

**EFFECTO DEL CORTE Y LA FERTILIZACION EN EL CRECIMIENTO
ESTACIONAL DEL ZACATE ELEFANTE (*Pennisetum Purpureum Schum*)**

HECTOR MUÑOZ C.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

TURRIALBA, COSTA RICA

OCTUBRE, 1962

EFECTO DEL CORTE Y LA FERTILIZACION EN EL CRECIMIENTO ESTACIONAL
DEL ZACATE ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schum)

Por

HECTOR MUÑOZ C.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Turrialba, Costa Rica

Octubre de 1960

EFFECTO DEL CORTE Y LA FERTILIZACION EN EL CRECIMIENTO ESTACIONAL
DEL ZACATE ELEFANTE (Pennisetum purpureum Schum)

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela de Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADA:

_____ *A. T. Sample* _____

_____ *J. M. Allen* _____

_____ *J. J. Matos* _____

_____ *J. V. Bateman* _____

Consejero

Comité

Comité

Comité

Octubre de 1960

A mis padres.

A mis hermanos.

A mi amigo Carlos Tapia.

AGRADECIMIENTO

·Mi sincero agradecimiento al Dr. Jorge de Al
ba y al Banco de México, por la oportunidad para
realizar estudios posgraduados.

Al Dr. John V. Bateman, Sr. A. Semple e Ing.
Joel Maltos R., por sus consejos y críticas en la
realización de este trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en Hipolito, Coahuila, México el 12 de febrero de 1934. Realizó sus estudios primarios y secundarios en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Cursó su carrera de Ingeniero Agrónomo de 1953 a 1958, en la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro".

De enero a junio de 1959 técnico de la Sección de Forrajes de la Oficina de Estudios Especiales S.A.G. México.

En julio de 1959 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, como estudiante graduado.

Terminó sus estudios en octubre de 1960.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	2
MATERIALES Y METODOS	16
RESULTADOS Y DISCUSION	22
RESUMEN	65
CONCLUSIONES	68
SUMMARY	70
LITERATURA CITADA	73

INDICE DE CUADROS

Nº		Página
1	Análisis de variancia para forraje verde y materia seca del corte de 6 semanas	22
2	Análisis de la variancia del corte de 8 <u>se</u> manas.....	23
3.	Producción de forraje verde y materia seca con y sin fertilizante de los cortes de 6 y 8 semanas (<u>promedios</u> por corte).....	23
4.	Promedios de peso del forraje verde, peso y porcentaje de materia seca	24
5.	Comparaciones entre fechas del corte de 6 semanas (producción verde, seca y % de <u>ma</u> teria seca).....	25 .
6.	Comparaciones entre fechas del corte de 8 semanas (producción verde, seca y % de <u>ma</u> teria seca).....	27 .
7.	Coeficientes de correlación para los cortes de 6 y 8 semanas (entre la lluvia, brillo <u>so</u> lar, temperatura y producción verde, seca y % de materia seca).....	31
8.	Cantidades <u>de</u> lluvia, brillo solar y <u>tempera</u> tura durante el experimento	32
9.	Número de tallos de elefante por metro <u>cuadra</u> do de terreno al principio, mediado y final del experimento	33
10.	Promedios por corte de forraje verde <u>fertili</u> zado y sin fertilizar de la frecuencia de 8 <u>semanas</u>	34 .

Nº	Página
11. Promedios de los cortes de 6 y 8 semanas (producción, composición química y características morfológicas)	41
12. Cuadrados medios para las características morfológicas del corte de 6 semanas	42
13. Cuadrados medios para las características morfológicas del corte de 8 semanas	42
14. Promedios para niveles de fertilizante de los cortes de 6 y 8 semanas	43
15. Comparaciones entre fechas de corte de 6 y 8 semanas (características morfológicas).....	46
16. Coeficientes de correlación para corte de 6 semanas	49
17. Coeficientes de correlación para corte de 8 semanas	50
18. Análisis de la variancia del porcentaje de proteína y fibra de los cortes de 6 y 8 semanas.....	54
19. Porcentajes promedios de proteína y fibra de las frecuencias de 6 y 8 semanas	55 .
20. Comparaciones entre fechas de los cortes de 6 y 8 semanas (composición química).....	56
21. Significancias de los cuadrados medios para las características del Elefante de las 6 y 8 semanas ..	60

INDICE DE GRAFICOS

Nº	Página
1. Precipitación, horas de brillo solar y temperatura y variaciones estacionales de la producción de forraje verde y materia seca del corte de 6 semanas	39
2. Precipitación, horas de brillo solar y temperatura y variaciones estacionales de la producción de forraje verde y materia seca del corte de 8 semanas	40
3. Producción en verde, seco, precipitación y horas de brillo solar en relación con los cambios estacionales de las características morfológicas. Corte de 6 semanas	52
4. Producción en verde, seco, precipitación y horas de brillo solar en relación con los cambios estacionales de las características morfológicas. Corte de 8 semanas.....	53
5. Producción, precipitación, horas de brillo solar, características morfológicas y cambios en la composición química del pasto de 6 semanas	63
6. Producción, precipitación, horas de brillo solar, características morfológicas y cambios en la composición química del pasto de 8 semanas.....	64

INDICE DE FIGURAS

Nº	Página
1. Distribución de la producción de forraje verde, materia seca y % de materia seca durante las fechas del corte de 6 semanas	29
2. Distribución de la producción de forraje verde, materia seca y % de materia seca durante las fechas del corte de 8 semanas	30
3. Comparaciones entre promedios de las características morfológicas de los cortes de 6 y 8 semanas	42
4. Distribución del contenido de proteína y fibra durante las fechas de los cortes de 6 y 8 semanas	57

INTRODUCCION

En las regiones tropicales y subtropicales de la América Latina, uno de los problemas más importantes con que afronta la ganadería es el referente a los pastos. En estas regiones donde el valor de los concentrados para el ganado es de elevado costo, debido a que son producidos en muy baja escala y una gran parte de ellos importados, la alimentación del ganado es a base de pastos por ser el alimento más económico para una explotación ganadera costeable.

En estas zonas tropicales aunque parece que la producción de los forrajes es siempre constante por permanecer verdes durante todo el año, la producción y la composición química de la planta no es la misma en las diferentes etapas de crecimiento a través del año.

Uno de los pastos tropicales que por su producción y por su adaptación a grandes áreas de las regiones tropicales ha llegado a ser de importancia para la ganadería tropical, es el zacate Elefante. Este zacate es seriamente afectado por variaciones vegetativas y en su producción durante el crecimiento, dichas variaciones son las que vienen a gobernar su mejor aprovechamiento y la mayor producción de este pasto.

Con el fin de observar el efecto de las estaciones del año en el rendimiento, composición y la influencia de la fertilización en este tipo de crecimiento del zacate Elefante se llevó a cabo el presente trabajo.

REVISION DE LITERATURA

El zacate Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), es un pasto originario del Africa Tropical. El nombre de zacate Elefante se debe a que era pastoreado por rebaños de elefantes (17). En 1910 (19) fue recomendado al Departamento de Agricultura de Rhodesia para su cultivo por el Coronel Napier que fue quien descubrió su valor forrajero y de allí que también se le conoce con el nombre de zacate Napier.

Thompson (34) dice que fue en el año de 1913 cuando fue introducido a los Estados Unidos, al Estado de Florida, de donde se ha propagado al resto de la América Tropical. El Elefante es un zacate de origen tropical pero en Florida (5) informan que puede resistir cambios extremos de temperatura. Es una planta perenne, de crecimiento robusto, con hojas largas que llegan a alcanzar 1 m. de largo y 2 a 3 cm. de ancho. En estado de madurez alcanza una altura de 2 a 4 metros (12, 38) pero según Thompson (34) la altura de la planta depende de la fertilidad del suelo. Varios autores (5, 34, 19 y 38) están de acuerdo que la fertilidad del suelo le favorece pero, dicen que el Elefante es una planta que en lo general no requiere de buenos suelos y que en algunos lugares se usa como cultivo de protección de los suelos y que además, por su gran crecimiento impide el establecimiento

de malas hierbas (34). De Alba (8) informa que el zacate Elefante es una especie de corte, fácil de establecer, de alta producción y que bien puede durar indefinidamente. Aunque en algunas regiones (5) lo usan de pastoreo, es la especie más popular en el trópico como pasto de corte por su alta producción. Sin embargo, esta producción es variable de acuerdo con el lugar, es tación, número de cortes y fertilizantes, según Wilsie (38) con todas estas variaciones puede llegar a producir 80 tons/acre en 5 cortes al año y que en lugares de épocas secas con riegos cada 10 días las producciones que se obtienen son bastante aceptables.

En esta revisión de literatura se trata de relacionar con el presente trabajo, estudios sobre el efecto del corte, la fertilización y algunos otros factores que afectan el crecimiento, composición química y producción de los pastos. Poco se ha publicado respecto al crecimiento estacional de los forrajes y prin cipalmente en lo que se refiere a los forrajes tropicales.

El zacate Elefante se ve fuertemente afectado por este tipo de crecimiento, en que la producción, crecimiento vegetativo y composición varían en las distintas épocas del año.

Conociendo el efecto de los cortes, la fertilización y las influencias de los factores ambientales sobre el pasto Elefante, se pueden formular planes adecuados de manejo para su mejor aprovechamiento durante el año.

Efecto de la estación, relacionado con la luz, temperatura y precipitación.

En la literatura se encuentran principalmente datos de los efectos de estos factores en relación con los zacates de zonas frías, pero en lo que se refiere a los zacates tropicales poco se ha estudiado la influencia de estos factores sobre su crecimiento.

Los distintos estados de crecimiento durante el año afectan la producción y la composición de los zacates. Tapia (33) en Veracruz, México, ha observado que el Merkeron, una variedad de zacate Elefante, tiene dos tipos de crecimiento vegetativo diferentes según la época del año. Uno de ellos de tallos y hojas delgadas y con más tendencia a formar renuevos en los nudos, crece en los meses de invierno. Por el contrario el resto del año, el crecimiento de la planta es mucho mayor y el número de hojas es más abundante que el de los tallos. En este tipo de crecimiento no hay renuevos en los nudos. Proporcionando fertilizantes y riego todo el año no suprimió las diferencias vegetativas notadas.

Caro-Costas y otros en Puerto Rico (6) encontraron que la mayor producción de Merkeron fue en los meses de verano (abril-octubre) comparada con la de invierno. Además apuntan que no hubo diferencia significativa entre el promedio de lluvia de los meses de verano y los de invierno.

Resultados muy similares fueron encontrados en Costa Rica por Murillo y otros (22) quienes informan que la mayor producción

del zacate Elefante fue en los meses de mayo a agosto con una precipitación de 179.92 mm en cambio en los meses de agosto a noviembre cuando la precipitación fue de 184.37 mm. la producción fue menor. Vicente Chandler (36) informa que las estaciones del año tuvieron marcado efecto sobre la producción. En un experimento con Elefante, Guinea y Pangola, las variaciones en la producción fueron un 50% superiores al promedio y el mayor contenido de proteína fue en los meses de menor crecimiento de la planta. Oyenuga (24) difiere en opinión de los trabajos anteriores (6 y 22) afirmando que la mayor producción del zacate Elefante fue en los meses de más precipitación (junio, julio, agosto, setiembre y octubre y marzo y abril).

