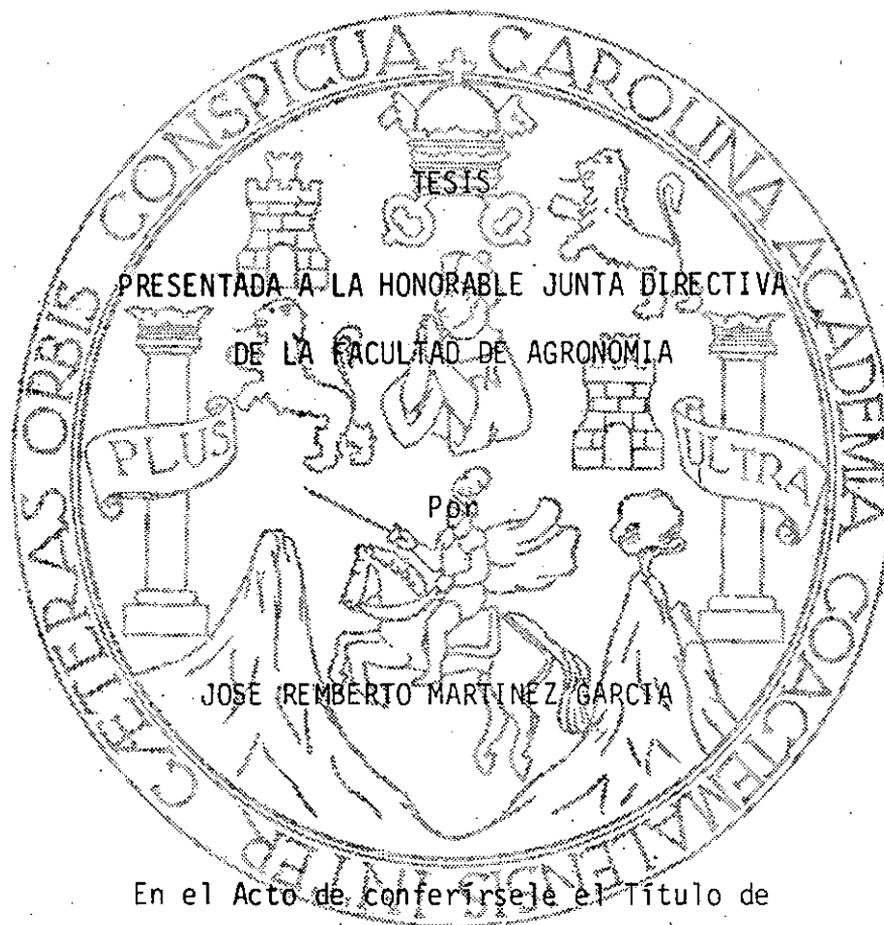


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RESPUESTA DE SEIS MATERIALES DE SORGO (*Sorghum spp*)
A LA FERTILIZACION NITROGENADA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE



INGENIERO AGRONOMO

En el grado Académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Febrero de 1988

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DW
01
T(1255)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Lic. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO:	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO:	T.U. Carlos E. Méndez M.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Baldemar Portillo M.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Efraín Medina
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Ciudad Universitaria, Zona 13
Guatemala, Centroamérica

18 de febrero de 1988

Ing. Agr. Anibal Martínez
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Señor Decano:

De la manera más atenta me dirijo a usted, con el objeto de informarle que he concluido la asesoría del trabajo de tesis del estudiante José Remberto Martínez García, titulado: "RESPUESTA DE SEIS MATERIALES DE SORGO (Sorghum spp) A LA FERTILIZACION NITROGENADA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE".

En virtud de lo anterior, considero que dicho trabajo llena los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala y, asimismo, resulta una contribución muy valiosa para el desarrollo de la ganadería nacional, especialmente para los productores de ganado bovino, por lo que me permito solicitarle su aprobación como tesis de grado.

Sin otro particular, me es grato suscribirme con muestras de consideración y respeto.

" ID Y ENSEÑAD A TODOS "


Ing. Agr. Miguel Ángel Gutiérrez O.
Coordinador
Unidad de Alimentación Animal
A S E S O R

MAG/mjr

Guatemala
Febrero 19 de 1988

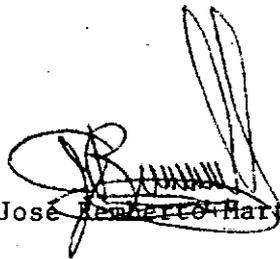
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables señores:

En cumplimiento de lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "RESPUESTA DE SEIS MATERIALES DE SORGO (Sorghum spp) A LA FERTILIZACION NITROGENADA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE", en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, como requisito previo optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, para su aprobación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme con mis más altas muestras de consideración.

Respetuosamente,



P. Agr. José Fernando Martínez García

JRMG/oas:

cc. Arch.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

SUPREMO CREADOR

A MIS PADRES

Jorge Humberto Martínez Marroquín
Adela Guillermina García de Martínez

A MI ESPOSA

Liliana Vielman de Martínez

A MI HIJO

Ricardo José Martínez Vielman

A MIS HERMANOS

Silvia Alcira, Marta Ofelia,
María Antonieta, Aida Esperanza,
Jorge Enio, Ana Patricia Martínez García

A MIS PRIMOS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

TESIS QUE DEDICO

A: DIOS.

A: La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: El Instituto Técnico de Agricultura, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

A: Los Investigadores Agrícolas, especialmente al Ing. Agr. Miguel Angel Gutiérrez Orellana.

A: La Agricultura Nacional.

A: Moyuta, Jutiapa.

AGRADECIMIENTO

A MI ASESOR: Ing. Agr. Miguel Angel Gutiérrez Orellana

A: El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola,
Coordinación Departamento de Producción Animal,
especialmente al Ing. Agr. Hugo Vargas.

A: El Personal del Laboratorio Bromatológico del
Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá,
especialmente al Dr. Miguel Ortíz.

A: El Personal del Laboratorio Bromatológico de
la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: El Señor Ricardo Vielman Alvarado.

A: Todas aquellas personas que de una u otra forma
colaboraron en la realización de este trabajo.

I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. HIPOTESIS.....	3
III. OBJETIVOS.....	4
IV. REVISION DE LITERATURA.....	5
V. MATERIALES Y METODOS.....	10
V.1 Localización.....	10
V.2 Diseño del Experimento.....	11
V.3 Modelo Estadístico.....	12
V.4 Manejo del Experimento.....	13
V.5 Variables de Respuesta.....	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
VII. CONCLUSIONES.....	23
VIII. RECOMENDACIONES.....	24
IX. BIBLIOGRAFIA.....	25
X. APENDICE.....	28

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Pág.</u>
1	Algunas Características Físicas y Químicas del Suelo en el Sitio del Experimento.....	11
2	Tratamientos Incluidos en el Experimento.....	13
3	Producciones Medias de Materia Verde de Seis Materiales de Sorgo y su Respuesta a la Fertilización Nitrogenada (Ton/Ha).....	16
4	Prueba de Tukey para la Producción de Materia Verde (Kg/Ha) de Seis Materiales de Sorgo (<u>Sorghum</u> spp.) y su Respuesta a la Fertilización Nitrogenada, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.....	17
5	Rendimientos Ajustados de Materia Seca de Seis Materiales de Sorgo y su Respuesta a la Fertilización Nitrogenada (Ton/Ha).....	18
6	Contenido y Rendimiento Ajustado de Proteína Cruda de Seis Materiales de Sorgo y su Respuesta a la Fertilización Nitrogenada.....	20
7	Digestibilidades <u>in vitro</u> de la Materia Seca de Seis Materiales de Sorgo Sometidos a Diferentes Niveles de Fertilización (%).....	21

