

"CONTENIDO DE MATERIA SECA, PROTEINA CRUDA Y FIBRA CRUDA
EN SORGO FORRAJERO EN DIFERENTES FASES DE SU DESARROLLO"

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Javier Edmundo Dávila Aguirre

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Zootecnia,

Abril de 1967.



EL SABER DE NUESTROS
HAY EN SU GRANDEZA
BIBLIOTECA DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA
Y GANADERIA

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



EL SABER ES UN BIEN PARA TODOS
HAY QUE COMPARTIRLO
BIBLIOTECA DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA
Y GANADERIA

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	9
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	14
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	16
BIBLIOGRAFIA.....	18
APENDICE.....	20



INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Rendimiento total de forraje verde de los tratamientos expresados en kgs.....	11
Cuadro 2. Rendimiento total de los distintos tratamientos con relación a materia seca expresados en kgs.....	12
Cuadro 3. Rendimiento total de los tratamientos con relación a proteína cruda expresado en valores angulares.....	12
Cuadro 4. Rendimiento total de los tratamientos con relación a fibra cruda expresado en valores angulares.....	13

INTRODUCCION

Los cultivos forrajeros especialmente aquellos que poseen un alto valor para ensilaje se han incrementado debido a su aplicación práctica en la ganadería. En aquellas regiones donde el agua disponible para riego es escasa, es muy conveniente contar con cultivos que se adapten a las condiciones ecológicas de la región, que sean menos exigentes en humedad, más productivos y de utilización comercial.

Aunque el maíz es particularmente preferido para en silaje, el sorgo es un magnífico sustituto en nuestra región en donde el cultivo del maíz no es costeable por la falta de agua para riego ó de escasas precipitaciones. En tales condiciones es de esperarse la obtención de un mayor rendimiento con el uso de sorgo que con el maíz.

Para las condiciones de la Costa de Hermosillo el sorgo, comparandolo con otros cultivos, presenta otras ventajas tales como: es uno de los cultivos mas accesibles por las razones antes mencionadas, su rustioidad, por su adaptabilidad a la mecanización y por su resistencia a plagas y enfermedades en comparación con otros cultivos. Además estas características clasifioan al sorgo como un cultivo conveniente en la necesaria diversificación de cultivos en la Costa de Hermosillo.

Dentro de los principales usos del sorgo forrajero

en la ganadería se pueden mencionar: el ensilaje, forraje verde, heno y otros.

Muy a menudo se desconocen las condiciones bajo las cuales el forraje debe de ser cortado para obtener el máximo beneficio. El objetivo de este trabajo fué determinar la fase óptima de desarrollo del sorgo forrajero en la cual debe cortarse. Cabe mencionar que debe considerarse la variedad sembrada con respecto a su ciclo vegetativo para determinar la fecha de siembra y así obtener los mejores resultados.

LITERATURA REVISADA

El momento óptimo para cosechar el forraje de sorgo para ensilaje, depende del valor nutritivo y gustosidad del alimento en relación a la productividad a diferentes etapas de crecimiento. El ensilaje hecho de sorgo no maduro es amargo y no se conserva bien. Sin embargo cuando la cosecha permite alcanzar un máximo de productividad antes del ensilaje, el grano está completamente maduro y un porcentaje substancial de este puede pasar a través del tracto digestivo sin digerirse.

En una prueba alimenticia llevada a cabo en Oklahoma, citado por Webster (14), el grano de sorgo Kaffir pasó a través del tracto digestivo sin digerirse en un rango de 33.9 a 49.5%. En Kansas, citado por Webster (14), se encontró que la semilla de sorgo presente en el silo de las variedades Kansas Orange y Atlas pasan en el rango de 43 y 36% respectivamente sin ser digeridas.

Ramsey etal., citado por Webster (14), sugirieron que el sorgo dulce puede ser cortado para ensilaje cuando el grano del tercio superior de la panoja toma el color de grano maduro. Además observaron que el rendimiento de sorgo Tracy cosechado en 1959 fué de 15.0 toneladas cuando se cortó en estado de masa comparado con 19.4 cuando se cortó en estado maduro. La semilla del sorgo Tracy ensilado pasa a través del tracto digestivo de los animales sin digerirse en una proporción de: 2.9, 25.0 y 90.8

semillas por cada 100 gramos de heces húmedas cuando el sorgo se cortó en estado lechoso, masa, ó maduro respectivamente.