Younge (40) encontró que el menor contenido de proteína del Kikuyo, Rhodes, Bermuda, Carpeta y Bahía fue en los meses de verano (abril a agosto) y observó que en los meses de menor duración del día el contenido de proteína era mayor.

Similares resultados da Edwards (10) quien dice que los máximos porcentajes en proteína, calcio y ácido fosfórico del Pennisetum clandestinum, Chloris gayana y del Paspalum dilatatum fueron obtenidos en los meses de invierno cuando la producción del forraje fue menor. Bird (4) informa que el contenido de proteína tiene incrementos y descensos en los diferentes meses del año. En un experimento con Bromus inermis

la variación del contenido de proteína fue: mayo 16.6; junio 1: 21.1 y junio 24: 16.8; julio 15.6; agosto 20.1 y setiembre 18.5.

La temperatura y la luz afectan el crecimiento y la producción de los zacates. Sprage (31) menciona que el mayor incremento de la materia seca del zacate Sudán se obtuvo en días de 9 horas luz y con temperaturas de 75 a 85 grados F., pero que esto difiere con las especies, pues el Bromus inermis lo obtuvo a temperaturas de 70 a 85 grados F. Resultados semejantes fueron obtenidos por Mitchell (20). Trabajando con Dactylis glomerata, Paspalum dilatatum y Agrostis tenuis observó que el grado óptimo de crecimiento para el Paspalum fue a 85 grados F., y para los demás entre 65 y 70 grados F. Datos contradictorios son ofrecidos por Roberts (30) para Hordeum vulgare y por Lovvorn (18) para Axonopus compressus, Paspalum dilatatum y Cynodon dactylon. Ambos informan que temperaturas bajas durante la noche y días largos favorecían el crecimiento de los pastos.

El desarrollo de la raíz ha sido estudiado por Stuckey (32) y menciona que también en la raíz hay un crecimiento estacional. El encontró que en las especies Phleum pratense, Poa pratensis, Dactylis glomerata y Lolium perenne el mayor crecimiento de las raíces ocurrió en el mes de enero cuando la temperatura es baja y el crecimiento de la planta también es lento. Este crecimiento se estaciona a fines de la primavera cuando las temperaturas son de 75 a 85 grados F.

Efecto de la fertilización.

En los estudios hechos sobre fertilización no se ha podido determinar con certeza los niveles más adecuados de fertilizantes, ni tampoco si las aplicaciones del mismo pueden mantener una producción constante o menos variable durante el año.

Varios autores (8, 16, 35, 36 y 21) están de acuerdo en que el zacate Elefante responde con facilidad a la fertilización. Wilsie y otros (39) encontraron en un experimento con zacate Elefante con fertilización completa que hay una respuesta significativa a las aplicaciones pero, que la producción de la materia seca en el pasto cortado a las 6 semanas tuvo una variación de 18 a 50 toneladas por acre durante el año. Similares resultados fueron obtenidos por Caro-Costas (6) en Puerto Rico en trabajo con Merkeron, una variedad de pastos Elefante, en que la mayor producción del zacate fertilizado fue en los meses de verano (abril-octubre).

No obstante que el Elefante y sus variedades responden con facilidad a la fertilización, Decker (9) con 9 variedades de pasto Elefante fertilizado observó que hay una diferencia bien marcada en la producción de las variedades. La mayor producción la dieron las variedades número 532 (híbrido, número de introducción en Turrialba) y Panamá con un promedio de 94 toneladas de forraje verde por hectárea al año en comparación con la variedad Jamaïqueño que tuvo un promedio de 45 toneladas de forraje verde

por hectárea. Este mismo autor (9) anota que la producción no es constante durante el año en ninguna de las variedades.

Hay evidencia de que la respuesta a la fertilización del Elefante está sujeta a la fertilidad del suelo. Ellis (11) dice que aunque el Elefante responde bien a la fertilización esta respuesta depende del lugar; él observó en un experimento sembrado en dos lugares de Jamaica: Oxford y Orange River, que el Elefante fertilizado tuvo diferentes respuestas en ambos lugares, principalmente la respuesta al Nitrógeno; se obtuvo una producción de 40.4 toneladas por acre en Oxford y 33.0 toneladas por acre en Orange River.

En lo que respecta a los estudios que se han hecho con niveles de fertilizantes no se ha podido determinar el nivel más adecuado para obtener la mejor respuesta. Ure (35) dice que al aumentar el nivel de fertilizante, la producción del zacate Elefante tiende a aumentar. Similares aseveraciones hacen otros autores (36, 21 y 1) en trabajos hechos sobre fertilización del pasto Elefante. Little y otros (16) probaron niveles de fertilizante de 0, 200, 400, 800 y 1600 libras anuales en Elefante, Pangola y Guinea y encontraron que hay un nivel óptimo para el aprovechamiento del fertilizante y que con aplicaciones superiores a ese óptimo, la producción empieza a decrecer, encontrando que en el caso del Elefante y Guinea el óptimo fue a las 800 libras, Pangola a las 200. También observaron que el Elefante produjo 10 libras más en materia seca por cada libra de fertilizante a un

nivel de 0 a 800, mientras que el Pangola por cada libra de fertilizante en aplicaciones superiores a 200 libras produjo 7 libras menos de materia seca por cada libra de fertilizante. Resultados diferentes fueron encontrados por Vicente Chandler (36) en un experimento en Elefante, Guinea y Pará y con niveles de 0, 200, 400, 800, 1200 y 1400 libras por acre. El observó que la mayor producción del Elefante aumentó con aplicaciones de fertilizante arriba de un nivel de 800 libras por acre. En un experimento realizado por Joachim y Pandittesekere (14) en pasto Elefante con aplicaciones de 1, 2 y 3 quintales de sulfato de amonio, encontraron que la materia seca no aumentó al incrementar el nivel de fertilizante. Los porcentajes de materia seca obtenida para los 3 niveles fueron 1 quintal, 16.2; 2 quintales, 16.3 y 3 quintales, 15.9. Agregan que esto se debió a que después de las aplicaciones en las parcelas 2 y 3 quintales hubo bastante lluvia y esto haya influido en la utilización de fertilizantes. Murillo (21) dice que el zacate Elefante, fertilizado con nitrógeno sólo, produce aumentos proporcionales al nivel que se use.

Similares resultados son dados en otros artículos (36, 35, 11 y 5); estos autores están de acuerdo en que la producción aumenta a medida que se incrementa el nivel de nitrógeno. Child (6) encontró que la mayor respuesta del Elefante fue en aplicaciones de fósforo sólo, en un experimento con fertilización de N, P, K y cal los resultados obtenidos con la aplicación de N. sólo fueron

de 38,085 libras de materia seca por acre al año; la respuesta al nitrógeno fue solamente significativa, en cambio la producción con aplicación de fósforo fue altamente significativa con un promedio de 48,797 libras de materia seca al año. Murillo (21) informa que al aumentar el nivel de fósforo la producción del zacate Elefante no varía; él encontró que aplicando 50 y 100 kilogramos de fósforo por hectárea la producción fue similar en ambos casos (34.40 kilogramos y 34.24 kilogramos por surco de 5 m.) Resultados opuestos fueron encontrados por Addison (1) que al aplicar P solo, el Elefante no tuvo aumento significativo a los niveles de 0, 38 y 76 libras por acre. Varios autores (1,7 y 11) están de acuerdo que aplicaciones de potasio y cal al zacate Elefante no se han obtenido respuestas a ningún nivel. Murillo (21) en su trabajo anterior dice que aplicaciones de potasio se obtiene una respuesta parecida a la del fósforo. Addison (1) y Child (7) informan que con aplicaciones de N y P juntos se obtiene interacciones positivas a los niveles que se usen.

En un experimento con fertilizantes (5) se encontró que en aplicaciones de fertilizantes distribuidos durante el año, la respuesta era mejor cuando se aplicaba una vez al año.

Hay diversidad de opiniones en el caso de si la composición química del zacate Elefante es afectada o favorecida en la aplicaciones de fertilizantes. Vicente Chandler y otros (36) dicen que el contenido de proteína tiende a aumentar a medida que se incre-

menta el nivel de fertilizante. Murillo (21) informa que la aplicación de N eleva el contenido de proteína a medida que se aumenta el nivel. Con aplicación de P no se obtiene ningún aumento. El contenido de proteína disminuye al aplicar el K. Ellis (11) está de acuerdo con Murillo (21) en que solamente aplicaciones de N favorecen el contenido de proteína.

Datos contradictorios fueron obtenidos por Little (16) en Puerto Rico en un experimento con zacate Elefante, Pangola y Guinea con niveles de Nitrógeno de 0, 100, 400, 800 y 1600 libras, en que el contenido de proteína no varió en los tres pastos con los niveles dados. Joachim (14) y Ure (35) encontraron resultados semejantes en Elefante con niveles de fertilización. Addison (1) dice que el N solo aumenta significativamente el porcentaje de proteína, pero que al combinar el N con el P este porcentaje tiende a disminuir.

En la literatura pocos trabajos informan si las aplicaciones de fertilizantes afectan la morfología de la planta. Watson (37) con trigo y cebada encontró que las aplicaciones de nitrógeno aumentan el área de la hoja, el fósforo tiene efectos similares, pero solamente en los primeros estados de crecimiento y después tiene efectos contrarios. En el caso del potasio también tiene una tendencia a aumentar el área de la hoja.

Efecto del corte.

La producción de los zacates se ve afectada por la edad de la planta. Wilsie (39) encontró que el Elefante cortado a las 14 semanas tuvo una producción de 53.76 toneladas por acre de materia

seca y que el contenido de materia seca aumenta a medida que se incrementa la edad de la planta. Similares resultados fueron encontrados por Vicente Chandler (36) con varias frecuencias de corte.

Varios autores (4,21,11,22,31 y 33) concuerdan en que la mayor producción del zacate Elefante se obtiene a menor frecuencia de corte.

Oyenuga (24) en un estudio con intervalos de corte de 3, 6, 8 y 12 semanas informa que la producción de materia seca aumenta a mayor edad de la planta, pero, observó que no hay una diferencia significativa en la producción del forraje verde y materia seca a las 6 y 8 semanas. Bird (4) en un experimento con especies de zonas frías (Bromus inermis, Phleum pratense, Agrostis alba y Poa pratensis) con cortes en 6 distintos estados de crecimiento de la planta, encontró que la producción de materia seca de todas las especies solamente tuvo un incremento significativo al principio de la floración. Antes y después de la floración, el contenido de materia seca no tiene aumentos significantes. Los cambios morfológicos en los zacates han sido poco estudiados y no sabemos que efectos pueden tener sobre la producción, composición química y calidad del forraje. Blaser (5) en un experimento de cortes en zacate Elefante informa que cuando el pasto es cortado a 3 y 5 pies de alto el forraje es de mejor calidad pues tiene un 93 a un 98 por ciento de hojas y que además el contenido de materia seca de las hojas varió entre 25 a 45% con un

porcentaje de proteína de 9.2 a 14.4.

Datos muy semejantes son dados por Oyenuga (24) en un experimento de frecuencias de corte con Elefante de 3, 6, 8 y 12 semanas. El encontró que la relación de hojas-tallos en el corte de las 3 semanas fue en una proporción de 12:1 y que a medida que aumentaba la edad de la planta, esta proporción se redujo a .9:1 a las 12 semanas.