APENDICE

1	Efecto de Materiales de Sorgo y de Niveles de Nitrógeno sobre las Producciones sin Corregir de Materia Verde (Ton/Ha) y Número de Plantas por Hectárea.....	29
2	Análisis de Covarianza para la Variable Materia Verde/Ha Como Respuesta de Seis Materiales de Sorgo (<u>Sorghum</u> spp.) a la Fertilización Nitrogenada.....	30
3	Análisis de Dominancia.....	31
4	Costo Total de Producción del Sorgo Forrajero Kow Kandy con Aplicación de 120 Kg de Nitrógeno/Ha (Q/Ha) en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.....	32

RESPUESTA DE SEIS MATERIALES DE SORGO (Sorghum spp) A LA FERTILIZACION
NITROGENADA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE

RESPONSE OF SIX SORGHUM MATERIALS (Sorghum spp) TO NITROGENED
FERTILIZATION FOR FORAGE PRODUCTION

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar las producciones de materia verde y proteína, la digestibilidad in vitro de la materia seca y estimar los costos de producción de seis materiales de sorgo para forraje (Sorghum spp.), que incluyeron al híbrido Kow Kandy (Sorghum sp), al criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare pers) y a los introducidos Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-3-8, ISS-83-213-16-10, sometidos a tres diferentes niveles de fertilización nitrogenada (40, 80 y 120 Kg/Ha).

El experimento se condujo en terrenos de la actual Escuela Nacional de Agricultura, ubicada en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, zona con gran potencial ganadero, pero sin tradición en la producción de sorgos forrajeros y donde la alimentación a base de forrajes de buena calidad es escasa, no contándose en ella con experiencias previas en este sentido.

El tiempo de duración del experimento fue de junio a agosto de 1986, utilizándose un diseño experimental en bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas; se contó con 18 tratamientos y 4 repeticiones. El área experimental fue de 1482 metros cuadrados, la parcela grande de 108 (niveles de nitrógeno), la pequeña bruta de 18 (materiales de sorgo) y la pequeña neta de 10.5. A todos los tratamientos se adicionó además 80 Kg de P_2O_5 /Ha en bandas juntamente con el nitrógeno.

Durante el desarrollo del cultivo, se realizó un control de malezas en forma manual. A los 60 días después de la siembra, se efectuó el corte con machete casi a ras del suelo.

La información en base a la cual se evaluaron los resultados fue: número de plantas al corte/Ha; producciones de materia verde, materia seca y proteína cruda en Ton/Ha; digestibilidad in vitro de la materia seca en porcentaje y costos de producción.

El número de plantas por parcela útil fue sometido a un análisis de varianza, el que detectó diferencias (P 0.05) entre unidades experimentales, por lo que se ajustaron los promedios de las producciones de materia verde por medio de la regresión en un análisis de covarianza, utilizando como covariable el número de plantas; dicho análisis detectó diferencias (P 0.05) entre materiales de sorgo, pero no entre niveles de nitrógeno.

La prueba de Tukey permitió establecer que los materiales de sorgo forrajero Kow Kandy (Sorghum sp) y criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare pers), con producciones de 44.7 y 43.8 toneladas de materia verde/Ha, respectivamente, fueron superiores que el resto de los materiales.

Las digestibilidades in vitro de la materia seca variaron de 66.1 a 76.66% y de 71.6 a 72.9% para los materiales de sorgo y para los niveles de fertilización nitrogenada, respectivamente.

También se efectuó un análisis marginal de beneficios netos, que permitió establecer que el sorgo criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare pers) fue dominante sobre el resto de materiales, por tener el mayor ingreso neto y menor costo variable. Los costos variables para los dos tratamientos mejores con 40 Kg de nitrógeno/Ha, fueron: para Cacho de Chivo 44.71 Q/Ha y para Kow Kandy 181.57 Q/Ha; costos que incluyen la semilla usada y nivel de nitrógeno aplicado.

I. INTRODUCCION

En Guatemala, las empresas ganaderas dependen de las plantas forrajeras en alto grado, para obtener producciones satisfactorias tanto biológica como económicamente. Dentro de estas plantas, las de corte han jugado un papel muy importante, en especial para las zonas con restricciones en la disponibilidad de agua, tanto en cantidad como por lo irregular de la distribución de las precipitaciones; allí precisamente es donde el sorgo tiene una gran posibilidad para la producción de forraje, entre de los cuales se ha utilizado ampliamente la variedad criolla, Cacho de Chivo. Por otra parte, pero con la misma finalidad, Vargas (1985)*, ha evaluado recientemente algunas líneas avanzadas, de las que Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8, ISS-83-213-16-10, han presentado resultados promisorios como plantas forrajeras, y ofrecen además ventajas en comparación con los híbridos forrajeros, por necesitar éstos sistemas especializados para producir semilla comercial. Compitiendo con los sorgos previamente referidos, al mercado local se ha introducido el sorgo forrajero híbrido Kow Kandy, del cual se destacan las siguientes cualidades: planta resistente a la sequía, tallos dulces y jugosos, hojas suculentas, gustosas y nutritivas, con alto contenido de proteína y azúcar, el que constituye otro material promisorio aún sin ser evaluado adecuadamente.

Los sorgos criollos (Sorghum vulgare Pers) son plantas prevalentemente autógamas, resistentes a la sequía, de fácil adaptación al medio nacional y altamente productoras de forraje y de semilla. Por

* Comunicación personal, Ing. Agr. Zoot. Hugo Vargas, Coordinador Producción Animal, ICTA.

otro lado, a medida que el recurso tierra se hace más limitante, es necesario incrementar la producción por unidad de superficie; así también, para la época seca se requiere de grandes volúmenes de forraje de buena calidad, que se hayan almacenado de los producidos en la época lluviosa. En este sentido, tradicionalmente los sorgos criollos han sido la alternativa, lográndose con fertilización nitrogenada altos rendimientos de forraje.

Por lo expuesto, se realizó la presente investigación con el fin de evaluar el efecto de tres niveles de nitrógeno (40, 80 y 120 Kg/ha), sobre el rendimiento de seis materiales de sorgo: Criollo Cacho de Chivo, Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8, ISS-83-213-16-10 y el forrajero híbrido Kow Kandy, en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. También se calcularon los costos variables, lo que llevó a encontrar el mejor tratamiento tanto en costo como en rendimiento y poder así ofrecer una alternativa atractiva a los ganaderos del área, especialmente tratándose de una zona sin tradición sorguera, pero con gran potencial para la producción de forraje.

II. HIPOTESIS

- 1) El sorgo criollo Cacho de Chivo, las variedades introducidas Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8 e ISS-83-213-16-10 producen igual cantidad de materia verde que el sorgo forrajero híbrido Kow Kandy.

