

Comparación Bajo Pastoreo de Dos Sorgos
Forrajeros (Sorghum bicolor x S. sudanense)
en la Producción de Forraje y Carne

P O R

Guillermo Alberto Miranda García

TESIS

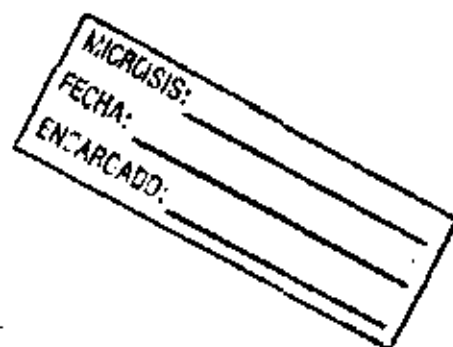
PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO



El Zamorano, Honduras
Abril, 1990



BIBLIOTECA WILSON FOPENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 92
TEGUCIGALPA, HONDURAS

DEDICATORIA

Acto que dedico a DIOS TODOPODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA por haberme auxiliado siempre, y por haberme mostrado el camino.

A La Memoria de mi Padre, Washington Miranda P. (Clase '63), porque a pesar de su temprana partida siempre ha estado conmigo.

A mi Madre con todo amor. Aunque sería vano intentar pagarte todo lo que te debo; Mamá, toma este logro como una pequeña amortización a tus desvelos.

A mi abuela Julita, por sus oraciones y su cariño. y a mi abuelo, Dr. Guillermo García B. (Q.E.P.D) con mucho respeto y admiración.

A mis hermanos y primos, especialmente a mi colega Juan Luis Daccarett (Abdul '88) por ser mi mejor alero.

A mis tíos por sus consejos y por haber confiado en mí.

A mi Alma Mater por haberme dado tanto durante estos cuatro años de formación.

Al Departamento de Olanchó y a su gente, por brindarme su calor y por el orgullo de ser Olanchano.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a mis asesores: Al Dr. Raúl Santillán por sus valiosas enseñanzas, ayuda y paciencia para la realización de mi trabajo, al Padrino, Lic. Ricardo Dysli G., por su amistad y sus sabios consejos, al Ing. Randoifo Cruz, por el apoyo logístico y la amistad que me brindó.

Al Dr. Leonardo Corral por su invaluable ayuda en los análisis estadísticos.

Al Dr. Dan Meckenstock por su cooperación y por la literatura que me facilitó.

A mis compañeros, especialmente a los Ings.: José Luis Gallardo, Jimmy Zúñiga, Lenin Obaldía, José Espinoza, Carlos Barragán y Pedro Garza, por haber compartido los buenos y malos momentos.

A los sres. José Benavides y José Colindres por su valiosa ayuda en las actividades de campo.

INDICE GENERAL

Página

I.	INTRODUCCION.....	1
	A. Objetivos.....	3
II.	REVISION DE LITERATURA.....	4
	A. Producción Animal y los Forrajes Tropicales.....	4
	B. Antecedentes del Sorgo.....	6
	B.1 Descripción General.....	6
	B.2 Origen.....	7
	B.3 Importancia y Usos.....	7
	B.4 Adaptación.....	9
	B.5 Producción de Forraje y Calidad Nutricional.....	10
	B.6 Producción Animal.....	13
	B.7 Contenido de Durrina.....	15
	B.8 Respuesta a Fertilización y Enmiendas.....	15
	B.9 Enfermedades.....	16
	B.9.1 Cenicilla o Mildiú Polvoso del Sorgo.....	16
	B.9.2 Tizón Foliar.....	18
III.	MATERIALES Y METODOS.....	20
	A. Lugar y Descripción.....	20
	B. Características del Area Experimental.....	21
	C. Especies Forrajeras Estudiadas.....	21
	D. Potreros.....	21
	E. Prácticas Culturales y Manejo.....	22
	E.1. Preparación del Terreno.....	22
	E.2. Siembra.....	22
	E.3. Desarrollo del Cultivo.....	22
	E.4. Fertilización.....	23
	E.5. Pastoreo.....	23
	F. Muestreo y Toma de Datos.....	24
	F.1. Producción de Forraje Disponible.....	24
	F.2. Forraje Residual.....	25
	F.3. Forraje Consumido.....	25
	F.4. Muestreo.....	25
	F.5. Pesaje de los animales.....	25
	G. Animales.....	26
	G.1. Carga Animal.....	26
	G.2. Suplementación.....	26
	H. Análisis de Laboratorio.....	27
	I. Análisis Estadísticos.....	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
	A. Parámetros evaluados en los forrajes.....	29
	A.1. Forraje Producido.....	29

A.1.	Forraje Disponible.....	31
A.2	Forraje Residual.....	32
A.3	Calidad.....	33
A.3.1	Digestibilidad y Proteína del F.D.	34
B.	Rendimiento Animal.....	35
B.1	Capacidad de Carga.....	35
B.2	Ganancia de peso.....	35
B.2.1	Ganancia Diaria Promedio.....	35
B.2.2	Ganancia de Peso vivo por Hectárea.....	37
V.	CONCLUSIONES.....	39
VI.	RECOMENDACIONES.....	40
VII.	RESUMEN.....	41
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	43
IX.	ANEXOS.....	48

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Precipitación mensual y temperatura máxima y mínima para 1989 en El Zamorano.....	20
Cuadro 2. Datos relacionados con los potreros.....	22
Cuadro 3. Esquema del pastoreo Rotacional.....	24
Cuadro 4. Análisis de varianza utilizado para los datos de muestreo y de laboratorio de los sorgos.....	28
Cuadro 5. Promedios de forraje producido por los sorgos híbridos y el pasto estrella.....	29
Cuadro 6. Forraje Disponible por ciclo de pastoreo para los sorgos forrajeros.....	31
Cuadro 7. Forraje residual por ciclo de pastoreo para los sorgos forrajeros	32
Cuadro 8. Promedios totales de Proteína y Digestibilidad de la materia orgánica del forraje disponible.....	34
Cuadro 9. Promedios de carga animal soportados por los sorgos forrajeros.....	35
Cuadro 10. Promedios de ganancia por animal y por día en los sorgos forrajeros	36
Cuadro 11. Producción de peso vivo por hectárea y por ciclo.....	37

INDICE DE CUADROS ANEXOS

Página

Cuadro 12. Rendimiento de sorgos forrajeros dos cortes y total en El Zamorano, 1986.....	49
Cuadro 13. Sorgo Forrajero ATx623*Tx2784 "Ganadero". Datos de muestreo de Forraje Disponible y Residual.....	50
Cuadro 14. Sorgo forrajero SS-41. Datos de muestreo del Forraje Disponible y Residual.....	50
Cuadro 15. Sorgo Forrajero ATx623*Tx2784 "Ganadero" Resultados de Proteína y Digestibilidad del Forraje Disponible.....	51
Cuadro 16. Sorgo forrajero SS-41. Resultados de Proteína y Digestibilidad del F.D.	51
Cuadro 17. Prueba estadística t para producción de Forraje.....	52
Cuadro 18. Análisis de Varianza para la variable forraje Disponible. Sorgos Forrajeros.....	52
Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable Forraje Residual. Sorgos Forrajeros.....	53
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable Digestibilidad del forraje Disponible Sorgos forrjeros.....	53
Cuadro 21. Análisis de Varianza para la variable Proteína Cruda del Forraje Disponible Sorgos Forrajeros.....	54
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable Ganancia de peso diaria. Sorgos forrajeros....	54
Cuadro 23. Prueba estadística t para Producción de peso vivo por hectárea. Sorgos forrajeros.....	55

I. INTRODUCCION

En una explotación pecuaria, la producción y utilización de alimentos constituyen el mayor porcentaje de los costos de producción. Su propósito es obtener el mayor incremento de peso en los animales al menor costo posible. La fuente más barata de nutrientes para el ganado son los forrajes, pero en condiciones tropicales su productividad es baja. Esto se debe principalmente a deficiencias nutricionales, fluctuaciones en la precipitación y al pobre contenido de nutrientes de la mayoría de los suelos del trópico. Estos factores son causa de grandes fluctuaciones en la cantidad y calidad del forraje disponible de la mayoría de las especies utilizadas para la alimentación animal en nuestros países.

El sistema de engorda de ganado que predomina en Honduras es la explotación extensiva en la cual predominan especies de pastos perennes, cuyo valor nutricional decrece mucho en la época seca, debido a los factores mencionados anteriormente y a las deficientes prácticas de manejo, consecuentemente se obtienen bajos rendimientos por unidad de área.

El pastoreo de ganado en praderas temporales con sorgo forrajero es una práctica de uso reciente, con la cual se han obtenido resultados prometedores, similares a los logrados con pasturas permanentes.

Con el presente experimento se pretende comparar la productividad de dos sorgos forrajeros bajo las mismas condiciones de manejo que permitan aplicarse de alguna manera a las usadas por la mayoría de los ganaderos.

Una de las ventajas de la utilización de sorgos forrajeros para la engorda de ganado es su corto periodo de establecimiento; es posible obtener forraje de calidad en mucho menos tiempo, que el requerido para establecer una pastura permanente.

