

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO  
(Sorghum vulgare Pers.) A LA FERTILIZACION CON  
N-P-K-S EN EL AREA DE NUEVA CONCEPCION**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

**MARINO ELEAZAR REYES RIVADENEIRA**

En el acto de su investidura como

**INGENIERO AGRONOMO**

en el grado académico de

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

Guatemala, Mayo de 1978.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

Lic. Saúl Osorio Paz

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 2o.	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo
Vocal 4o.	P.A. Juan Miguel Irias
Vocal 5o.	P.A. Giovanni Reyes
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

Decano a.i.	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Romeo A. Solano A.
Examinador	Ing. Agr. Rolando G. Aguiñera
Examinador	Ing. Agr. José de J. Chonav F.
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.



Referencia

Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Aparado Postal No. 1543

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 2 de mayo de 1978.

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  
PRESENTE.

De mi Honor:

En atención a la designación que nos hiciera la Decanatura de la Facultad de Agronomía, atentamente nos permitimos comunicar a usted, que hemos asesorado el trabajo de tesis del Br. MARINO REYES RIVADENEIRA, titulado: "RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE SORGO FERRAZERO ( Sorghum vulgare pers.) A LA FERTILIZACION CON N-P-K-S, EN EL AREA DE NUEVA CONCEPCION.-

Consideramos que el Sr. Reyes Rivadeneira, ha cumplido con los requisitos necesarios para optar el título de Ingeniero Agrónomo; por lo que recomendamos le sea aprobado dicho trabajo de tesis el cual tendrá que defender en su Examen General Público.

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos del Sr. Decano con muestra de alta consideración.-

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing.  Gabriel Torres G.  
ASESOR

  
Ing. Agr. Salvador Castillo  
ASESOR  
Director Depto. de Edafología



SCO/aldac.

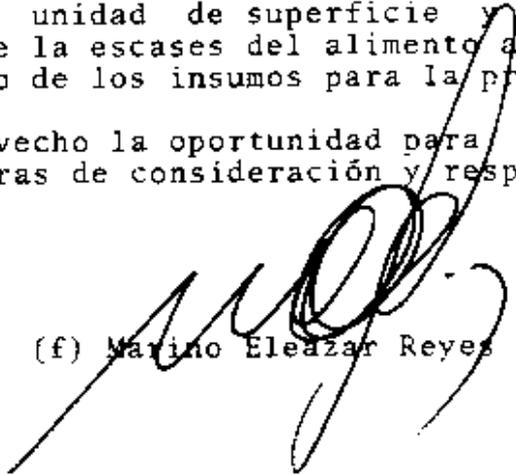
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, tengo el honor de someter a vuestro criterio el trabajo de Tesis titulado "RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO (Sorghum Vulgare Pers.) A LA FERTILIZACION CON N-P-K-S EN EL AREA DE NUEVA CONCEPCION".

Espero que el presente trabajo sea una contribución básica a la información necesaria para incrementar más el cultivo del sorgo como forraje ya que con ello se lograría alimentar más ganado por unidad de superficie y evitaría en gran parte la escases del alimento animal y el alto costo de los insumos para la producción.

Aprovecho la oportunidad para reinterarles mis muestras de consideración y respeto.

(f) Marino Eleazar Reyes Rivadeneira.



**ACTO QUE DEDICO A:**

**MIS PADRES**

Aurelio Reyes Turcios  
Esthela Rivadeneira de R.

**MI ESPOSA**

Irma Consuelo

**MIS HIJOS**

Ligia Susana y  
Aurelio

**MIS HERMANOS**

Edgar David  
Nery Ariel  
María Teresa  
Fredy Amilcar (Q.E.P.D.)  
Héctor Aurelio (Q.E.P.D.)

**MIS ABUELITOS PATERNOS Y MATERNOS**

Gerardo Reyes  
Angela Turcios  
Alfonso Custodio (Q.E.P.D.)  
Teresa Rivadeneira

**MIS TIOS**

Jesús Alfonso Custodio (Q.E.P.D.)  
Oscar Ramírez  
Mario Elfego Custodio R.  
Rubén de León R.  
Gerardo Reyes T.

**MI AMIGO**

José Mario Ramírez C. (Q.E.P.D.)

## AGRADECIMIENTO

Quiero dejar patente mi sincero agradecimiento hacia aquellas personas que en una u otra forma me proporcionaron la ayuda necesaria para llevar a cabo esta tesis.

A mis Asesores:

Ing. Agr. Salvador Castillo  
Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

A:

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); en especial al Dr. J. Elías Gonzaga por su valiosa orientación en la Determinación Bromatológica del Sorgo Forrajero para poder cuantificar su valor nutritivo.

A mi amigo:

Ing. Agr. Arnoldo García por su interés y sugerencias en la redacción de la tesis.

A mi padre:

Aurelio Reyes T. al haberme proporcionado el área donde se llevó a cabo el trabajo de campo.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
A. Requerimientos nutricionales del sorgo forrajero	5
B. Contenido de ácido Cianhidrico	6
C. Composición en Elementos Nutritivos	6
D. El nitrógeno en la planta	6
E. Características Botánicas del sorgo de forraje	7
IV. MATERIALES Y METODOS	9
V. RESULTADOS Y DISCUSION	13
VI. CONCLUSIONES	17
VII. RECOMENDACIONES	19
VIII. CITAS BIBLIOGRAFICAS	21
APENDICE	23

## I. INTRODUCCION

Entre los principales cultivos del mundo, se encuentra el sorgo el cual es poco conocido en Europa; no así en Norte América y América Latina en donde su incremento a venido tomando interés. Su aprovechamiento es múltiple ya que se usa como planta granífera, forrajera y en los Estados Unidos de América, lo utilizan para hacer jarabe, un jugo espeso similar a la melaza, que se obtiene mediante el prensado de las cañas del sorgo dulce.

El sorgo es una fuente alimenticia importante para la ganadería en muchos países de clima cálido, ya que la alimentación del ganado ocupa un lugar preponderante entre los factores que se conjugan para desarrollar una eficiente administración de la empresa pecuaria (8). Es por ello que los resultados de este trabajo pueden servir para incrementar más dicho cultivo como sorgo forrajero, ya que con ello se lograría alimentar más ganado por unidad de superficie, y evitaría en gran parte la escasez del alimento animal y el alto costo de los insumos de la producción.

Es sabido que los forrajes constituyen la fuente principal de la alimentación del ganado vacuno y puede asegurarse que a pesar de los adelantos recientemente alcanzados en la alimentación con cereales, los forrajes seguirán manteniendo su importancia para los rumiantes (9). Con un adecuado manejo y con la conservación de la fertilidad del suelo, los forrajes pueden proporcionar a la ganadería un alimento económico durante gran parte del año.

El manejo adecuado del sorgo forrajero debería enfocarse de tal forma que el producto obtenido reúna características de alto rendimiento en materia seca y alto contenido en proteína, por lo que es necesario emprender ensayos que consideren los factores coadyuvantes al logro de estos objetivos.(13).

## II. OBJETIVOS:

- Comparar rendimientos de forraje de tres variedades de sorgo en el área de Nueva Concepción.
  