- 2) La fertilización nitrogenada afecta en forma directa la producción de materia verde de los sorgos, criollo Cacho de Chivo, de las variedades introducidas Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8 e ISS-83-213-16-10 y del sorgo forrajero híbrido Kow Kandy.

III. OBJETIVOS

- 1) Evaluar las producciones de materia verde del sorgo criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare), de los introducidos Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8 y el ISS-83-213-16-10 y del sorgo forrajero Kow Kandy (Sorghum sp.), sometidos a diferentes niveles de fertilización nitrogenada en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.
- 2) Determinar las producciones de proteína del sorgo criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare), de los introducidos Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8 y el ISS-83-213-16-10 y del sorgo forrajero Kow Kandy (Sorghum sp.) sometidos a diferentes niveles de fertilización nitrogenada en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.
- 3) Determinar la digestibilidad in vitro de la materia seca del sorgo criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare), de los introducidos Pelotón, Larsit-83-104, V.V.B.-83-4-8 y el ISS-83-213-16-10 y del sorgo forrajero Kow Kandy (Sorghum sp.) sometidos a diferentes niveles de fertilización nitrogenada en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.
- 4) Determinar y comparar los costos variables de producción, inherentes a los tratamientos por tonelada de forraje producida, para los distintos tratamientos estudiados.

IV. REVISION DE LITERATURA

El sorgo común (Sorghum vulgare, Brot.), es una gramínea que posee raíces adventicias y fibrosas, tallos más blandos y con un tejido medular más rico en azúcares que la caña de azúcar, las hojas son lineales entrecruzadas y la inflorescencia es en panícula (Havard-Duclos, 1978). El color de la semilla puede ser blanco, amarillo hasta pardo (Hughes, 1966).

Poehlmal (1965) dice que la floración tiene lugar durante la noche o en las primeras horas de la mañana, requiriendo de 6 a 9 días para completar el desarrollo de la inflorescencia, y ésta se acelera en épocas de días cortos.

Los sorgos usados como forraje, crecen bien en climas templados, cálidos y tropicales (Havard-Duclos, 1978).

Wall y Ross (1975), señalan que los sorgos no necesitan suelos de una textura especial, ya que se obtienen buenas producciones en aquellos que varían de arcillosos a arenosos. Esto se asegura si la precipitación pluvial es de 400 a 600 mm., distribuida de la siembra al momento de efectuar el corte para obtener una buena cosecha (Pinto, 1973).

Robles (1979) atribuye la resistencia de los sorgos a la sequía al desarrollo de raicillas laterales en las raíces adventicias, a la presencia de una capa cerosa en las hojas, así como a la peculiaridad de éstas a doblarse en períodos de sequía para reducir la transpiración. En este sentido, Porras (1982) opina que el contenido de azúcares en los tallos parece que aumenta la resistencia a la sequía. Hernández de la Cruz (1980), comprobó que el sorgo criollo es además una planta resistente a plagas y enfermedades que afectan a cultivos similares.

Menéndez (1980) indica que la digestibilidad de la materia seca, del extracto no nitrogenado y de la proteína contenida en los sorgos,

se reduce al ir madurando la planta; esto se acentúa del momento cuando ésta tiene granos en estado lechoso en adelante, hasta su completa maduración.

Reyes Rivadeneira (1978) recomienda que para obtener mayores cantidades de proteína cruda, menores de fibra y evitar el acame por crecimiento excesivo, el primer corte se debe efectuar a los 30 días después de la siembra.

Roldán, citado por Elizondo (1971) afirma que el rendimiento en proteínas, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda y cenizas del sorgo forrajero, es mayor cuando el grano está en estado lechoso y una mejor proporción de elementos nutritivos se obtiene al cortar en el momento de la floración.

Las enfermedades y las plagas en las hojas del sorgo desmejoran la calidad del forraje para la alimentación del ganado (Serrano, 1968).

El follaje de sorgo es semejante al del maíz, pero tiende a contener menor proporción de proteínas y de fósforo (Morrison, 1965).

Un problema que han presentado los sorgos, es que pueden contener ciertos niveles de HCN (ácido cianhídrico) que es tóxico para el animal; al respecto Havard-Duclos (1978) indica que el HCN liberado por el glucosido durhina de la planta, en el estómago del animal, es variable; esto depende de: variedad de la planta, época de corte, condiciones climáticas y del suelo y que para evitar accidentes es necesario adoptar ciertas medidas: a) el glucosido corrientemente desaparece de los tallos al cabo de un mes, b) de las hojas hacia los dos meses, c) ausente en el momento de la floración. En general, los sorgos para producir forraje, preferiblemente deben cultivarse para ensilaje, más que para pastar en verde, ya que todas las variedades pueden consumirse después de veintiún días de ensilado, siempre y cuando se hayan cosechado en estado de grano lechoso. Es aconsejable que cuando el ganado vacuno y lanar sea llevado a pastar en sorgo, se le proporcione alimentos que contengan almidones, como los granos de maíz y sor-

go (Morrison, 1965). Así también, nunca pastar sorgo después de una helada, o después de haber pasado por condiciones de sequía y recibido mucha humedad para promover el rebrote, pues ello determina el incremento del glucogénico referido en la planta; con dejar pasar diez días después de una helada y de fuertes lluvias o del riego, se evitarían concentraciones tóxicas de HCN.

El rendimiento de forraje en el sorgo, se reduce con las temperaturas bajas, siendo esto más acentuado en los híbridos que en las variedades (Wall y Ross, 1975 y Villareal, 1970). Fotoperíodos cortos a la siembra tienen un efecto semejante (Villareal, 1970), temperaturas a la siembra de 26 a 32°C determinan mayor cantidad de materia seca a producir (Wall y Ross, 1975).

Guzmán (1980) reporta que, los híbridos son significativamente superiores para producir forraje que las variedades, debido a su mayor rebrote y a una menor pérdida de plantas.

Los sorgos forrajeros, debido a su rápido crecimiento y alta producción de follaje, deben fertilizarse especialmente con nitrógeno, para mantener el vigor de las plantas (Jiménez, 1966).

Además, al incrementarse el nivel de nitrógeno aplicado, aumenta el nivel de proteína en las plantas y se mejoran aspectos de nutrición, como el contenido de fibra y aumento en la digestibilidad (Johnson, 1981).

La fertilización y la variedad de sorgo que se utilice, son factores determinantes del rendimiento de follaje, necesitando los híbridos mayores cantidades de nitrógeno que las variedades por su alto potencial de rendimiento, debido a la heterosis (Cardona, 1982).

En Costa Rica, Jiménez (1966), en trabajos sobre niveles de nitrógeno total, encontró que la cantidad aplicada del mismo no afecta significativamente los rendimientos y concluyó que la aplicación de 120 Kg/Ha acelera la floración. Esto coincide con lo reportado por Hernández Díaz (1980), en Guatemala, quien indica que la aplicación de nitrógeno indujo a una floración más temprana; efecto que fue independiente del nivel de nitrógeno utilizado.

Reyes Rivadeneira (1978) en la Nueva Concepción, Escuintla, con un nivel de 90 Kg de nitrógeno/Ha observó el mayor rendimiento, el cual fue de 54 toneladas de materia verde por hectárea.