Reid y otros (29) dicen que lo importante es el estado de crecimiento en que esté la planta en el momento de ser cortada. Esto lo comprobaron en un experimento hecho en Cornell con 15 primeros cortes y 7 segundos cortes en leguminosas, zacates y una mezcla de leguminosas y zacates con el fin de encontrar que proporción de hojas contenidas en el forraje daban una alta calidad nutritiva. Observaron que en el forraje de los 15 primeros cortes aunque la proporción de hojas varió de 32 a 87% en comparación a la de los segundos cortes de 52 a 92%, el valor de la materia seca digestible aumentó a medida que se incrementó el por ciento de hojas. Estos mismos autores (29) en una prueba con ganado lechero observaron que vacas alimentadas comían más forraje del pasto cortado en junio que del cortado un mes después.

La composición química de los forrajes se ve seriamente afectada por el estado de madurez de la planta. Varios autores (23, 15, 34, 24 y 13) están de acuerdo que la mejor composición química del pastos Elefante es cuando tiene menos edad, y que la proteí

na, extracto etéreo y la ceniza, decrecen a medida que aumenta la madurez de la planta o que los intervalos de corte son menos frecuentes. En cambio, el contenido de fibra tiende a aumentar a mayor intervalo entre cortes. Van Rensburg (28) informa que la composición química del Elefante cuando es cortado a un pie de alto, puede ser comparado con la Alfalfa, dando los siguientes valores:

	P.C	E.E	F.C	E.N.N.	CENIZA
Elefante	20.2	3.6	27.4	28.7	20.1
Alfalfa	21.2	2.1	34.3	31.6	10.4

Nordfeldt (23) observó que el contenido de proteína decrece al aumentar la edad de la planta, pero que después de las 12 semanas no tiene variaciones significativas. En cambio el contenido de fibra aumenta a mayor edad (1% cada semana), los N.D.T. y la proteína disminuyen (.5 cada semana). Oyenuga (24 y 25) observó en análisis químicos de pasto Elefante cortado a las 3, 6, 8 y 12 semanas que el contenido de proteína decreció a mayor edad y que el contenido de fibra después de las ocho **semanas no varió** (8 semanas 29.50% y 12 semanas 29.56%). Phillips y otros (27) encontraron en zacates comunes del noreste de los Estados Unidos una relación entre el contenido de lignina, fibra y celulosa y el contenido de proteína, extracto etéreo y ceniza soluble. Al aumentar los primeros decrece el porcentaje de los segundos. Wilsie (38) informa que el contenido de proteína disminuye a medida que aumenta el número de cortes aunque el pasto sea de la misma edad.

El obtuvo en el primer corte de Elefante un contenido de proteína de 9.84% y en el tercer corte 5.39%. Lovvorn (18) y Blaser (5) dicen que los cortes frecuentes con y sin fertilizantes tienden a disminuir la producción de los zacates.

MATERIALES Y METODOS

El experimento fue puesto en un potrero de zacate Elefante denominado "la bomba". Este se encuentra en la parte plana del Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica. Dicho potrero fue sembrado un año antes de iniciar el presente trabajo con la variedad # H 532 (número de registro del jardín de introducción del IICA). El experimento ocupa un área de 760 metros cuadrados y está localizado en la parte noroeste de este potrero. (Ver plano). El área fue seleccionada procurando una población uniforme de las plantas existentes. Una vez seleccionada el área se hizo el trazo de las parcelas y calles. Se formaron 5 bloques con 4 parcelas de 32 metros cuadrados cada una. Los bloques números 4 y 5 quedaron separados del resto por una distancia de 8 metros con el objeto de dejar unas irregularidades del terreno dentro de la calle.

Los tratamientos que se aplicaron fueron los siguientes:

C1.- Corte de 6 semanas

C2.- Corte de 8 semanas

NO.- Sin aplicación de fertilizante

N1.- Con aplicación de fertilizante

Cada parcela recibió una combinación de estos tratamientos que fueron distribuidos al azar y quedaron en el campo de la siguiente manera:

Tratamientos	No. de parcelas
NO C1 corte de 6 semanas sin fertilizante	1,5,12,15 y 20
NO C2 corte de 8 semanas sin fertilizante	2,6,9,16 y 18
N1 C1 corte de 6 semanas con fertilizante	3,7,11,13 y 17
N1 C2 corte de 8 semanas con fertilizante	4,8,10,14 y 19

Los tratamientos de corte y fertilizante fueron aplicados de la siguiente manera:

Corte: De las 20 parcelas, 10 eran cortadas cada 6 semanas y las restantes cada 8 semanas. Se escogió una hora determinada para efectuar el corte procurando hacerlo cuando las plantas ya hubieran perdido la humedad (rocío) recogida durante la noche. Esta hora varió pues en días nublados y lluviosos el corte se retrasaba o se suspendía.

El experimento fue iniciado el día 30 de julio de 1959. Ese día se hizo un corte a máquina del área total de experimento y en seguida se dió una chapia con cuchillo para emparejar el corte hecho por la máquina. El último corte fue efectuado el día 4 de julio de 1960. Durante este tiempo se hicieron 8 cortes de 6 semanas y 6 cortes de 8 semanas. Las fechas de los cortes de 6 y 8 semanas son los siguientes:

<u>6 semanas</u>	<u>8 semanas</u>
Setiembre 9 del 59	Setiembre 25 del 59
Octubre 10 del 59	Noviembre 20 del 59
Diciembre 4 del 59	Enero 15 del 60
Enero 15 del 60	Marzo 11 del 60

6 semanas

Febrero 29 del 60

Abril 11 del 60

Mayo 20 del 60

Julio 4 del 60

8 semanas

Mayo 6 del 60

Julio 4 del 60

Fertilizante: Las cantidades y tipos de fertilizantes fueron:

1000 Kgs. de N por Ha. en forma de úrea del 46%

200 Kgs. de P_2O_5 por Ha. en forma de superfosfato triple del 46%

200 Kgs. de K_2O por Ha. en forma de muriato de potasio del 60%

Las parcelas cortadas a las 6 y 8 semanas recibieron igual cantidad de fertilizante. Las cantidades de fertilizante aplicado durante el experimento fueron las siguientes:

<u>Fertilizante</u>	<u>Cortes de:</u>	
	<u>6 semanas</u>	<u>8 semanas</u>
Urea del 46%	.695 Kg/parcela	1.158 Kg/parcela
Superfosfato triple 46%	1.388 Kg/parcela	1.388 Kg/parcela
Muriato de Potasio 60%	1.066 Kg/parcela	1.066 Kg/parcela

Las aplicaciones de fertilizante se hicieron de la manera siguiente: El P y el K fueron aplicados al iniciar el experimento junto con una aplicación de una parte de nitrógeno. Las aplicaciones de nitrógeno fueron divididas en 8 partes para el corte de 6 semanas y en 6 partes para el corte de 8 semanas. Después de la aplicación inicial se hizo una aplicación por cada corte.

Durante el experimento se tomaron en el campo los siguientes datos y muestras:

1. Rendimiento de forraje verde por parcelas.
2. Muestra para análisis proximal.
3. Una muestra para determinar relación de tallos y hojas.
4. Altura de la planta.
5. Ancho de la hoja.
6. Distancia entre nudos.
7. Porciento de nuevos en los nudos.
8. Porciento de población.

Las muestras y los datos fueron tomados de la manera siguiente:

1. Rendimiento de forraje verde por parcela.

De los 32 metros cuadrados de la parcela total se tomaron 8 metros cuadrados de parcela efectiva con el fin de eliminar el efecto de borde. El corte de cada parcela era hecho con machete, el zacate puesto en una lona y pesado en una báscula de reloj. Un vez cosechada la parcela efectiva se hacía el corte de la parcela total y el forraje era sacado del área del experimento.

2. Muestra para análisis proximal.

Se hacía un muestreo por parcela cortándose el forraje que había en 50 cmts² dentro de la parcela efectiva. Una vez cortada la muestra era puesta dentro de una bolsa de polietileno. Después las muestras eran pesadas, cortadas con tijeras y puestas a secar en un horno a 25 grados C. por espacio de 20 a 30 horas.

Enseguida era determinado el peso seco y molidas en un molino marca Wiley con cedazo de 1 mm., con el fin de hacer los siguientes análisis:

Proteína: Se determinó en un Micro-Kjeldahl oficial A.O.A.C. con selenio y cobre como catalizadores.

La determinación del extracto etéreo, fibra y la ceniza fueron hechos según el método oficial A.O.A.C. (2).

3. Muestra para determinar la relación de tallos-hojas.

Esta muestra se obtuvo cortando un área de 50 cmts² en cada parcela efectiva. Las muestras colocadas en una bolsa de polietileno, se pesaban, en seguida se hacía una separación de tallos y hojas rápidamente para evitar pérdidas de humedad. El siguiente paso era pesar las hojas y los tallos por separado para obtener la relación tallos-hojas.

4. Altura de la planta.

Se escogían al azar tres plantas por parcela y se tomaba su altura. Ver fotografía No. 1

5. Ancho de la Hoja.

Se tomaron al azar tres plantas de cada parcela y a cada planta se le medían las tres primeras hojas de la parte inferior, la medida era tomada en la base de la hoja y se procuró usar siempre la misma regla. Ver fotografía No. 2

6. Distancia entre nudos.

Este dato se obtuvo midiendo la distancia de los 4 primeros en-

trenudos de tres plantas por parcela. Ver fotografía No. 3

7. Porcentaje de renuevos por parcela.

Se obtenía examinando los nudos de 100 plantas. Tomando como unidad la planta con renuevos.

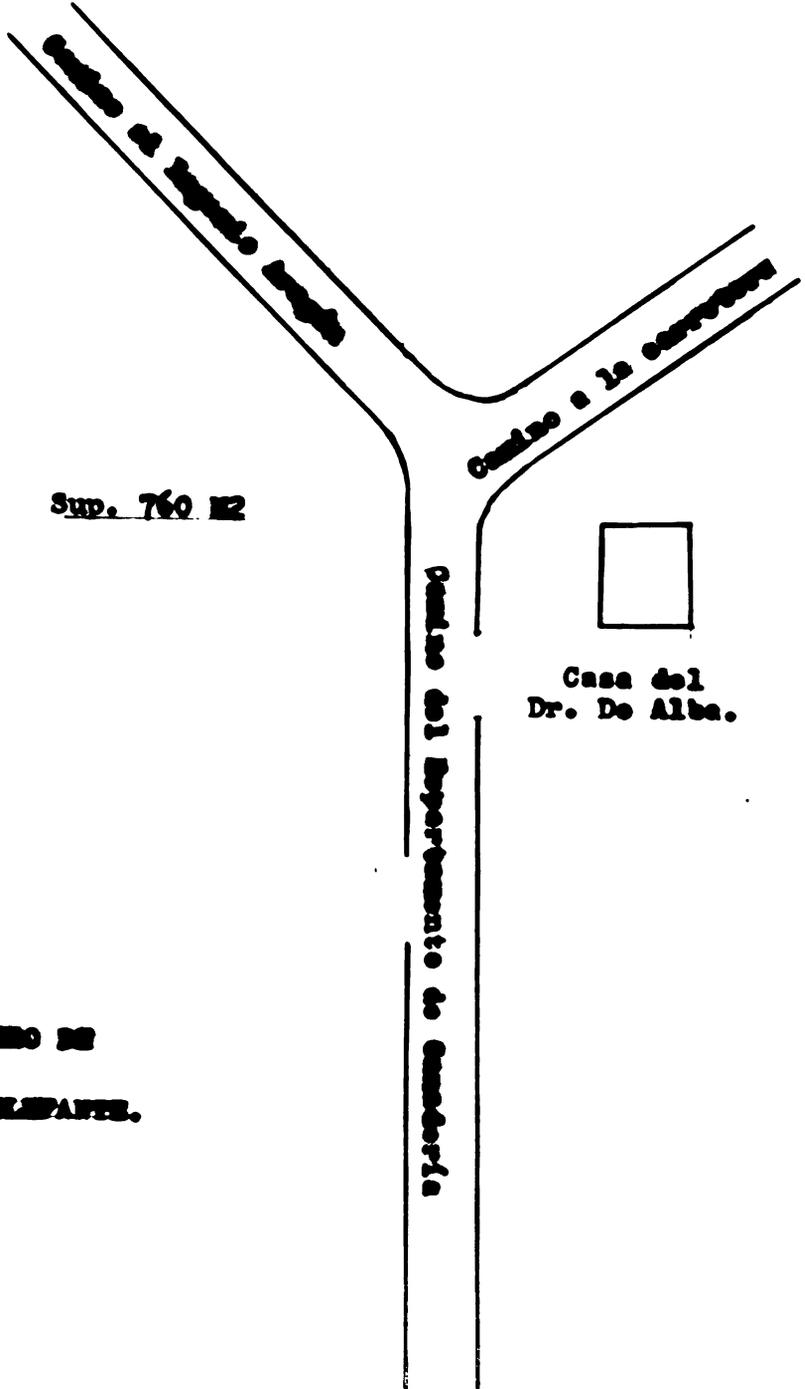
8. Población existente.

