieron un gran efecto que el suplemento de proteína baja ($P < .15$), cuando el heno de sorgo fue ofrecido el consumo de forraje por las cabras alimentadas con concentrado no fue mayor significativamente que los animales alimentados con dietas control. Sin embargo, el consumo de heno de sorgo fue mayor ($P < .05$), cuando el alto suplemento de proteína fue administrado, comparado con el nivel bajo de proteína y el consumo de materia seca total fue mayor en las cabras que para las ovejas, ya sea para el heno de sorgo ($P < .10$) y heno de avena ($P < .15$).

Johnson et al, (1974) realizaron ensayos de digestibilidad del sorgo forrajero híbrido Sordan 67 en estado de cartucho y grano lechoso en dos cosechas. Utilizaron seis ovinos en cada ensayo encontrando en la digestibilidad in vivo significativamente mayor en estado de cartucho que en grano lechoso para todos los constituyentes excepto proteína en verano y extracto no nitrogenado en invierno. Otros investigadores se avocaron a medir la producción y calidad de residuos de F_1 híbridos de grano de sorgo para determinar las interrelaciones entre el grano y la producción de residuos y los caracteres de calidad. Encontrando las correlaciones entre caracteres en los híbridos F_1 indicaron que la altura de la planta y la producción de hoja y residuos de tallo fueron positivos y significativa su correlación con la producción de grano, pero el rendi-

miento de grano fue correlacionado negativamente con el porcentaje de proteína y el porcentaje de DIVMS de los tallos. Además existieron correlaciones positivas significativas entre los porcentos de proteína y el porciento de DIVMS en las hojas como en los tallos. Estos resultados preliminares sugieren que la variabilidad para la producción de residuo y la calidad que existe en los sorgos de grano y el mejoramiento del residuo puede ser posible.

Burns y Smith (1980) estudiaron la relación entre el total de carbohidratos no estructurales y la fibra detergente neutro para probar el uso de cada uno para producir la desaparición de materia seca in vitro (DIVMS). Los forrajes evaluados fueron alfalfa, zacate Bermuda, forraje de sorgo y Timothy. Las muestras fueron analizadas por DIVMS, TCNT, TNCR, N total, varias fracciones de fibra y carbohidratos de agua soluble (WSCHO). Encontrando que TNCR fue significativa en alfa de .05 y .01 correlacionado con la FDN, en Timothy, festuca ($r = .98^{**}$) sorgo ($r = .86^{*}$) pero no en alfalfa ($r = .30$). El TNCR fue más correlacionada con el DIVMS para el sorgo $r = -.94^{**}$ contra $r = -.75^{*}$ y para el zacate el DIVMS fue mejor predicho por cuatro de los cinco forrajes y para todos los cinco forrajes (en un modelo combinado). Cuando el TNCR más N compuesto el modelo comparado con FDN más N.

Estudios efectuados por Mulholland y Coombe (1980) con pruebas de pastoreo en 1976-77 con rastrojo de: a) trigo ne-

gro, b) sorgo, fueron evaluados como forraje para ovejas. Las mediciones fueron hechas a intervalos regulares de la disponibilidad y composición de material de la planta, en la selección de la dieta, también se observó que el contenido de N fue similar 1.0 y 0.87 para trigo y sorgo respectivamente, pero la digestibilidad de la materia orgánica fue de 43.7 y 51.1% respectivamente.

Las plantas maduras de trigo negro no fueron consumidas rápidamente y el peso promedio de las ovejas en trigo negro disminuyó a través del período experimental, los cambios totales fueron de -3.8 y -7.0 kg para las tasas de abastecimiento bajas y altas respectivamente. Los valores correspondientes para ovejas en sorgo fueron 0.3 y -4.6 kg, no obstante las pérdidas de peso a las tasas de abastecimiento más altas no ocurrieron hasta 40 días después de pastorear y se concluyó que el sorgo fue una fuente útil de pastoreo para ovejas en las muestras generales que el trigo negro, debido a su baja aceptabilidad, pobre valor nutricional y el riesgo tóxico.

Wayne et al, (1981) determinaron la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) la concentración de lignina y azúcares totales de los forrajes de cinco mutantes (bmr), para probar si podrían ser utilizados para pastorear o como heno. Forrajes de bmr 12 y bmr 18 cosechados a las cuatro semanas después de plantados fueron significativamente altos en DIVMS que sus normales, pero otros tres mutantes no fueron tan al-

tos indicando una interacción con el ambiente, los azúcares totales de reducción y no reducción no fueron relacionados con DIVMS y los mutantes bmr no tuvieron diferencias significativas en concentración de azúcares totales que en tipos normales.

MATERIALES Y METODOS

Localización.

El presente estudio se llevó a cabo en la unidad metabólica de la estación experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicada en la carretera Zuazua-Marín, Km 17 en el Municipio de Marín, N.L. México. Con una altitud sobre el nivel del mar de 393 m y siendo sus coordenadas geográficas 25° 35' de latitud norte y 100° 03' de longitud oeste. El clima se clasifica como semiárido BWh, con una temperatura media anual de 21°C y una precipitación promedio de 573 mm. Los suelos de esta región son del tipo chernozem, calcareos de origen aluvial. La textura va de franco arenoso a franco arcilloso y tiene una estructura granular y sub-angular (Salinas, 1981).

Metodología.

El estudio consistió en realizar dos pruebas de digestibilidad, in vivo e in vitro para comparar el grado de aprovechamiento del forraje, de diferentes sorgos en dos cortes (primer establecimiento y segundo corte), por los caprinos. La primera prueba de digestibilidad se inició el 14 de Julio de 1987. El alimento a prueba fue proveniente del forraje de sorgo cosechado de dos variedades de doble propósito introducidos de la India. una variedad, productora de grano, así como un híbrido con la misma finalidad. El forraje de los cuatro sorgos fue cosechado de parcelas experimentales sembradas en los terrenos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. (FAUANL) de 25.6 m²

(cuatro parcelas por tratamiento). Las productoras de grano fueron consideradas como testigos; el híbrido Topaz de la Compañía Asgrow, y la variedad ISIAP-Dorado. Las variedades introducidas fueron la SPV-475 y M-90362. La estimación de la producción de forraje por hectárea se realizó tomando en cuenta diez plantas por parcela. También se estimó la producción de grano, para ello se trillaron las panojas a mano de cada parcela útil.