Debido al potencial productivo, capacidad de recuperación y resistencia a sequía de las cruces de sorgo granítero (*Sorghum bicolor*) x pasto Sudán (*Sorghum sudanense*), existe cada vez mayor interés en desarrollar y liberar nuevos híbridos con mejores características forrajeras.

A. Objetivos

1) Determinar la producción de forraje de dos sorgos forrajeros híbridos (Sorghum bicolor x Sorghum sudanense) bajo condiciones de pastoreo rotacional.

2) Determinar la productividad animal en términos de ganancia de peso vivo por animal y por hectárea utilizando novillas del hato de Ganado de Carne de La E.A.P.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Producción Animal y Los Forrajes Tropicales.

El término "forraje" incluye alimentos que están en un rango desde pajas y rastrojos, con una digestibilidad de la materia orgánica menor de 40%, hasta pastos tiernos y leguminosas que pueden ser más de 80% digestibles. El contenido de proteína y minerales de los forrajes puede variar ampliamente, en contraste con la composición más constante que poseen los granos de cereales y oleaginosas; por otro lado la cantidad de forraje suministrado a los animales es poco controlada, en tanto que los granos y semillas de oleaginosas son generalmente racionados. De manera que los factores que determinan cuanto consumirán los animales de un forraje, juegan un papel esencial en la determinación de su valor nutritivo (Raymond, 1968).

Debido a la baja eficiencia de conversión de los rumiantes, debe disponerse de abundantes cantidades de forrajes de bajo costo, para que la producción animal sea rentable. Para cada ambiente determinado debería emplearse el mejor sistema de forrajes adaptados con altos rendimientos, alta disponibilidad para pastoreo y alta calidad (Blaser y col., 1974).

La calidad de los forrajes varía no sólo entre géneros, especies y cultivares, sino también entre plantas, estado de madurez y condiciones locales y estacionales. La calidad de la pastura puede definirse en términos del nivel sostenido de producción animal y es afectada por la fertilidad del suelo, manejo animal y las especies de plantas (Stobbs, 1973; citado por Norton, 1982).

Para resolver los problemas que se presentan en cuanto a producción de forrajes, el ganadero del trópico ha tenido en cuenta fundamentalmente al animal, al mercado del producto pecuario y a los factores de manejo de animales que son controlables por el hombre, sin embargo, no siempre se toma en cuenta la interrelación del animal con el alimento, salvo en épocas críticas que la producción animal disminuye. Para la explotación de la ganadería bajo condiciones de pastoreo en el trópico se ha hecho frente a las limitaciones del medio con algunas prácticas, entre las cuales están: la producción de carne sólo en la época más productiva de la pradera, siembra de praderas con especies mejoradas, establecimiento de praderas temporales de sorgo y maíz para épocas críticas, y la producción de heno y ensilaje (S.A.R.H., 1985).

Entre las ventajas de ciertos cultivos forrajeros, están, el alto índice de crecimiento, altos rendimientos, buena calidad, eficiencia en el uso de agua y la mantención del valor nutritivo por más tiempo (Wheeler, 1981).

B. Antecedentes del Sorgo

B.1. Descripción general

El sorgo es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones. Es una planta sexual, monoica, hermafrodita, incompleta, perfecta. Sus raíces son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas ramificaciones laterales. Los tallos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden crecer a una altura de 0.6 a 3.5 m estando divididos longitudinalmente en entrenudos cuyas uniones las forman los nudos y de los cuales emergen las hojas. Cada nudo está provisto de una yema lateral. Las hojas aparecen alternas sobre el tallo y las vainas foliares son largas. Todas las variedades varían en el tamaño de sus hojas, pero generalmente son algo más pequeñas que las del maíz. La inflorescencia es una panícula, la cual es abierta en los sorgos forrajeros. (Aguilera y Robles, 1983)

Dentro del género Sorghum, algunas especies perennes, como el S. alnum, son usadas para forraje; pero son más comunmente usados las especies anuales como S. sudanense (Piper) Stapf. y los híbridos productivos S. sudanense x S. bicolor. Se han registrado datos de estos últimos, sin embargo, hasta ahora no se han establecido diferencias de significancia real para los finqueros, en pastoreo, en cuanto

a comportamiento animal, producción de materia seca, bajos niveles de HCN y resistencia a enfermedades (Wheeler, 1981).

B.2. Origen.

Los sorgos en su mayoría son nativos de África tropical. El cultivo de sorgo en los Estados Unidos comenzó con la introducción de una variedad china, el sorgo "ámbar chino", desde Francia alrededor de 1855. Al principio se prestó más atención al cultivo de los sorgos como un recurso de azúcar y jarabe, sin embargo, el establecimiento de praderas en el oeste semi-árido de los Estados Unidos, creó una demanda de cultivos forrajeros resistentes a la sequía, y ahora el 90% del área de sorgos dulces es cultivada para forraje (Martin and Stephens, 1955).

B.3. Importancia y usos

En Honduras, el sorgo es un cultivo importante para la producción de forraje. Reportes agrícolas antiguos a menudo mencionan la importancia del sorgo como pastura más que su utilización para grano (Urrutia, 1911; citado por Meckenstock y col., 1988).

Los sorgos forrajeros han dado y están dando en todos los suelos notables producciones sea cual sea la especie que se cultive; no obstante, las especies tradicionales están siendo desplazadas por los sorgos híbridos forrajeros, por ser éstos más productivos, más resistentes a la sequía y por

ofrecer un forraje de mayor calidad (Juscafresa, 1974).

Desde mediados de los años cincuenta, los fitomejoradores han creado muchos híbridos de sorgo que están adaptados a ambientes y usos específicos. El término "híbridos de sorgo y pasto sudán" ha sido usado para describir éstos, y a veces ha dado lugar a confusión. Generalmente, para el cruzamiento, el progenitor masculino que se usa es un pasto sudán fértil y el femenino puede ser otro sudán o un sorgo granífero; pueden hacerse cruces involucrando tres o más padres. Frecuentemente se encuentran en el comercio mezclas de tipo alto, medio y/o bajo (Fribourg, 1985).

Peters (1964; citado por Muñoz y col., 1987) menciona que los híbridos entre el sorgo granífero y pasto sudán ofrecen una excelente alternativa para el agricultor como pasto de corte verde o como heno, además afirma que una de las ventajas principales de los híbridos de Sorgo x Sudán es que el agricultor puede mantener una fuente de forraje verde para el ganado por mucho más tiempo, ya que la capacidad de rebrote es mayor que otros sorgos.

Imrie (1966; citado por French y col., 1988) concluyó a partir de experimentos de corte que varios híbridos del pasto sudán x Sorghum bicolor eran probablemente capaces de producir rendimientos más altos que el pasto sudán o el mismo sorgo bajo pastoreo continuo en el verano.

Adicionalmente a los altos rendimientos, las metas para futuros cruzamientos en sorgo serán disminuir el potencial de

Acido Prúsico (Gorashi y col, 1980; Wheeler, 1980; Gorz y col, 1983; citados por Fribourgh, 1985), disminuir las concentraciones de fibra y lignina, aumentar la aceptabilidad, concentración de azúcares y mejorar la proporción de hoja:tallo, mayor resistencia a plagas y enfermedades del follaje, rebrote más rápido después de la cosecha e incrementar el consumo y la digestibilidad por los ruminantes (Fribourg, 1985).

B.4. Adaptación

Los sorgos tienen una buena reputación por el uso eficiente de la humedad del suelo y pueden proveer forraje en temporadas secas cálidas, cuando la mayoría de pasturas están improductivas (Wheeler, 1981).

Mela (1963) atribuye mayor resistencia a la sequía del sorgo con respecto al maíz, debido a que en pleno desarrollo la superficie foliar del sorgo es aproximadamente 55% de la del maíz aunque el sistema radicular no presenta grandes diferencias. Menciona además que el sorgo posee una capa serosa protectora en las hojas que entra en acción cuando se acentúa la sequía disminuyendo las pérdidas de humedad por transpiración.

Generalmente los sorgos forrajeros se cultivan en áreas donde la precipitación es insuficiente para la producción de maíz (Ahlgren, 1956; Owen y Moline, 1970; Gorz y col., 1987) y pueden ser utilizados para la producción de ensilaje, heno,

como pasto de corte, y pastoreo. Sin embargo, los sorgos forrajeros híbridos se adaptan mejor al pastoreo o al picado en verde que al ensilaje, debido a su alto contenido de humedad. Si resulta factible, es más aconsejable usarlos como forrajes de corte, debido a la mayor tendencia al acame durante el pastoreo (Owen y Moline, 1970).

Plucknett y col. (1971; citados por Sotomayor y Santiago, 1981) afirmaron que los rendimientos de los sorgos forrajeros eran excelentes en tierras bajas y áreas costeras pero regulares a pobres en áreas más altas y frescas.