Las proteínas son esenciales en la formación de los órganos y de las estructuras blandas del cuerpo animal, constituyendo aproximadamente el 18% del peso vivo de los animales (5), siendo por lo tanto necesario suministrarlas de una manera adecuada y continua para un desarrollo normal.

Warker (13) estudió la influencia del corte en 4 estados de maduración del Sorgo Brawley en 1961-62 en Imperial Valley Field Station. Los tratamientos fueron cortes de 97 a 101 cm. de altura, al embuchamiento al final de la floración y al estado de masa suave. En este estudio la proteína y la ceniza decrecieron a medida que la cosecha se retardó es decir a medida que maduraba la planta. Resultados similares fueron encontrados en Nebraska en 1957 en donde se encontró que el contenido de proteína tuvo un decremento conforme el cultivo llegaba a la madurez (14).

Parece que la misma tendencia presentan otras gramíneas. Stallcup et al. (12), llevaron a cabo un experimento con avena en donde los niveles de proteína permanecieron arriba del 20% hasta la fase de embuchamiento; en la primera floración decreció a 13.6%; al estado de leche la proteína se encontraba en un rango de 8.48% y cuando

maduró el grano, la proteína decreció hasta 7.4%.

El porcentaje de proteína en el sorgo inmaduro es elevado debido a que las estructuras celulares están formadas consistentemente por proteínas, minerales y fibra. Los porcentajes de proteína se reducen conforme la planta va madurando y las estructuras celulares son diluidas por los carbohidratos sintetizados por las plantas (citado en 6).

La fibra de los alimentos está integrada por la celulosa y otros hidratos de carbono como la lignina, los cuales son insolubles en los ácidos débiles y en los álcalis débiles. Es importante conocer el contenido de fibra de los diversos alimentos pues aquellos que contienen mucha fibra son menos digestibles y por lo tanto menos nutritivos (9).

Los niveles de fibra cruda, al igual que los de proteína, en algunas especies de gramíneas, se comporta en forma similar que en el sorgo forrajero en sus diferentes etapas de desarrollo. Estudios hechos en avena Var. Arkwin (12) señalan que la fibra cruda hasta la fase de embuchamiento se mantuvo abajo del 30%, pero después se incrementó rápidamente hasta la primera fase del estado lechoso (35.08%) y decreciendo nuevamente conforme el grano iba madurando (30.53%).

Estudios hechos por Warker y Marble (13) en California, indican que el contenido de fibra en el sorgo híbrido

do SX-11 se incrementó hasta el estado de floración y de creció cuando se cosechó en estado masoso.

Sullivan (citado en 6), encontró que la fibra es medianamente digestible hasta que esta se hacía altamente lignificada como en el caso de plantas maduras. Esto su giere que un corte temprano resultaría en una mayor digestibilidad de forraje; sin embargo, cortes tempranos dan también como resultado una reducción en la producción de forraje.

En un estudio llevado a cabo en Manhattan, Kansas por Eirlich et al. (6), sobre sorgo Atlas durante los años 1961, 1962 y 1963, se observó que los porcentajes de fibra cruda decrecieron rápidamente después de la floración, pero permanecieron constantes o se incrementaron ligeramente siguiendo la maduración fisiológica del grano.

La cantidad de humedad del forraje afecta directamente su contenido nutritivo. Los forrajes tienen una variación de humedad mayor que los concentrados en su composición de materia seca y su contenido es afectado grandemente por el estado de madurez de la planta.

En Cortazar, Gto. en 1959, Muñoz (10) llevó a cabo un experimento donde se estudiaron diversos factores que influyen en el rendimiento de forraje, concluyendo que los rendimientos de materia seca fueron en aumento desde el final de la floración hasta el estado masoso del gra-

no. Pasado este período, se observó una disminución en el contenido de materia seca.