- Determinar mediante el análisis proximal el valor nutritivo del forraje de sorgo en tres cortes.
  
- Determinar la respuesta del sorgo en cuanto a rendimiento de materia verde y protéico a la aplicación de N-P-K-S.

### III. REVISION DE BIBLIOGRAFIA:

#### A. Requerimientos nutricionales del sorgo forrajero:

El sorgo crece bien en todo tipo de suelo, pero desarrolla mejor en suelos bien preparados, con una fertilidad alta y balanceada y un pH adecuado (de 7 a 7,5). Puede tolerar considerables variaciones en la fertilidad y en el equilibrio de diversos elementos, pero los rendimientos y eficiencias de la planta se ven afectados cuando los niveles de los nutrientes son bajos y desbalanceados. Los sorgos toleran bastante bien los rangos de pH, pero si este es alto, hay diferencias entre diversas variedades (1).

El sorgo utiliza en cantidades mayores y en forma asimilable los elementos principales del suelo, y su absorción total es similar al maíz; según estudios hechos paralelamente se llegó a determinar la cantidad de N-P-K y su rendimiento en las hojas, tallos y raíces, incrementándose notablemente los tendimientos de materia seca con adiciones de nitrógeno, fósforo y potasio.

CUADRO I Requerimiento de N-P-K de diferentes partes de la planta

Parte de la planta	Producción Kg	N <sub>2</sub> Kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg	K <sub>2</sub> O
Hojas	803	7,0	2,3	4,0
Tallos	2.261	4,5	2,0	6,3
Raíces	1.326	4,0	4,5	2,3

Un sorgo de rápido crecimiento, agota el nitrógeno del suelo y la provisión de agua durante su período activo de crecimiento. Cuando las cantidades totales de fertilizante destinadas a una temporada se aplican una sola vez al principio de verano en los Estados Unidos de América, la absorción del nitrógeno es veloz y excesiva. Por tal motivo, tanto la época como la cantidad de aplicación se deben ajustar a la provisión de agua y a las necesidades del forraje (1).

El rendimiento es mucho mayor con la adición de fósforo y potasio, observándose un mejor crecimiento cuando se usan para corregir los bajos niveles de dichos elementos en el suelo. Algunos investigadores destacaron la importancia de mantener cantidades suficientes de estos elementos minerales para obtener altos niveles de producción. En algunas regiones de Estados Unidos de América, es común aplicar fertilizantes complejos en proporciones de 60-100-40 Kg/Ha. de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, respectivamente; en estas regiones, fueron necesarios para aumentar los niveles de fósforo y nitrógeno.

La fertilización también puede influir sobre la calidad del forraje. El cambio más importante los producen las adiciones de fertilizantes nitrogenados que incrementar su contenido protéico.

Summer y otros (1965A) comprobaron que 228 Kg de nitrógeno/Ha., aplicados fraccionadamente produjeron un nivel más elevado de forraje que cantidades mayores aplicadas en una sola dosis (1).

Una producción más elevada de nitrógeno produce en el forraje contenidos de nitratos que exceden los niveles de 0,90/o considerados peligrosos para el ganado vacuno.

En regiones que han sido cultivadas durante muchos años conviene aplicar por lo menos 80 Kg de nitrógeno/Ha., y en áreas más secas o más fértiles se requiere 60 Kg. de nitrógeno/Ha. Las necesidades de fósforo se satisfacen generalmente con una aplicación de 40 Kg de Superfosfato/Ha.

#### B. Contenido de Acido Cianhídrico:

Un inconveniente de los sorgos forrajeros es que mientras están creciendo las plantas tienen el glucósido llamado Durrina, el cual por desdoblamiento en el estomago del animal produce el ácido prúsico el cual es tóxico. A medida que la planta crece el producto en mención va desapareciendo en la antésis (11).

Se ha comprobado que altos niveles de nitrógeno sumados a bajos niveles de fertilización fosforada, aumenta el contenido de HCN (ácido cianhídrico) en el pasto Sudan, mientras que un bajo nivel de nitrógeno y un mayor nivel de fósforo, producen efectos contrarios.

#### C. Composición en Elementos Nutritivos:

Los sorgos híbridos generalmente rinden más proteína cruda, menos fibra cruda, nitrógeno no protéico y cenizas. Se señalaron también variaciones en el contenido de fibra cruda entre los distintos sorgos híbridos forrajeros (19,6 a 32,50/o de fibra). Estos datos ilustran la necesidad de apreciar los sorgos tanto por su valor nutritivo como por su rendimiento (1).

Las etapas de maduración parecen influir en mayor medida sobre el valor alimenticio que lo señalado respecto a las diferencias entre variedades en similar grado de maduración (Catchpolle, 1964).

Desde la emergencia de la panoja hasta el estado de grano maduro, los sorgos forrajeros generalmente declinan el contenido de proteína, de fibra cruda y de cenizas, mientras que incrementan la fracción no nitrogenada (1).

#### D. El Nitrógeno en la Planta:

El nitrógeno juega un papel de vital importancia en la nutrición de las plantas (2). debido a que buena parte de su peso lo constituyen compuestos nitrogenados (3). Aunque tales compuestos son de naturaleza inorgánica y orgánica, estos últimos predominan en forma de proteínas las cuales después del agua, son identificados como los principales constituyentes del protoplasma.

De acuerdo a BLACK (4) y TISDALE & NELSON (5), las proteínas en las células vegetales funcionan como agentes catalíticos y como reguladores del metabolismo, pues han sido reconocidas como enzimas y ácidos nucleicos o bien están formando parte constitutiva de hormonas y de los pigmentos clorofílicos.

Para llenar sus funciones, el nitrógeno del suelo es absorbido en forma de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) o amoniacal ( $\text{NH}_4$ ), los cuales después de reducidos a radicales  $\text{N}=\text{I} \cdot \text{NH}-\text{O}-\text{NH}_2$ , dan lugar a la formación de compuestos orgánicos más complejos como los ya mencionados (6). Es evidente entonces que la planta necesita nitrógeno para crecer, elaborar sus reservas y formar sus semillas (6,7).

Según Rachie y Muñoz, citados por Jiménez Villalobos (12), en México, zona del Bajío, trabajando con sorgos forrajeros reportaron que los fertilizantes dan tan buenos resultados con los sorgos como con otros cultivos.

El servicio de Extensión del Ministerio de Agricultura de Colombia, reporta que los sorgos forrajeros, debido a su rapidez para crecer y su alta producción deben abonarse especialmente con nitrógeno para mantener el vigor de las plantas (12). Recomiendan la aplicación de 75 Kg de nitrógeno/Ha., después de cada corte en forma de Urea o de nitratos, ya que esto aumenta los rendimientos considerablemente.

Fernández e Iglesias de la Universidad de Costa Rica, citados por Jiménez Villalobos (12), trabajando con niveles de nitrógeno, para sorgo forrajero, encontraron que la aplicación de 120 Kg de nitrógeno/Ha., incrementa altamente la producción.

#### E. Características Botánicas del Sorgo de Forraje:

##### RAICES:

Todas las raíces maduras de los sorgos forrajeros son adventicias, fibrosas y desarrollan en forma lateral. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por la cual los sorgos son resistentes a la sequía (9).