Hernández de la Cruz (1980), no justifica biológica ni económicamente usar más de 80 Kg de nitrógeno/Ha por corte. De León (1975) recomienda utilizar menores niveles de nitrógeno, cuando la disponibilidad de humedad en el suelo es reducida.

Salazar (1970) indica que la necesidad de fósforo se satisface generalmente con una aplicación de 40 Kg de P_2O_5 por hectárea.

En cuanto a épocas de siembra en Guatemala hay dos, "de primera" al inicio de las lluvias y "de segunda" en agosto y mediados de septiembre, que coinciden con el período seco (canícula de agosto). La mayor disponibilidad de humedad para las "de primera" permite un crecimiento más rápido del cultivo y en consecuencia en esta época se logran mayores rendimientos (De León, 1975).

Los sorgos para producción de forraje, pueden sembrarse con la sembradora de cereales o con la mano. Previo a ésta, debe asegurarse una cama de siembra que garantice una adecuada emergencia de plántulas, en un campo que debe estar libre de malezas, lo más nivelado posible después del paso del arado y rastra, que permita depositar la semilla a una misma profundidad, a fin de que la emergencia sea uniforme y la plántula crezca satisfactoriamente.

En relación a densidad de siembra en sorgo para producción de forraje, debe utilizarse mayor cantidad de semilla por unidad de superficie que cuando se trata de producir grano. Esto determinará mayor producción de un material con tallos finos y de alta gustosidad para el ganado. (Pinto, 1973).

La cantidad de semilla a usarse por unidad de superficie, depende de su pureza y el porcentaje de germinación. Con buena semilla y en base a recientes estudios, se recomienda de 11 a 60 Kg/Ha, dependiendo del uso que se le de al forraje con distanciamientos entre hileras de 40 a 100 centímetros y empleando el método de siembra a chorro corrido. Al

respecto, Hernández de la Cruz (1980) no justifica biológica ni económicamente densidades de siembra mayores de 39 kg de semilla/ha.

La decisión en cuanto a qué estado de crecimiento es mejor para llevar a cabo el primer corte del sorgo forrajero, depende del uso que se le quiere dar al material; Menéndez (1980) recomienda que, para utilizar el forraje verde picado o como heno es necesario efectuar éste a los 35 días después de la siembra y si es para ensilaje a los 65 o 70 días. Por otra parte, Segura (1970) señala en general que la edad de corte varía de 45 a 60 días y la altura de la planta de 1.50 a 3.50 metros, lo que depende de la fertilización y la temperatura durante el desarrollo del cultivo.

Rueda (1984) concluye que el sorgo criollo no debe cortarse a frecuencias menores de 6 semanas, debido al daño físico que se le ocasiona a la base de la planta; si se hace a intervalos menores se afecta su recuperación, obteniéndose los mayores rendimientos al efectuarse un sólo corte, a la edad de 15 semanas.

Las variedades de sorgo forrajero, por lo general son malas productoras de grano para consumo humano, mientras que las variedades de grano sí pueden producir buen forraje (Porrás, 1982). Al respecto, en El Salvador, Clara (1976) recomienda al agricultor sembrar la variedad Centa S-2 de doble propósito, cuando se pretende obtener de este cultivo simultáneamente, tanto grano como forraje.

Walton (1962), dice que en el sur de los Estados Unidos, el sorgo ha sustituido al maíz, porque tiene un valor alimenticio semejante y los rendimientos por hectárea para ensilar son de uno a dos tercios superiores al del maíz. También Morrison (1943) coincide en que el forraje de sorgo es parecido al del maíz, pero tiende a ser un poco más pobre en proteínas y fósforo, carencia corregida al suministrar heno de alfalfa a la ración.

V. MATERIALES Y METODOS

V.1 Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en terrenos del Instituto Técnico de Agricultura, en Bárcena, Villa Nueva, departamento de Guatemala; caracterizándose climatológicamente por estar a una altura de 1450 m.s.n.m., con temperaturas promedio, máxima y mínima de 20.4, 28.5 y 13.2°C, respectivamente, una precipitación pluvial anual promedio de 1007 mm., repartidos en 76 días de junio a diciembre, se reportan valores máximo y mínimo de 81 a 74% de humedad relativa (López, 1984); y se encuentra comprendido dentro de la zona de vida bosque húmedo subtropical (templado) (De la Cruz, 1982).

Los suelos pertenecen a la serie Guatemala (Gt), los cuales son profundos, bien drenados, con textura franco-arcillosa, de consistencia friable y de color café muy oscuro; 30-40 cms. de espesor aproximadamente. La estructura es granular en algunos lugares y, en otros, se ha destruido a causa de su cultivo. El pH es alrededor de 6.0 (Simmons, 1959).

Algunas de las características físicas y químicas del suelo en el sitio del experimento se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN EL SITIO DEL EXPERIMENTO. 1/

Muestra No.	pH	ppm		Meq	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg.
1	6.4	3.58	253	7.47	3.04
2	6.6	5.10	318	8.97	3.78
3	6.4	3.58	403	9.84	4.23
4	6.5	0.54	258	8.10	4.11

1/ Todas las muestras tuvieron una textura franco-arcillosa.

V.2 Diseño del Experimento

Se utilizó el de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, utilizando en la parcela grande los niveles de nitrógeno y en la parcela pequeña los materiales de sorgo, dando como resultado 18 tratamientos en total. (Ver Cuadro 2), los que se replicaron cuatro veces. El tamaño de la parcela grande fue de 108 m² y la pequeña, bruta y neta de 18 y 10.5 m², respectivamente; se dejó un metro de calle entre cada parcela grande. El bloqueo se hizo a nivel de parcela grande y perpendicular a la pendiente del terreno; el espacio entre bloques fue de un metro, requiriéndose de una superficie total de 1,482 metros cuadrados para todo el ensayo.

V.3 Modelo Estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel de nitrógeno

β_j = Efecto de la j-ésima repetición

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la parcela grande

γ_k = Efecto del k-ésimo material de sorgo evaluado

$\alpha\gamma_{ik}$ = Efecto de la interacción entre materiales de sorgo y niveles de nitrógeno

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la parcela pequeña

i = 1, 2, 3

j = 1, 2, 3, 4

k = 1, 2, 3, 4, 5, 6

Cuadro 2. TRATAMIENTOS INCLUIDOS EN EL EXPERIMENTO

FACTOR	NIVELES	SIMBOLOS
Nitrógeno	40 Kg/Ha	N ₁
	80 Kg/Ha	N ₂
	120 Kg/Ha	N ₃

Materiales		
de Sorgo	Larsit-83-104	M ₁
	V.V.B.83-4-8	M ₂
	ISS.-83-213-16-10	M ₃
	Pelotón	M ₄
	Cacho de Chivo	M ₅
	Kow Kandy	M ₆

V.4 Manejo del Experimento

El suelo se preparó de la manera siguiente: a) aradura a 30 centímetros de profundidad; b) dos pasadas de rastra; c) en la última pasada de rastra, se incorporó aldrín granulado en dosis de 16.25 Kg/Ha; d) surqueado a 50 centímetros de distancia y a 2 centímetros de profundidad.