Los atributos que se enfatizan en el sorgo forrajero son, el comportamiento agronómico, adaptación, resistencia a plagas y enfermedades y factores de calidad como contenido de proteína y digestibilidad (Gorz y col., 1987)

B.5. Producción de forraje y calidad nutricional

Muñoz y col. (1987) en su ensayo para evaluar seis variedades de pasto sudán (California-23, Georgia-337 "Piper", "Greenleaf", Tx2784 y Tx2785), sus híbridos F1 con dos sorgos graníferos (ATx623 y Tx2785) y cuatro sorgos forrajeros comerciales (DeKalb SX-17, Oro, "Kow Kandy", "Gainesville" y "Sureño") en Las Playitas, Comayagua y en El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras, en la postrera de 1986, obtuvieron mejores rendimientos con los híbridos experimentales sorgo x sudán que los zacates sudanes y que los sorgos forrajeros comerciales (cuadro 12 anexo).

Caro-Costas y Santiago (1981) determinaron la productividad de los siguientes híbridos de Sorgo y pasto Sudán: Space maker, Grazer A, Sordan 70 y Graze and bale, bajo irrigación y bien fertilizados, en la costa sur de Puerto Rico. Estos híbridos forrajeros produjeron en promedio 23,038, 39,815, y 54,810 kg de materia seca por hectárea y por año, cuando se cosecharon cada 30, 45 y 60 días respectivamente.

Sotomayor y Zannier (1981) hicieron un ensayo con el propósito de determinar la producción de forraje, digestibilidad, contenido de HCN y otras características agronómicas entre progenitores híbridos sencillos e híbridos triples de sorgo forrajero. Para el desarrollo de los híbridos utilizaron las líneas androestériles ATx624 y BRhodesian (como hembras) con sus respectivas líneas mantenedoras, y los pastos sudán Greenleaf y common como machos. El híbrido triple (ATx624 x BRhodesian) x common fue el mejor productor de forraje con 15.44 T ms/ha. La mayor expresión de heterosis se observó en el híbrido ATx624 x common (89.13%). El HCN promedio y digestibilidad aparente estimada de los progenitores, híbridos sencillos y triples fue de 185, 138, 153 ppm y 42.21, 47.05 y 49.47% respectivamente. Concluyeron que estos híbridos por sus características agronómicas deseables y sus bajos niveles de HCN, tienen gran potencial como sorgos forrajeros en los trópicos.

Quimby y Marion (1962) afirmaron que el ensilaje de sorgo forrajero ofrece ciertas ventajas sobre el sorgo picado,

ofrecido en las raciones de estabulación, en regiones donde se registran vientos fuertes y es mayor la ventaja sobre el forraje seco en la conservación de los principios nutritivos en el ensilado.

Dickerson y Bolsen (1986) en dos ensayos usando corderos, midieron el efecto de emplear sorgos forrajeros híbridos y el estado de madurez a cosecha sobre el consumo y la digestibilidad de cuatro sorgos forrajeros en la preparación de ensilaje. En el primer ensayo usaron los híbridos, Dekalb FS-25A y el Funk's G-1990, los que fueron cosechados en seis estados de madurez a lo largo de su ciclo. En el segundo ensayo usaron los híbridos Acco Paymaster 351 y el Dekalb FS-25E. Encontraron que el mayor porcentaje de digestibilidad estaba entre la antesis y el estado lechoso del grano, aunque la proteína cruda era un poco más baja durante la antesis. Concluyeron que en estos sorgos forrajeros híbridos la madurez a cosecha tenía poca influencia en el valor nutricional del ensilaje.

Ward (1965) encontró que al moler las semillas de la panoja de sorgo forrajero en la preparación de ensilaje, se elevó el contenido de almidón disponible para digestión y se incrementó significativamente la energía digerible en comparación con los ensilajes convencionales.

Fresnillo y Alchundia (1979) determinaron que el ensilaje de sorgo fue estadísticamente igual al ensilaje de maíz, en su investigación realizada en el Departamento de bromatología

y lactología del Instituto Tecnológico de Monterrey, con el propósito de determinar calidad y cantidad de leche de acuerdo al tipo de ensilaje suministrado a vacas lecheras.

Richardson y col. (1986) evaluaron los efectos de niveles de un regulador de crecimiento, llamado Embark, aplicado a un sorgo forrajero que después se utilizó para hacer ensilaje, en dosis de 0.0, 44.5 y 89.0 g/ha. Encontraron que hubo un incremento en la digestibilidad de la materia orgánica de 44.7% para el tratamiento control a 53.5 y 54.6% en el forraje tratado con los dos niveles respectivamente.

Cunningham y Ragland (1971) compararon el pasto Sudán y un híbrido de Sorgo x Sudán en pastoreo, y no encontraron diferencias significativas en producción de materia seca, proteína cruda, y fibra cruda en los forrajes pastoreados. Ambos tuvieron buena aceptación aunque las vacas pastoreando el híbrido preferían áreas en los potreros donde las plantas eran más bajas, también el daño por pisoteo fue más severo en el híbrido debido parcialmente a la fragilidad de sus tallos gruesos.

B.6. Producción animal

Chifflet y col. (1983) en la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce, Argentina, reportaron ganancias de peso en novillos Angus de 280 kg promedio, equivalentes a 794, 848 y 1200 g/animal/día para alta, mediana y baja utilización respectivamente en pastoreo rotacional en sorgo forrajero.

French y col. (1988) adjudicaron tres cargas animales en sorgo forrajero cultivado en un suelo arcilloso en Queensland, Australia. Las cargas animales utilizadas fueron de 1.5, 3.0, y 4.5 cabezas/ha. En la carga animal más baja se registraron de 98 a 133 días de pastoreo con promedios de ganancia de peso de 0.42 a 0.85 kg/animal y por día. En la carga intermedia el pastoreo duró de 57 a 89 días con un promedio de ganancia de 0.34 a 1.15 kg/animal/día. En las cargas más altas, el forraje disponible fue utilizado rápidamente y hubo muy poco rebrote efectivo.

Mancera y col. (1977) hicieron una comparación entre el uso de caña de azúcar y sorgo forrajero ensilado en la alimentación de novillos de carne, en la región de Tamaulipas, México. Obtuvieron una ganancia de peso ligeramente superior con la caña de 0.975 kg/animal/día y con el sorgo forrajero ensilado 0.795 Kg/animal/día. Atribuyeron la diferencia al menor consumo voluntario del ensilaje con respecto al forraje verde.

Voelker y Alfke (1965) evaluaron el comportamiento bajo pastoreo rotacional de un híbrido de pasto sudán (Trudan 1), un híbrido de sudán x sorgo (Sweet Sioux) comparados con el pasto sudán Piper. El híbrido de sudán x sorgo mostró el crecimiento más rápido y el mayor rendimiento de forraje con 36.11 t/ha, el sudán híbrido 2.79 y el sudán 26.15 T/ha. Los tres sorgos estaban en el rango de 7.6 a 7.7% de proteína cruda. El mayor contenido de azúcar se observó en el sudán y

el menor en el sudán-sorgo. Se registró un buen mantenimiento del peso corporal de los animales en pastoreo y la producción de leche en promedio se mantuvo en la temporada seca y caliente.

B.7. Contenido de Durrina

La mayoría de las variedades de sorgo contienen Durrina, un glucósido cianogénico altamente tóxico para el ganado, debido a su habilidad para producir ácido cianhídrico (HCN) o Prúxico cuando se hidroliza. Aunque la cantidad depende de la variedad y de las condiciones ambientales. Cuando es hidrolizada, la durrina rinde partes iguales de HCN y de parahidroxibenzaldehído (Dogget, 1988).

La durrina se hidroliza por acción diastásica; ésta se encuentra en células distintas a las que se halla la diastasa, por lo que no entran en contacto hasta que los animales mastican las hojas, es decir que el HCN se desprende hasta después de la masticación (Mola, 1963).

Los suelos bajos en en fósforo disponible y altos en nitrógeno disponible producen sorgos con un alto contenido de durrina, y aunque éstos se sometan al secado o al ensilado no se destruye el principio tóxico (Boyd y col., 1961).

B.8. Respuesta a Fertilización y Enmiendas

Sotomayor y col. (1983) en su experimento llevado a cabo en Puerto Rico, evaluaron el efecto de tres niveles de

nitrógeno en la producción de tres sorgos forrajeros híbridos: ATX623 x Greenleaf sudán, ATX624 x common sudán y (ATX624 x BRhodesian sudán) x common sudán. Cortados a intervalos de 60, 75, y 90 días. La producción de materia seca sobre localidades, híbridos e intervalos aumentó de 5.91 (0 kg N/ha), 8.03 (80 kg N/ha) a 8.53 T/ha (160 kg N/ha). El mayor incremento se obtuvo con la aplicación de los primeros 80 kg, mientras que al agregar otras 80 unidades sólo se incrementó un 8% con relación al rendimiento anterior.

Coutinho y col. (1985) observaron un incremento de los rendimientos de materia seca, en su ensayo de aplicación de niveles de cal dolomítica a sorgo. El mayor rendimiento se obtuvo cuando la cantidad de calcio y magnesio, saturación de bases y pH del suelo era respectivamente 2.93 meq/100 cm³, 59%, y 5.71. El pH del suelo era de 5.0 al inicio del ensayo.