En un experimento llevado a cabo por Warker y Marble sobre el sorgo Brawley, pasto sudan y SX-11 (híbrido sorgo-sudan) encontraron que la producción de materia seca se incrementó en todas las variedades a medida que se retardó la cosecha, desde la fase de pastoreo hasta el estado de masa suave. El híbrido SX-11 produjo al estado de pastoreo mayor cantidad de materia seca que el resto de las variedades forrajeras y lo contrario se encontró en el estado masoso (13).

Gardner (7) hizo un estudio en avena la cual fué cosechada durante 5 fases de crecimiento incluyendo; embuchamiento, floración, estado lechoso, primera fase de masa y masa dura. La producción de materia seca generalmente se incrementó progresivamente desde el embuchamiento hasta el estado de masa dura.

Webster (14) experimentando con las variedades de sorgo forrajero Atlas y RoX y 2 híbridos RS301F y RS303F cortadas a intervalos de una semana comenzando de la floración, encontró que el contenido de materia seca fué alrededor de 20% a la primera floración y cerca del 30% cuando los granos estaban maduros al final de la quinta semana. La materia seca de los híbridos se incrementó en un 25% durante el mismo período.

Browning y Lusk (2) hicieron un estudio en sorgo pa

ra grano RS610 el cual se cortó para ensilaje en 3 etapas de su crecimiento a intervalos de 18 días: a) de la fase lechosa a la primera fase de masa, b) primera fase de masa a la fase de masa dura y c) grano maduro. Los rendimientos de materia seca fueron: 2.8, 2.9 y 3.1 toneladas por hectárea respectivamente.

Eilrich et al. (6) encontraron que el rendimiento y porcentaje de materia seca en el sorgo Atlas se incrementó considerablemente durante el período de la floración hasta la fase en que el grano estaba maduro. En la maduración el 50% del total de materia seca se encontraba en los tallos, de 20 a 25% en las hojas y de 25 a 30% en las espigas.

MATERIAL Y METODOS

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental y el Laboratorio de Nutrición de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora en el año de 1965.

Se determinaron las condiciones físicas y químicas del suelo donde se hizo el experimento. Para ello se tomaron muestras del suelo (30 cm. de profundidad) y se sometieron a un análisis, teniéndose como resultado, suelo de una textura migajón arenoso, el porcentaje de saturación fué de 27, con un contenido de materia orgánica de 0.6%, fertilidad respecto a nitrógeno de 14.6 kg/Ha, en forma de nitratos, 46.6 kg/Ha. en cuanto al fósforo, un pH de 7.7 y una conductividad eléctrica de 1.4 mmhos/cm. a 25° C.

La preparación del suelo se hizo siguiendo las normas convencionales de la región para este cultivo: barbecho a 25 cm. de profundidad, 2 pasos de rastra para desmoronar terrones, nivelación por medio de un tablón rectangular y finalmente el trazo de surcos y canales para riego.

Las parcelas estuvieron formadas por 5 surcos de 10 metros de largo, con una separación entre surcos de 60 cm. la parcela útil se consideró de 3 surcos de 8 metros de largo.

Se utilizó la variedad Lindsey 101F con una densidad

de 12 kg/Ha., a una profundidad de 4 cm., se aplicaron 120 kg/Ha. de nitrógeno, empleándose como fuente de dicho elemento el nitrato de amonio (35-0-0). Tanto la siembra como la adición de nitrógeno se hizo sobre húmedo. Se dieron 9 riegos de auxilio y 2 deshierbes para eliminar las malezas.

Los cortes se hicieron a intervalos de 15 días a partir de los 45 días después de la emergencia de las plantas. Después de cada corte se tomaron muestras del forraje para determinar el contenido de los nutrientes en estudio.

Para llevar a efecto este estudio se utilizó un diseño Bloques al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Obtenidos los resultados se llevó a cabo su interpretación estadística, haciéndose el análisis de varianza de cada uno de los nutrientes estudiados y determinándose las diferencias mínimas significativas entre los tratamientos; previamente, los porcentajes de proteína y fibra fueron transformados a valores angulares por medio de la corrección de Bliss (1).