El establecimiento del cultivo se efectuó en siembra de primera, cuando la época lluviosa estaba bien establecida en el mes de junio

de 1986. El método de siembra utilizado fue el de chorro corrido a mano, distribuyendo la semilla lo más uniformemente posible. La densidad de siembra fue de 39 Kg/Ha.

El plan de fertilización consistió en aplicar el nitrógeno en bandas a los 30 días de efectuada la siembra. En este caso, se aplicaron los niveles de 40, 80 y 120 Kg/Ha, utilizando como fuente de nitrógeno urea (46% de nitrógeno).

El fósforo se aplicó también en forma de bandas y conjuntamente con el nitrógeno a los 30 días de la siembra en dosis única de 80 Kg de P_2O_5 /Ha, y con la mano. Se usó como fuente al superfosfato triple (46% de P_2O_5).

Durante el desarrollo del cultivo, se efectuó un control de malezas en forma manual (con azadón), y no se presentaron plagas ni enfermedades.

Para medir la producción de materia verde, se efectuó el corte casi a ras del suelo en forma manual (con machete) a los 60 días después de la siembra, identificando y pesando el material producido por cada parcela neta. La producción de las repeticiones de cada tratamiento, se mezcló para sacar una muestra compuesta, la que se llevó al laboratorio para su análisis y determinación de materia seca, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca.

V.5 Variables de Respuesta

- Número de plantas al corte/Ha.
- Producción de materia verde, en Ton/Ha.
- Producción de materia seca en Ton/Ha.
- Producción de proteína cruda en Ton/Ha.

- Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca, según la técnica de Tilley y Terry (Goering y Van Soest, 1970).
- Costos de Producción.

Los resultados fueron analizados estadística y económicamente. El análisis estadístico incluyó inicialmente un análisis de varianza, para la variable número de plantas por parcela útil, el cual de ser distinto determinaría la conveniencia de hacer un análisis de covarianza (ANCOVA), para los datos de producción de materia verde, que muestra el Cuadro 1 del apéndice, usando como covariable el número de plantas. El análisis económico consistió en la determinación de los costos variables inherentes a los tratamientos, los que incluyeron aquellos por concepto de la semilla usada y los distintos niveles de nitrógeno aplicados, para luego someter los datos a un análisis marginal de beneficios netos, según la metodología sugerida por Perrin et al (1979). Para establecer el precio de venta por tonelada de forraje verde en el lugar del experimento, se estimó el costo total de producción, más el 20% de ganancia para el tratamiento que presentó el mayor costo variable. (Ver Cuadro 4 del apéndice).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento de los distintos materiales de sorgo y su respuesta a tres niveles de nitrógeno sobre la producción de materia verde, se presentan en el Cuadro 3. Estas variaron de 36.2 a 44.7 y de 38.2 a 41.7 toneladas por hectárea, para materiales de sorgo y para niveles de fertilización nitrogenada, respectivamente.

Cuadro 3. PRODUCCIONES MEDIAS ^{1/} DE MATERIA VERDE DE SEIS MATERIALES DE SORGO Y SU RESPUESTA A LA FERTILIZACION NITROGENADA (Ton/Ha).

MATERIAL DE SORGO	DOSIS DE NITROGENO (Kg/Ha)			\bar{X}
	40	80	120	
Kow Kandy	42.2	44.0	47.8	44.7
Cacho de Chivo	42.2	43.0	46.0	43.8
V.V.B.-83-4-8	36.6	42.4	42.7	40.5
Pelotón	41.0	39.6	40.2	40.3
Larsit-83-104	33.4	39.6	36.3	36.4
ISS-83-213-16-10	34.0	37.6	36.9	36.2
\bar{X}	38.2	41.0	41.7	

^{1/} Los datos de campo fueron corregidos por regresión dentro del análisis de covarianza, siguiendo la metodología de Reyes Castañeda (1980).

El análisis de varianza del número de plantas por parcela útil, detectó diferencias (P. 0.05) entre unidades experimentales, por lo que se ajustaron los promedios de las producciones de materia verde. Al practicarse el ANCOVA, también se detectaron diferencias (P.0.05) entre materiales, pero no entre niveles de nitrógeno, ni la interacción fue significativa. (Ver Cuadro 2 del Apéndice).

La prueba de Tukey permitió establecer que los materiales Kow Kandy y Cacho de Chivo fueron superiores al resto, mismos que fueron equivalentes entre sí, al igual que los restantes entre ellos (Ver Cuadro 4). Llama la atención que solamente hubo diferencias entre ma

teriales evaluados, no así para niveles de nitrógeno en la producción de materia verde, lo cual coincide con lo reportado por Jiménez (1966) en Costa Rica, donde el efecto de los niveles de 75 y 150 Kg de nitrógeno/Ha no afectaron los rendimientos, pero esto contradice trabajos realizados en Guatemala con sorgo criollo Cacho de Chivo, por Hernández de la Cruz (1980) aplicando 50, 80 y 110 Kg de nitrógeno/Ha y Villeda (1987) con 30, 60, 90 y 120 Kg de nitrógeno/Ha, donde el efecto del nitrógeno sí fue importante.

Cuadro 4. PRUEBA DE TUKEY PARA LA PRODUCCION DE MATERIA VERDE (Ton/Ha) DE SEIS MATERIALES DE SORGO (*Sorghum* spp.) Y SU RESPUESTA A LA FERTILIZACION NITROGENADA, BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

MATERIAL DE SORGO	MEDIA			
Kow Kandy	44.7	a		
Cacho de Chivo	43.8	a	b	
V.V.B.-83-4-8	40.5		b	c
Pelotón	40.3			c
Larsit-83-104	36.4			c
ISS-83-213-16-10	36.2			c

wq = 4.75

- Tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas.

Cabe señalar que en el presente trabajo, probablemente la falta de humedad suficiente en el suelo, no permitió una utilización eficiente del nitrógeno por las plantas, pues inmediatamente de la aplicación se presentó una canícula corta; así también debe indicarse que las condiciones climáticas del sitio del experimento son diferentes y menos favorables que las que se dan en las zonas sorgueras del país.

Los rendimientos de materia seca de los seis materiales de sorgo y su respuesta a la fertilización nitrogenada, pueden observarse en el Cuadro 5. Estas variaron de 6.7 a 9.0 y de 6.9 a 7.8 toneladas por

hectárea, para los materiales estudiados y para los niveles de nitrógeno, respectivamente. Correspondieron las mayores producciones en forma consistente al material Kow Kandy, sin embargo no hubo una tendencia clara entre niveles de nitrógeno. Estos datos confirman lo dicho por Cardona (1982), en el sentido de que los híbridos tienen alto potencial de rendimiento debido a la heterosis. También es importante hacer notar que el Kow Kandy tuvo un crecimiento más rápido y al momento del corte, que se realizó a los 60 días después de la siembra, había alcanzado un grado mayor de madurez.

Cuadro 5. RENDIMIENTOS AJUSTADOS DE MATERIA SECA DE SEIS MATERIALES DE SORGO Y SU RESPUESTA A LA FERTILIZACION NITROGENADA (Ton/Ha).