##### TALLOS:

Los tallos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden crecer a una altura de 0.60 a 4.5 metros; estando dividido por entrenudos, cuyas uniones las forman los nudos y de las cuales emergen las hojas. Cada nudo está provisto de una yema floral lateral (19).

Las plantas de sorgos de la misma precocidad y el mismo estado de madurez, tendrán el mismo número de hojas, nudos y entrenudos. La diferencia en altura es debida a la longitud de los entrenudos, mas no al número de ellos (9), (13).

##### HOJAS:

Las hojas están situadas alternadamente sobre el tallo; siendo éstas lanceoladas. Las hojas de los sorgos se denominan con el nombre de panícula. Esta puede ser cerrada semi-cerrada, abierta y en bandera. Las espiguillas son de dos clases: Sésiles y pediceladas; siendo las últimas generalmente estaminadas. Cada espiguillasésil contiene un ovario el cual después de la fecundación se desarrolla para la formación de semilla (10).

El sorgo generalmente se autofecunda; sin embargo, no existe obstáculo para la fecundación cruzada, estimada en un 50/o en parcelas continuas (10). El fruto de los sorgos es una cariósida que se encuentra cubierta por las glumas, siendo tanto las glumas como los granos de diferente color (rojo, café, etc.) (9).

#### IV. MATERIALES Y METODO:

El experimento se llevó a cabo en la parcela B-63 del parcelamiento de Nueva Concepción del departamento de Escuintla.

El parcelamiento de Nueva Concepción se encuentra localizado según la clasificación de L. HOLDRIDGE, en la zona Tropical Seca, la cual está situada a 800 pies sobre el nivel del mar; cuenta además con una precipitación promedio de 1200 mm anuales y una temperatura de 28°C.

Las variedades que se usaron para realizar este experimento fueron híbridos de sorgos forrajeros, siendo éstas:

Variedad GRAZER  
 Variedad Mc NAIR 711A  
 Variedad H - OK

Como fuente de nutrientes se utilizaron los siguientes elementos:

Fuente de nitrógeno: Urea  
 Fuente de Fósforo: Triple Superfosfato  
 Fuente de Potasio: Muriato de potasio  
 Fuente de Azufre: Flor de azufre

Los resultados obtenidos del análisis de suelos, previo a la siembra, realizados en el laboratorio de suelos, pueden observarse en el cuadro siguiente:

Cuadro II

o/o N Total	o/o M.O.	Cationes intercambiables				ppm
		me/100 gr.				
		Ca	Mg	Na	K	P
0,44	3,6	13,7	4,1	0,22	1,98	25

En base a estos análisis, se diseñó el experimento y se dispusieron los niveles de fertilización. El diseño que se usó fue el de parcelas divididas, con tres variedades, doce combinaciones de N-P-K-S y tres repeticiones. En el siguiente cuadro podemos apreciar los doce niveles de fertilización que se usaron en el experimento.

CUADRO III

NIVELES	N	Kg/Ha.		
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
1	0	0	0	0
2	45	0	0	0
3	90	0	0	0
4	135	0	0	0
5	180	0	0	0
6	90	45	0	0
7	90	0	45	0
8	90	45	45	0
9	90	45	0	40
10	90	0	0	40
11	90	0	45	40
12	90	45	45	40

#### Forma de aplicación de los fertilizantes:

El fósforo se aplicó diez días antes de la siembra en bandas laterales a 8 cms. de separación de la semilla y de 8 a 10 cms. de profundidad. Junto con la siembra se aplicó toda la dosis de potasio y el azufre. El nitrógeno se confinó en dos aplicaciones, colocando la mitad de la dosis al momento de la siembra y la otra mitad a los 15 días después.

#### Cortes:

El primer corte se efectuó a los 45 días después de la siembra. Una vez efectuado el corte, se procedió a fertilizar nuevamente con la dosis establecida de Urea, aplicando una parte inmediatamente después del corte y la otra mitad de la dosis a los quince días.

El segundo corte se efectuó a los treinta días después del primero. Inmediatamente se aplicó la misma dosis de Urea, en las mismas condiciones que el corte anterior.

El tercer corte se realizó a los 60 días después del segundo corte, y la aplicación de Urea fue la misma que los dos primeros cortes.

Es de hacer notar que después de cada corte se hizo necesario una porque a los quince días, para evitar acame, ya que estos sorgos forrajeros poseen raíces adventicias y lo que se trata en este caso es de darle un sostén fijo a la planta.

#### Análisis Bromatológico:

El porcentaje de nitrógeno se determinó por el método de Macro-Kjeldahl (15). El valor de proteína se obtuvo a través del porcentaje de nitrógeno multiplicado por 6,25.

También se determinó la fibra cruda, Humedad, Extracto Etereo, Cenizas (15). y la humedad en fresco para determinar el contenido de materia seca.

Para este análisis bromatológico, se tomaron en el campo experimental 36 muestras al completo azar.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION:

Los cuadros correspondientes a este acápite, aparecen en el apéndice.

### Primer corte:

Estadísticamente hubo diferencia altamente significativa en los niveles de fertilización con respecto a materia verde (Cuadro IV).

Los niveles más significativos fueron el 6 y 5 (Cuadro III de Materiales y Métodos) los cuales reportaron un rendimiento de 54,0 y 53,2 Ton/Ha. de materia verde respectivamente: es decir, que con una aplicación de 90 Kg de nitrógeno/Ha y 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea, dio mejores resultados que la aplicación de 180 Kg de nitrógeno/Ha. solamente. Esta situación, ha sido afrontada por otros investigadores, los cuales sugieren que, a pesar de los rendimientos máximos obtenidos con niveles altos de nitrógeno, es más práctico y más económico aplicar niveles más bajos de nitrógeno, siempre que el fósforo se encuentre adecuado (8).

Estadísticamente en los resultados de fibra cruda hubo diferencia significativa con respecto a los niveles de fertilización, ya que los más significativos fueron el nivel 12 (Cuadro III) que reportó un contenido de fibra de 30,30/o y los niveles 1 y 7 alcanzaron: 27,16 y 27,26/o respectivamente.

En cuanto a variedades, se reportó diferencia significativa con respecto a fibra cruda (Cuadro V).

Con respecto a fibra cruda, estadísticamente hubo diferencia significativa en las variedades, ya que la variedad A resultó tener menos fibra cruda que la variedad B y C.

En este primer corte la variedad C tuvo una correlación positiva entre materia verde y fibra cruda (Gráfica 1-1).

Es de hacer notar que en éste corte, no hubo diferencias significativas con respecto a proteína cruda y materia seca, tanto en los niveles de fertilización como en las variedades (Cuadros VI, VII).

Con respecto a materia verde, las tres variedades fueron iguales estadísticamente (Cuadro V).

### Segundo corte:

Estadísticamente solo existe diferencia significativa entre variedades en relación al rendimiento de materia verde, no así para los niveles de fertilización; ello posiblemente se deba en gran parte al elevado contenido de nitrógeno en el área experimental. Diversos autores han encontrado una respuesta favorable del sorgo, a la fertilización nitrogenada. Por otra parte Jiménez citado por Barea S. y Zelaya M. no encontró respuesta a los niveles de 0,75 y 150 Kg de nitrógeno por hectárea, atribuyéndolo al elevado contenido de nitrógeno en el suelo (8) (Cuadro VIII).