Primavesi y col. (1986) afirman que la adición de fósforo al suelo es muy importante para conferir tolerancia al sorgo a la toxicidad de aluminio en el tejido radicular y la parte aérea. El aluminio reduce la producción de materia seca del sorgo, siendo más afectada la parte aérea que la radicular.

B.9. Enfermedades

B.9.1. Cenicilla o Mildiú Polvoso del Sorgo.

Es una enfermedad que causa daños graves en la producción de sorgo. Se caracteriza por una alta capacidad de destrucción, clorosis y que bajo condiciones normales puede

destruir todo el cultivo (Meckenstock y col., 1988)

El organismo causal de la cenicilla es el hongo Peronosclerospora sorghi (Weston & Uppal) C.G Shaw (sinónimos: Sclerospora sorghi (Kulk) Weston & Uppal y S. graminicola var. andropogonis sorghi Kulk.) (A.P.S., 1986).

Los síntomas que se presentan en el sorgo son: clorosis, sobre todo en la base de las hojas, extendiéndose hacia el extremo, desarrollándose franjas de tejido blanco y amarillo. También se forman franjas rojizas que causan que la hoja se parta longitudinalmente. El forraje atacado no es apetecible para el ganado (S.R.N., 1979)

La Sociedad Fitopatológica Americana (1986) menciona que la enfermedad puede ocurrir de dos maneras, como sistémica o como infección localizada. En la forma sistémica las plántulas infectadas son cloróticas y marchitas y pueden morir prematuramente. Usualmente la primera hoja con síntomas muestra clorosis sólo sobre la parte baja de la lámina, después la clorosis se vuelve progresiva. En etapas más tardías de la enfermedad las hojas muestran bandas paralelas de tejido blanco y verde.

La forma localizada de la enfermedad resulta de la infección conidial de las hojas después de la emergencia. Esta infección causa lesiones necróticas dispersas sobre las láminas de las hojas.

Miller y col. (1968; citados por Frederiksen 1980) mencionaron que la cenicilla o *Donny Hildew* parecía ser una

enfermedad que se podía controlar con hospederos resistentes, sin embargo, argumentaron que investigaciones preliminares para resistencia, entre sorgos de pedigree abierto, han revelado la vulnerabilidad de la mayoría de éstas líneas.

B.9.2. El Tizón Foliar (*Leaf Blight*).

Es una enfermedad distribuida ampliamente en muchas áreas húmedas donde se cultiva el sorgo. El desarrollo de esta enfermedad es favorecido por temperaturas moderadas (18 a 27°C) y por la prevalencia de rocios pesados durante la época de crecimiento.

El organismo causal es el *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs [sinónimos: *Helminthosporium turcicum* Pass., *Bipolaris turcica* (Pass.) Shoem., y *Drechslera turcica* (Pass.) Subram & Jain]

Las plántulas pueden ser infectadas y en epidemias severas se desarrollan pequeñas manchas rojizas o anaranjadas en las hojas, luego estas manchas se agrandan y coalescen, las hojas se marchitan y se vuelven de color gris violáceo. Las lesiones largas elípticas morado-rojizas o amarillentas miden más de 12 mm de ancho y de 2.5 a 15 cm de largo. Se desarrollan primero en las hojas inferiores y cuando la enfermedad avanza se encuentran también en las hojas superiores (A.P.S., 1986).

Hepperly y Sotomayor (1987) estudiaron 152 líneas enanas insensibles al fotoperíodo para identificar fuentes de

resistencia al tizón foliar. Encontraron que las líneas resistentes desarrollaron menos de una lesión por hoja, mientras que el híbrido ATx623 x Greenleaf (sorgo x pasto sudán) mostró de 5 a 15 lesiones de tizón foliar por hoja. Al cruzar 25 selecciones resistentes con la línea androestéril ATx623 o TP-24 (estéril genético) como hembras, observaron que la resistencia al tizón foliar es dominante a base de la reacción de los híbridos. Las fuentes resistentes mostraron 0.5 lesiones, los híbridos 1.0 y las líneas ATx623 y TP-24 2.2 y 2.6 lesiones por hoja respectivamente.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Lugar y Descripción

El experimento se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, situada a 36 km de Tegucigalpa, 14°00' latitud Norte y 87°02' longitud Oeste, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. El sitio experimental se encuentra a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar, la ecología corresponde a la de Bosque tropical húmedo-seco con una precipitación anual promedio para 1989 de 1,073 mm. Con una temperatura máxima y mínima promedio de 29.01 y 17.76°C respectivamente (cuadro 1). La topografía es plana con una pendiente promedio de 2% y con suelos de fertilidad media.

Cuadro 1. Precipitación mensual y temperatura máxima y mínima mensual para 1989 en El Zamorano.

MES	PPT mm/mes	Temp. Máx.	Temp. Min.
ENERO	16.30	26.90	16.50
FEBRERO	8.20	27.50	15.50
MARZO	1.70	30.10	15.40
ABRIL	2.70	31.60	18.90
MAYO	128.60	31.00	20.20
JUNIO	140.20	29.80	18.90
JULIO	110.90	28.90	18.70
AGOSTO	150.80	30.00	18.60
SEPTIEMBRE	360.20	29.10	19.30
OCTUBRE	94.40	28.50	17.90
NOVIEMBRE	47.70	28.10	18.00
DICIEMBRE	11.50	26.60	15.20
	1073.20	29.01	17.76

B. Características del Área Experimental

El área experimental utilizada para el cultivo de los sorgos forrajeros está ubicada en el lote denominado "Colindres". El suelo posee una textura francoarcillosa y en años anteriores estuvo cultivado con arroz (Oryza sativa) y Pasto Napier (Pennisetum purpureum).

C. Especies Forrajeras Estudiadas

Para la realización del experimento se utilizaron dos sorgos forrajeros híbridos, productos del cruce de sorgo x pasto sudán (Sorghum bicolor x Sorghum sudanense); el ATX623 x TX2784, liberado como "Ganadero", producido en la E.A.P. por el proyecto INTSORMIL y el híbrido SS-41 producido por el Centro de Tecnología Agropecuaria (CENTA), en la República de El Salvador.

D. Potreros

Se sembró un área de 4.2 hectáreas, 2.1 para cada sorgo híbrido, éstas a su vez se dividieron en 4 potreros de 5250 m² cada uno (cuadro 2). Las divisiones se hicieron con cercas electrificadas. Cada potrero fue dotado de saladero y bebedero de llenado automático.

Cuadro 2. Datos relacionados con los potreros.

Ganadero		SS-41	
Area total:	2.1 ha	2.1 ha	
No. de repeticiones:	2	2	
Area / repeticion:	1.05 ha	1.05 ha	
No. de potreros/repeticion:	2	2	
Area / potrero:	5250 m ²	5250 m ²	

E. Prácticas Culturales y Manejo.

E.1 Preparación del terreno

La preparación inicial del terreno consistió de un pase de arado y tres de rastro, debido a la textura pesada del suelo. Posteriormente se procedió a hacer un levantamiento topográfico del terreno y las divisiones de los potreros.

E.2 Siembra

La siembra de los sorgos forrajeros se realizó el 7 de junio de 1989, utilizando 10.0 kg de semilla/ha. Se hizo una resiembra el 14 de junio en pequeñas áreas donde la germinación fue baja.

E.3 Desarrollo del cultivo

La mayor incidencia de malezas fue en la fase de post-emergencia, especialmente de "coyotillo" (*Cyperus rotundus*), pero no fue necesaria la aplicación de algún herbicida, debido

al rápido crecimiento de los sorgos, que en dos semanas después de la germinación, habían superado la altura del coyolillo.

El cultivo se vio ligeramente afectado en sus primeras etapas por la escasez de humedad, y posteriormente por el ataque de "cenicilla" (Peronosclerospora sorghi) el cual afectó alrededor de un 60% más al híbrido SS-41, y se intensificó en el rebrote de éste.

E.4 Fertilización

La fertilización inicial, a la siembra, consistió en una dosis de 100 kg de 12-24-12/ha, equivalente a 12 kg de N; 10.5 kg de P y 10 kg de K.

Después del primer pastoreo se hizo un corte de igualación, a 30 cm del suelo aproximadamente, y se aplicó una dosis equivalente a 130 kg de urea/ha (60 kg de N/ha).

E.5. Pastoreo

Los sorgos fueron sometidos a pastoreo rotacional según el siguiente esquema:

-Primer pastoreo de 24 días de duración a los 50 días de crecimiento inicial.

-Segundo pastoreo de 35 días de duración a los 30 días del primer rebrote. Durante este período se observó una intensificación del daño producido por la cenicilla,

especialmente en el híbrido SS-41.

-Tercer y último pastoreo de 26 días de duración a los 20 días de rebrote.

En el cuadro 3 se detalla el sistema de pastoreo.