MATERIAL DE SORGO	DOSIS DE NITROGENO (Kg/Ha)			\bar{X}
	40	80	120	
Kow Kandy	8.1	9.4	9.7	9.0
Cacho de Chivo	7.5	7.3	7.6	7.5
Pelotón	6.5	8.2	7.4	7.4
V.V.B.-83-4-8	6.5	7.4	7.7	7.2
ISS-83-213-16-10	6.5	7.1	6.6	6.7
Larsit-83-104	6.2	7.3	6.4	6.7
\bar{X}	6.9	7.8	7.6	

A pesar de que en este estudio no hubo diferencias entre niveles de nitrógeno, debe indicarse que otros autores han encontrado respuestas diferentes; así Hernández De la Cruz (1980), determinó un efecto positivo en la producción de materia seca, al incrementarse el nivel de nitrógeno aplicado.

Los rendimientos obtenidos de materia seca por unidad de superficie en este ensayo son bajos, especialmente si se les compara con los reportados por Hernández De la Cruz (1980), quien evaluó 50, 80 y 110 Kg de N/Ha, alcanzando hasta 16.0 toneladas por hectárea en el mejor tratamiento con 80 Kg de nitrógeno/Ha; esta diferencia puede justificarse por las distintas temperaturas promedio entre el sitio del experimento y la zona de Chiquimulilla, Santa Rosa, que son de 20 y 27°C, respectivamente. Al respecto, Wall y Ross (1975), indican que temperaturas de 26 a 32°C determinan mayores cantidades de materia seca a producirse. Esto cumple con la ley de Van T. Hoff (Garcidueñas, 1959), la cual reza de que todo fenómeno fisiológico duplica su velocidad de reacción hasta cierto punto al incrementarse la temperatura en 10°C. Sin embargo, Villeda (1987), reporta rendimientos aún menores, los que oscilaron entre 1.7 y 6.0 toneladas por hectárea, para los niveles de 0 y 90 Kg de N/Ha, respectivamente; en este segundo caso, la precipitación pluvial caída fue un gran limitante y la fecha de siembra fue más tardía, pues el objetivo del cultivo no fue para ensilaje, sino para guatera.

El Cuadro 6, muestra el contenido en porcentaje y el rendimiento por unidad de superficie de proteína cruda en los seis materiales de sorgo y su respuesta a la fertilización nitrogenada. El rendimiento de proteína cruda de los materiales varió de 0.5 a 0.7 toneladas por hectárea, éste es bajo especialmente si se compara con los obtenidos por Hernández De la Cruz (1980), que obtuvo 2.22 Ton/Ha para el mejor tratamiento con 80 Kg de N/Ha. Probablemente, los bajos rendimientos y el no efecto del nitrógeno sobre las concentraciones de proteína cruda, se deba al bajo aprovechamiento del nitrógeno por las plantas en la canícula que se presentó, que ya fue referida previamente; en relación a esto, Hernández De la Cruz (1980) afirma que, al incrementarse el nivel de nitrógeno de 50 a 80 Kg/Ha aumenta la producción de proteína de 1.75 a 2.22 Ton/Ha, hecho que no se manifestó en el presente estudio. Los contenidos de proteína cruda variaron de 7.3 a 9.0 y de 7.4 a 8.8 por ciento, para los materiales de sorgo y los niveles de nitrógeno, respectivamente; es importante destacar que éstos se obtuvieron cortando a los 60 días de la siembra; al respecto, Pizarro, et al (1984), explica que al cosechar a

los 40 días de la siembra, la concentración de proteína fue de 14%; así también, Rueda (1984) determinó que pueden esperarse porcentajes mayores al cosecharse más temprano; así al cortar a las 3 semanas obtuvo 16% de proteína cruda. Coincidentemente, Menéndez (1980) obtuvo 16.27% de proteína, por lo que recomienda efectuar el corte del sorgo a los 35 días después de la siembra, cuando éste se utiliza como forraje verde picado y, si es para ensilaje, a los 65 o 70 días, y así mejorar la nutrición del ganado.

Cuadro 6. CONTENIDO Y RENDIMIENTO AJUSTADO DE PROTEINA CRUDA DE SEIS MATERIALES DE SORGO Y SU RESPUESTA A LA FERTILIZACION NITROGENADA.

MATERIALES DE SORGO	DOSIS DE NITROGENO (Kg/Ha)						\bar{X} %	\bar{X} Ton/Ha
	40		80		120			
	%	Ton/Ha	%	Ton/Ha	%	Ton/Ha		
Kow Kandy	7.3	0.6	4.7	0.4	9.8	0.9	7.3	0.7
Cacho de Chivo	7.8	0.6	8.9	0.7	9.0	0.7	8.6	0.6
Larsit-83-104	10.4	0.7	8.3	0.6	8.2	0.5	9.0	0.6
V.V.B.-83-4-8	8.6	0.6	8.3	0.6	10.8	0.8	9.0	0.6
Pelotón	8.3	0.5	7.2	0.6	7.0	0.5	7.4	0.5
ISS-83-213-16-10	8.0	0.5	7.0	0.5	8.9	0.6	8.0	0.5
\bar{X} (%)	8.4		7.4		8.8			
\bar{X} (Ton/Ha)		0.6		0.6		0.7		

En el Cuadro 7 se presentan las digestibilidades in vitro de la materia seca de los tratamientos estudiados. Las digestibilidades de los materiales variaron de 66.1 a 76.6%, siendo la mayor para el Pelotón, el que por sus características de crecimiento similares a las del sorgo criollo Cacho de Chivo y buena calidad nutritiva, está siendo contemplado como material promisorio para la pro

ducción de forraje en la zona sorguera sur-oriental.*

La menor digestibilidad se encontró en Kow Kandy, lo que puede explicarse en razón de que al corte presentó un mayor grado de madurez. Al respecto Menéndez (1980), explica que la digestibilidad de la materia seca se reduce con la maduración de la planta.

Cuadro 7. DIGESTIBILIDADES in vitro DE LA MATERIA SECA DE SEIS MATERIALES DE SORGO SOMETIDOS A DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION (%).

MATERIAL DE SORGO	DOSIS DE NITROGENO (Kg/Ha)			\bar{X}
	40	80	120	
Pelotón	76.7	77.3	76.0	76.6
Cacho de Chivo	73.7	73.9	72.0	73.2
V.V.B.-83-4-8	73.3	72.8	72.8	73.0
Larsit-83-104	73.4	73.2	70.9	72.6
ISS-83-213-16-10	71.9	71.9	72.9	72.2
Kow Kandy	67.9	65.5	65.8	66.1
\bar{X}	72.9	72.4	71.6	

* Comunicación personal Ing. Agr. Ramiro Salguero, Programa de Sorgo, ICTA.

El análisis económico permitió establecer que el sorgo Cacho de Chivo tuvo el máximo beneficio neto parcial, no importando el nivel de fertilización recibido, siendo dominante este material con 40Kg de N/Ha sobre los demás tratamientos (Ver Cuadro 3 del Apéndice). Cabe aclarar que desde el punto de vista económico, fue muy superior al Kow Kandy a pesar del potencial productivo de este último, sin embargo, la explicación radica en el costo de la semilla para su establecimiento, en donde los precios son de Q.0.10 y Q.1.70/Kilogramo para Cacho de Chivo y Kow Kandy, respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio y con los datos obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

- 1) El sorgo forrajero híbrido Kow Kandy (Sorghum sp.) y el criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare), fueron superiores para la producción de materia verde.