La variedad C resultó ser mejor estadísticamente que la variedad A, e igual a la variedad B (Cuadro IX).

En este segundo corte, las tres variedades sufrieron acame, siendo la variedad B la más seriamente afectada, lo cual se debió a su altura (2,1 m) y sus tallos delgados.

Otro factor importante que afectó el segundo corte fueron las fuertes lluvias, esto dio lugar a la pudrición del área fotosintética del corte (a 20 cms. del suelo).

Como puede observarse, el segundo corte rindió menos que el primero en relación con materia verde (Cuadros V, IX), estos resultados corroboran lo obtenido por Rivera Gonzales (9).

Estadísticamente se reporta que no hubo diferencia significativa en cuanto a proteína cruda y materia seca, no así para fibra cruda con respecto a los niveles de fertilización (Cuadros X, XI, XII). Se observa que los niveles 11 y 6 (Cuadro III), alcanzaron un total de 26,7 y 26,97% respectivamente, sin embargo los niveles 2 y 5 alcanzaron mayor porcentaje de fibra cruda con un total de 29,3 y 29,00% respectivamente.

Con respecto a variedades si hubo diferencia significativa en cuanto al contenido de fibra cruda, estadísticamente la variedad C es mejor que la variedad B e igual que la variedad A.

Con relación a proteína cruda, estadísticamente la variedad A es mejor que la variedad B, e igual que la variedad C (Cuadro IX).

En este segundo corte, la cosecha fue más uniforme, y se debió en gran parte a la altura que estos sorgos alcanzaron (1,0 m; 1,6 m y 1,3 m para las variedades A, B y C respectivamente). Esta altura estuvo en función del tiempo que transcurrió entre el primer corte y el segundo, y los factores adversos al cultivo fueron reducidos al mínimo.

#### Tercer corte:

Estadísticamente hubo alta significancia en los niveles de fertilización con respecto a materia verde, no así entre variedades (Cuadro XIII). Los niveles que reportaron un rendimiento satisfactorio fueron: 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea; 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $K_2O$  por hectárea y 40 Kg de azufre/Ha. y finalmente 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea y 40 Kg de azufre/Ha., con un rendimiento de 38,6; 37,5 y 36,8 Ton. de materia verde/Ha., respectivamente.

En cuanto a proteína cruda, fibra cruda y materia seca, no hubo diferencia significativa para los niveles de fertilización (Cuadros XIV, XV), suponiendo que una de las razones fueron las distintas épocas de floración de los sorgos; es decir que algunas subparcelas estaban en plena floración, otras entrando a ella y otras que no habían floreado cuando se hizo el corte. Entre las variedades tampoco hubo diferencia significativa.

#### Los tres cortes como un todo:

Estadísticamente hubo diferencia significativa en los niveles de fertilización con respecto a materia verde, pero no así para las variedades (Cuadro XIV).

Los niveles que reportaron mayor rendimiento de materia verde fueron: 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$ ; 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $K_2O$  por hectárea y 40 Kg de azufre/Ha. y finalmente 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea y 40 Kg de azufre por hectárea, que rindieron alrededor de 37,6; 37,56 y 37,3 Ton. de materia verde por hectárea respectivamente.

Según los resultados de laboratorio; estadísticamente no hubo diferencia significativa en los niveles de fertilización con respecto a proteína cruda, fibra cruda y materia seca (Cuadros XVII, XVIII), sin embargo si hubo diferencia significativa entre variedades (Cuadro XIX).

Puede observarse en este cuadro que la variedad A resultó con mayor contenido de proteína cruda y menos de fibra cruda que la variedad C y que la variedad B, mientras que la variedad B tuvo menos contenido de proteína y mayor contenido de fibra cruda.

La variedad B fue la única que tuvo correlación significativa con respecto a proteína y fibra cruda (Gráfica 1-2).

Al analizar el rendimiento de materia verde de los tres cortes (Cuadro XX), puede observarse que el primer corte es estadísticamente diferente de los dos restantes (Gráfica 1-3): es decir, que el primer corte rindió más que el segundo, y este menos que el tercer corte. Según Barca S. Y Zelaya M., el tercer corte rindió más que el segundo, lo que se explica por el mayor contenido de materia seca en el forraje, como efecto de un período de crecimiento con mayor precipitación pluvial y mayor evaporación (8).

## VI. CONCLUSIONES:

1. El primer corte fue estadísticamente diferente en cuanto a materia verde se refiere, sobre el segundo y tercer corte (Cuadro XX).
2. Se concluye de que tanto en el primer corte como en el tercer corte no hubo diferencia significativa entre variedades con respecto a materia verde, no así para el segundo corte donde la variedad C estadísticamente fue mejor que la variedad A, e igual que la variedad B.
3. Analizando cada uno de los cortes, la variedad A reportó mayor contenido de proteína cruda y menos fibra cruda que la variedad B y C (Cuadros V, IX) en el primero y segundo corte.
4. Analizando los tres cortes como un todo se determinó que estadísticamente la variedad A resultó mejor que la variedad C y que la variedad B, ya que tuvo mayor contenido de proteína cruda y menos contenido de fibra cruda (Cuadro XIX).
5. En el primer corte los niveles de 90 Kg de nitrógeno por hectárea, 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea y 180 Kg de nitrógeno/Ha., reportaron rendimientos halagadores de 54,0 y 53,2 Ton. de materia verde por hectárea respectivamente. En el segundo corte no hubo diferencia significativa entre los niveles (Cuadro VIII).
6. En el tercer corte los niveles de 90 Kg de nitrógeno por hectárea, 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea; 90 Kg de nitrógeno por hectárea, 45 Kg. de  $K_2O$  por hectárea y 40 Kg de azufre por hectárea, y finalmente 90 Kg de nitrógeno/Ha, 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea y 40 Kg de azufre por hectárea, rindieron 38,6; 37,5 y 36,8 Ton. de materia verde por hectárea respectivamente.
7. Analizando los tres cortes como un todo, los niveles de 90 Kg de nitrógeno/Ha, 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea; 90 Kg de nitrógeno/Ha, 45 Kg de  $K_2O$  por hectárea y 40 Kg de azufre por hectárea y finalmente 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea y 40 Kg de azufre por hectárea, rindieron en promedio 37,7; 37,56 y 37,3 Ton. de materia verde/Ha respectivamente.
8. Analizando cada uno de los cortes, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los niveles de fertilización en relación con el contenido de proteína cruda. se considera que posiblemente pudo deberse al alto contenido de nitrógeno existente en el área donde se llevó a cabo el experimento. Según Jiménez citado por Barea S. y Zelaya M. (8), no encontró diferencias en contenido de proteína a los niveles de 0,75 a 150 Kg de nitrógeno/Ha, atribuyéndolo al elevado contenido de nitrógeno en el suelo. Con lo anteriormente expuesto se confirma los resultados obtenidos en este trabajo.