RESULTADOS

En los cuadros 1, 2, 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos del rendimiento total de forraje verde, materia seca, proteína cruda y fibra cruda con relación a las diferentes épocas de corte, respectivamente.

Cuadro 1. Rendimiento total de forraje verde de los tratamientos expresados en kgs.

<u>Días al corte.</u> <u>(Tratamientos)</u>	<u>Rendimiento total</u> <u>Kgs. (1)</u>
75	225.27
90	213.62
105	191.78
120	168.40
60	105.01
45	31.47

DMS 5% = 30.75 kgs.

DMS 1% = 42.52 kgs.

(1) Cada total se obtuvo de 4 observaciones.

El análisis de varianza en relación con forraje verde indicó que no hay diferencia entre los cortes a los 75 y 90 días, 90 y 101 días, 105 y 120 días; por otro lado existe una diferencia significativa para una probabilidad de 1% entre los demás tratamientos. Se encontró diferencia altamente significativa para el factor repeticiones.

Cuadro 2. Rendimiento total de los distintos tratamientos con relación a materia seca expresados en kgs.

Días al corte (Tratamientos)	Rendimiento total kgs. (1)
90	59.95
120	53.00
105	50.81
75	48.78
60	21.07
45	5.47

DMS 5% = 9.77

DMS 1% = 13.47

(1) Cada total se tomó de 4 observaciones.

Con relación a materia seca estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los cortes a los 90 y 120 días, 120 y 105 días, 120 y 75 días, 105 y 75 días; encontrándose diferencias significativas (5%) entre los cortes a los 90 y 105 días, 90 y 75 días; entre los demás tratamientos hubo una diferencia altamente significativa (1%).

Cuadro 3. Rendimiento total de los tratamientos con relación a proteína cruda expresado en valores angulares.

Días al corte (Tratamientos)	Valores angulares (1)
45	104.82
60	88.71
75	78.47
90	65.80
105	60.80
120	51.61

DMS 5% = 2.55

DMS 1% = 3.52

(1) Tomados de 4 observaciones.

Con respecto al contenido de proteína se encontró que había diferencias significativas entre tratamientos para una probabilidad de 1%.

Cuadro 4. Rendimiento total de los tratamientos con relación a fibra cruda expresado en valores angulares.

Días al corte (Tratamientos)	Valores angulares (1)
75	132.29
90	131.64
120	119.07
105	118.47
60	91.48
45	82.03

DMS 5% = 5.13

DMS 1% = 7.10

(1) Tomados de 4 observaciones.

El análisis de varianza hecho para fibra cruda, se encontró que no hay diferencia significativa entre los cortes a los 75 y 90 días, 120 y 105 días; pero para los demás tratamientos las diferencias fueron significativas para una probabilidad de 1%.

DISCUSION

De acuerdo con los rendimientos totales de materia seca expresada en kgs. por parcela (Cuadro 2) se observa que a los 90 días tuvo el más alto rendimiento; a partir de esa fase de desarrollo se nota que el contenido de materia seca en el forraje tiende a disminuir hasta los 105 días, después de este período tiende a incrementarse ligeramente (Gráfica 1). Muñoz (10) observó que los rendimientos fueron en aumento hasta el estado masoso del grano, pasado este estado de desarrollo se encontró una disminución en el contenido de materia seca.

Se supone que el incremento en el contenido de materia seca se debe a la deshidratación de los tejidos después de la maduración. El corte a los 45 días fué el que arrojó mayor rendimiento de proteínas (Cuadro 3, Gráfica 2), sin embargo, Flyne et al. (11) observaron que el nitrógeno total aumentó a medida que los cortes se hicieron a más altura entre 0 y 1.50 mts. Por otro lado Browning (2), Duarte (4) y Webster (14) en distintos lugares y con diferentes variedades de sorgo forrajero coincidieron en que a medida que la planta alcanzaba su madurez los niveles de proteína decrecían. Lo anterior está basado en que gran parte de las proteínas que forman las estructuras celulares se movilizaron de las partes vegetales a la semilla (8).