- 2) La fertilización nitrogenada no afectó las producciones de materia verde de los distintos materiales evaluados.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Para obtener la mayor producción de materia verde al más bajo costo en Bárcena, Villa Nueva, departamento de Guatemala, se recomienda sembrar sorgo criollo Cacho de Chivo (Sorghum vulgare L.) aplicándole 40 Kg de nitrógeno/Ha.

BIBLIOGRAFIA

1. CARDONA, H.; BERGANZA, F.; NAVARRO, R.; 1982. Heterosis expresada por el grano de sorgo como consecuencia de la fertilización nitrogenada en el Oriente de Guatemala. In Reunión Anual del PCCMCA (28, 1982, Alajuela, Costa Rica). Memoria. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. v.1, p.M-1 - M-12.
2. CLARA, R.; VEGALARA, R.; ARIAS, R. 1976. Centa S-2a nueva variedad de sorgo de doble propósito para El Salvador. In Reunión Anual del PCCMCA (22, 1976, San José, Costa Rica). Memoria. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, v.2, p. M-31-1 - M-31-8.
3. CRUZ, J. De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR/DIGESA. 42 p.
4. ELIZONDO, L. 1971. Evaluación de diez sorgos en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Tesis Perito Agrónomo. Guatemala, Escuela de Agricultura, 51 p.
5. GARCIDUEÑAS, M. 1959. Principios de fisiología vegetal. Mex., D.F., Imprenta Universitaria. 36 p.
6. GOERING, H.; SOEST, P. VAN. 1970. Forage serial analysis. Washington, D.C. 379 p.
7. GUZMAN, E.; MENENDEZ, A. 1980. Efecto de la fertilización nitrogenada en los rendimientos de variedades e híbridos de sorgos forrajeros de corte. In Reunión Anual del PCCMCA 26 a, Guatemala, 24-28 mar., 1980. v.3. Memoria. Guatemala, ICTA. s.p.
8. HAVARD-DUCLOS, B. 1969. Las plantas forrajeras tropicales. Barcelona, BLUME. p. 34-40.
9. HERNANDEZ DE LA CRUZ, J. 1980. Efecto de diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y cantidad de proteína en sorgo criollo (Sorghum vulgare). Tesis Lic. Zoo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 19 p.
10. HERNANDEZ DIAZ, P. 1980. Efectos de la fertilización nitrogenada y diferentes formas de riego aplicados al cultivo de sorgo en un suelo, Chicaj del Valle de la Fragua. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.

11. HUGHES, H.; HEATH, M.; METCALFE, S. 1986. Forrajes. Mex. D.F., DECSA. 758 p.
12. JIMENEZ, J. 1966. Ensayo de la fertilización en sorgo forrajero (Sorghum vulgare Pers), en la zona del Pacífico Norte. San José, Costa Rica, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. 48 p.
13. JOHNSON, L. et.al. 1981. El nitrógeno en la ganadería. Agricultura de las Américas. (EE.UU.) 30 (6):20-26.
14. LEON, C. De. 1975. Respuesta del cultivo de sorgo a la fertilización con nitrógeno en el Sur-Oriente de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
15. LITLE, T.; JACKSON, F. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Mex., TRILLAS. p. 87-94.
16. LOPEZ, J. 1983. Monografía de la Aldea Bárcena del Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala. EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 p.
17. MENENDEZ, A.; HERRERA, A.; MERCADO, J. 1980. Determinación de la relación entre rendimiento y contenido de proteína en diferentes fases fenológicas en sorgos forrajeros. In Reunión Anual del PCCMCA, 26a. Guatemala, 24-28 mar. 1980. v.3. Guatemala, ICTA. p. 5S-120-1-10.
18. MORRISON, F. 1943. Alimentos y alimentación del ganado. Trad. Alfonso Castro. 20 ed. Santiago, Chile, ZIG-ZAG. p. 320-326.
19. PALADINES, O. 1966. Métodos in vitro para determinar el valor nutritivo de los forrajes. Estanzuela, Uruguay, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". s.p.
20. PERRIN, R. et. al. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica, 1973. Mex., CYMMYT. 54 p.
21. PINTO, H. 1973. El sorgo. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. ITA. p. 2-14.
22. PIZARRO, et. al. 1984. Curva de crecimiento y valor nutritivo de los sorgos forrajeros en los trópicos. Producción Animal Tropical. Santo Domingo. 9 (3):187-196.
23. POEHLMAL, J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Mex., LIMUSA Wiley. 263 p.
24. PORRAS, E. 1982. Sorgo granífero; progreso de la investigación en el Estado Norteamericano de Texas. Agricultura de las Américas (EE.UU.) 31 (10):30-34.

25. REYES CASTAÑEDA, P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2 ed. Mex., D.F., TRILLAS. 270 p.
26. REYES RIVADENEIRA, M. 1978. Respuesta de tres variedades de sorgo forrajero (Sorghum vulgare Pers) a la fertilización con N-P-K-S en el área de Nueva Concepción. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 29 p.
27. ROBLES, R. 1980. Producción de granos y forrajes. 2 ed. Mex., LIMUSA. p. 144-145.
28. RUEDA, P. 1984. Efecto de la frecuencia de corte sobre la cantidad y calidad de forraje en el sorgo criollo. Tesis Lic. Zoo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 34 p.
29. SALAZAR, B. 1970. Cultivo de sorgos forrajeros. Managua, Nicaragua, Ministerio de Agricultura. p. 1-14.
30. SEGURA, M.; CHAMBLEE, D. 1970. Forrajes del Perú. Lima, Perú, Centro Regional de Ayuda Técnica. p. 41.
31. SERRANO Y RODRIGO, J. 1968. El cultivo del sorgo granero. Caracas, Venezuela, VENEGRAFIA. p. 87.
32. SIMMONS, CH.; TARRANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. del Inglés por Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, José de Pin^eda Ibarra. p. 775.
33. VILLEDA, R. 1987. Fertilización nitrogenada y densidades de siembra en el sorgo (Sorghum bicolor Linn) para Guatemala, en el Municipio de Jutiapa. Tesis Lic. Zoo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 39 p.
34. VILLAREAL, E. 1970. Observación de 22 sorgos para ensilaje en la región Norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México. (Mex.) 3 (1): 7-14.
35. WALL, S.; ROSS, M. 1975. Producción y usos del sorgo. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 217 p.
36. WALTON, E.; HOLT, O. 1962. Cosechas productivas. Mex. D.F., Continental. p. 263.

G. Ramirez



X. APENDICE

Cuadro 1. EFECTO DE MATERIALES DE SORGO Y DE NIVELES DE NITROGENO SOBRE LAS PRODUCCIONES SIN CORREGIR DE MATERIA VERDE (Ton/Ha) Y NUMERO DE PLANTAS POR HECTAREA.