## VII. RECOMENDACIONES:

1. Por lo observado en el presente trabajo; se recomienda para el área de Nueva Concepcion la aplicación de 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$  ó bien la aplicación de 90 Kg de nitrógeno/Ha., 45 Kg de  $P_2O_5$  y 40 Kg de azufre/Ha.
2. Con respecto a variedades, se recomienda para el área de Nueva Concepción, la variedad H-OK, por su alto contenido de proteína cruda y bajo contenido de fibra cruda, pero para tal efecto se recomienda también la variedad 711A de la Mc NAIR que se encuentra en similares condiciones que la primera.
3. Considerando el rendimiento de materia verde, se recomienda la variedad 711A de la Mc NAIR, ó en su efecto puede usarse la variedad GRAZER.
4. Con respecto al período de corte, se recomienda efectuar el primer corte a los 30 días después de la siembra, el segundo corte a los 45 días después del primer corte, porque es en estos períodos de tiempo donde se acumula mayor cantidad de proteína cruda y menor contenido de fibra cruda (Gráfica 1-4) y al mismo tiempo se evita el acame por excesivo crecimiento.
5. No se recomienda efectuar un corte a los 60 días ya que en este tiempo el sorgo es bajo en proteína cruda y alto en fibra cruda, teniendo en este caso un forraje de mala calidad.

## VIII. CITAS BIBLIOGRAFICAS:

- (1) WALL JOSEPH y ROSS WILLIAM M. Producción y usos del sorgo. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur 1965. 399 p.
- (2) ALDRICH, SAMUEL R. y LENG, EARL R. Producción moderna del maíz. Trad. por Oscar Martínez Tenreiro y Patricia Leguisamon. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur 1975. 308 p.
- (3) BARTHOLOMEX W. V. El nitrógeno del suelo en los trópicos. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. In: Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin (North Carolina) pp 75-76. 1973.
- (4) BLACK, C.A. Soil plant relationships. New York, John Wiley, 1968. 792p.
- (5) TISDALE, S.L. y NELSON W.L. Soil Fertility an fertilizers. 2da. Edition. New York, Macmillan, 1966. 694 p
- (6) RODRIGO y SERRANO, JOSE MIGUEL. El cultivo del sorgo granifero. Caracas, Venezuela. Editorial Labor, 1968. 132 p.
- (7) VANDERLIP, R.L. Plant food Taken up by 135 Bu/A Sorghum. Kansas State University; Departament of agronomy. s.f. 5p. (Mimeografiado).
- (8) ZELAYA M., H. y BAREA S.F. Nitrogen fertilization in fodder sorghum (*sorghum vulgare Pers.*) and its economic optimization. TURRIALBA 23(4): 432-437. 1973.
- (9) RIVERA GONZALES JOSE G. Efecto de la fertilización en la producción de materia verde en dos variedades de sorgo forrajero. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, 1967. 37p. (Tesis Ing. Agr.).
- (10) PITNER JHON, LAZO DE LA VEGA JOSE LUIS y SANCHES DURON NICOLAS El cultivo del sorgo. México, D.F. Secretaría de Agricultura y Ganadería; oficina de Estudios Especiales, 1965. Bol. Técnico. Junio (15). pp. 4-6, 8-10.
- (11) SALAZAR E. ANGEL. Como cultivar sorgo para grano en Nicaragua Managua. Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1966. Circular Julio (55). 22p.
- (12) JIMENEZ VILLALOBOS JOSE RAFAEL. Ensayo de la fertilización en sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers.*) en la zona del Pacífico Norte. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1966. 48p.
- (13) ZAMBRANO R. RUBEN. et al. Epoca de corte por fertilización nitrogenada en sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers.*). En: Avances en Investigación (Perú) 3(1): 7-9. 1974
- (14) LOPEZ DOMINGUEZ ULRICO R. Prueba de cuatro densidades de siembra en sorgo forrajero. Variedad Beefbuilder y cuatro niveles de nitrógeno. Monterrey, México. Universidad de Nuevo León, 1967. 33 p. (Tesis Ing. Agr.)

- (15) ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. WASHINGTON D.C. Official Methods of analysis of the Association of Agricultural Chemist. 11 ed. Washington, Ass. Off. Agr. Ch. 1970.
- (16) GILL, A.S. et al. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on fodder yield and chemical composition of sorghum and cowpea. Indian Journal of Agricultural Research 6(3): 185-190. 1972.
- (17) HERRERA P., RAMIREZ, P., A y LOTERO C., J. Dosis de nitrógeno y frecuencia de aplicación en sorgo forrajero. Colombia, Agricultura Tropical 24 (10): 675-680, 1968.
- (18) KANWAR SINGH y GILL, P.S. Effect of preceding crops on nitrogen and phosphorus requirements of forage sorghum. Research 2(1): 49-54. 1976.
- (19) GALUR, L.S. y LOPEZ, C.A. Fertilización fosfórica del sorgo (*Sorghum vulgare Pers.*). In: Congreso Agronómico Nacional, San José, Costa Rica, 1976. Resúmenes. San José. Colegio de Ingenieros Agrónomos, 1976. v.1. pp. 19-20.

Vo.Bo.

(f) Palmira R. de Quán  
Bibliotecaria

**APENDICE**

CUADRO IV Andeva rendimiento materia verde Primer corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Parcela Grande	8	1,21			
Eloques	2	0,31	0,16	1,6	
Variedad	2	0,49	0,24	2,4	N.S.
Error (a)	4	0,41	0,10		
Tratamiento	11	1,65	0,15	15,0	**
Interacc. entre va- riedad y trat.	22	2,43	0,61	61,0	
Error (b)	66	0,44	0,01		
Total	107	5,73	0,05		

\*\* Altamente Significativo

N.S. No hay significancia

CUADRO V Rendimientos por variedad primer corte

Variedades	Proteína Cruda (o/o)	Fibra Cruda (o/o)	Materia Verde Ton / Ha.	Materia Seca Ton / Ha
A	13,0	25,6	48,42	4,37
B	12,2	29,8	51,88	5,29
C	12,9	31,2	45,95	4,90

CUADRO VI Andeva para proteína Primer Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	4,02	0,37	0,14	N.S.
Error	24	61,98	2,58		
Total	35	66,00			

N.S. No hay significancia

CUADRO VII ANDEVA para Materia Seca Primer Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	8,88	0,807	0,24	N.S.
Error	24	82,33	3,430		
Total	35	91,21			

CUADRO VIII. ANDEVA rendimiento de materia verde segundo corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Parcela Grande	8	2,71			
Bloques	2	0,07	0,035		
Variedad	2	2,19	1,095	9,69	*
Error (a)	4	0,45	0,113		
Tratamientos	11	0,71	0,065	0,60	N.S.
Interacción entre Variedad y trat.	22	1,38	0,063	0,58	N.S.
Error (b)	66	1,17	0,108		
Total	107	5,97	0,056		

\* Significativo

CUADRO IX. Rendimientos por variedades Segundo Corte.