En el cuadro 4, y la gráfica 3, muestran que los porcentajes de fibra cruda contenidos en el sorgo en sus diferentes fases de desarrollo fué incrementándose hasta obtener el máximo rendimiento a los 75 días después de este período se observó un decremento en el contenido de fibra cruda hasta los 105 días para volver a tener un ligero aumento a los 120 días. Separadamente Eilrich et al. (6) y Warker y Marble (13) encontraron que los porcentajes de fibra del sorgo forrajero se incrementan a la floración y disminuyen después de la misma. Esto sugiere que un corte temprano resultaría en una digestibilidad mayor del forraje, sin embargo cuando los cortes se hacen temprano la producción de materia seca es escasa.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la fase óptima de desarrollo del sorgo forrajero en la cual se debe cortar para obtener los mejores resultados.

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora y en el Laboratorio de Nutrición de la misma.

Se usó la variedad comercial Lindsey 101F, la siembra se hizo a mano con una densidad de 12 kg/Ha. sobre húmedo; la fertilización también fué hecha a mano aplicando 120 kgs. de nitrógeno por Ha. en una sola etapa sobre húmedo, usándose nitrato de amonio (33.5-0-0). El cultivo tuvo 9 riegos. Los cortes se hicieron cada 15 días a partir de los 45 días después de la emergencia de las plantas.

De los resultados obtenidos con relación a materia seca se pudo observar que el corte a los 90 días fué el que tuvo el más alto rendimiento. Sin embargo no hay diferencia significativa en el corte a los 120 días. Por otro lado el porcentaje de proteína a los 45 días fué el que resultó más alto, habiendo diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos.

Con respecto a fibra el mas alto contenido se encontró en el tratamiento que correspondió al corte a los 75 días, no habiendo diferencia significativa con el corte

a los 90 días.

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

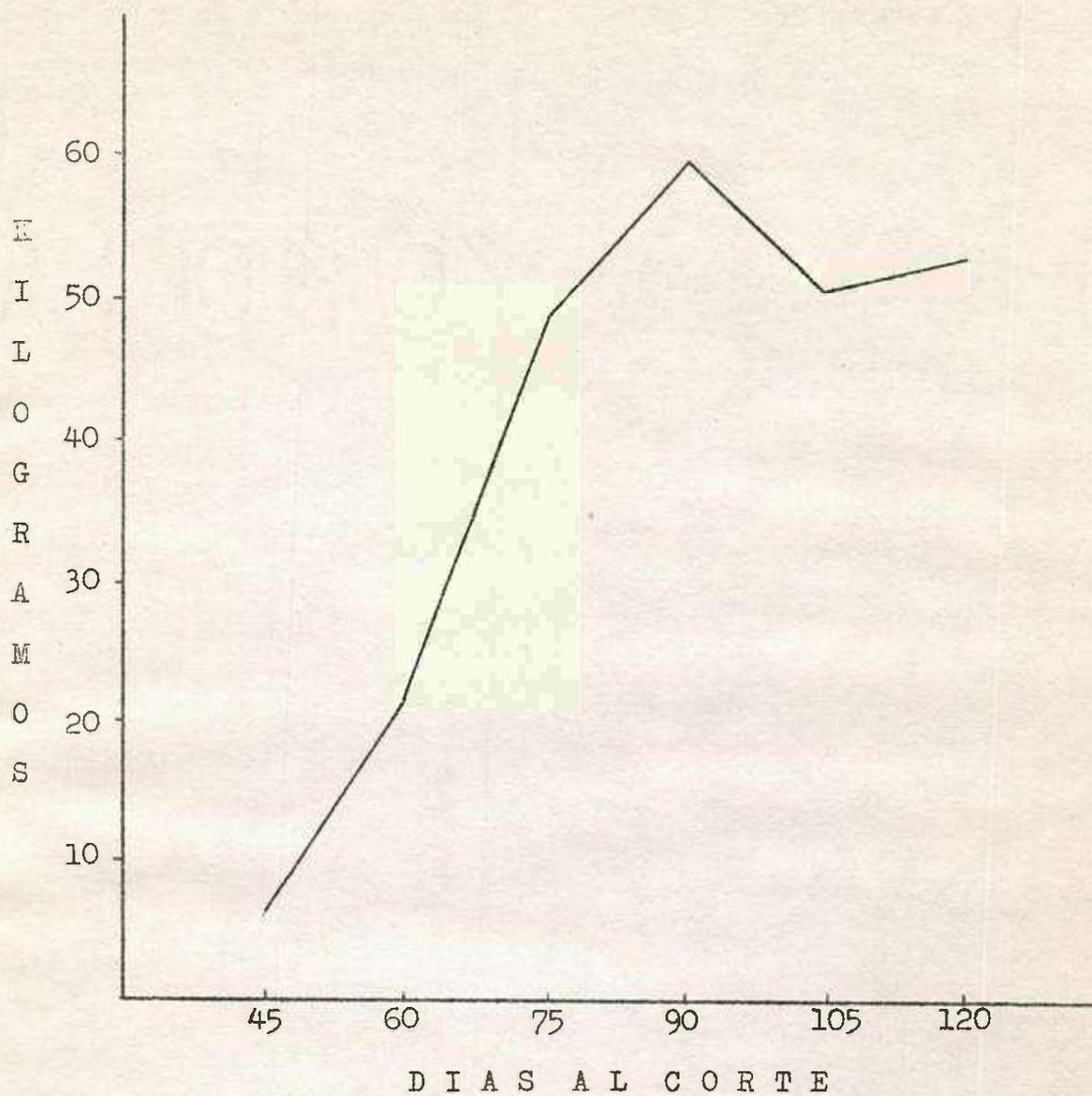
- 1- El corte a los 75 días después de la emergencia de las plantas es el mas apropiado para la variedad Lindsey 101F.
- 2- Los cortes tempranos dieron alto porcentaje de proteína cruda pero bajos rendimientos de forraje verde por hectárea.
- 3- Los cortes hechos en las últimas etapas de desarrollo de la planta dieron forraje con un alto contenido de materia seca y también un elevado porcentaje de fibra pero bajo contenido en proteína; consecuentemente, un forraje de menor valor nutritivo.