Niveles de Nitrógeno (Kg/Ha)	Material de Sorgo	B L O Q U E S							
		I		II		III		IV	
		N de P	F.V.	N de P	F.V.	N de P	F.V.	N de P	F.V.
40	Larsit-83-104	715.000	26.8	755.000	41.7	488.334	29.5	738.334	32.6
	V.V.B.-83-4-8	467.500	42.8	749.167	43.4	736.667	22.8	734.167	34.4
	ISS.-83-213-16-10	670.834	35.9	694.167	42.4	471.667	26.8	970.000	29.2
	Pelotón	555.000	43.6	855.834	43.9	842.500	36.9	993.334	43.2
	Cacho de Chivo	720.000	43.8	715.000	43.8	966.667	42.5	959.167	43.8
	Kow Kandy	651.667	43.6	843.334	43.6	482.508	40.4	686.667	37.8
80	Larsit-83-104	853.334	39.8	677.000	40.1	690.000	37.5	743.334	41.3
	V.V.B.-83-4-8	740.000	41.0	340.000	42.4	706.667	43.5	688.334	37.1
	ISS.-83-213-16-10	836.667	32.9	733.334	39.4	815.000	35.6	735.000	45.0
	Pelotón	989.167	42.4	1037.500	42.8	1006.667	42.8	930.000	42.8
	Cacho de Chivo	954.167	47.5	664.167	43.9	1038.334	43.9	866.667	43.9
	Kow Kandy	651.667	44.5	723.334	43.5	710.834	43.8	830.000	43.9
120	Larsit-83-104	698.334	44.1	419.167	34.5	719.167	36.3	826.667	26.9
	V.V.B.-83-4-8	695.000	43.5	421.667	36.7	568.334	38.9	300.834	40.1
	ISS.-83-213-16-10	585.834	41.5	847.500	39.2	880.000	40.5	478.334	24.9
	Pelotón	908.334	43.9	928.334	42.5	1014.166	43.9	963.334	41.2
	Cacho de Chivo	720.834	43.8	736.667	43.6	620.000	44.2	822.500	52.4
	Kow Kandy	584.167	44.6	695.834	41.6	459.167	46.6	445.000	49.2

N de P = Número de plantas/Ha.

F.V. = Toneladas de materia verde/Ha.

Cuadro 2. ANALISIS DE COVARIANZA PARA LA VARIABLE MATERIA VERDE/Ha
 COMO RESPUESTA DE SEIS MATERIALES DE SORGO (Sorghum spp)
 A LA FERTILIZACION NITROGENADA.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS			VALORES AJUSTADOS		
		y ²	xy	x ²	G.L.	S.C.	C.M.
Bloque	3	114.25	-1402.62	34732.44			
Fact. A	2	172.00	1579.37	207738.00			
Error (a)	6	283.52	3847.10	353708.23	5	241.68	48.32
Subtotal	11	569.77	4023.83	596178.67			
A + E (a)		-455.52	5426.47	561446.00	7	403.07	
A ajustada P' regresión de Parcela Grande					2	161.39	80.70 1.70 N.S.
Fact. B	5	892.56	12828.92	917108.00			
A x B	10	80.02	-14070.54	484327.00			
Error (b)	45	785.20	11438.40	1128477.30	44	669.26	15.21
Total	71	2327.55	14220.60	3126091.00			
B + E (b)		1677.76	24267.32	2045585.30	49	1389.87	
AB+E (b)		865.22	-2632.14	1612804.00	54	860.92	
B ajustada P' regresión de Parcela Pequeña					5	720.61	144.12 9.48 *
AB ajustada " " " "					10	191.66	19.17 1.26 N.S.

Fact. A = Niveles de Nitrógeno

Fact. B = Materiales de Sorgo

* = Significativo al 5%

N.S. = No significativo

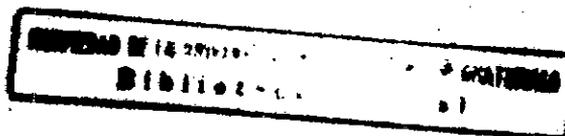
CV (a) = 17.25%

CV (b) = 9.68%

Cuadro 3. ANALISIS DE DOMINANCIA 1/

BENEFICIO NETO (Q/Ha)	T R A T A M I E N T O S			COSTO VARIABLE (Q/Ha)
	N (Kg/Ha)	MATERIAL	DE SORGO	
282.35	40	Cacho de Chivo		44.71
278.41	120	Cacho de Chivo		116.02
257.99	80	Cacho de Chivo		80.36
226.67	40	Pelotón		74.26
212.67	80	V.V.B.-83-4-8		109.91
177.70	120	V.V.B.-83-4-8		145.57
157.48	80	Larsit-83-104		109.91
157.09	80	Pelotón		109.91
156.33	120	Kow Kandy		252.82
139.52	40	Pelotón		145.57
126.90	40	Kow Kandy		181.51
121.97	80	Kow Kandy		217.16
119.58	80	ISS-83-213-16-10		109.91
88.36	40	ISS-83-213-16-10		74.26
76.58	40	Larsit-83-104		74.26
65.36	120	ISS-83-213-16-10		145.57
58.48	120	Larsit-83-104		145.57

1/ El presente análisis permite detectar los tratamientos que dominan económicamente a los restantes, con base en la combinación de mayor ingreso neto y menor costo variable.



Cuadro 4. COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL SORGO FORRAJERO KOW KANDY CON APLICACION DE 120 Kg DE NITROGENO/Ha (Q/Ha) EN BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA

I. COSTOS DIRECTOS

I.1 Preparación del Suelo:

a) Aradura.....	Q.	42.85*
b) Rastreo (dos pasadas).....		42.85

I.2 Siembra:

a) Surqueado (10 jornales) Q.4.40/jornal.....		45.00
b) Siembra (13 jornales) Q.4.50/jornal.....		58.50

I.3 Prácticas Culturales:

a) Fertilización (7 jornales) Q.4.50/jornal.....		31.50
b) Limpia (12 jornales) Q.4.50/jornal.....		54.00

I.4 Insumos:

a) Semilla (39 Kg/Ha) Q.3.74/Kg.....		145,86
b) Urea (260.87 Kg/Ha) Q.0.41/Kg.....		106.96
c) Triple superfosfato (173.91 Kg/Ha) Q.0.70/Kg.....		121.75
d) Aldrin granulado (16.25 Kg/Ha) Q.2.5/Kg.....		39.78

I.5 Corte:

a) Corte (12 jornales) Q.4.50/jornal.....		54.00
---	--	-------

TOTAL COSTOS DIRECTOS..... Q. 703.05

II. COSTOS INDIRECTOS

II.1 Costos Administrativos (5% scd).....	Q.	37.15
II.2 Imprevistos (5% scd).....		37.15
II.3 Intereses (14% scd 3 meses).....		26.00

TOTAL COSTOS INDIRECTOS..... Q. 100.30

COSTO TOTAL..... Q. 803.35

+ 20% de ganancia..... 168.67

GRAN TOTAL..... Q. 972.02

* Los valores por concepto de servicio de mecanización agrícola, pertenecen a los establecidos por el Proyecto de Conservación de Suelos "MICHATOYA" DIGESA-Amatitlán.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia _____
Asunto _____

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

RECIBIDO EN LA BIBLIOTECA CENTRAL
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
EL 17 DE ABRIL DE 1965

IMPRIMASE




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O