Al inicio, a la mitad y al final del experimento, se hizo un muestreo por parcela total para determinar la población de plantas existentes.

Además de los datos y muestras anteriores se contó con datos de temperatura y precipitación que fueron proporcionados por la estación metereológica del Departamento de Recursos Renovables de este Instituto. Durante el experimento todas las parcelas fueron limpiadas tres veces, pues las parcelas no fertilizadas, cortadas cada 6 y 8 semanas tuvieron una fuerte invasión de malas hierbas y gramíneas no deseadas.

Con los datos obtenidos se hizo análisis de variancia para producción de forraje verde, materia seca, porcentaje de materia seca, características morfológicas y composición química. Se determinaron correlaciones entre todas las variables y los factores lluvia, brillo solar y temperatura. Además las correlaciones entre la producción de forraje verde y porcentaje de materia seca con las características morfológicas y la composición química.

PLANO DEL EXPERIMENTO

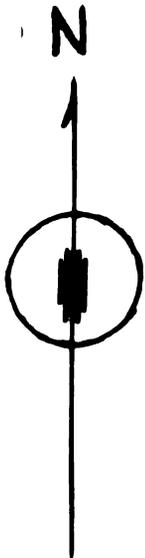


20	19	18	17
15	14	13	12

Sup. 760 M2

12	11	10	9
8	6	7	5
4	3	2	1
HC2	HC1	HC2	HC1

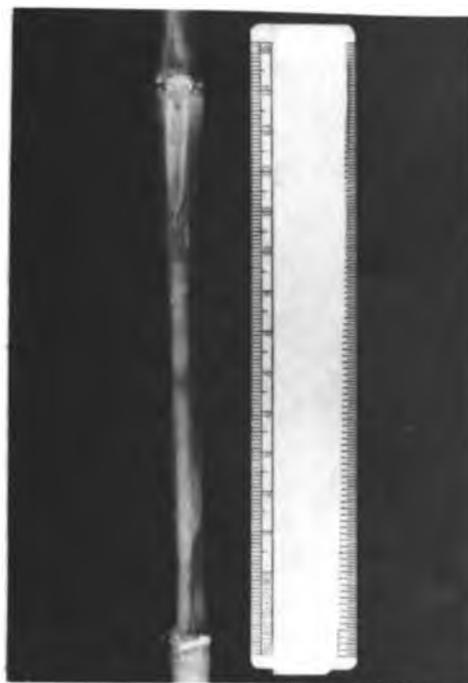
Casa del
Dr. De Alba.



**POBRES DE
SABER EL PAFTE.**



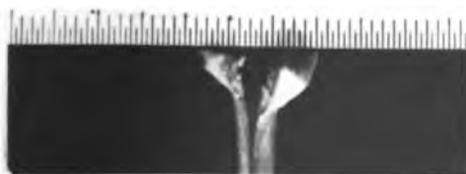
Fotografía N^o 1
Altura de la planta.



Fotografía N^o 3
Distancia entre nudos.



Fotografía N^o 2
Ancho de la hoja.



RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios de forraje verde y materia seca de los cortes de 6 y 8 semanas así como los promedios de las características morfológicas: altura de la planta, distancia entre nudos, ancho de la hoja, por ciento de hojas y tallos, cantidad y por ciento de fibra así como proteína, son presentados en el cuadro No. 11.

Se analizaron por separado las producciones de forraje verde, rendimiento y por ciento de materia seca de las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas y los resultados son presentados en los cuadros No. 1 y No. 2.

Cuadro No. 1 - Análisis de variancia para forraje verde y materia seca del corte de 6 semanas.

F.variación	G.L.	C.M.F. verde	C.M. Kg. M.seca	C.M. % M. seca
Niveles	1	5804.404 **	96.283 **	108.39 **
Fechas	7	158.270 **	2.583 **	10.94 **
N. x F.	7	9.378	1.117 **	3.26 *
Error	60	16.806	.112	1.35

* Significativa 0.05

** Significativa 0.01

Cuadro No. 2 - Análisis de la variancia del corte de 8 semanas.

	G.L.	C.M.F.verde	C.M. Kg. M.seca	C.M. % M. seca
Niveles	1	11617.661 **	222.171 **	92.21 **
Fechas	5	327.223 **	5.632 **	10.98 **
N. x F.	5	90.699 **	.808	6.01 **
Error	44	19.234	.555	1.33

Los promedios para niveles de los cortes de 6 y 8 semanas son da dos en el Cuadro No. 3 y los promedios de las fechas en el cuadro No. 4.

Cuadro No. 3 - Producción de forraje verde y materia seca con y sin fertilizante de los cortes de 6 y 8 semanas (promedios por corte).

	Fertilizante	Kg/Ha. F. verde	Kg/Ha. M.seca	% de M.seca
6 semanas	Sin	7,577	1,241	16.39
	Con	24,613	3,460	14.06
8 semanas	Sin	10,922	1,892 (12.298)	17.33
	Con	38,752	5,754 (34.6)	14.85

Cuadro No. 4 - Promedios de peso del forraje verde, peso y porcentaje de materia seca.

6 semanas

Corte Nº	Fechas de corte	Forraje verde Kg./Ha.	M. seca Kg./Ha.	% M. seca
1	Setiembre	22,159	3,075	13.88
2	Octubre	12,768	1,885	14.77
3	Diciembre	15,668	2,245	14.33
4	Enero	14,075	2,136	15.18
5	Febrero	14,418	2,377	16.49
6	Abril	12,740	2,035	15.98
7	Mayo	13,804	2,306	16.71
8	Julio	23,123	3,350	14.49

8 semanas

Corte Nº	Fechas de corte	Forraje verde Kg./Ha.	M. seca Kg./Ha.	% M. seca
1	Setiembre	24,050	4,187	17.41
2	Noviembre	21,652	3,390	15.66
3	Enero	27,245	4,054	14.88
4	Marzo	20,101	3,336	16.60
5	Mayo	20,751	3,580	17.26
6	Julio	35,226	5,297	15.04

Las diferencias significativas encontradas entre los datos del Cuadro No. 3 nos indican que los promedios más altos pertenecen a las parcelas con fertilizante.

En el Cuadro No. 4 podemos observar las diferencias significativas encontradas en el análisis de variancia para fechas. Con el fin de ver cuales fechas de corte eran iguales de cada una de las frecuencias de corte, se hicieron todas las comparaciones posibles entre fechas y los resultados son dados en los cuadros Nos. 5 y 6 en los que solo se presentan los que resultaron significativos.

Cuadro No. 5 - Comparaciones entre fechas del corte de 6 semanas.

Forraje verde

Fechas	G.L.	C.M.
1 Vs. 2-3-4	1	478.613 **
8 Vs. 4-6-7	1	672.175 **

Otras comparaciones

Fechas	G.L.	C.M.
1-8 Vs. 2-3-4-5-6-7	1	1142.591 **

Materia seca

Fechas	G.L.	C. M.
1-2-3-4 Vs. 5-6-7-8	1	38.06 XX
7 Vs. 5-6-8	1	8.42 X
5 Vs. 6-8	1	10.49 XX
6 Vs. 8	1	10.95 XX

Otras comparaciones

Fechas	G.L.	C. M.
1 Vs. 4	1	8.34 X
4 Vs. 5	1	8.64 X

Kg. materia seca

Fechas	G.L.	C. M.
1 Vs. 2-3-4	1	8.317 XX
8 Vs. 5-6-7	1	8.094 XX
5 Vs. 8	1	.518 X

Otras comparaciones

Fechas	G.L.	C. M.
2 Vs. 5	1	.897 X
2 Vs. 7	1	.954 X
6 Vs. 7	1	.560 X

Cuadro No. 6 - Comparaciones entre fechas del corte de 8 semanas.

Forraje verde

Fechas	G.L.	C. M.
3 Vs. 1-2	1	128.673 ^{XX}
6 Vs. 4-5	1	1460.227 ^{XXX}

Otras comparaciones

Fechas	G.L.	C. M.
3 Vs. 6	1	318.538 ^{XXX}

Kg. materia seca

Fechas	G.L.	C. M.
1 Vs. 2-3	1	2.384 ^{XX}
6 Vs. 4-5	1	24.023 ^{XXX}

Otras comparaciones

Fechas	G.L.	C. M.
1 Vs. 6	1	5.090 ^{XXX}

% de materia seca

Fechas	G.L.	C. M.
1 Vs. 2-3	1	23.26 ^{XXX}
5 Vs. 4-6	1	12.32 ^{XXX}

En las comparaciones hechas en las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas con la producción de forraje verde, peso y porcentaje de materia seca se pudieron hacer grupos con producciones semejantes.

En la Figura N^o 1 vemos que la producción de forraje verde es igual estadísticamente en las fechas de julio y setiembre y difiere de las fechas diciembre, febrero, enero, mayo, octubre y abril que son iguales entre sí, pero inferiores a los 2 primeros.

La producción de materia seca forma tres grupos de igual producción, pero son diferentes al compararse entre ellos (julio y setiembre), (mayo, febrero, diciembre, enero), (abril, octubre).

La mayor producción de materia seca por hectárea corresponde a los cortes de julio y setiembre.

El porcentaje de materia seca se agrupa en fechas con producciones semejantes en las fechas (7 y 5), (6,5,2,8 y 3) y (2,8,3 y 1).

En la figura No. 2 los grupos formados por fechas son también iguales dentro de esos grupos y diferentes significativamente al compararse entre ellos.

La producción de forraje verde es igual en las fechas (1,2,5 y 4) y diferentes estos a las fechas (6) y (3) que son en las que se obtuvo la mayor producción pero también son diferentes al compararse entre sí. La materia seca forma los grupos (6) diferente a cualquiera de los restantes, (1 y 3) y finalmente (3, 5, 2 y 4) que es diferente al compararse con los dos grupos anteriores.