Variedades	Proteína Cruda o/o	Fibra Cruda o/o	Materia Verde Ton/Ha.	Materia Seca Ton/Ha.
A	17,3	28,2	16,86	1,98
B	13,5	29,7	20,42	2,36
C	16,0	25,9	29,15	3,29

CUADRO X. ANDEVA para proteína Segundo Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	45,95	4,18	1,54	N.S.
Error	24	65,09	2,71		
Total	35	111,05	-----		

CUADRO XI. ANDEVA Materia Seca Segundo Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	13,42	1,22	0,36	N.S.
Error	24	82,43	3,44		
Total	35	95,85	-----		

N.S. No hay significancia.

CUADRO XII. ANDEVA para fibra cruda Segundo Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	88,14	8,01	2,48	*
Error	24	77,53	3,23		
Total	35	165,68	-----		

CUADRO XIII. ANDEVA rendimiento Materia Verde Tercer Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Parcela Grande	8	0,84			
Bloques	2	0,29	0,150	3,62	
Variedades	2	0,39	0,195	4,88	N.S.
Error (a)	4	0,16	0,040		
Tratamientos	11	0,42	0,038	3,17	**
Interacción entre Variedad y Trat.	22	1,58	0,072	5,0	**
Error (b)	66	0,82	0,012		
Total	107	3,66	0,034		

N.S. No hay significancia

\*\* Doblemente significativo

\* Significativo

CUADRO XIV. ANDEVA para proteína Tercer Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	7,96	0,72	0,25	N.S.
Error	24	69,50	2,90		
Total	35	77,45	-----		

CUADRO XV. ANDEVA para fibra cruda Tercer Corte.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	24,68	2,24	0,35	N.S.
Error	24	152,78	6,37		
Total	35	177,46	-----		

CUADRO XVI. ANDEVA rendimiento materia verde para los cortes como un todo.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Parcela Grande	8	12,64			
Bloques	2	7,75	3,88	8,43	
Variedad	2	2,91	1,46	3,17	N.S.
Error (a)	4	1,98	0,46		
Tratamientos	11	3,45	0,31	5,17	**
Interacción entre Variedad y trat.	22	9,66	0,44	7,33	**
Error (b)	66	4,13	0,06		
Total	107	29,88	0,28		

N.S. No hay significancia

\*\* Doblemente significativo

CUADRO XVII. ANDEVA para proteína total de los tres cortes.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	120,66	10,97	0,89	N.S.
Error	24	295,23	12,30		
Total	35	415,89	-----		

CUADRO XVIII. ANDEVA para fibra cruda total de los tres cortes.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Tratamientos	11	356,70	32,43	1,67	N.S.
Error	24	465,51	19,40		
Total	35	822,21	-----		

N.S. No hay significancia.

CUADRO XIX. Rendimientos por variedades en los tres cortes.

Variedades	Proteína Cruda o/o	Fibra Cruda o/o	Materia Verde Ton / Ha.	Materia Seca Ton / Ha.
A	13,32	29,0	32,88	4,21
B	11,41	31,5	36,13	4,75
C	12,59	30,6	38,30	5,00

CUADRO XX. Rendimiento de materia verde de cada uno de los cortes.

Variedades	Primer Corte Ton./Ha.	Segundo Corte Ton./Ha.	Tercer Corte Ton./Ha.
A	48,42	16,86	32,52
B	51,88	20,42	36,13
C	45,95	29,15	30,11