Después de la cosecha del forraje se procedió a la deshidratación natural bajo techo (durante quince días). El molido se realizó con un molino de martillo con una malla de 1.0 cm, esto para obtener un forraje seccionado aproximadamente de 5.0 cm de longitud. Para probar la digestibilidad de los nutrientes contenidos en los forrajes de los sorgos en estudio, tanto del primer establecimiento como del segundo corte (soca). La prueba se desarrolló en el orden siguiente.

Para la primera prueba de digestibilidad se emplearon cuatro chivos por tratamiento (cuatro tratamientos = 16 chivos). Siendo éstos de razas diferentes y con una edad promedio de 18 meses. Fueron confinados aleatoriamente en jaulas metabólicas durante quince días. El alimento se suministró inicialmente en pequeñas cantidades hasta completar un consumo del 3% de su peso vivo, este se sostuvo hasta terminar la prueba. Una vez terminado el período de adaptación (8 días) continuó el período de colección (7 días), durante el cuál se

colectaron en forma completa las excreciones fecales y urinarias (dos veces por día). Para colectar las heces se emplearon bolsas colectoras y arneses para sujetar las mismas. El peso diario de la excreción fecal se registró y el 10% de la muestra fue medido en una balanza granetaria y se almacenó en bolsas de polietileno a una temperatura de -4°C , así mismo, se procedió en las muestras de los siguientes días (6 días), para formar una sola muestra por animal que se almacenó para posteriormente realizarle análisis químicos. Para colectar las excreciones urinarias, se utilizaron recipientes de plástico, previamente desinfectados y que contenían cuatro gotas de Tolueno y 10 ml de ácido clorhídrico (HCl) al 25% por cada litro de orina colectada al igual que las heces de la colección total diaria, sólo se tomó un 10%, para esto se utilizó una probeta de 500 ml y una de 25 ml para su medición, para su transporte al frigorífico se utilizó un recipiente de plástico con capacidad de 25 ml. Después de acopiar todas las muestras (7 días) se formó una alicuota por animal. Esta se guardó a -4°C , para posteriores análisis químicos, dichas muestras se almacenaron previamente identificadas. También se tomaron muestras representativas del alimento diario de cada animal para formar una sola por tratamiento como también si se llegara a presentar rechazo de alimento; éste se almacenaría para analizarse (en este trabajo no hubo rechazo del forraje) (Ramírez et al, 1985).

Análisis químicos de las muestras fecales, del alimento y de orina

Una vez descongeladas las heces fecales (durante toda la noche) a temperatura ambiente, fueron secadas en una estufa a 55°C durante 72 horas para determinar la materia seca parcial. Posteriormente se molieron en un molino (Willey) a través de una malla de 2 mm y se almacenaron en recipientes de plástico, completamente secos y bien identificados. Para determinar la materia seca total de las muestras fecales y del alimento, se emplearon 2 grde muestra que se colocaron en una estufa a 105°C durante 12-24 horas. La materia orgánica se determinó incinerando las muestras a 550°C durante 6 horas.

La proteína cruda (PC) de las heces y forrajes se les determinó por la concentración de nitrógeno (N) por medio del método Kjeldahl (AOAC, 1980). La fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y lignina detergente ácido (LDA), fueron determinadas por los procedimientos descritos por Georing y Van Soest (1970).

Una vez determinados los porcentajes de los nutrientes el alimento y las heces fecales, los primeros fueron restados de los segundos y divididos por los primeros para obtener los coeficientes de digestibilidad aparente como porciento de consumo (Church y Pond, 1987). También se corrieron análisis in vitro de los alimentos para determinar su digestibilidad de la materia seca (MS) y la materia orgánica (MO) siguiendo el p o-

cedimiento descrito por Tilley y Terry (1963).

La orina una vez descongelada a temperatura ambiente, se le determinó su contenido de nitrógeno (N) a través del procedimiento Kjeldahl (AOAC, 1980). Los mg de N/d en las heces, más los mg de N/d orina fueron restados del nitrógeno contenido en el alimento y el resultado representó el balance de nitrógeno en el animal.

Con los coeficientes de digestión de la MS, MO, PC, FDN y el balance de nitrógeno de los diferentes tratamientos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar y las medias de los tratamientos fueron comparadas utilizando la técnica de la diferencia mínima significativa; cuando se encontró una F significativa en el ANVA (Steel y Torrie, 1980).

Para lograr alcanzar los objetivos de la segunda prueba de digestibilidad, se emplearon los mismos tratamientos. Pero en esta ocasión los forrajes de los sorgos fueron de segundo corte (soca). Las labores culturales para las parcelas experimentales consistieron en dos riegos de auxilio y fertilización con urea en una proporción de 130.4 kg/ha. En esta segunda prueba se utilizaron 12 de los 16 chivos iniciales (3 chivos/tratamiento). La metodología de esta prueba fue exactamente igual a la primera en lo referente a la conducción de la prueba de digestibilidad y los análisis realizados a las muestras fecales y forrajes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de grano y esquilmo de forraje.

Con relación a la producción de forraje (esquilmo) que se muestra en el cuadro 2 (ton/ha, tal como cosechado), en el primer establecimiento se encontró un rendimiento de 16.4, 19.4, 22.2 y 41.5 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente, como se puede ver los sorgos experimentales (introducidos) SPV-475 y M-90362 fueron superiores a los testigos en un 43.8%. Sin embargo, con respecto a la producción de grano se comportó de la siguiente forma: 4.2, 5.0, 4.5, 3.5 para los sorgos Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente, como se puede apreciar los sorgos testigos fueron superiores a los experimentales en un 13%.

En el segundo corte solo se estimó la producción de forraje (ton/ha; Cuadro 2), teniendo una producción de 3.9, 6.2, 6.4 y 9.5 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. En este corte los sorgos experimentales (introducidos) se manifestaron superiores a los testigos en un 36% siendo el Topaz el de menor producción y el M-90362 el de mayor con una diferencia de 58.5%.

CUADRO 2. Rendimiento de forraje tal como cosechado (tons/ha) y la producción de grano, tanto de primer establecimiento como los de segundo corte.