En el porcentaje de materia seca los grupos de fechas de promedios semejantes son (5 y 1) diferentes de (4-2-6 y 3).

Figura No. 1 - Distribución de la producción de forraje verde, materia seca y porciento de materia seca durante las fechas del corte de 6 semanas.

Tendencia de mayor a menor							
Forraje verde							
Kg./Ha.							
8	1	3	5	4	7	2	6
<u>23.123</u>	<u>22.159</u>	<u>15.668</u>	<u>14.418</u>	<u>14.075</u>	<u>13.804</u>	<u>12.768</u>	<u>12.740</u>

Materia seca							
Kg./Ha.							
8	1	5	7	3	4	6	2
<u>3.161</u>	<u>3.075</u>	<u>2.377</u>	<u>2.306</u>	<u>2.245</u>	<u>2.136</u>	<u>2.035</u>	<u>1.885</u>

% de materia seca							
7	5	6	4	2	8	3	1
<u>16.71</u>	<u>16.49</u>	<u>15.98</u>	<u>15.18</u>	<u>14.77</u>	<u>14.49</u>	<u>14.33</u>	<u>13.88</u>

Se encontró que entre la lluvia y el rendimiento de materia seca del corte de 8 semanas hay correlación significativa. Entre el brillo solar y el forraje verde tanto de 6 como de 8 semanas y con brillo solar y materia seca del corte de 8 semanas existen correlaciones negativas. Con la temperatura no se encontró ninguna relación con estas variables.

Los resultados de esta correlación son presentados en el cuadro No. 7 y las cantidades de lluvia, horas de brillo solar y los promedios de temperatura son presentados en el cuadro No. 8.

Cuadro No. 7 - Coeficientes de correlación para los cortes de 6 y 8 semanas.

	6 semanas			8 semanas		
	F.verde	M.seca	% M.seca	F.verde	M.seca	% M.seca
LLuvia	.677	.566	-.705	.642	.726 *	-.361
Brillo solar	-.716 **	-.438	.444	-.932 **	-.721 *	.562
Temperatura	.447	.554	.207	.455	.659	.283

* Significativo

** Altamente significativo

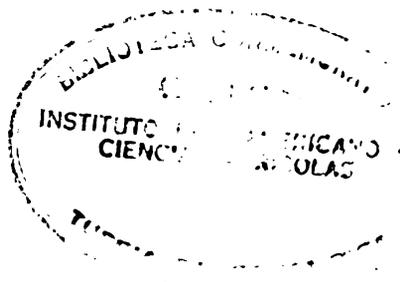


Figura No. 2 - Distribución de la producción de forraje verde, peso y porcentaje de materia seca del corte de 8 semanas.

Forraje verde					
Kg./Ha.					
6	3	1	2	5	4
35.226	27.245	24.050	21.652	20.751	20.101

Materia seca					
Kg/Ha.					
6	1	3	5	2	4
5.297	4.187	4.054	3.580	3.390	3.336

% Materia Seca					
5	1	4	2	6	3
17.26	17.41	16.60	15.66	15.04	14.88

Con el objeto de ver si las diferencias entre las fechas de corte de la producción de forraje verde, peso y porcentaje de materia seca del corte de 6 y 8 semanas guardan alguna relación con alguno de los factores climáticos, se hicieron las correlaciones con lluvia, horas de brillo solar y temperatura (con datos del período que precedió al corte).

Cuadro No. 8 Cantidades de lluvia, brillo solar y temperatura durante el experimento

6 S E M A N A S

No. corte	Fechas	Forraje verde Kg./Ha.	Materia seca en %	Materia seca Kg./Ha.	Lluvia en mm	Brillo solar en Hrs.	Promedios tem peratura C
1	Setiembre	22.159	13.88	3.075	266.50	162.09	22.5
2	Octubre	12.768	14.77	1.885	174.00	240.12	15.3
3	Diciembre	15.668	14.33	2.245	367.00	183.57	17.5
4	Enero	14.075	15.18	2.135	256.50	173.43	22.4
5	Febrero	14.425	16.49	2.377	230.50	212.35	21.4
6	Abril	12.740	15.58	2.035	139.00	237.54	22.1
7	Mayo	13.804	16.71	2.306	62.50	190.00	21.6
8	Julio	23.123	14.49	3.350	413.50	171.00	23.2

8 S E M A N A S

1	Setiembre	24.050	17.14	4.187	409.50	241.09	22.2
2	Noviembre	21.652	15.66	3.390	375.00	285.00	22.2
3	Enero	27.244	14.88	4.054	279.50	233.13	21.4
4	Marzo	20.101	16.60	3.336	123.00	286.09	21.5
5	Mayo	20.751	17.26	3.580	172.00	297.12	22.5
6	Julio	35.226	15.04	5.297	440.50	227.68	23.0

Los promedios de los niveles de fertilizante de las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas nos muestran que las diferencias significativas encontradas favorecen con los promedios más altos a las fertilizadas en la producción de forraje verde y Kg. de materia seca.

El % de materia seca disminuye con las aplicaciones de fertilizante. (Cuadro No.3). Los resultados encontrados concuerdan con varios autores (1,7,8,16,35, 36) quienes en trabajos con fertilizantes en pasto Elefante encontraron que hay una respuesta significativa a la aplicación de fertilizante.

Se observó que la fertilización aparte de aumentar el rendimiento ayuda a conservar la población de plantas en las parcelas. En el Cuadro No. 9 se presenta el número de tallos en las parcelas fertilizadas y no fertilizadas. Estos se obtuvieron mediante un conteo de tallos por parcela al inicio, a la mitad y al final del experimento.

Cuadro No. 9 Número de tallos de Elefante por metro cuadrado de terreno al principio, mediado y final del experimento.

	6 semanas			8 semanas		
	Inicial	Medio	Final	Inicial	Medio	Final
Parcelas sin fertilizar	83	40	57	85	65	67
Parcelas fertilizadas	81	74	74	93	85	88

En este cuadro podemos apreciar que con cortes frecuentes y sin

aplicación de fertilizante, la población de plantas por parcela tiende a disminuir y se facilita la invasión por malas hierbas. En el presente experimento las parcelas sin fertilizar tendieron a desaparecer y hubo necesidad de hacerles varios cultivos y escardas para reducir la invasión.

Se encontraron interacciones significativas N. x F. en los rendimientos de materia seca en el corte de 6 semanas y en la producción de forraje verde y % de materia seca del corte de 8 semanas (Cuadros No. 1 y No. 2). Esto nos indica que la respuesta a la fertilización en cada una de las fechas de corte y en ambas frecuencias no fue igual, lo que hace suponer que la cantidad de lluvia y su distribución influye en los efectos de la fertilización en determinadas variables y la interacción es más pronunciada en los cortes de 8 semanas que en los de 6.

Una buena práctica de fertilización es hacer las aplicaciones en los meses de mayor crecimiento. En el cuadro No. 10 se muestra la tendencia de una mayor respuesta a la fertilización en los meses de mayor producción.

Cuadro No. 10 Promedios por corte de forraje verde fertilizado y sin fertilizar de la frecuencia de 8 semanas.

	Sin Fertilizar	Fertilizado
1	6.050	18.000
2	4.711	16.941
3	5.246	21.998

	Sin Fertilizar	Fertilizado
4	4.284	15.169
5	4.193	16.558
6	8.283	35.226
	32.768	123.892

Uno de los objetivos del experimento fue verificar las observaciones hechas por Tapia (33) en Veracruz, México, quien observó que el Merkeron (una variedad del zacate Elefante) tenía 2 épocas de crecimiento (de mayor y menor producción) y con características morfológicas diferentes en estas dos épocas.

Se hicieron las comparaciones entre las fechas de los 8 cortes de 6 semanas y los 6 cortes de frecuencia de 8 semanas. Las Figuras 1 y 2 y las Gráficas No. 1 y No. 2 nos muestran que la producción de forraje verde tiene una tendencia bien clara a ser mayor en los meses de: junio, julio, agosto y setiembre, después empieza a descender y en los meses de marzo, abril y mayo se obtienen las más bajas producciones. Los coeficientes de correlación (Cuadro No. 7) del forraje verde con la lluvia no son significativos, sin embargo cabe aclarar que son bastante altos y que la mayoría de los promedios de mayor producción coinciden con las fechas de más precipitación (Cuadro No. 8) y que su falta de significancia sea debido a que no hay una distribución uniforme en los períodos de crecimiento en que la planta necesita más el agua. Otra de las razones probables es que los datos de lluvia obtenidos en un año sea un número reducido y sea necesario tener datos de 2 y 3 años para poder demostrar estadísticamente esta in

CUADRO No. 11 Promedios para los cortes de 6 y 8 semanas

No. de corte	Fechas	Kg/Ha de Forraje verde	Kg/Ha. de M. seca	Kg/Ha. de Hojas	% de Hojas	% de Tallos	Altura de la planta en cms.	Ancho de la hoja en cms.	Distancia entre nudos en cms.	% materia seca
1	Setiembre	22,159	3,076	9,588	43.27	47.23	99	1.8	13.8	13.88
2	Octubre	12,768	1,885	6,380	49.97	44.04	95	1.6	10.8	14.77
3	Diciembre	15,668	2,245	8,289	52.91	39.83	97.4	1.3	10.2	14.33
4	Enero	14,075	2,136	8,143	57.86	34.68	88.5	1.2	10.3	15.17
5	Febrero	14,425	2,377	8,531	59.17	32.93	67.5	1.2	8.7	16.49
6	Abril	12,740	2,035	8,765	68.80	24.23	58.5	1.2	3.5	15.91
7	Mayo	13,804	2,306	8,036	58.22	35.84	74.5	1.3	6.6	16.71
8	Julio	23,123	3,350	10,036	44.06	52.65	140.0	1.4	13.5	14.49
	Total	128,762	19,409	67,771	434.26	311.43	710.5	11.0	77.4	121.82
	\bar{x}	16,096	2,426	8,471	54.28	38.92	88.8	1.3	9.67	15.22
1	Setiembre	24,050	4,187	8,682	36.10	58.16	116.7	1.8	14.1	17.14
2	Noviembre	21,652	3,390	8,745	40.34	54.81	114.8	1.8	13.5	15.66
3	Enero	27,244	4,054	13,123	44.99	48.17	141.8	1.4	13.6	14.88
4	Marzo	20,101	3,336	10,206	51.09	42.01	108.7	1.3	10.4	16.60
5	Mayo	20,751	3,580	10,715	51.66	42.61	113.5	1.4	9.3	17.25
6	Julio	35,226	5,297	12,265	34.82	60.98	189.6	1.6	16.1	15.04
	Total	139,024	23,844	63,738	259.00	306.76	815.1	9.3	77.0	96.56
	\bar{x}	23,170	3,974	10,623	43.16	51.12	135.8	1.5	12.8	16.09

fluencia.

La correlación entre horas de brillo solar y rendimientos resultó ser negativa y significativa. (Esto nos indica que menos horas de brillo solar favorecen el crecimiento de los pastos). Una posible explicación podría ser que el brillo solar esté relacionado con la cantidad de lluvia y que en días de más horas de sol haya una mayor evaporación y un menor aprovechamiento del agua por las plantas.