Cuadro 3. Esquema del pastoreo Rotacional utilizado en los Sorgos Forrajeros

Sorgo	Días de crecimiento al Pastoreo (fecha):		
	1 (1/8)	2 (29/9)	3 (2/11)
Ganadero	50	30	20
SS-41	50	30	20

F. Muestreo y toma de datos.

F.1. Producción de Forraje.

La materia seca total producida fue estimada en base a la materia seca (MS) inicial, más la producida en cada ciclo de pastoreo e incluyendo la materia seca residual del último ciclo de pastoreo.

F.1. Forraje disponible

Dos días antes de cada pastoreo, se tomaron al azar y se pesaron 10 muestras de dos metros lineales cada una, a 10 cm del suelo, en cada potrero.

F.2. Forraje residual

Inmediatamente después que los animales fueron retirados de cada potrero se tomaron al azar y se pesaron 10 muestras dos metros lineales cada una, a 10 cm del suelo. En este muestreo se tomó en cuenta los tallos caídos, como consecuencia del pastoreo, para conocer el total de materia seca dejado por el animal en el campo y en base a este residuo hacer un ajuste de la carga animal para el pastoreo subsiguiente.

F.3. Forraje consumido

Se hizo el cálculo del forraje consumido tomando en cuenta el forraje inicial, más el índice de crecimiento por el tiempo de pastoreo, menos el residuo dejado una vez que los animales fueron retirados de la pastura.

F.4. Muestreo

Del muestreo de forraje en el campo, tanto disponible como residual, se obtuvo una submuestra compuesta proveniente de las 10 muestras tomadas por potrero, de aproximadamente 500 g y se la llevó al laboratorio.

F.5. Pesaje de los Animales

La ganancia de peso fue determinada en base al peso de cada animal, registrado antes y después de cada pastoreo. El incremento de peso vivo por hectárea se calculó según la

siguiente ecuación:

$$\text{Ganancia/ha} = \text{ganancia/animal/día} \times \text{Tiempo}$$

G. Animales.

Para el estudio se usaron 50 novillas de los cruces Brahman x Beef Master y Holstein x Brahman, provenientes del hato de ganado de carne de la E.A.P. Estos animales tuvieron un peso promedio inicial de 270 kg y una edad alrededor de 18 meses. Los animales fueron asignados al azar a cada potrero.

G.1 Carga animal

La carga animal se ajustó en base al forraje total disponible, utilizando el método de poner y quitar animales (Mott, 1977; citado por Castillo, 1986) de acuerdo a la cantidad de materia seca producida en cada potrero y en cada ciclo de pastoreo.

Con la finalidad de tener un patrón de evaluación invariable se determinó un número definido de "animales experimentales" los que fueron utilizados para medir los parámetros de ganancia de peso.

G.2. Suplementación

Los animales tuvieron acceso a sales minerales, ofrecidas a libre consumo, utilizando para ello el producto comercial

denominado Fondosal, cuya mezcla mineral es la siguiente: 6% P, 14% Ca, 45% NaCl y 5% humedad.

H. Análisis de Laboratorio

El material proveniente del muestreo fue llevado al laboratorio con el propósito de determinar el porcentaje de materia seca, el mismo que se colocó en un horno a una temperatura de 58°C por 72 horas. Las muestras de forraje disponible fueron sometidas a análisis de proteína cruda mediante el método de digestión de la materia orgánica de Kjeldal (A.O.A.C., 1970), y digestibilidad in vitro de la materia orgánica (IVOMD) (Menke y col., 1972).

I. Análisis Estadísticos.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con parcelas divididas, en dos repeticiones. Se realizó análisis de varianza factorial (Little & Hills, 1972; Steel and Torrie, 1980) para comparar los parámetros antes mencionados en los sorgos forrajeros (Cuadro 4).

IV RESULTADOS Y DISCUSION

A. Parámetros evaluados en los forrajes.

A.1. Forraje producido.

Los promedios de producción de forraje pueden apreciarse en el cuadro 5. La producción del sorgo "Ganadero" fue numéricamente superior en un 14.6% a la del SS-41 (6.71 vs. 5.73 Ton/ha) sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, (cuadro 17 anexo). Se encontró diferencia altamente significativa entre los ciclos de pastoreo debido posiblemente a que el período de tiempo desde la siembra hasta el primer pastoreo fue mayor (58 días) en comparación con el primer y segundo rebrote (30 y 20 días respectivamente). Los sorgos Ganadero y SS-41 produjeron 5.14, 1.05 y 0.24 ; 4.49, 0.76 y 0.25 tm para el primero, segundo y tercer ciclo de pastoreo respectivamente.

Cuadro 5. Promedios de forraje producido por los sorgos forrajeros híbridos (tm m.s./ha)

Forraje	Días de Crecimiento			F.R. ¹	Total
	58	30	20		
Sorgo Ganadero	5.14	1.05	0.237	0.290	6.71
Sorgo SS-41	4.49	0.76	0.246	0.234	5.73

¹ Forraje residual del último ciclo de pastoreo.

La producción de forraje de ambos sorgos forrajeros es inferior a la reportada por muchos autores, como Havard (1969) que menciona un rendimiento de 9,010 kg de materia seca/ha/año obtenido de cuatro cosechas con un híbrido de sorgo x sudán.

La producción de forraje de los sorgos pudo ser afectada por los siguientes factores:

Al inicio del experimento debido a la baja precipitación, durante el desarrollo del cultivo y entre pastoreos por la incidencia de cenicilla, la cual llegó a alcanzar un nivel de infección hasta del 100% en ambos sorgos, mostrando sin embargo un daño más severo en el híbrido SS-41. El ataque del hongo se intensificó en el rebrote debido a que el inóculo ya estaba presente en el campo (Mackenstock, 1990 comunicación personal) y al mayor nivel de lesiones físicas sufridas por las plantas como consecuencia del pastoreo, a esto hay que agregarle el daño por el pisoteo y la defoliación que hicieron los animales en el pastoreo, lo cual pudo haber facilitado un efecto más virulento del hongo, reduciendo la capacidad de crecimiento de estos sorgos. Esto confirma lo expuesto por Myers (1974) quien menciona los efectos perjudiciales que tiene el pastoreo en el crecimiento vegetal.

La baja producción de forraje del último período pudo estar más directamente asociada con la alta respuesta de la planta al fotoperíodo (menos de 10 horas-luz al final del período experimental).

A.2. Forraje Disponible

El híbrido Ganadero fue estadísticamente superior ($P<0.05$) que el SS-41, en la cantidad de forraje disponible antes de cada pastoreo. (cuadro 18 anexo) Se observó una disminución significativa ($P<0.01$) del forraje disponible conforme se avanzó en las rotaciones pero no se encontró interacción entre los sorgos y éstas (cuadro 20 anexo). En el cuadro 6 se pueden observar los promedios para ambos sorgos.

Cuadro 6. Promedio de Forraje Disponible producido por ciclo de pastoreo de los sorgos forrajeros (tm m.s./ha).

Forraje	Ciclo de Pastoreo			Promedio
	1	2	3	
Sorgo Ganadero	5.15	4.69	3.48	4.44
Sorgo SS-41	4.50	3.78	2.82	3.70

El sorgo Ganadero produjo un 16.66% más de forraje disponible que el SS-41, ésta diferencia podría ser atribuida a la mayor resistencia a cenicilla que mostró el primero, corroborando la información de Meckenstock y Col. (1988) quienes mencionaron el buen comportamiento de este híbrido con relación a su resistencia a este hongo. Sin embargo, fue notorio que había más daño en las hileras que estaban contiguo al SS-41, esto coincide con lo reportado por Fernández y Meckenstock (1987) quienes encontraron que después de un

fuerte ataque, las conidias liberadas por cultivares susceptibles, afectaron también en varios niveles a sorgos vecinos resistentes a ésta enfermedad.

A.3. Forraje residual

Al inicio del ensayo se estipuló dejar un residuo de 2300 kg de materia seca/ha, ya que esta cantidad de residuo le permite a esta especie recuperarse relativamente rápido de la defoliación provocada por los animales en pastoreo (Santillán, 1989 Comunicación personal). En el cuadro 7 pueden apreciarse las cantidades de materia seca residual/ha encontrada después de cada pastoreo.

Cuadro 7. Forraje residual por ciclo de pastoreo para los sorgos forrajeros (tm/MS/ha)

Forrajes	ciclos de pastoreo			prom
	1	2	3	
Sorgo Ganadero	3.64	3.36	2.89	3.30
Sorgo SS-41	3.02	2.57	2.32	2.63

Para éste parámetro se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los dos sorgos forrajeros (cuadro 19 anexo), ésto podría a su vez estar en relación con la cantidad de forraje disponible, producido por cada sorgo. Igualmente se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre pastoreos (cuadro 19 anexo), observándose una disminución en

el forraje residual conforme éstos avanzaron en el tiempo.

Aunque se observó una mayor tendencia de los animales a dejar un mayor residuo en el sorgo SS-41, debido posiblemente a que este híbrido sufrió un daño más severo por la cenicilla. Esto concuerda con publicaciones de la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras (1979), en las que se afirmó que el follaje atacado por el hongo no es apetecible por el ganado. El forraje residual se mantuvo siempre por encima de lo proyectado (2500 kg ms/ha) debido en gran parte al acame que se presentó durante cada pastoreo, situación que es normal a medida que los sorgos alcanzan una mayor altura o edad. Esto conduce inevitablemente a que los animales dejen grandes cantidades de residuo en el campo.