VARIEDAD 'C' PRIMER CORTE

GRAFICO 1-1

FIBRA CRUDA %

34 -

30 -

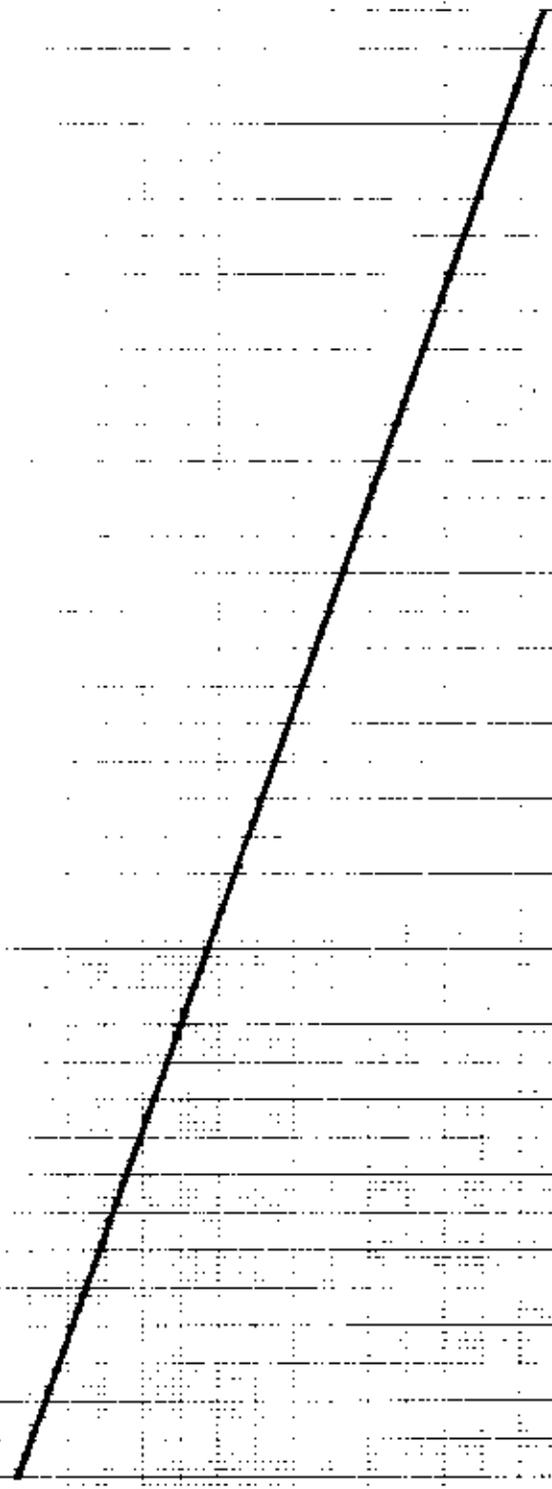
26 -

0

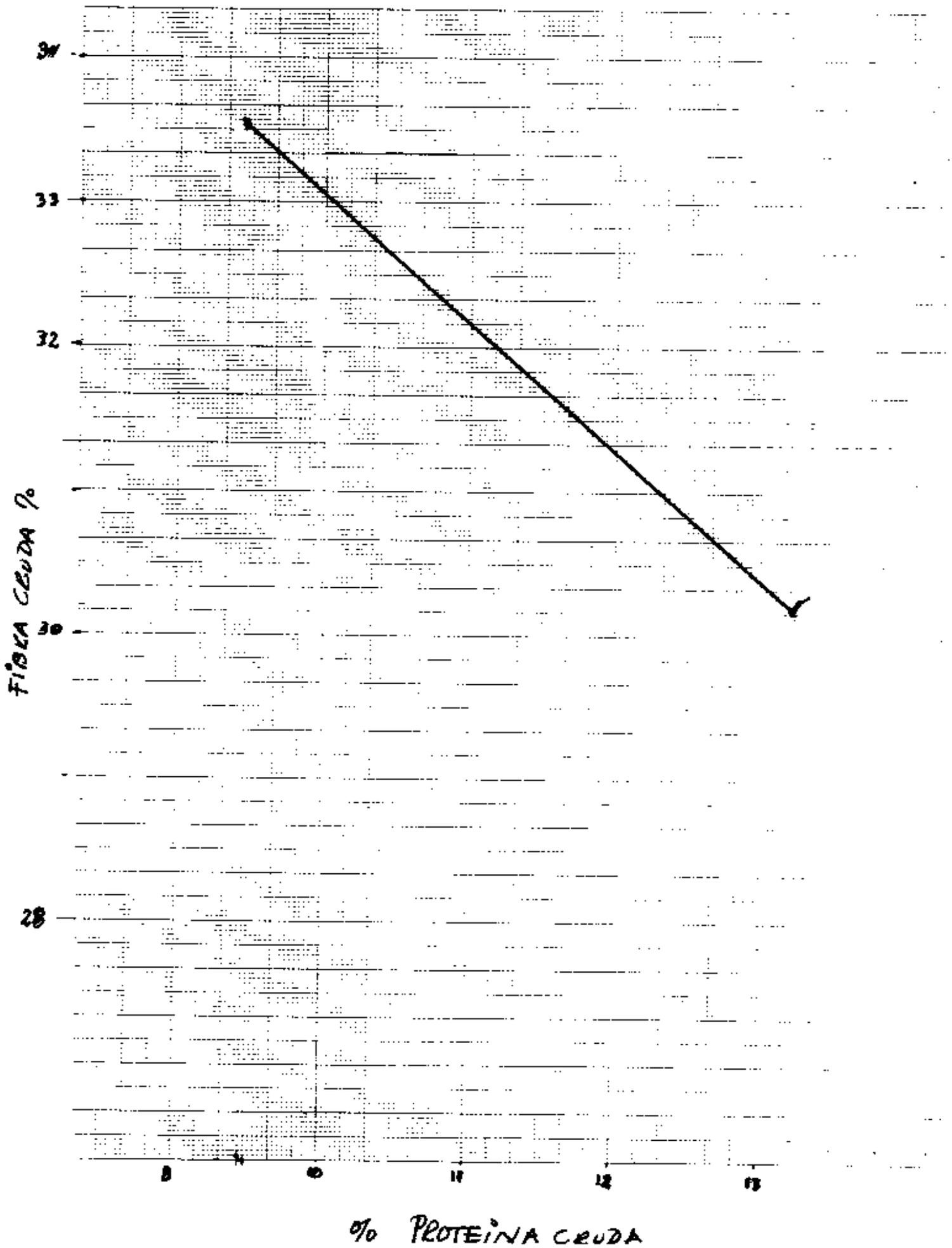
1

2

MAT. VERDE ~~99~~ / 12.84<sup>2</sup>



TOTAL TRES CORTES VARIEDAD B Gráfica 1-6



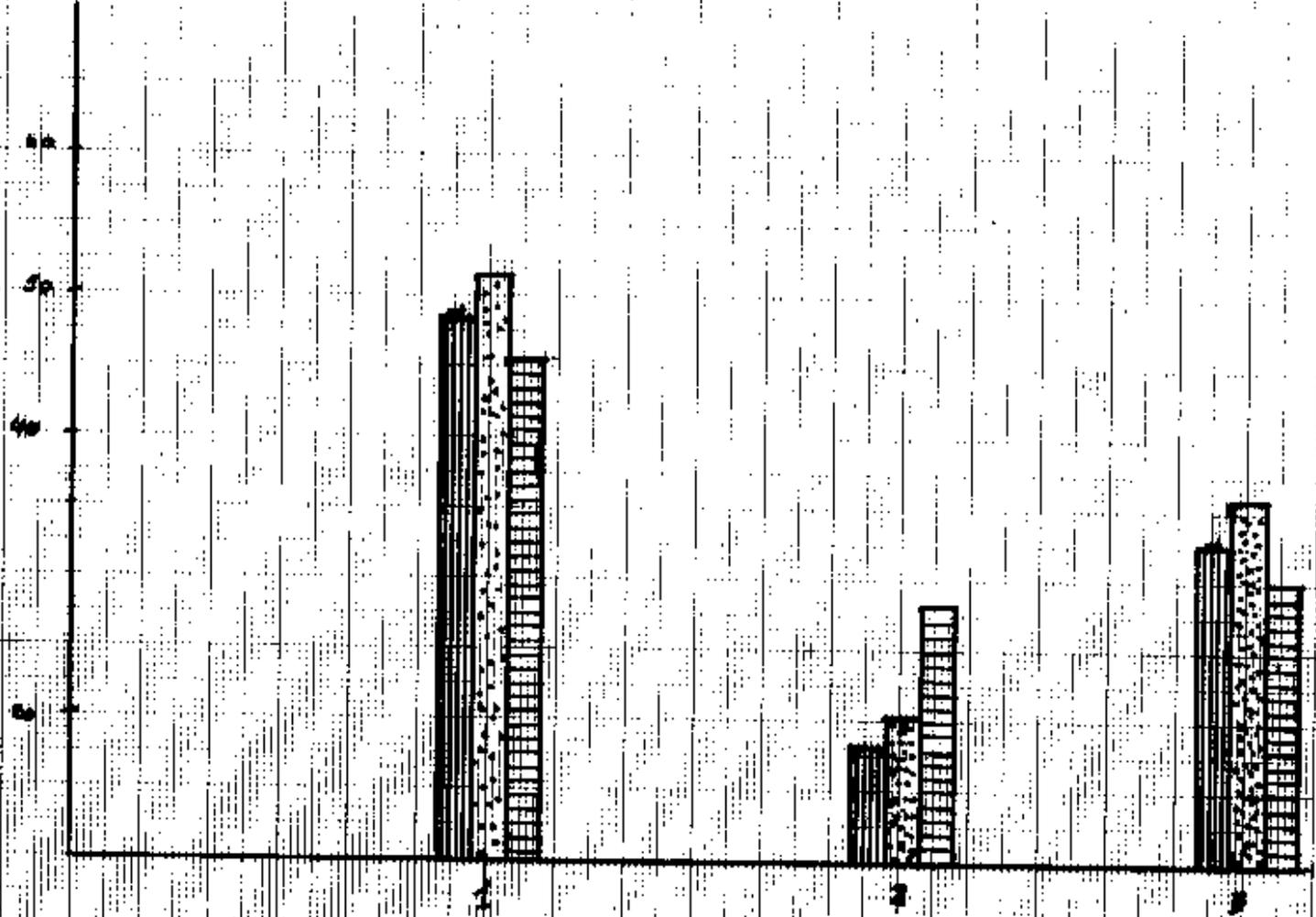
# GRÁFICA 1-3



H-OK  
GARDER  
711A

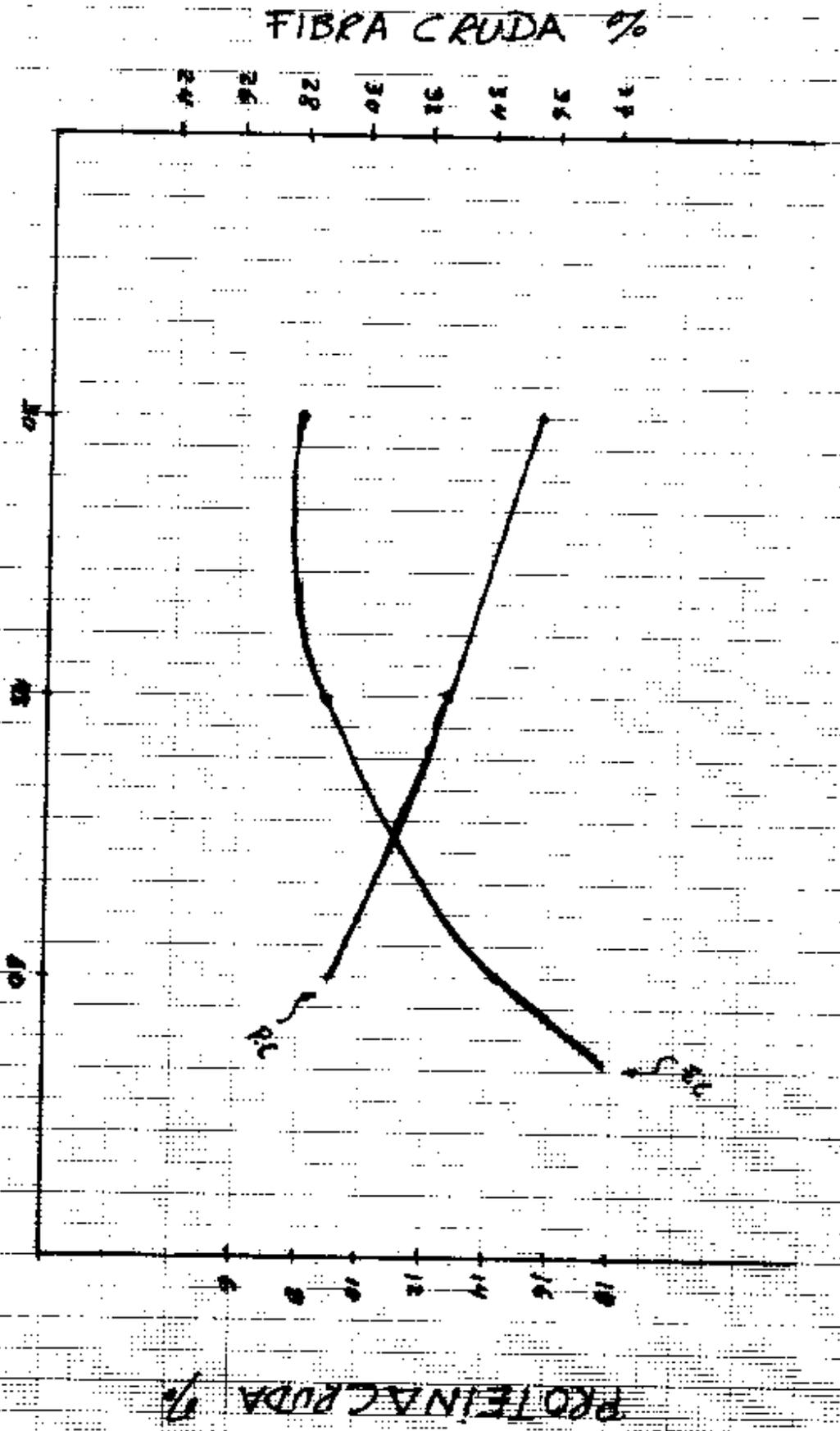
MATERIA VERDE

TON/HA



CORTES

# Gráfica 1-4





11-OK  