CONCEPTO	FORRAJES			
	Topaz	ISIAP-Dorado	SPV-475	M-90362
Primer establecimiento				
Producción de forraje	16.4	19.4	22.2	41.5
Producción de grano	4.2	5.0	4.5	3.5
Segundo corte				
Producción de forraje	3.9	6.2	6.4	9.5
Producción de grano no se estimó				

Valor nutritivo de los forrajes.

En el análisis químico de los forrajes de las variedades de sorgo tanto de primer establecimiento como de segundo corte, se consideró la materia orgánica, cenizas, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina ácido detergente. Los valores se presentan en base seca en el cuadro 3. Como se puede observar, los valores de la composición química del forraje de primer establecimiento se encontró para la materia orgánica 88.25, 89.98, 91.05 y 90.88 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. Para la cenizas se encontró para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los siguientes valores: 11.75, 10.02, 8.95 y 9.12 respectivamente. La proteína cruda se obtuvo un 5.84,

3.89, 3.43 y 4.77 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. La fibra detergente neutro se encontraron valores de 72.84, 77.46, 75.88 y 74.63 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. La fibra detergente ácido se encontró valores de 38.97, 46.23, 53.97 y 48.46 correspondiendo en orden para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362. Los valores de lignina ácido detergente son de 7.27, 7.12, 6.09 y 7.56 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente.

Los valores encontrados para materia orgánica, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido fueron ligeramente superiores en los sorgos SPV-475 y M-90362. En cambio la proteína cruda, cenizas y lignina ácido detergente fueron un poco más altos en los sorgos Topaz e ISIAP-Dorado.

En el segundo corte los resultados obtenidos en los análisis químicos, se muestran en el cuadro 3, encontrando valores para la materia orgánica de 87.92, 89.88, 89.76 y 88.68 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. Los valores para cenizas se comportaron de la siguiente forma, para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 fueron 12.08, 10.12, 10.24 y 11.32 respectivamente. La proteína cruda se obtuvo 7.72, 7.84, 6.57 y 7.36 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. En la fibra detergente neutro se encontraron valores de 75.59, 71.94, 70.98 y 72.12 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respecti

vamente. La fibra detergente ácido del Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 se encontró los siguientes valores: 43.35, 43.89, 36.26 y 38.01 respectivamente. Los resultados de la lignina ácido detergente son los siguientes: 7.20, 7.11, 7.91 y 8.18 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente.

Los sorgos Topaz e ISIAP-Dorado fueron ligeramente superiores en cenizas, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido; y los sorgos experimentales (introducidos) se comportaron superiores en materia orgánica y lignina ácido detergente.

Haciendo una comparación de la composición química de los sorgos de primer establecimiento con los del segundo corte, los primeros no difieren mucho de los valores encontrados en los sorgos de segundo corte. para la materia orgánica, cenizas y lignina más no para los valores de proteína cruda, teniendo un promedio de los sorgos de primer establecimiento de 4.73 y las de segundo corte un 7.37.

El forraje de segundo corte es más de tres unidades porcentuales mayores a los del primer corte, en cambio las fibras detergente neutro fue de 75.20 el promedio de los sorgos de primer corte y de 72.60 para los de segundo corte, siendo éstas últimas tres unidades porcentuales menos y la fibra detergente ácido seis unidades porcentuales menores, correspon-

CUADRO 3. Análisis químico de los forrajes de las variedades de los sorgos en estudio (primer establecimiento y de segundo corte).

CONCEPTO ¹	FORRAJES		
	Topaz	ISIAP-Dorado	SPV-475 M-90362
Primer establecimiento			
Materia orgánica	88.25	89.98	91.05
Cenizas	11.75	10.02	8.95
Proteína cruda	5.84	3.89	3.43
FDN ²	72.84	77.46	75.88
FDA ³	38.97	46.23	53.97
Lignina	7.27	7.12	6.09
Segundo corte			
Materia orgánica	87.92	89.88	89.76
Cenizas	12.08	10.12	10.24
Proteína cruda	7.72	7.84	6.57
FDN ²	75.59	71.94	70.98
FDA ³	43.35	43.89	36.26
Lignina	7.20	7.11	7.91

1= Base seca.

2= Fibra detergente neutro.

3= Fibra detergente ácido.

diendo el valor promedio de 46.90 para los de primer corte y 40.37 para los de segundo corte.

Arnat et al, (1979) encontró en sorgos de primer establecimiento valores mayor en proteína cruda (5.6), fibra detergente neutro (83.7) y menor en lignina (5.5) en relación por los reportados en este trabajo.

En un estudio con sorgos se analizó el contenido de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina ácido detergente, encontrando los siguientes valores: 91, 52 y 7.2 respectivamente (Ward et al, 1979). Estos resultados solamente coinciden en el contenido de lignina, ya que los de fibra fueron superiores a los obtenidos en este trabajo.

Digestibilidad de los forrajes.

El cuadro 4 muestra las digestibilidades (%) in vivo e in vitro de los nutrientes tanto para los caprinos que consumieron forraje de sorgo de primer establecimiento como de segundo corte. La digestibilidad aparente de la materia seca no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos, correspondiendo para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los valores de 36.09, 34.28, 36.70 y 41.64, respectivamente. La digestibilidad aparente de la materia orgánica también fue igual ($P > 0.05$) entre tratamientos correspondiendo para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los valores 41.77, 39.86, 42.08 y 44.84 respectivamente. La digestibilidad aparente de

de la fibra detergente neutro se comportó en forma similar, siendo los valores 37.81, 38.41, 40.37 y 42.65 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente.

La digestibilidad in vivo para los animales que consumieron forraje de sorgo de segundo corte no existió diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) para la materia seca, obteniendo los siguientes resultados: 57.82, 58.43, 63.05 y 64.53 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente. La materia orgánica se comportó igual, no existió diferencia entre tratamientos; para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los resultados respectivos fueron: 60.23, 61.65, 64.35 y 65.75.

En la fibra detergente neutro no existió diferencia ($P > 0.05$) para los tratamientos correspondiendo los siguientes valores 59.63, 60.00, 62.62 y 65.01 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente. La proteína cruda se comportó de la misma manera sin diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) con valores de 59.26, 56.61, 63.52 y 59.49, respectivamente.

Como se puede observar en el cuadro 4, la digestibilidad in vivo del primer establecimiento, los sorgos experimentales fueron ligeramente superiores en materia seca, materia orgánica, fibra detergente neutro. Esto pudo haber sido a su menor concentración de lignina.