BIBLIOGRAFIA

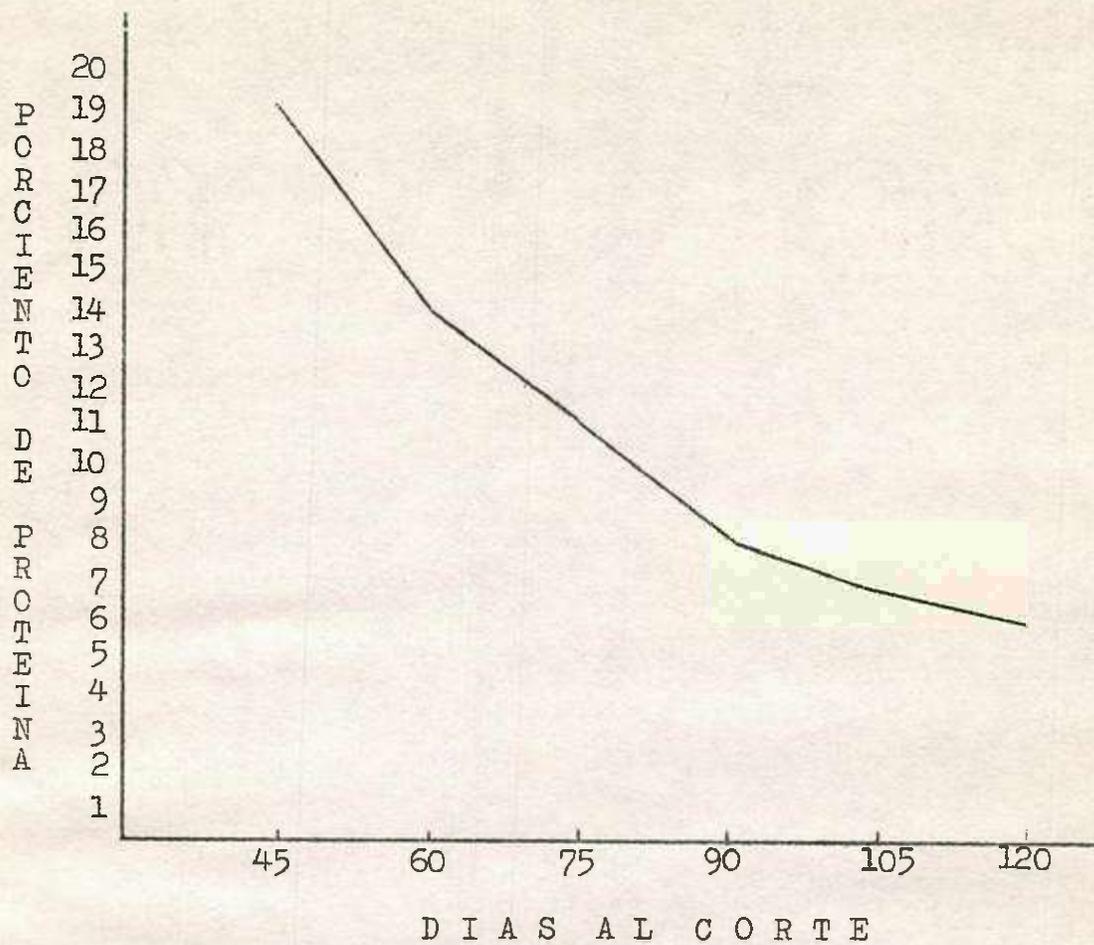
- 1) Alder, L. H., Roessler, E. B. Introduction to probability and statistics. Third Edition W. H. Freeman and Co. San Francisco U.S.A. 1964. Pag. 291-93.
- 2) Browning, C. B., Lusk, J. W. Influence of maturity on quality of grain sorghum silage. Miss. Fm. Res. 1965 (28), No. 7.6 citado en Herbage Abstracts Vol. 6 (1) 1966. Pag. 35.
- 3) De la Loma, J. L. Experimentación Agrícola. U.T.E.H.A. México, D. F. 1962. Pag. 259.
- 4) Duarte S. A. Influencia de la fertilización sobre la calidad alimenticia del sorgo forrajero variedad NK-320. Escuela de Agricultura y Ganadería Universidad de Sonora. Tesis mimeografiada.
- 5) Dukes, H. H. Fisiología de los Animales Domésticos Trad. Francisco J. Castejón Calderón. Aguilar. Madrid 1960. Pag. 521.
- 6) Eilrich, G. L., Long, R. C., Stickler, F. C. and Paul, A. W. Stage of maturity, plant population and chemical composition of Atlas forage sorghum. Kansas Agr. Exp. Sta. Kansas State University. Bull 138. 1964.
- 7) Gardner, F. P. The effect variety and maturity on oats harvested for silage. Agronomy Abstracts. Chicago. 1960. (5) 8. Pag. 63.