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Ramírez (1986) quien mencionó que el pastoreo en sorgo forrajero no es muy utilizado debido a la poca resistencia de la planta al pisoteo y a que sus tallos son muy gruesos.

A.3. Calidad.

A.3.1. Digestibilidad y proteína cruda del forraje Disponible.

Para estos parámetros no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos sorgos forrajeros, pero sí entre pastoreos. Encontrándose, para la digestibilidad, una interacción significativa ($P < 0.01$) entre sorgos y pastoreos (cuadros 20 y 21 anexo). Los promedios totales pueden observarse en el cuadro 8.

Cuadro 8. Promedios totales de Proteína cruda y digestibilidad de la materia orgánica del forraje disponible.

Sorgos	Proteína cruda %	Digestibilidad %
Ganadero	7.58	62.33
SS-41	8.29	62.79

Los valores obtenidos en los sorgos forrajeros híbridos son similares a los encontrados por Guzmán (1987) los cuales fueron de 8.5% y 58.05% de proteína cruda y digestibilidad de la materia orgánica, respectivamente. Estos resultados de proteína cruda también coinciden con los presentados por Rodríguez-Carrasquel (1983) que fueron de 8.05% y 7.62% para el Sordan (híbrido de sorgo x sudán) y Trudan (híbrido de sudán x sudán) respectivamente.

Los parámetros de calidad pueden haber sido afectados por las condiciones climatológicas y edáficas, al igual que por el daño físico hecho por los animales en el pastoreo. Debe destacarse que los resultados de calidad obtenidos en este experimento provienen del análisis de plantas enteras cortadas a 10 cm del suelo. Por lo que se estima que la calidad del forraje consumido por los animales pudo haber sido mayor, dada su alta selectividad para consumir las partes más apetecibles de las plantas, especialmente hojas y rebrotes.

B. Rendimiento Animal.

B.1. Capacidad de carga.

No se encontraron diferencias estadísticas para este parámetro, esto pudo estar asociado con la calidad similar de ambos sorgos y con la cantidad de forraje disponible que permitió mantener una carga animal similar.

Cuadro 9. Promedios de carga animal soportados por los sorgos forrajeros (animales/potrero/ciclo).

Forraje	Ciclos de pastoreo			Promedio
	1	2	3	
Ganadero	9.52	5.95	3.00	6.15
SS-41	9.00	5.70	3.00	5.90

Animales 280 kg peso promedio.

B.2. Ganancias de peso.

B.2.1. Ganancia diaria promedio

Se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en la ganancia diaria obtenida entre ambos sorgos, pero no entre rotaciones. La interacción sorgos x rotaciones fue significativa (cuadro 22 anexo).

En el cuadro 10 se muestran los promedios de ganancia diaria con los sorgos forrajeros.

Cuadro 10. Promedios de ganancia por animal y por día obtenidos con los sorgos forrajeros.

Sorgo	Ciclos de pastoreo			Promedio
	1	2	3	
Ganadero	0.394	0.521	0.490	0.468
SS-41	0.393	0.340	0.283	0.338

Los resultados de ganancia diaria con la carga animal utilizada en ambos sorgos, estuvieron por debajo de los valores reportados por French y col (1988); estos autores en condiciones similares a las del experimento, obtuvieron ganancias de 0.42 a 0.85 y de 0.34 a 1.15 kg/animal/día aunque con cargas inferiores; de 1.5 y 3.0 animales/ha respectivamente.

Debe enfatizarse que en este experimento se pastoreó con novillas y éstas tienen una tasa de crecimiento más lenta que los novillos y que estos a su vez tienen una ganancia inferior que los toretes (Paladines, 1984; Newman, 1977).

Otro factor que pudo haber afectado la respuesta animal fue la altura de los sorgos y la menor cantidad relativa de hojas por unidad de área. Arnold y Dudzinski (1974) sostienen que si bien ambos factores son importantes, la altura es la única característica que se puede relacionar con la productividad animal en gran cantidad de especies forrajeras.

Loosli y McDowell (1985) afirman que el estrés producido por el calor puede incidir negativamente en la productividad

animal; esto podría relacionarse con las altas temperaturas registradas durante el período experimental (de 28 a 30°C durante el día) especialmente en los meses de agosto y septiembre en los cuales hubo también una elevada humedad relativa.

Los efectos del estrés térmico generalmente se relacionan con el mantenimiento del balance de la temperatura corporal, en el cual se invierte energía (Worstell y Brody, 1973; citados por Weston, 1982).

B.2.2. Ganancia de Peso vivo por Hectárea.

Para este parámetro no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos sorgos forrajeros (cuadro 23 anexo). La ganancia total por hectárea se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Producción de peso vivo por hectárea y por ciclo.

Forraje	ciclo de pastoreo			Total
	1	2	3	
Ganadero	171.10	173.60	72.74	417.44
SS-41	161.66	113.28	42.01	316.95

Se puede apreciar que el híbrido "Ganadero" produjo 100.5 kg de peso vivo más que el SS-41, lo cual podría atribuirse

a que presentó una mayor disponibilidad de forraje y al menor daño que sufrió por el ataque de la cenicilla.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se llevo a cabo el experimento se puede concluir lo siguiente:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la producción de forraje total de los dos sorgos forrajeros híbridos.

El híbrido "Ganadero" superó al SS-41 en la producción de forraje disponible por ciclo de pastoreo.

No se encontraron diferencias significativas entre los sorgos en cuanto al contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia orgánica. Pero si hubo diferencia en digestibilidad entre ciclos de pastoreo.

El híbrido "Ganadero" produjo 100.5 kg de peso vivo más que el híbrido SS-41, pero esta diferencia resultó no significativa.

Las mayores limitantes para el uso de sorgos forrajeros en pastoreo son, la poca resistencia de la planta al pisoteo, el acame, que conduce a que los animales dejen cantidades relativamente altas de residuo, y a la incidencia de cenicilla (*Pennisclerospora sorghi*) que reduce el rendimiento y la calidad del forraje.

VI. RECOMENDACIONES

Es aconsejable repetir el experimento comparando la productividad de los híbridos de sorgo x sudán con pastos similares a éstos bajo las mismas condiciones.

Se debe incluir la cuantificación del daño ocasionado por la cenicilla en términos de reducción de la cantidad y calidad del forraje disponible.

Si se usara en pastoreo rotacional el sorgo forrajero, se recomienda sembrar los potreros con una diferencia de 28 días, para que los animales aprovechen un forraje de mayor calidad.

Es recomendable el uso de híbridos y/o variedades reconocidos por su alta resistencia al ataque de cenicilla.

VII. RESUMEN

Este experimento fue conducido en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, donde se evaluaron bajo condiciones de pastoreo rotacional los sorgos forrajeros híbridos (Sorghum bicolor x S. sudanense) "Ganadero" (ATx624Tx2784) y el CENTA SS-41, con el fin de determinar la producción de forraje e incrementos de peso en novillas. La unidad experimental tenía un área de 2.1 hectáreas para cada sorgo, divididas en dos repeticiones de 1.05 hectáreas cada una y a su vez cada repetición fue subdividida en dos potreros de 5250 m². La cantidad de forraje producido durante los días que duró la evaluación fue de 6.71 y 5.73 ton de materia seca/ha para los sorgos Ganadero y SS-41 respectivamente. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa. Los sorgos sufrieron un ataque severo de cenicilla (Peronosclerospora sorghi) y se observó un mayor daño en el híbrido SS-41 durante el periodo experimental.

Se evaluó la calidad del forraje, obteniéndose los siguientes promedios de proteína cruda y digestibilidad respectivamente: Sorgo "Ganadero" 7.58% y 62.33%, Sorgo CENTA SS-41. 8.29% y 62.79%. No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre sorgos.

La carga animal promedio utilizada para el sorgo

"Ganadero" fue de 6.15 animales/ha y para el SS-41 de 5.9 animales por potrero de 5250 m² para los tres pastoreos experimentales.