La digestibilidad de los forrajes en el segundo corte se comportaron superiores los sorgos experimentales en su digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y fibra detergente neutro. En lo que respecta a la diferencia en las digestibilidades entre los sorgos de primer establecimiento y de segundo corte, se puede observar en el cuadro 4 que los sorgos, tanto testigos como experimentales del segundo corte, fueron superiores en materia seca, materia orgánica y fibra detergente neutro. La lignina tal vez no afectó en mucho la digestibilidad debido a que el contenido de proteína cruda fue superior a los del primer corte.

En un estudio de digestibilidad in vivo con forraje seco en granero, se encontró una digestibilidad de la materia seca de 69.1% (Arbiza, 1986), la cual fue superior a las digestibilidades tanto de primer corte como del segundo.

Mulholland y Coombe (1980) reportaron que la digestibilidad de la materia orgánica fue de 57.1 en sorgo pastoreado por ovejas, este resultado es un poco inferior al encontrado en este estudio en la digestibilidad del segundo corte y superior al primer corte. Sin embargo, Gihad (1976) encontró que las cabras y borregas consumiendo forraje de zacate tropical tuvieron digestibilidades similares a las encontradas en este estudio y además los animales experimentales mostraron balance negativo de nitrógeno.

Algunos investigadores han reportado que las cabras tienen mayor capacidad para consumir forrajes toscos que las ovejas (Owen y Ndosá, 1982, Louca et al. 1982).

La digestibilidad in vitro del primer establecimiento se comportó sin diferencia ($P > 0.05$) para la materia seca y para la materia orgánica (DIVMO) correspondiendo los valores siguientes: 45.61, 40.64, 40.19, 44.65 y 51.31, 45.02, 44.21, 48.22, respectivamente para el Topaz, ISIAP-Dorado. SPV-475 y M-90362.

La digestibilidad in vitro para la materia seca (DIVMS) como la materia orgánica, no existió diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) correspondiendo los valores para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, 43.52, 44.19, 38.34 y 39.89 respectivamente; y la materia orgánica 68.85, 71.10, 62.34 y 67.20, respectivamente.

Como se puede observar en el cuadro 4, la digestibilidad in vitro de los sorgos testigos fueron ligeramente superiores a los experimentales en materia seca y materia orgánica en los dos cortes. Estos datos no coinciden en los encontrados por Wayne et al., (1981) donde él encontró una DIVMS promedio de 79.6 y 71.4 en forrajes de mutantes de sorgos pero hay que tomar en cuenta que éstas digestibilidades in vitro de la materia seca se realizaron a las cuatro semanas de crecimiento de los sorgos.

Otros investigadores encontraron una correlación positiva entre el porcentaje de proteína y el porcentaje de DIVMS en hojas y tallos (Gorz, et al. 1979).

CUADRO 4. Medias de las digestibilidades (%) de los caprinos consumiendo forraje de las diferentes variedades de sorgo (primer establecimiento, segundo corte).

CONCEPTO	F O R R A J E S				EE ¹
	Topaz	ISIAP- Dorado	SPV-475	M-90362	
Primer establecimiento					
<u>Digestibilidad in vivo</u>					
Materia seca	36.09	34.28	36.70	41.64	1.62
Materia orgánica	41.77	39.86	42.08	44.84	1.44
FDN ²	37.81	38.41	40.37	42.65	1.75
<u>Digestibilidad in vitro</u>					
Materia seca	45.61	40.64	40.19	44.65	1.00
Materia orgánica	51.31	45.02	44.21	48.22	1.16
Segundo corte					
<u>Digestibilidad in vivo</u>					
Materia seca	57.82	58.43	63.05	64.53	1.78
Materia orgánica	60.23	61.65	64.35	65.75	1.59
FDN ²	59.63	60.00	62.62	65.01	1.74
Proteína cruda	59.26	52.61	63.52	59.49	1.71
<u>Digestibilidad in vitro</u>					
Materia seca	43.52	44.19	38.34	39.89	1.85
Materia orgánica	68.85	71.10	62.34	67.20	1.98

1= Error estándar, ver significancias en los cuadros 1,2,4 y 5 del Apéndice.

2= Fibra detergente neutro.

Balance de nitrógeno.

El cuadro 5 muestra el balance de nitrógeno de los caprinos que consumieron forraje de sorgo, tanto de primer establecimiento como de segundo corte. Para el caso del primer establecimiento, el consumo (g/día) fue mayor ($P < 0.05$), para los chivos consumiendo Topaz (7.1) comparado con el resto de los tratamientos ISIAP-Dorado (5.1), SPV-475 (4.5) y M-90362 (5.7). Sin embargo, el ISIAP-Dorado y M-90362 fueron iguales ($P > 0.05$) pero mayores ($P < 0.05$) al SPV-475. El nitrógeno fecal no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos, correspondiendo para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los valores de 7.6, 6.8, 7.5 y 4.9 respectivamente. El nitrógeno urinario se comportó de manera similar que el nitrógeno fecal, con valores de 4.8, 3.2, 4.8 y 3.6 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente.

Finalmente el balance de nitrógeno se manifestó negativo, correspondiendo cantidades mayores para las excreciones que para el consumo, obteniendo los valores de -5.3, -4.9, -7.7 y -2.7 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362. Como se puede apreciar en los resultados, el más negativo fue el SPV-475 y el menos negativo el M-90362.

Como se puede apreciar en el cuadro 5, los caprinos que consumieron forraje de sorgo Topaz e ISIAP-Dorado, consumieron más nitrógeno (g/día) que los experimentales, pero excretaron más nitrógeno fecal, el nitrógeno urinario se comportó

igual como también el balance.

El balance de nitrógeno para los caprinos que consumieron forraje de segundo corte, se comportó de la forma siguiente. Para el consumo de nitrógeno (g/día) fue mayor ($P < 0.01$) para los que consumieron Topaz e ISIAP-Dorado (6.2) comparados con los otros dos tratamientos SPV-475 (5.1) y M-90362 (4.1). El nitrógeno fecal se encontró diferencia ($P < 0.10$) para los tratamientos Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 siendo los valores de 2.5, 2.7, 1.9, 1.7, respectivamente. Observándose que el valor más alto fue el del ISIAP-Dorado y el menor fue el M-90362. El nitrógeno urinario no existió diferencia ($P > 0.05$) obteniendo los siguientes valores: 3.2, 4.1, 2.6 y 2.8 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 respectivamente. El balance de nitrógeno se manifestó positivo para el Topaz (0.8) y el SPV-475 (0.6) y negativo para el ISIAP-Dorado (-0.6) y M-90362 (-0.5).