- 8) Maynard, L. A. Nutrición Animal. Trad. Eduardo Escalona. II Ed. U.T.E.H.A. México, D. F. 1955. Pag. 15.
- 9) Morrison, F. D. Alimentos y Alimentación del Ganado. Trad. J. L. de la Loma XXI Ed. U.T.E.H.A. México, D. F. 1951. Pag. 10, 16.
- 10) Muñoz, J. M. Epoca óptima de corte de los sorgos para ensilaje. Agricultura Técnica en México S. A. G. No. 10 México, D. F. 1960. Pag. 7.
- 11) Plyne, M. J., Skerman, P. S. Influence of height of cutting on yield, nitrogen content and silage of sweet sorghum. Emp. Jour. Exp. Agr. Vol. 32 (128) 1964. Citado en Herbage Abstracts Vol. 35 (2) 1965. Pag. 100

- 12) Stallcup, O. T., Roberson, R. R., Lcooper, C. O., and Thurman, R. L. The influence of stage of maturity on the nutritive value of oat forage. Agr. Exp. Sta. University of Arkansas. Fayetteville. Bull. 642. 1961.
- 13) Warker, G. F., and Marble, U. L. Influences of stages of cutting on the yield and chemical composition of forage sorghum, sudan grass and sorghum-sudan hybrids. Agronomy Abstracts. Denver Colorado. 17 (21) 1963. Pag. 113.
- 14) Webster, O. J. Effects of harvest dates on forage sorghum yields, percentages of dry matter, protein, and soluble solids. Agronomy Journal Vol. 55 (2) 1963. Pag. 174-77.