6/25/72  
7/11A

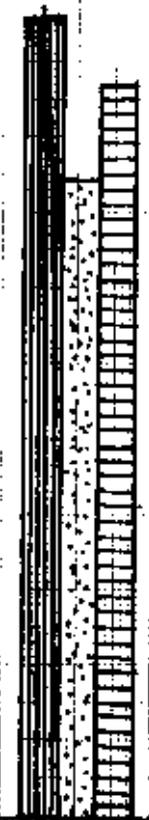
# PROTEINA CRUDA

%

20  
10  
0



1



2



3

CORTES

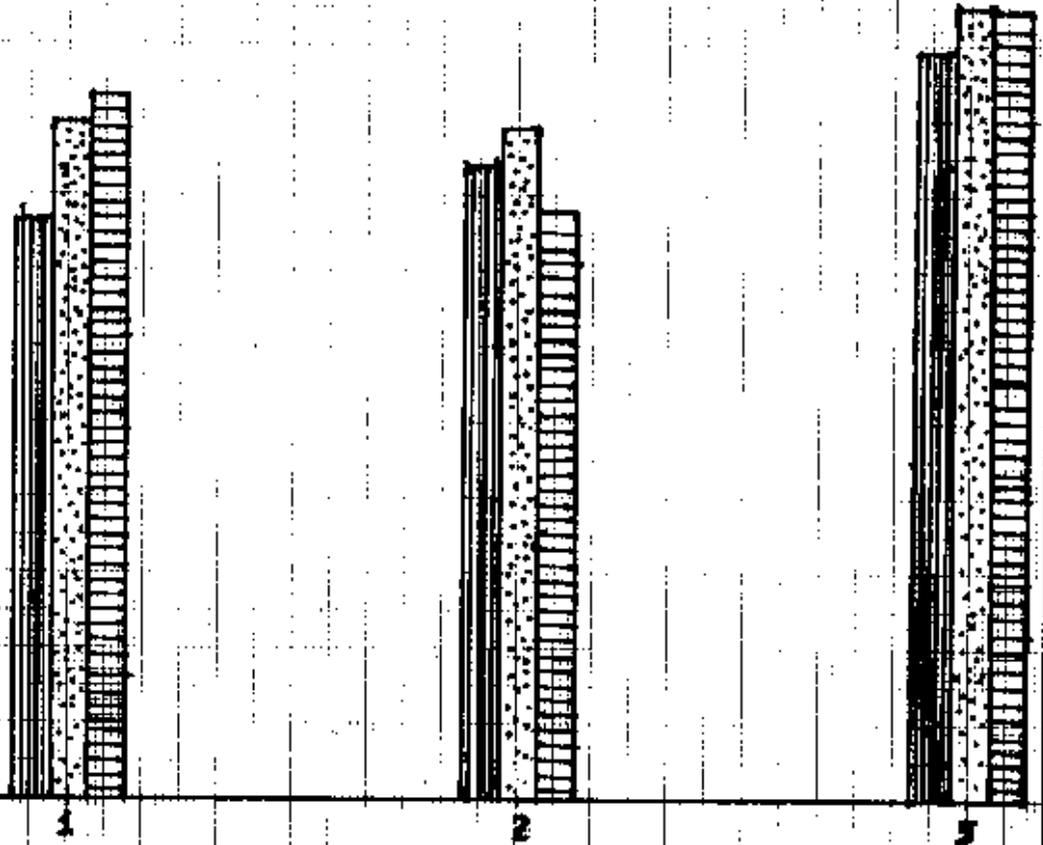


H.O.K.  
GRAZER  
7/10

FIBRA CRUDA

40  
30  
20  
0

COATES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.  
Apartado Postal No. 1345

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia...
Asunto .....

IMPRIMASE:

Ing. Agr. Rodolfo Estrada  
DECANO