En el balance de nitrógeno para la segunda prueba, los caprinos que consumieron los forrajes testigos fueron los que consumieron más nitrógeno pero excretaron más nitrógeno por vía fecal y urinaria, sin embargo, en el balance fue positivo para los que consumieron SPV-475 y Topaz (Cuadro 5).

Gihad (1976) encontró también valores negativos en el balance de nitrógeno cuando chivos y borregos consumieron solamente forraje de zacate tropical.

CUADRO 5. Balance de nitrógeno de caprinos consumiendo diferentes variedades de forrajes de sorgo, tanto de primer establecimiento como de segundo corte.

CONCEPTO	F O R R A J E S				
	Topaz	ISIAP-Dorado	SPV-475	M-90362	EE ¹
Primer establecimiento					
Consumo de Nitrógeno g/día	7.1 a	5.1 bc	4.5 c	5.7 b	.3
Nitrógeno fecal g/día	7.6	6.8	7.5	4.9	.5
Nitrógeno urinario g/día	4.8	3.2	4.8	3.6	.5
Balance de Nitrógeno g/día	-5.3 b	-4.9 ab	-7.7 c	-2.7 a	.6
Segundo corte					
Consumo de Nitrógeno g/día	6.2 d	6.2 d	5.1 de	4.1 e	.3
Nitrógeno fecal g/día	2.5 gh	2.7 q	1.9 hl	1.7 l	.2
Nitrógeno urinario g/día	3.2	4.1	2.6	2.8	.3
Balance de Nitrógeno g/día	0.5	-0.6	.6	-0.5	.3

EE¹ = Error estándar, ver significancias en los cuatros 3 y 6 del Apéndice.
 abc = Subíndice con letras diferentes en las hileras no son iguales (P < .05)
 def = Subíndice con letras diferentes en las hileras no son iguales (P < .01)
 ghi = Subíndice con letras diferentes en las hileras no son iguales (P < .10)

Consumo de nutrientes por los caprinos.

En la primera y segunda prueba de digestibilidad se registraron el consumo promedio g/día y g/kg PV/d de los nutrientes de contenidos en los forrajes de los sorgos. El peso inicial de los animales en estudio también fue registrado en el cuadro 6, se reporta el consumo promedio de materia seca g/día de materia seca; para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 correspondieron los valores de 755.5, 819.6, 826.1 y 718.7 respectivamente. Así mismo se reporta el consumo promedio del consumo en g/kg PV/d de la materia seca para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 siendo los valores de 108.3, 125.6, 120.2 y 90.1 (g/kg PV/d) respectivamente. Para la materia orgánica se obtuvo para el topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los resultados siguientes; 666.8, 742.6, 752.2 y 685.2, respectivamente y el consumo promedio en g/kg PV/día para el Topaz. ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 fue de 95.6, 113.8, 109.4 y 85.9 (g/kg PV/d), respectivamente.

Los consumos promedio de la proteína cruda (g/día) fue de 44.1, 31.9, 28.3 y 36.0 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente y los consumos promedios (g/kg PV/día) fueron 6.33, 4.89, 4.12 y 4.51 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente. La fibra detergente neutro para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 se comportó en la forma siguiente: 550.32, 634.89, 626.85 y 562.76 en (g/día), respectivamente. Para la fibra detergente ácido se encontraron los siguientes resultados, 294.43, 378.92,

445.03 y 365.36 g/día para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente (g/kg PV/día) los siguientes valores 42.2, 58.1, 64.7 y 45.8 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente. Para la lignina se comportó el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 en el orden siguiente: 54.93, 58.36, 50.31 y 57.01 g/día y los valores siguientes: 7.87, 8.94, 7.32 y 7.15 (g/kg PV/día), respectivamente.

Los resultados obtenidos en la segunda prueba, se describen a continuación: el consumo de los nutrientes del forraje de sorgo, así como su peso promedio de los animales en el estudio. El consumo promedio de materia seca g/día para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los valores siguientes: 629.33, 493.51, 488.52 y 347.42, respectivamente. Los resultados siguientes corresponden a g/kg PV/día 52.69, 46.70, 52.90 y 34.4, respectivamente. Para la materia orgánica se obtuvo para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 los valores siguientes: 421.64, 443.56, 438.49 y 308.09 en g/día, respectivamente y para el consumo promedio en g/kg PV/día, fueron 46.33, 41.98, 47.50 y 30.50, respectivamente.

Los consumos promedio de la proteína cruda en g/día fue 37.02, 38.69, 32.12 y 25.57 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente y para el consumo en g/kg PV/día fue de 4.07, 3.66, 3.47 y 2.53, respectivamente para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362. La fibra detergente neutro para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362 se comportó de la

siguiente forma: 362.46, 355.03, 346.56 y 250.56 g/día y los consumos en g/kg PV/día fue 39.83, 33.60, 37.55 y 24.81, respectivamente. Para la fibra detergente ácido se obtuvo los siguientes resultados 207.87, 216.60, 177.14 y 132.05 g/día y los valores 22.84, 20.50, 19.18 y 13.07 g/kg PV/día, respectivamente. Para la lignina ácido detergente, correspondieron los siguientes resultados: 34.52, 35.04, 38.64 y 28.42 g/día y los g/kg PV/día fueron 3.79, 3.32, 4.18 y 2.81 para el Topaz, ISIAP-Dorado, SPV-475 y M-90362, respectivamente.

Como se pudo observar en el cuadro 6, el consumo g/kg PV/día por los caprinos consumiendo forraje de sorgo del primer establecimiento fue mayor por los caprinos que consumieron Topaz e ISIAP-Dorado en su contenido de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro y lignina. El consumo de fibra detergente ácido fue mayor para los caprinos que consumieron los sorgos SPV-475 y M-90362.

En el segundo corte se comportaron superiores los caprinos que consumieron forraje de sorgo Topaz e ISIAP-Dorado en su contenido de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido. Más no en la lignina ácido detergente.