La producción de materia seca a las 6 y 8 semanas muestran la misma tendencia del forraje verde en que los mayores promedios corresponden a los meses de junio, julio, agosto y setiembre y los más bajos a los meses de marzo, abril y mayo (Figura 1 y 2 y Gráfica 1 y 2). En el corte de 6 semanas las diferencias de producción encontradas no guardan ninguna correlación con los factores lluvia, brillo solar y temperatura (Cuadro No. 7). Sin embargo hay una tendencia a que las mayores producciones corresponden a las fechas de mayor lluvia y menor brillo solar.

En el corte de 8 semanas los coeficientes de correlación de lluvia y brillo solar si muestran una relación directa con la cantidad de materia seca (Cuadro No. 7) lo que nos indica que la cantidad de materia seca es mayor en las fechas de mayor lluvia y menos horas de brillo solar.

Una posible explicación de la significancia de estas correlaciones es que las variaciones en la producción de forraje y el % de materia seca a mayor edad de la planta son más fuertes que a las 6 se-

manas y la lluvia sea en este caso un factor limitante.

El porcentaje de materia seca tiende a ser mayor en los períodos de menor producción de forraje verde (Figuras 1 y 2 y Gráficas 1 y 2). Los valores de la correlación no alcanzaron la significancia sin embargo su signo es negativo. No se encontró ninguna correlación de la materia seca con los factores climáticos. El único valor más alto es con la lluvia en el corte de 6 semanas.

La tendencia de disminuir el % de materia seca al aumentar la producción de forraje verde nos lo comprueba con los signos contrarios de sus coeficientes con la lluvia (-) y brillo solar (+).

Por ser tan escasa la literatura en lo que se refiere con el crecimiento estacional, de los pastos tropicales y sus relaciones con los factores climáticos, hemos citado hasta el final de esta discusión uno de los pocos trabajos existentes para relacionarlo con los resultados obtenidos y evitar estar repitiendo la misma cita.

Los resultados obtenidos en la producción de forraje verde concuerdan con los datos encontrados por varios autores (4, 9 y 22). Estos mismos autores (4 y 22) encontraron similares resultados con relación a la lluvia. Oyenuga (24) si encontró correlación entre la lluvia y la producción de forraje verde, con datos de dos años. Además concuerda con los resultados encontrados en relación con el porcentaje de materia seca.

Varios autores (8,18,30 y 31) están de acuerdo que altas temperaturas favorecen el desarrollo de los zacates aumentando así la producción. Este efecto de la temperatura tendrá su influencia en

regiones donde los cambios de temperatura durante el día y a través del año son bastante notorios. Aquí en Turrialba los cambios son mínimos es por eso que si hay una influencia de la temperatura ésta sea tan mínima que no se pueda medir.

En cuanto al aspecto práctico al conocer cual época del año el zacate Elefante tiene la mayor producción se podrán formular planes de manejo que ayuden a un mayor aprovechamiento del forraje.

De los resultados obtenidos en este experimento, una buena explotación de este pasto es someterlo a corte en los períodos de mayor crecimiento y dejarlo descansar cuando la producción disminuye y así poder evitar invasión de malas hierbas que se manifiesta con mayor intensidad en las fechas de baja producción pues la planta retarda más su crecimiento. Si suspendemos los cortes en los períodos de menor crecimiento nos evitamos los cultivos o deshierbes que disminuyen el costo de la manutención de la pastera y de esta manera favorecemos el desarrollo de las raíces que es, cuando la planta tiene un menor crecimiento (32).

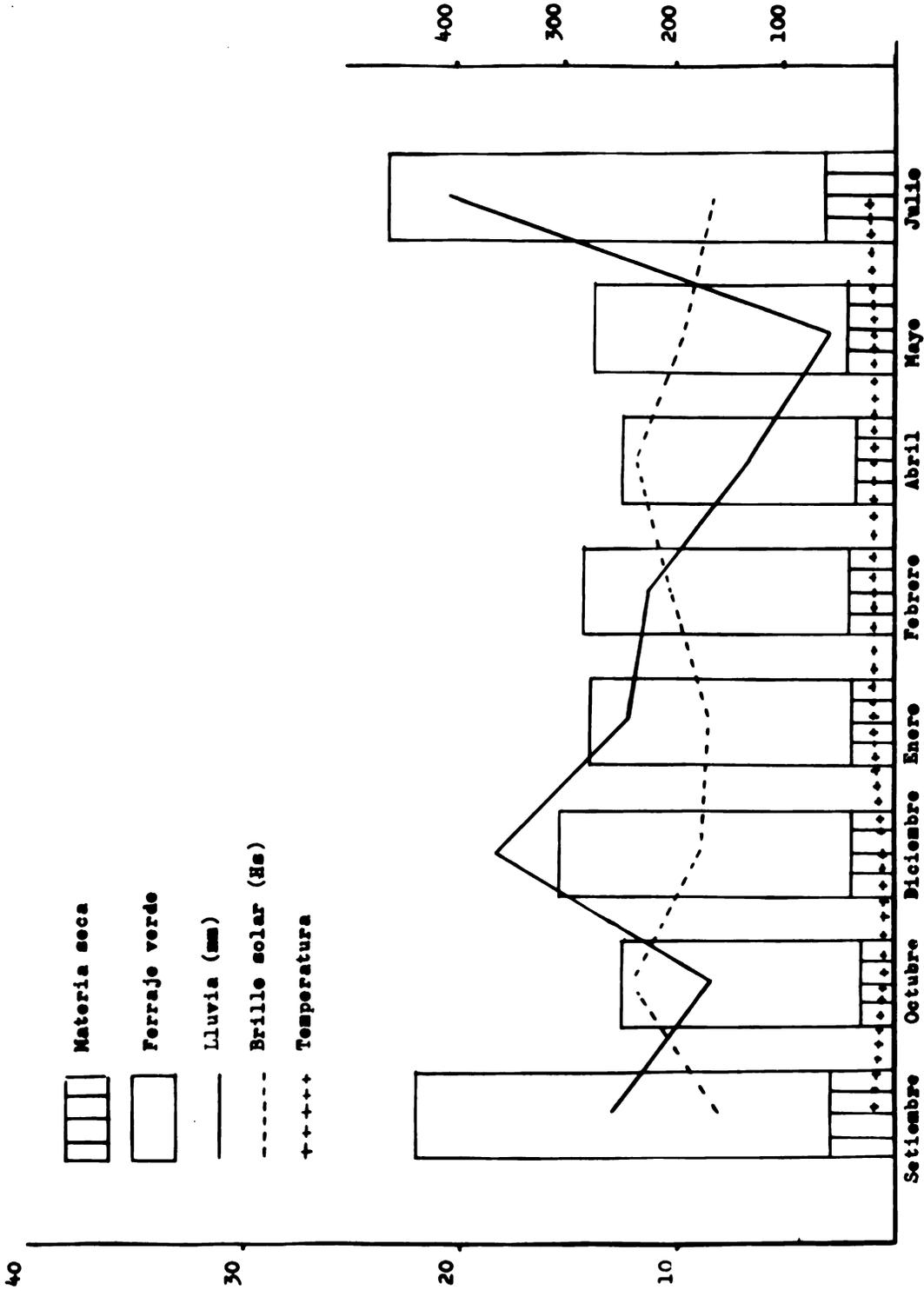
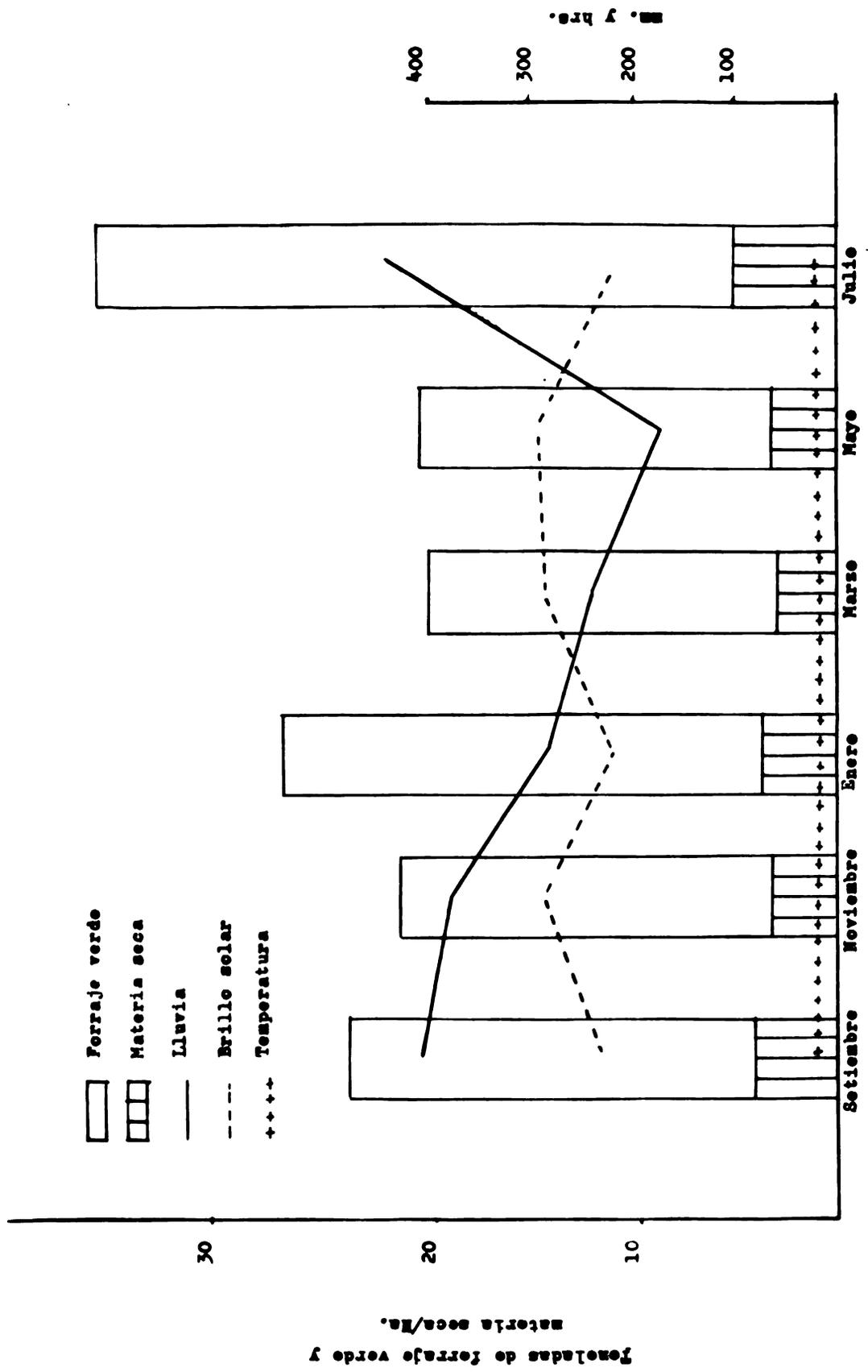


GRAFICO No 1 Precipitación, horas de brillo solar y temperatura y variaciones estacionales de la producción de ferraje verde y materia seca del corte de 6 semanas.

Toneladas de forraje verde y materia seca/Ha.



- Forraje verde
- Materia seca
- Lluvia
- Brillo solar
- Temperatura

GRAFICO No 2 Precipitación, horas de brillo solar y temperatura y variaciones estacionales de la producción de forraje verde y materia seca del corte de 8 semanas.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Se analizaron por separado las características morfológicas de las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas. Los resultados de estos análisis son presentados en los Cuadros Nos. 12 y 13.