Las ganancias de peso promedio por animal/día fueron estadísticamente superiores en el sorgo "Ganadero" (0.47 kg/animal/día) que las obtenidas con el SS-41 (0.33 kg animal/día). La producción animal para los días de duración del experimento fue de 417.44 kg/ha para el "Ganadero" y 316.95 kg/ha para el SS-41, sin encontrarse diferencia significativa.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. 1975 Characteristics of Economically Important Food and Legumes and Forage Grasses for the Tropics and Subtropics. Technical series bulletin No. 14. Washington, D.C. 110 p.
- AGUILERA, J. ROBLES, R. 1983 Cultivo del Sorgo, Grano y Forraje. En producción de granos y forrajes. Robles, R. (ed). 4a. Ed. Limusa Mexico. pp 141-170
- AHLGREN, G.H. 1956 Forage Crops. 2nd Ed. McGraw Hill. New York, U.S.A. 257-273.
- AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. 1986 Compendium of Sorghum Diseases. Frederiksen, A.R. (Editor) A.P.S. & Dept. of plant Pathology and Microbiology. Texas A&M Univ. 82 p.
- ARNOLD, G.W., DUDZINSKI, M.L. 1974 Efectos de la Estructura y Densidad de la Pastura Sobre lo que Ingiere el Animal en Pastoreo y su Productividad. En B.J. James (ed) Utilización intensiva de pasturas. Hemisferio Sur. pp.79-86.
- ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. 1970 Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 11th ed. Washington D.C.
- BLASER, R.E.; JAHN, E. y HAMMES jr., R.C. 1974 Evaluation of Forage and Animal Research. In Systems Analysis in forage crops, Production and utilization. Crop Sci. Soc. of America. pp 1-25.
- BOYD, F.T.; GREEN, V.E.; y CHAPMAN, H.L. 1961. Production of Sorghum Forage and Grain in South Florida. University of Florida. Agric. Exp. Sta. Gainesville, Fla. Bulletin 628. 28 p.
- CARO-COSTAS, R. 1981 Effect Of Harvest Intervals On Yields Of Four Sudangrass Sorghum Crosses With Irrigation On The South Coast Of Puerto Rico. J. Agric. Univ. of P.R. 65(2):108-113.

- CASTILLO, E.G. 1986 Técnicas para estimar la productividad animal en la pradera. En actualización sobre producción de forrajes en la costa del Pacífico. INIFAP SARH. Guad., Jal., México. pp. 1-16.
- CHIFFLET DE VERDE, S.; ROSSO, O. y GOMEZ, P. 1983 Terminación de novillos en sorgo forrajero. En IX Reunión Latinoamericana de producción animal. 25 al 29 de julio de 1983. Santiago, Republica de Chile.
- COUTINHO, E.; NEPTUNE, E.; SOUZA, E.; SORIANO, A. 1983 Calagem e diagnose foliar em sorgo sacarino. Anais da escola superior de agricultura "Luiz de Queiroz". Univ. de São Paulo, Brasil. 42(1):33-49
- CUNNINGHAM, M.D.; RAGLAND, W. 1971 Plant composition and feeding value of Sudan grass and Sorghum-Sudan grass in a controlled grazing system. J. Dairy Sci. 54:1461-1464
- DICKERSON, J.T.; BOLSEN, K.K. 1986 Effect of Hybrid and Stage of Maturity at Harvest on Nutritive Value of Hybrid Forage Sorghum silages. J. Anim. Sci. 42 p.
- DOGGET, H. 1988 Sorghum. 2nd Ed. Longman Scientific and Technical. Essex, England. pp 413-423
- FERNANDEZ, L.D., MECKENSTOCK, D.H. 1987 Virulencia de Peronosclerospora sorghi en Honduras. Presentado en la III semana científica, U.N.A.H., CURLA, del 28 al 23 de Mayo, 1987. 18 p.
- FREDERIKSEN, R.A. 1980 Sorghum Downy Mildew in the United States: Overview and Outlook. Plant Disease 64(10):903-908 (Reprint).
- FRENCH, A.V.; O'ROURKE, P.K. and CAMERON, D.G. 1988 Beef Production From Forage Crops In The Brigalow Region of Central Queensland. I. Forage sorghums. Tropical grassland Society of Australia. 22(2):79-84.
- FRESNILLO, M.O. y ALCHUNDIA Z., H.A. 1979 Correlación entre calidad y cantidad de leche y componentes de tres ensilajes: Maíz, Sorgo y Sudax. En División de ciencias agropecuarias y marítimas. XVII informe de investigación 1979-80. I.T.E.S.M. pag 194.
- FRIBOURG, H.A., 1983 Summer Annual Grasses. In Forages, the Science of grassland agriculture. 4th Ed. Ames, Iowa State Univ. Press. pp 278-286.

- GORZ, H.J.; HASKINS, F.A.; PEDERSEN, J.F. and ROSS, W.M. 1987 Combining Ability effects for mineral elements in forage Sorghum hybrids. *Crop Sci.* 27:216-219
- GUZMAN, F.L. 1987 Evaluación de cuatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor*, Pers.) con fines forrajeros. En Informe anual IPA 1985/86. Univ. Central de Venezuela, Maracay. pp. 95-96.
- HAVARD-DUCLOS, B. 1969 Las plantas forrajeras tropicales. Trad. del Inglés por Vicente Ripoll. Blume, Barcelona, España. 380 p.
- HEPPERLY, P.R. y SOTOMAYOR-RIOS, A. 1987 New Sorghum Leaf blight resistance sources: identification, description and reactions of F₁ hybrids. *J. agric. Univ. P.R.* 71(3):293-299.
- JUSCAFRESA, B., 1974 Forrajes, Fertilizantes y valor nutritivo. Aedos, Barcelona, España. 203 p.
- LOOSLI, J.K., McDOWELL, L.R. 1985 The Role Of Ruminants In Warm Climates. In McDowell L.R. (ed) Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. Academic Press. pp 1-19.
- MARTIN, J.H. and STEPHENS, J.C. 1955 The Culture and Use of Sorghums for forage. U.S.D.A. Farmers bulletin No-1844
- MECKENSTOCK, D.H.; GOMEZ, F.; PALMA, A. 1988 Performance and joint release of the hybrid forage sorghum ATX623 x TX2784. E.A.P. Proyecto INTSORMIL. 9 p.
- MELA M., P. 1963 El Sorgo la planta del porvenir. Monografías de Agrociencia. Ediciones Agrociencia, Zaragoza, España. 70 p.
- MENKE, K.H. 1979 The Estimation of the Digestibility and Metabolizable Energy Content of Ruminant Feedingstuffs from the Gas Production when they are Incubated with liquor in vitro. *J. Agric. Sci. comb.* 93, 217-222.
- MISLEVY, P., 1985 Forages for Grazing Systems in Warm Climates. In Nutrition of grazing animals in warm climates. Academic press. Florida, U.S.A. p 73-101
- MUROZ, R. F.; MECKENSTOCK, D.H. y FERNANDEZ, L.F. 1987 Ensayo preliminar de híbridos sorgo-sudán en Honduras, 1986. En memoria XXXIII reunión anual del PCCMCA. 30 de marzo al 4 de abril. Guatemala.

- MYERS, L.F. 1974 Efectos Producidos por el Pastoreo Sobre el Crecimiento Vegetal. En James, B.J.(ed) Utilización Intensiva de Pasturas. Hemisferio Sur. Barcelona, España. pp. 51-57.
- NEWMAN, A.L. 1977 Beef Cattle. Finishing Cattle on Pasture. 7th ed. J. Wiley & sons. pp 603-645.
- NORTON, B.W. 1982 Differences between species in forage quality. In J.B. Hacker (Ed) Nutritional limits to animal production from pastures. Commonwealth Agricultural Bureaux. pp 89-110
- OWEN, F.G. and MOLINE, W.J. 1970 Sorghum for Forage. In Joseph Wall and William Ross (Eds) Sorghum production and utilization. Avi Publishing Co. Westport, Conn. pp 382-415.
- PALADINES, O. 1984 Mediciones de la Respuesta Animal en Ensayos De Pastoreo: ganancia de peso. En Evaluación de Pasturas con animales. Memorias de una reunión de trabajo en Perú, del 1 al 5 de Octubre 1984. CIAT, Colombia.
- PRIMAVESI, A.; MALAVOLTA, E.; y PRIMAVESI, O., 1986 Toxidez de aluminio e manganes em sorgo sacarino. Anais da escola superior de agricultura "Luiz de Gueiroz". Univ. de São Paulo, Brasil. 43(1):231-234
- RAMIREZ, V.F. 1986 Utilización de Forrajes Anuales en el Trópico. En Actualización sobre Producción de Forrajes en la Costa del Pacífico. INIFAP SARH, Guad., Jalisco, México. pp 14-26.
- RAYMOND, W.F. 1968 Components In The Nutritive Value Of Forages. In Forage Economics-Quality. American Soc. of Agronomy, Crops Sci. Soc. of America, Soil Sci. Soc. of America. Madison, Wisconsin. pp. 47-62.
- RICHARDSON, C.R.; MATCHES, A.G. and LYONS, C.L. 1986 Effects of Embark on the Utilization of Sorghum Silage by Sheeps. 78th annual meeting. July 28 to August 1st. KSU, Manhattan, Kansas.
- RODRIGUEZ-CARRASQUEL, S. 1983 Sorgo Forrajero. FONAIAP divulga. Caracas, Venezuela. 1(12):13.
- SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1979 La Cenicilla o mildiú veloso del sorgo y maíz. Hoja divulgativa No. 54. Tegucigalpa, Honduras.

- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1985 Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Cultivo de Forrajes en Zonas Tropicales y Subtropicales. Instituto nacional de investigaciones agrícolas. México, D.F. 30 p.
- SOTOMAYOR, A. y ZANNIER, F. 1981 Comparación Agronómica, Contenido de HCN y Evaluación Nutritiva entre Progenitores, Híbridos Sencillos e Híbridos Triples de Sorgo Forrajero en Puerto Rico. En Memoria XVII reunión anual del FCCMCA. 23-28 de marzo, 1981. Sto. Domingo, Rep. Dominicana, p.5
- SOTOMAYOR, A.; TORRES, S. y QUILES, A. 1983 Efecto de Tres Niveles de Nitrógeno e Intervalos de Corte en la Producción de Forraje y otros Caracteres en Híbridos de Sorgo. En Resúmenes XXIX reunión anual del FCCMCA Panamá, Panamá. pp 117-121
- STEEL, G.D. and TORRIE, J.H. 1980 Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. McGraw-Hill, San Francisco, California.
- VOELKER, H.H.; ALFKE, B.D. 1965 Sudan grass and Sudan hybrids Under Rotation Grazing. J. Dairy Sci. 48(6):810 (Abstr)
- WARD, G. 1965 Effect of Grinding Forage Sorghum Heads Starch and Energy Digestibility. J. Dairy Sci. 48(11):1537-1538
- WESTON, R.H. 1982 Animal Factors Affecting Feed Intake. In Hacker, H.B. (ed) Nutritional Limits to Animal Production from pastures. Commonwealth Agricultural Bureaux. pp. 183-198.
- WHEELER, J.L. 1981 Complementing Grasslands With Forage Crops. In J.H.F. Morley (Ed) Grazing animals. World animal science. Elsevier Scientific. pp 239-260.

IX. ANEXOS

Cuadro 12. Rendimiento de sorgos forrajeros en dos cortes y total (ton de forraje verde/ha) en El Zamorano, 1986.

Cultivar	corte 1	corte 2	Total
ATx623*California-23	36.1	27.2	63.4
ATx623*Georgia-337	34.7	28.3	63.0
ATx629*Georgia-337	34.6	27.7	62.3
SX-17	36.2	25.2	61.4
ATx623*Tx2784	35.3	23.8	59.2
Kow Kandy	35.4	23.2	58.6
ATx629*California-23	33.0	25.5	58.5
ATx623*Tx2785	32.3	24.5	56.9
ATx629*Piper	31.1	24.8	56.0
ATx623*Piper	29.7	22.9	52.6
ATx629*Tx2784	33.6	22.0	55.6
ATx623*Greenleaf	31.0	24.1	55.1
Atx629xTx2785	34.7	19.4	54.0
ATx623*Piper	29.7	22.9	52.6
Atx629*Greenleaf	28.7	23.1	51.8
Tx2785	24.1	17.7	41.8
Gainesville	23.6	13.9	37.5
Tx2784	19.7	17.5	37.2
Sureño	29.3	7.9	37.2
Georgia-337	18.8	16.6	32.3
Piper	14.2	13.4	27.7
Greenleaf	15.2	10.3	25.4
California-23	10.9	3.8	14.8

(Adaptado de Muñoz y col., 1987)

Cuadro 13. Sorgo forrajero ATx623Tx2784 "Ganadero".
 Datos de muestreo de Forraje disponible y
 residual (kg de MS/ha)

Rotac.	Potrero	Repetición 1		Repetición 2	
		FD	FR	FD	FR
1	1	5018	3440	4781	3105
	2	5672	4246	5123	3773
2	1	4698	3573	4739	3099
	2	5456	3986	4323	2981
3	1	3897	3153	3494	2744
	2	3506	3081	3015	2581

FD = Forraje Disponible
 FR = Forraje Residual

Cuadro 14. Sorgo forrajero SS-41. Datos de muestreo de
 Forraje Disponible y Residual (Kg de M.S./ha).

Rotac.	Potrero	Repetición 1		Repetición 2	
		FD	FR	FD	FR
1	1	4651	3011	4739	3099
	2	4256	3016	4323	2981
2	1	3903	2918	4136	3065
	2	3560	2176	3545	2151
3	1	3130	2493	3386	2769
	2	2344	1966	2434	2068

FD = Forraje Disponible
 FR = Forraje Residual

Cuadro 15. Sorgo forrajero ATx623Tx2784 "Ganadero"
Resultados de Proteína y digestibilidad del
forraje disponible (P.C.% y DIVMO %).

Rotac.	Potrero	Repetición 1		Repetición 2	
		PC %	Dig %	PC %	Dig %
1	1	7.31	58.31	9.45	61.93
	2	4.12	59.74	5.66	58.55
2	1	14.06	61.28	11.61	61.13
	2	7.43	63.86	6.10	62.65
3	1	7.60	65.58	8.05	65.78
	2	5.40	62.76	4.27	66.39

Cuadro 16. Sorgo Forrajero SS-41. Resultados de Proteína y
Digestibilidad del forraje disponible (P.C.% y
DIVMO %)

Rotac.	Potrero	Repetición 1		Repetición 2	
		PC %	Dig %	PC %	Dig %
1	1	10.63	55.62	9.38	59.94
	2	6.84	58.01	8.47	58.36
2	1	11.12	64.69	10.84	67.26
	2	9.23	66.42	8.35	71.62
3	1	6.88	63.86	6.80	60.78
	2	5.63	62.70	5.30	64.27

Cuadro 17. Prueba Estadística t para producción de forraje

Producción de forraje/periodo	
Sorgo Ganadero	Sorgo SS-41
5.140	4.490
1.050	0.760
0.237	0.246
Promedio...2.1401.830

$$t = \frac{2.14 - 1.83}{1.38} = 0.22 \text{ n.s.}$$

Cuadro 18. Análisis de Varianza para la variable Forraje Disponible. Sorgos Forrajeros ATx624†Tx2784 y SS-41.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	Probab.
Híbridos	1	3277465.04	3277465.042	9.22†	.022
Error	6	2132758.25	355459.708		
Rotación	2	11493829.75	5746914.875	85.63**	.000
Híb x Rot	2	84088.08	42044.042	0.63ns	
Error	12	805315.50	67109.625		

Total 23

Coefficiente de Variación = 6.36 %

ns = no significativo

** = significativo al 1%

* = significativo al 5%

Cuadro 21. Análisis de Varianza para la variable Proteína Cruda del Forraje Disponible. Sorgos Forrajeros ATx624*Tx2784 y SS-41.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	Probab.
Híbridos	1	2.96	2.962	0.27ns	
Error	6	64.83	10.805		
Rotación	2	92.39	26.193	19.50**	.000
Hib x Rot	2	6.81	3.403	2.53ns	.120
Error	12	43.50	3		

Total 23

Coefficiente de Variación = 14.60%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

* = significativo al 5%

Cuadro 22. Análisis de Varianza para la variable Ganancia de peso diaria. Sorgos Forr. ATx624*Tx2784 y SS-41.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	Probab.
Híbridos	1	83662.04	83662.042	9.22*	.022
Error	6	54464.92	9077.486		
Rotación	2	17468.58	8734.292	1.42ns	.279
Hib x Rot	2	60339.08	30179.542	4.91*	.027
Error	12	73812.33	6151.028		

Total 23

Coefficiente de Variación = 19.27%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

* = significativo al 5%

Cuadro 23. Prueba estadística t para la variable aumento de peso por hectarea/ciclo. Sorgos forrajeros.

Incremento de peso vivo/ha/ciclo de pastoreo.

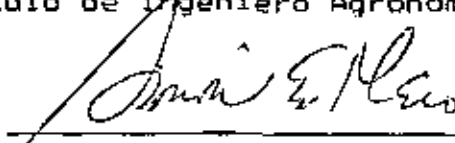
Ganadero	SS-41
171.10	161.66
173.60	113.28
72.74	42.01
$\Sigma = 417.44$	316.95
Prom = 139.14	105.65

$$t = \frac{139.14 - 105.65}{48.06} = 0.70 \text{ n.s.}$$

Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al Candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo.

Fue sometida a consideración del Jefe del Departamento y Coordinadores del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue aprobada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

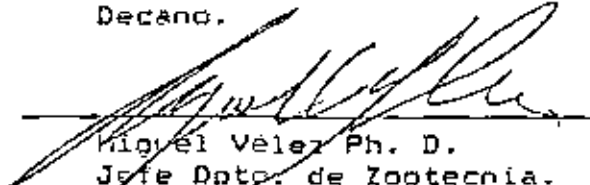
Abril de 1990



Simón E. Malo Ph. D.
Director.



Jorge Román Ph. D.
Decano.



Miguel Vélez Ph. D.
Jefe Dpto. de Zootecnia.

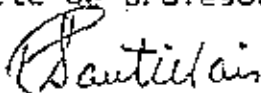


Raúl Santillán Ph. D.
Coordinador del Depto.



Aurelio Revilla. Mag. Sci.
Coordinador del Depto.

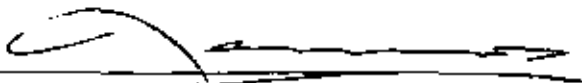
Comité de profesores:



Raúl Santillán. Ph. D.
Consejero Principal.



Ricardo Dysli G. Mag. Sci.
Asesor.



Blas Randolpho Cruz 2. Agr.
Asesor.