CUADRO 6. Peso promedio de los caprinos (kg) y los promedios de consumo de los nutrientes de los forrajes (MS), (MO), (PC), (FDN), (FDA), (LAD) g/día y g/kg PV/día por los caprinos que consumieron forraje de sorgo en las dos pruebas de digestibilidad.

CONCEPTO	FORRAJES			
	Topaz	ISIAP-Dorado	SPV-475	M-90362
Primer establecimiento				
Peso promedio	27.9	26.1	27.5	31.9
Consumo de materia seca g/d	755.5	819.6	826.1	718.7
Consumo g/kg PV/d	108.3	125.6	120.2	90.2
Consumo de materia orgánica g/d	666.8	742.6	752.2	685.2
Consumo g/kg PV/d	95.6	113.8	109.4	85.9
Consumo de proteína cruda g/d	44.1	31.9	28.3	36.0
Consumo g/kg PV/d	6.3	4.9	4.1	4.5
Consumo de fibra detergente neutro g/d	550.3	634.9	626.9	526.8
Consumo g/kg PV/d	78.9	97.3	91.0	70.6
Consumo de fibra detergente ácido g/d	294.4	378.9	445.0	365.4
Consumo g/kg PV/d	42.2	58.0	64.7	45.8
Consumo de lignina ácido detergente g/d	54.9	58.4	50.3	57.0
Consumo g/kg PV/d	7.9	8.9	7.3	7.2

CUADRO 6. Continuación

CONCEPTO	FORRAJES			
	Topaz	ISIAP- Dorado	SPV-475	M-90362
Segundo corte				
Peso promedio	27.3	31.7	27.7	30.3
Consumo de materia seca g/d	626.3	493.5	488.5	347.4
Consumo g/kg PV/d	52.7	46.7	52.9	34.4
Consumo de materia orgánica				
g/d	421.6	443.6	438.5	308.1
Consumo g/kg PV/d	46.3	42.0	47.5	30.5
Consumo de proteína cruda				
g/d	37.0	38.7	32.1	25.6
Consumo g/kg PV/d	4.1	3.7	3.5	2.5
Consumo de fibra detergente				
neutro g/d	362.5	355.0	346.8	250.6
Consumo g/kg PV/d	39.8	33.6	37.6	24.8
Consumo de fibra detergente				
ácido g/d	207.9	216.6	177.1	132.1
Consumo g/kg PV/d	22.8	20.5	19.2	13.1
Consumo de lignina ácido				
detergente g/d	34.5	35.1	38.6	28.4
Consumo g/kg PV/d	3.8	3.3	4.2	2.8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los valores de digestibilidad in vivo encontrados para los diferentes tratamientos son casi similares a los determinados por la técnica de la digestibilidad in vitro. Actualmente, no se encontraron datos de digestibilidad para ninguno de estos forrajes. Por lo que la comparación es pertinente solo en los valores de digestibilidad in vivo.

2. La digestibilidad in vivo e in vitro fue mayor para la segunda prueba (segundo corte). Esto al parecer fue debido a la fertilización con nitrógeno (urea) por ende mayor contenido de proteína cruda.

3. El balance de nitrógeno fue negativo, pero en la segunda prueba fue menor y en los sorgos Topaz y SPV-475 fue positivo.

4. En las dos pruebas de digestibilidad in vivo e in vitro de los nutrientes, tanto del primer corte como el segundo corte, no existió diferencia significativa entre los tratamientos; testigo Topaz e ISIAP-Dorado y los experimentales (introducidos) SPV-475 y M90362.

5. Podemos recomendar el cultivo de los sorgos introducidos de la India, dado que los resultados son iguales en su digestibilidad de los nutrientes a los sembrados tradicionalmente en la -

región ya que producen más del 45% de forraje y un 31% de grano..

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Unidad Metabólica de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. con el objetivo de determinar el grado de aprovechamiento de los nutrientes del forraje del sorgo para grano y de doble propósito consumido por los caprinos, así como también determinar el balance de nitrógeno de los animales consumiendo los mismos forrajes.

El estudio se dividió en dos pruebas de digestibilidad considerando en cada una de ellas las determinaciones in vivo e in vitro, así como los análisis de PC, MS, MO, FDN, FDA, LDA para todas las muestras de alimentos y heces fecales que se utilizaron en el estudio, fueron como testigos el Topaz e ISIAP-Dorado y los experimentales (introducidos) SPV-475 y M-90362.

En la primera prueba se utilizó forraje de sorgo de primer establecimiento usando 16 chivos castrados con un peso promedio de 28.3 kg a los cuales se les colocó en jaulas metabólicas, con el propósito de recolectar heces fecales y orina por separado; se encontró en la digestibilidad in vivo que la digestibilidad aparente de la materia seca no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos. La digestibilidad aparente de la materia orgánica también fue igual ($P > 0.05$) entre los tratamientos similarmente se comportó la digestibilidad aparente de la fibra detergente neutro no fue diferente ($P > 0.05$). La

digestibilidad in vitro de la materia seca no fue diferente ($P > 0.05$) y la digestibilidad de la materia orgánica tampoco fue diferente ($P > 0.05$).

El balance de nitrógeno de los chivos, el consumo (g/día) fue mayor ($P < 0.05$) para los chivos consumiendo Topaz comparado con el resto de los tratamientos; sin embargo, el ISIAP-Dorado y el M-90362 fueron iguales ($P > 0.05$) pero mayores que el SPV-475 a ($P < 0.05$). El nitrógeno fecal (g/día) no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos. El nitrógeno urinario se comportó de manera similar que el nitrógeno fecal. Finalmente el balance de nitrógeno fue negativo, la segunda prueba se utilizó los mismos cultivares pero en esta ocasión los forrajes de sorgo fueron de segundo corte (soca) y 12 chivos de los 16 iniciales. La metodología de esta prueba fue exactamente igual a la primera en lo referente a la conducción de las pruebas de digestibilidad y los análisis realizados a las muestras de alimento, heces fecales y orina. Los resultados de esta segunda prueba para la digestibilidad in vivo no existió diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) para la materia seca, la materia orgánica se comportó igual, no hubo diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$), la fibra detergente neutro no existió diferencia ($P > 0.05$) para los tratamientos. La PC se comportó de la misma manera, sin diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$).

La digestibilidad in vitro para la materia seca como la materia orgánica no existió diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$).