Cuadro No. 12 Cuadros medios para las características morfológicas del corte de 6 semanas.

F. variación	G.L.	Altura de la planta	Ancho de la hoja	Distancia entre nudos	% de hojas	% de tallos
Niveles	1	40441.52 **	2.14 **	372.82 **	1388.28 **	1793.06 **
Fechas	7	6259.38 **	.50 **	116.14 **	723.50 **	806.07 **
N. x F.	7	409.42	.04	7.69 *	20.43	38.27
Error	60	213.80	.02	2.65	27.31	38.01

Cuadro No. 13 Cuadros medios para las características morfológicas del corte de 8 semanas.

F. variación	G.L.	Altura de la planta	Ancho de la hoja	Distancia entre nudos	% de hojas	% de tallos
Niveles	1	92,999.81 **	3.60 *	705.21 **	2761.09 **	4080.29 **
Fechas	5	9,208.41 **	.40 *	33.56 **	531.70 **	649.04 **
N. x F.	5	987.11 *	.03 *	6.91 *	248.20 **	67.07 **
Error	49	308.17	.01	1.50	15.01	13.02

* Significativo.

** Altamente significativo.

Los promedios para niveles de las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas son presentados en el cuadro No. 14 y los promedios para fechas son presentados en el Cuadro No. 11.

Cuadro No. 14 Promedios para niveles del corte de 6 y 8 semanas.

6 semanas					
Tratamiento	Altura de la planta	Ancho de la hoja cms.	Distancia entre nudos - cms	% Hojas	% de tallos
Sin Fertilizante	68	1.2	7.5	58.46	34.50
Con Fertilizante	113	1.6	11.9	50.11	44.05

8 semanas					
Tratamiento	Altura de la planta	Ancho de la hoja cms.	Distancia entre nudos - cms	% Hojas	% de tallos
Sin Fertilizante	96	1.3	9.6	44.95	42.88
Con Fertilizante	175.5	1.8	16.2	34.50	59.36

El análisis de la variancia de las características morfológicas nos indica que hubo una significancia para niveles en ambas frecuencias. Los promedios más altos (Cuadro No. 14) nos indican que esa significancia favorece a las parcelas que recibieron aplicación de fertilizante en todas las características menos la de por

ciento de hojas. Se encontró una significancia para fechas, lo que nos indica que las características de la planta cambian durante el transcurso del año.

Para saber cuales fechas tienen producciones semejantes y cuales son diferentes se hicieron todas las comparaciones posibles entre fechas de corte de ambas frecuencias y los resultados aparecen en el Cuadro No. 15, en el cual solamente son dados los que resultaron significativos.

Para una mejor explicación de las comparaciones hechas en el Cuadro No. 15, es presentada la Figura No. 3, donde se muestra la tendencia de las características morfológicas a formar grupos con similares medidas durante el año.

Se relacionó todas las características morfológicas con la producción de forraje verde, porcentaje de materia seca, lluvia, brillo solar y temperatura.

Los coeficientes de correlación para la frecuencia de 6 semanas son presentados en el Cuadro No. 16 y para la frecuencia de 8 semanas son dados en el Cuadro No. 17.

Los promedios para niveles nos muestran que las aplicaciones de fertilizante incrementan la altura de la planta, el ancho de la hoja, la distancia entre nudos, el porcentaje de tallos y disminuye el porcentaje de hojas con relación al de los tallos. En los resultados obtenidos para niveles con relación a la producción de forraje verde encontramos que la producción aumenta a las aplicaciones de fertilizante, esto nos viene a explicar que ese aumento se debe a mayores

medidas de las características morfológicas de la planta. Watson (37) concuerda con los resultados obtenidos en lo que respecta al área de la hoja.

Se midieron interacciones significativas (N. x F.) en todas las variables del corte de 8 semanas y en el de 6 semanas solamente en la distancia entre nudos. Esto nos indica que la respuesta al fertilizante fue diferente durante el año y es mayor a mayor edad de la planta.

La Gráfica No. 3 y 4 y la Figura No. 3 nos muestran que las características morfológicas en las dos frecuencias de corte tienen una tendencia bien clara a agruparse con promedios más altos en los meses de junio, julio, agosto y setiembre y van disminuyendo hasta los meses de marzo, abril y mayo, que es cuando se obtienen los más bajos promedios.

En los meses de mayor crecimiento, los promedios de altura y distancia entre nudos fueron los más bajos en ambas frecuencias debido a que en ese tiempo la planta en algunos casos solamente llegó a formar 2 nudos. Esta época coincidió con una menor cantidad de lluvia (Gráficos No. 1 y 2).

CUADRO No. 15 Comparaciones entre fecha de corte de 6 y 8 semanas

	6 semanas	8 semanas
Altura de la planta	1+2+3+4 vs 5+6+7+8 KK 8 Vs 5+6+7 7 Vs. 5+6 K 8 Vs 1 KK	2 Vs. 1+3 K 1 Vs 3 KK 6 Vs 4+5 KK 6 Vs 1+2+3 KK
Ancho de la Hoja	1+2+3+4 Vs 5+6+7+8 K 1 Vs 2+3+4 KK 3 Vs 4 8 Vs 5+6+7 KK 7 Vs 5+6 K 3 Vs 7 K	1+2+3 Vs 4+5+6 KK 1 Vs 2+3 KK 6 Vs 4+5 KK
Distancia entre nudos	1+2+3+4 Vs 5+6+7+8 KK 1 Vs 2+3+4 KK 8 Vs 5+6+7 KK 5 Vs 6+7 KK 6 Vs 7 KK 3 Vs 5 K	1+2+3 Vs 4+5+6 KK 6 Vs 4+5 K 4 Vs 5 K 1 Vs 6 KK 1 Vs 4+5 KK
Porcentaje de Hojas	1+2+3+4 Vs 5+6+7+8 KK 4 Vs 1+2+3 KK 3 Vs 1+2 KK 1 Vs 2 KK 5 Vs 7+8 KK 2 Vs 8 K 3 Vs 4 K	1+2+3 Vs 4+5+6 KK 3 Vs 2+1 KK 2 Vs 1 K 5 Vs 4+6 KK 4 Vs 6 KK
Porcentaje de Tallos	1+2+3+4 Vs 5+6+7+8 KK 1 Vs 2+3+4 K 2 Vs 3+4 KK 8 Vs 5+6+7 KK 7 Vs 5+6 KK 6 Vs 5 KK	1+2+3 Vs 4+5+6 KK 1 Vs 2+3 KK 2 Vs 3 KK 6 Vs 4+5 KK 3 Vs 4 K 1 Vs 2 K

FIGURA No. 3 Comparaciones entre promedios

6 SEMANAS

Altura de la planta

<u>8</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>7</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
140.0	99.0	97.4	95.0	88.5	74.5	67.5	58.5

Ancho de la hoja

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>8</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2

Distancia entre nudos

<u>1</u>	<u>8</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>7</u>	<u>6</u>
13.8	13.5	10.8	10.3	10.2	8.7	6.6	3.5

% de hojas en peso

<u>6</u>	<u>5</u>	<u>7</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>8</u>	<u>1</u>
68.80	59.17	58.22	57.86	52.91	49.97	44.06	43.27

% de tallo en peso

<u>8</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>7</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
52.65	47.23	44.04	39.83	35.84	34.68	32.93	24.23

8 SEMANAS

Altura de la planta

6	2	3	1	5	4
189.6	144.8	141.8	116.7	113.5	108.7

Ancho de la hoja

1	2	6	3	5	4
1.8	1.8	1.6	1.4	1.4	1.3

Distancia entre nudos

6	1	3	2	4	5
16.05	14.08	13.61	13.50	10.37	9.26

% de hojas en peso

5	4	3	2	1	6
51.66	51.09	44.99	40.34	36.10	34.82

% de tallos en peso

6	1	2	3	5	4
60.98	58.16	54.81	48.17	42.61	42.01

CUADRO No. 16 Coeficientes de correlación para corte de 6 semanas

	Materia seca	Materia verde	Altura	Altura de la hoja	Distancia entre nudos	% de hojas	% de tallos	% de proteína	% fibra
Lluvia	0.705	0.677	0.766*	0.160	0.702*	0.595	0.606	0.326	0.365
Brillo solar	0.444	0.716*	0.565	0.218	0.496	0.571	0.528	0.451	0.726*
Temperatura	0.207	0.447	0.249	0.275	0.299	0.093	0.058	0.047	0.243
M. seca		I.149	I.206	I.550**	I.843**	I.577**	I.634**		
M. verde			I.431**	I.315**	I.586**	I.652**	I.624**		
Proteína	0.048	0.012	0.108	0.344	0.342	0.544	0.520		0.443*
Fibra	0.551*	0.644**	0.603**	0.590	0.788**	0.766**	0.626**		

0 0.05

0.01

0 Para 6 G.L. .707

.834

0 Para 30 G.L. .349

.449

I Para 78 G.L. .217

.283

* Significativo

** Alta mente significativo

CUADRO No. 17 Coeficientes de correlación para corte de 8 semanas.

	Materia seca	Materia verde	Altura	Ancho de la hoja	Distancia entre nudos	% de Hojas	% de Tallos	% de proteína	% de fibra
Lluvia	# -.361	# .642	# .671	# .636	# .939 ^{***}	# .984 ^{***}	# .977 ^{***}	# .378	# .834 ^{***}
Brillo Solar	# .562	# -.932 ^{***}	# -.567	# -.272	# -.825 [*]	# .698	# -.647	# -.664	# -.833 [*]
Temperatura	# .283	# .455	# .551	# .061	# .338	# .503	# .574	# .039	# .084
M. seca	-.263	II -.701 ^{***}	II -.438 [*]	II -.714 ^{***}	II .714 ^{***}	II -.576	II -.621 ^{***}		
M. verde			II .875 ^{***}	II .751 ^{***}	II .880 ^{***}	II -.701 ^{***}	.728 ^{***}		
Proteína	x .111	x .418 [*]	x .406 [*]	x .096	x .223	x .038	x .043		x .023
Fibra	x -.043	x .422 [*]	x .288	x .426 ^{***}	x -.518 ^{***}	x -.583 ^{***}	.543 ^{***}		

Para 4 G. L. 0.05 0.01
 .811 .917
 x Para 22 G. L. .404 .515
 II Para 58 G. L. .250 .325

* Significativo
 *** Altamente significativo

CUADRO No. 17 Coeficientes de correlación para corte de 8 semanas.

	Materia seca	Materia verde	Altura	Ancho de la hoja	Distancia entre nudos	% de Hojas	% de Tallos	% de proteína	% de fibra
Lluvia	# -.361	# .642	# .671	# .636	# .939 ^{***}	# .984 ^{***}	# .977 ^{***}	# .378	# .834 ^{***}
Brillo Solar	# .562	# -.932 ^{***}	# -.567	# -.272	# -.825 [*]	# .698	# -.647	# -.664	# -.833 ^{***}
Temperatura	# .283	# .455	# .551	# .061	# .338	# .503	# .574	# .039	# .084
M. seca	-.263	II -.701 ^{***}	II -.438 [*]	II -.714 ^{***}	II .714 ^{***}	II .576	II -.621 ^{***}		
M. verde			II .875 ^{***}	II .751 ^{***}	II .880 ^{***}	II -.701 ^{***}	.728 ^{***}		
Proteína	x .111	x .418 [*]	x .406 [*]	x .096	x .223	x .038	x .043		x .023
Fibra	x -.043	x .422 [*]	x .288	x .426 ^{***}	x -.518 ^{***}	x -.583 ^{***}	.543 ^{***}		

Para 4 G. L. 0.05 0.01
 .811 .917
 x Para 22 G. L. .404 .515
 II Para 58 G. L. .250 .325

* Significativo

*** Altamente significativo

Los coeficientes de correlación de las características morfológicas con la producción de forraje verde son altamente significativos, lo cual nos indica que en los meses de junio, julio, agosto y setiembre y octubre, cuando la producción es mayor, la planta tiene mayor altura, más ancha la hoja y mayor distancia entre nudos, pero menos % de hojas con relación al porcentaje de tallos.