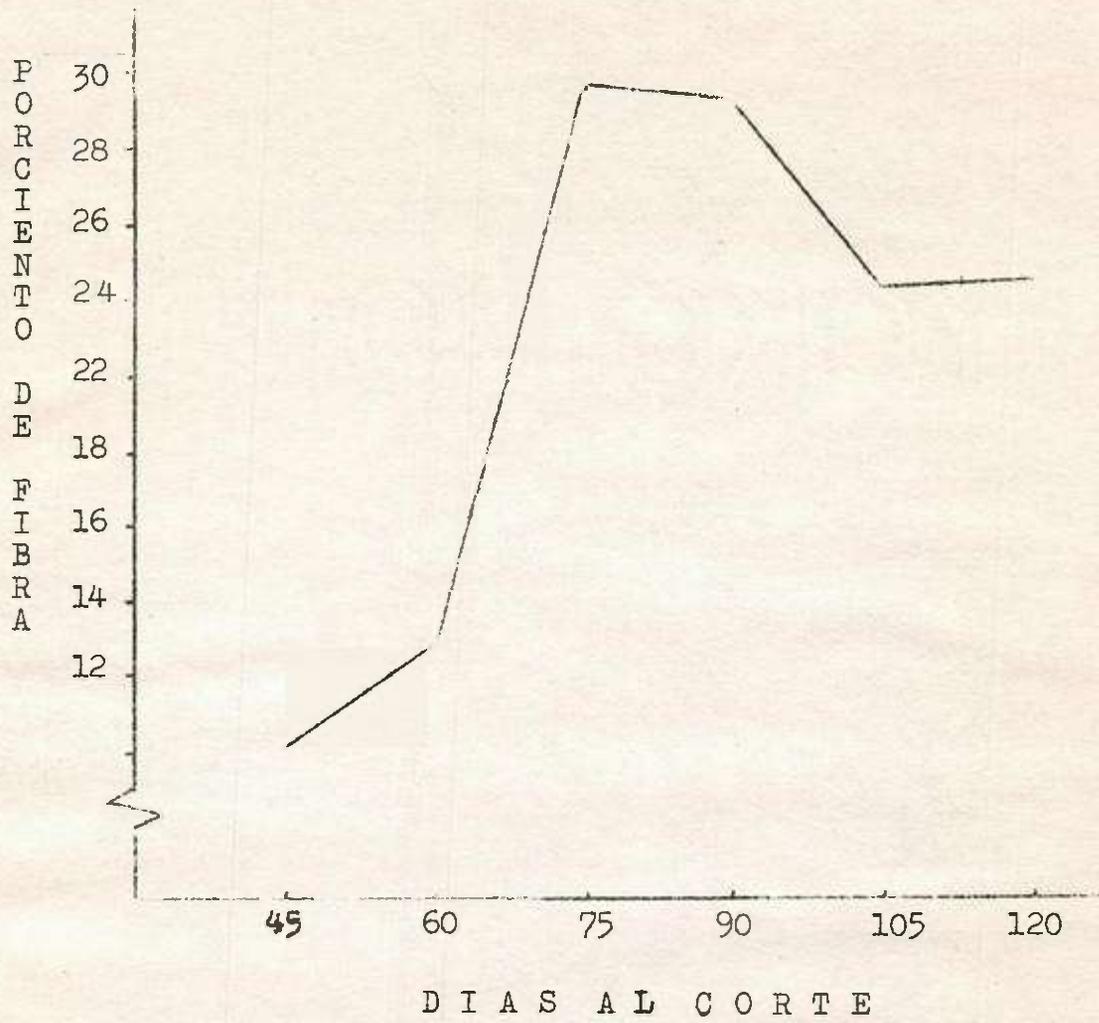
A P E N D I C E



Gráfica 1. Rendimiento de materia seca de los tratamientos.



Gráfica 2. Porciento promedio de proteína de los tratamientos.



Gráfica 3. Porcentaje promedio de fibra de los tra
tamientos.