El balance de nitrógeno se comportó de la forma siguiente para el consumo de nitrógeno (g/día) fue mayor ($P < 0.01$) para los que consumieron Topaz e ISIAP-Dorado comparado con los otros tratamientos. El nitrógeno fecal se encontró diferencia ($P < 0.10$) para los tratamientos siendo el de mayor excreción el ISIAP-Dorado y el menor el M-90362. El nitrógeno urinario no existió diferencia ($P > 0.05$).

El balance de nitrógeno se manifestó positivo para el Topaz y el SPV-475 y negativo para el ISIAP-Dorado y el M-90362.

En las dos pruebas de digestibilidad de los nutrientes no existió diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se puede utilizar los sorgos introducidos de la India, SPV-475 y M-90362 ya que estos producen más de un 45% de forraje y un 31% de grano y se puede mejorar el balance de nitrógeno aplicando una fertilización nitrogenada.

LITERATURA CITADA

- Abrams, J.T. 1965. Nutrición animal y dietética veterinaria. -
Acribia. Zaragoza, España. pp. 364-367.
- Abriza, M.S. 1986. Alimentos para cabras. En: Arbiza, S.I. - -
(ed). Producción de Caprinos. Primera Edición A.G.T. - -
Editor, S.A. México. pp. 341-399.
- AOAC, 1980. Official methods of analysis (13 th ed.) Associa-
tion on official analitical chemist. Washington, D.C. -
U.S.A.
- Arnat, P.L., C.R. Richardson y R.C. Albin. 1979. Mineral ba- -
lance and digestibility in lambs consuming NaOH-Trated
gintrash. Beef Res. Report. Texas Tech. Univ.
- Burns, J.C. D. Smith. 1980. Nonstructural carbohydrate residue,
neutral detergent fiber, in vitro dry matter disappearan
of forage. Agronomy J. 72(2):276-281.
- Cajal, M.C. 1986. Esquilmos agrícolas. En: Shimada, A.S., Rodrí-
guez, F. Cuarón, J.A. (ed). Engorda de ganado bovino en
corrales. Consultores en Producción Animal, S.C. México.
pp. 93-99.
- Church, D.C. y W.G. Pond. 1987. Fundamentos de Nutrición y Ali-
mentación del Animal. (1er. Edición) Limusa, México pp.
274-307.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina.
(2da. Edición). La Prensa Médica Mexicana, S.A. p. 475.
- Devendra, C. 1978. The digestive efficiency of goats. World Rev.
Anim. Prod. 14:9. FAO.
- Devendra, C. 1982. The utilization of fiber by goats. En: Pro-
ceeding of the third international conference on goat
production and diasease (Hosted by the College of Agricul-
ture, The University of Arizona). Tucson, Arizona. U.S.A.

Flores, M.J.A. 1980. Bromatología Animal. (2da. Edición). Limusa, México. pp. 323, 324-327.

Gihad, E.A. 1976. Intake, digestibility and nitrogen utilization of tropical natural grass hay by goats and sheep. J. Anim. Sci. 43(4):879-883.

Georing, H.K. y P.S. Van Soest. 1970. Fiber and analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications) US. Dep. Agric. Res. Serv. Handbook, No. 379. U.S.A.

Gorz, H.J., J.K. Rutto, W.N. Ross y F.A. Haskins. 1979. Preliminary evaluation of grain sorghum hybrids and lines for residue yield and quality. Sorghum Newsletter. 22:100-101.

Hogan, J.P., R.H. Weston y J.R. Linclsay. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. IV. The digestion of Phalaris tuberosa at different stages of maturity. Aust. J. Agric. Res. 20:925.

Huston, J.E. 1978. Forage utilization and nutrient requirements of the goat. J. Dairy Sci. 61(7):988.

Huston, J.E., B.S. Engdahl y K.W. Bales. 1988. Intake and digestibility in sheep and goats fed three forages with different levels of supplemental protein. Small Ruminant Research. 1(1):81-92.

ICRISAT. 1985. Research highlights. International Crops Research for the semi-arid tropics.

Johnson, W.L., D. Pezo, F. Uillena, R. González y R. Zeppelin. 1974. Efecto del estado de madurez entre el valor nutritivo del sorgo forrajero (Sordan 67" en verano e invierno. Asociación Latinamericana de Producción Animal. Memoria. Guadalajara, Jal. México. Junio 26-30, 1973. Vol. 9. p. 132.

Juscafresa, B. 1974. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. Aedos. Barcelona, España. pp. 14-16.

- Louca, A., T. Antoniou y M. Hatzipanayiotou. 1982. Comparative digestibility of feedstuffs by various ruminants, specifically goats. En: Proceeding of the Third International Conference on Goat Production and Disease (Hosted by the College of Agriculture, The University of Arizona). Tucson, Arizona. U.S.A. pp. 122-132.
- McDonald, P., R.A. Edwards y J.F.D. Greenhalgh. 1981. Animal Nutrition (Third Edition) Longman. London and New York. p. 476.
- Mckell, M.C. 1973. Investigación en materia de pastizales en los próximos veinte años. En: González, H.M. y Campbells, R. (Eds). Rendimiento de los pastizales. Pax-México. p. 62.
- Moore, J.E. 1981. La calidad del forraje y el comportamiento animal; la interrelación planta-animal. En: Memoria del Seminario sobre Producción y Utilización de Forrajes Tropicales. Centro de Gandería. Colegio de Post-Graduados. Chapingo, México.
- Mott, G.D. 1966. Evaluación de la producción de forrajes. En: Hughes, H.D., M.E. Heat y D.S. Metcalfe. (ed). Forrajes. Compañía Editorial Continental. México. p. 131.
- Mott, G.D. y J.E. Moore. 1985. The science of grassland agriculture. En: Heat, M.E., R.F. Barnes y D.S. Metcalfe (Eds). Forages (4ta. Etición). Iowa State University. U.S.A. pp. 4220429.
- Mulholland, J.G. y J.B. Coombe. 1980. A comparison of the forage value for sheep of buckwheat and sorghum stubbles grown on the southern tablelands of New South Wales. Herbage Abstracts 50(6):239.
- Orcasberro, R., S. Fernández. 1982. Los forrajes en la alimentación de los ovinos. Depto. de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 96.
- Ortegón, P.J. 1976. Conferencia en semillas de plantas forrajeras, algunas experiencias en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Aguascalientes, Ags. pp. 1-8.

- Owen, F.G. y W.J. Molina. 1975. El sorgo para forraje. En: Wall, J.S. y W.M. Ross. (Eds). Producción y usos del sorgo. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 224-226.
- Owen, F.G. y J.W. Kuhlman. 1967. Effect of stage of maturity on the digestibility of sorghum silage. J. Sairy Sci. 50:527-530.
- Owen, E. y J.E.M. Ndosá. 1982. Goat versus sheep: Roughage utilization capacity. En: Proceeding of the Third International Conference on Goat. Production and Disease. Tucson, Arizona. U.S.A. p. 362.
- Quinby, J.R. y R.E. Karper. 1966. Los sorgos para forraje. En: Hughes, H.D., M.E. Heat y D.S. Metcalfe (Eds). Forrajes. C.E.C.S.A. México. pp. 383-387.
- Ramírez, R.G., H.E. Kiesling, M.L. Galyean, G.P. Loggreen y J.K. Elliot. 1985. Influence of steam-flaked, steamed-whole or whole-shelled corn on performance and digestion in beef steers. J. Anim. Sci. 61:1.
- Raymond, F., G. Shepperson y R. Weltham. 1977. Forraje, conservación y alimento. G.E.A. Barcelona, España. pp. 47-53.
- Robles, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes (2da. Edición). Limusa. México. p. 141.
- Salinas, C.S. 1981. Evaluación de métodos de muestreo para estimar densidad de arbustos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. México.
- Sharma, V.V., P.C. Murdia y N.K. Rajaura. 1982. Comparative utilization of roughage by ruminant species. En: Proceedings of the Third International Conference on Goat Production and Disease. (Hosted by the College on Agriculture, The University of Arizona). Tucson, Arizona. U.S.A.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics (2da. Ed). McGraw-Hill Book. New York. U.S.A.

- Swift, R.W. y E.F. Sullivan. 1966. Composición y valor nutritivo de los forrajes. En: Huges, H.D. (ed). Forrajes. C.E.C.S.A. México. pp. 59-69.
- Tilley, J.M. y R.A. Terrey, 1963. A. Two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104.
- Ulyatt, M.J. 1981. The feeding value of temperate pastures. en: Morley, F.H.W. (ed). Grazing animals. Elsevier Scientific Publishing Company. U.S.A. pp. 125-141.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the ruminants. O and B, Books Inc. Corvallis. Oregon, U.S.A.
- Ward, J.K., Perry, L.J. Jr., Smith, D.H. y Schmitz, J.T. 1979. Forage composition and utilization of grain sorghum residue by beef cows. J. Anim. Sci. 48(4):919-924.
- Wayne, W.H., Warren, G. y T. Powel. 1981. IVDMD, Total Sugars, and Lignin Measurements on normal and brown midrid (bmr) Sorghum at various stages of development. Agronomy J. 73(6):1050.
- Weston, R.H. y J.P. Hogan. 1973. Nutrition of herbage-fed ruminants. En: Alexander, G. y O.S. Williams (Eds). The pastoral Industries of Australia. Practice and technology of sheep and cattle production. Sidney University Press. Australia. pp. 233-268.
- Wilkinson, J.M. y J.C. Tayler. 1974. Producción de vacuno de carne en praderas. Acribia. Zaragoza, España. pp. 10-34.
- Williams, A.H. 1981. Dos nuevos sorgos híbridos de grano para el norte de Tamaulipas. INIA. RB-3030 e INIA RB-3006. Campo Agrícola Experimental Río Bravo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. Folleto Técnico No. 2.

A P E N D I C E

TABLA 1. Tabla de análisis de varianza de la digestibilidad in vivo de la primera prueba. (P < 0.05).

F.V.	G.L.	Digestibilidad materia seca C.M.	Digestibilidad materia orgánica C.M.	Digestibilidad fibra detergen- te neutro C.M.
Tratamientos	3	39.57 N.S.	16.77 N.S.	19.14 N.S.
Error	12	42.82	36.99	56.26
Total	15			

N.S. = No significativo.

TABLA 2. Tabla de análisis de varianza de la digestibilidad in vitro de la primera prueba. (P < 0.05).

F.V.	G.L.	Digestibilidad materia seca C.M.	Digestibilidad materia orgánica C.M.
Tratamientos	3	22.80 N.S.	31.58 N.S.
Error	8	8.06	10.42
Total	11		

N.S. = No significativo.

TABLA 3. Tabla de análisis de varianza del balance de nitrógeno de la primera prueba.
($P < 0.05$).

F.V.	G.L.	Consumo de nitrógeno C.M.	Nitrógeno fecal C.M.	Nitrógeno urinario C.M.	Balance de nitrógeno C.M.
Tratamientos	3	4754859.31 **	6428275.06 N.S.	2617739.29 N.S.	16780100.99 **
Error	12	287529.81	2660720.83	3749271.44	2307075.99
Total	15				

** = ($P < 0.01$).
N.S.= No significativo.

TABLA 4. Tabla de análisis de varianza de la digestibilidad in vivo de la segunda prueba. ($P < 0.05$).

F.V.	G.L.	Digestibilidad materia seca C.M.	Digest. mate ria orgánica C.M.	Digest.fibra detergente neutro C.M.	Digest. pro teína cruda C.M.
Tratamientos	3	33.34 N.S.	18.93 N.S.	18.93 N.S.	24.38 N.S.
Error	8	39.62	34.65	42.85	38.98
Total	11				

N.S. = No significativo.

TABLA 5. Tabla de análisis de varianza de la digestibilidad in vitro de la segunda prueba. (P < 0.05).

F.V.	G.L.	Digestibilidad materia seca C.M.	Digestibilidad materia orgánica C.M.
Tratamientos	3	23.86 N.S.	41.42 N.S.
Error	8	47.78	48.90
Total	11		

N.S. = No significativo.

TABLA 6. Tabla de análisis de varianza del balance de nitrógeno de la segunda prueba. (P < 0.05).

F.V.	G.L.	Consumo de nitrógeno C.M.	Nitrógeno fecal C.M.	Nitrógeno urinario C.M.	Balance de nitrógeno C.M.
Tratamientos	3	3030523.04 **	674524.76 N.S.	1292932.38 N.S.	1239159.14 N.S.
Error	8	298461.89	218513.98	1178420.86	1496918.27
Total	11				

** = (P < 0.01)

N.S. = No significativo.