Con el porcentaje de materia seca su coeficiente de correlación es negativo, es decir que cuando la planta tiene mayores medidas de estas características que están relacionados con la producción de forraje verde, el % de materia seca tiende a disminuir (Gráficas Nos. 3 y 4).

Al relacionar estas características morfológicas con la lluvia, en el corte de 6 semanas encontramos la lluvia relacionada con la altura y la distancia entre nudos y en el corte de 8 semanas con la distancia entre nudos, el % de hojas y % de tallos. Sin embargo hay una tendencia de todas las demás medidas a aumentar con relación a la cantidad de lluvia. (Cuadros Nos. 15 y 16 y Gráficas Nos. 3 y 4). Una posible explicación sería que la influencia de la lluvia y el brillo solar se manifiesta en ciertas características más que en otras y que esta influencia varíe con la edad de la planta. Sin embargo cabe hacer notar que las tendencias de estas medidas son a aumentar con más cantidad de lluvia, pero a disminuir con mayor brillo solar (Gráficas Nos. 3 y 4).

La formación de los renuevos en los nudos solamente se registró en el tercer corte de 8 semanas acompañado de la floración pero

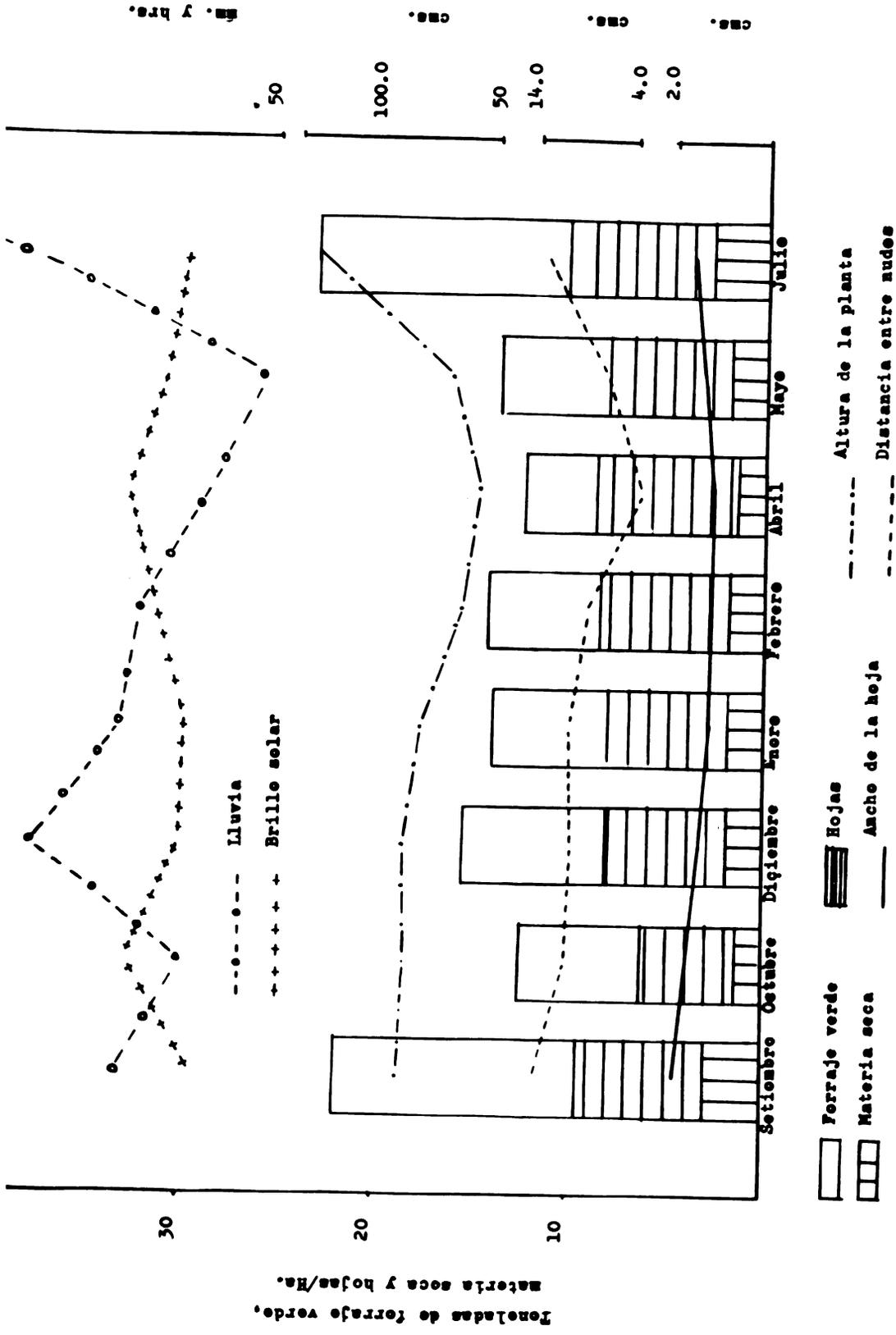


GRAFICO NO 3 Producción en verde, seco, precipitación y horas de brillo solar en relación con los cambios estacionales de las características morfológicas. Corte de 6 semanas.

en ambos casos fue en un porcentaje muy bajo (1% floración - 7% renuevos).

Los resultados obtenidos concuerdan con Tapia (33) con respecto a las observaciones de que la planta tiene aspecto y morfología diferente durante el año y ambos están en relación con la producción.

COMPOSICION QUIMICA

Los resultados del análisis de la variancia para proteína y fibra de las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas son presentados en el Cuadro No. 18.

CUADRO No. 18 Análisis de la variancia del porcentaje de proteína y fibra de los cortes de 6 y 8 semanas.

F. variación	6 semanas			8 semanas		
	G.L.	% Proteína	% de Fibra	G.L.	% Proteína	% de fibra
Niveles	1			1		
Fechas	7	6.02 **	9.76 **	5	8.42 **	
N x F	7			5	6.52 **	
Error	14	.47		10	.15	

* Significativa

** Altamente significativa

En el análisis de variancia de la composición química de las dos frecuencias de corte no hubo significancia para niveles, hay alta significancia para fechas excepto en el caso de la fibra del corte de 8 semanas. También aparece significativa la interacción niveles por fechas.

Los porcentajes promedios para fechas son dados en el Cuadro No. 19.

CUADRO No. 19 Porcentajes promedios de proteína y fibra de las frecuencias de 6 y 8 semanas

	<u>Corte de 6 semanas</u>							
	Sept.	Oct.	Dic.	Enero	Feb.	Abril	Mayo	Junio
Proteína	6.02	7.18	8.61	8.68	8.21	10.04	8.28	7.08
Fibra	32.22	28.26	28.76	28.33	28.23	26.88	28.79	29.63

	<u>Corte de 8 semanas</u>					
	Sept.	Nov.	Enero	Marzo	Mayo	Julio
Proteína	4.98	5.72	6.47	6.03	4.21	6.46
Fibra	33.34	30.77	31.50	30.02	28.94	31.89

Se hicieron todas las comparaciones posibles entre las fechas y los resultados aparecen el cuadro No. 20 donde sólo aparecen las comparaciones que resultaron ser significativas.

CUADRO No. 20 Comparaciones entre fechas de los cortes de 6 y 8 semanas

6 semanas		8 semanas	
Proteína		Proteína	
1+2+3+4 Vs 5+6+7+8	***	1+2+3 Vs 4+5+6	***
4 Vs 1+2+3	***	3 Vs 1+2	***
3 Vs 1+2	***	1 Vs 2	***
1 Vs 2	*		
6 Vs 5+7+8	***		
Fibra			
1+2+3+4 Vs 5+6+7+8	***		
1 Vs 2+3+4	***		
8 Vs 5+6+7	***		
7 Vs 5+6	***		
5 Vs 6	***		
1 Vs 8	***		

En la Figura No. 4 se muestra el resultado de las comparaciones hechas en el Cuadro No.20 donde aparecen agrupadas las fechas de iguales porcentajes.

Es notable que los meses de más bajo rendimiento son los que rinden más alto % de proteína.

FIGURA No. 4 Distribución del contenido de proteína y fibra durante las fechas de los cortes de 6 y 8 semanas.

Proteína							
6	4	3	7	5	2	8	1
10.04	8.68	8.61	8.28	8.21	7.18	7.08	6.02

Fibra							
1	8	7	3	4	2	5	6
32.	29.63	28.79	28.76	28.33	28.26	28.23	26.88

Proteína					
3	6	5	4	2	1
6.47	6.46	6.03	5.72	4.98	4.21

Fibra					
1	6	3	2	4	1
33.24	31.89	31.50	30.77	30.02	28.94

Los valores de la correlación de la composición química de las dos frecuencias con la lluvia, brillo solar, temperatura, forraje verde, % de materia seca y con las características morfológicas son presentadas en los cuadros Nos. 15 y 16.

La proteína tiende a disminuir al aumentar el forraje verde y la cantidad de materia seca (Gráficas Nos. 5 y 6).

Los mayores porcentajes de proteína se encuentran en los meses de marzo, abril y mayo que es cuando la planta tiene menor crecimiento. El contenido de fibra presenta los promedios más altos en la época de junio, julio, agosto y setiembre que viene a corresponder a los meses cuando la planta tiene mayor crecimiento y mayores medidas en las características morfológicas que están relacionadas directamente con la producción de fibra (Cuadros Nos. 15 y 16). Cabe hacer notar que a las 8 semanas el contenido de fibra fue constante, pero su tendencia aunque no fue significativa es a incrementarse a mayor producción de forraje verde (Gráficas Nos. 5 y 6).

Los resultados encontrados concuerdan con Ellis (11) quien dice que la proteína disminuye al aumentar la producción de forraje verde y la cantidad de materia seca. La fibra varía en sentido contrario al contenido de proteína.

Algunos autores (4,27 y 40) en trabajos con zacates de regiones templadas están de acuerdo con Ellis (11) y con los resultados encontrados en que el % de proteína es menor y la fibra es mayor cuando la producción aumenta.

El contenido de proteína disminuye al aumentar el número de cortes (38). Los resultados obtenidos no coinciden con este autor porque la disminución del contenido de proteína no fue del primero al último corte en ninguna de las frecuencias.

Al relacionar la proteína y la fibra con la cantidad de llu-

via y el brillo solar solamente la cantidad de fibra se relaciona con estos dos factores. Esta relación se explica pues las características morfológicas y la producción están relacionadas con la fibra y éstas tienden a aumentar con mayores cantidades de lluvia y menor brillo solar. (Cuadros Nos. 15 y 16 y Gráficas Nos. 5 y 6).

COMPARACION DE LA FRECUENCIA DE CORTES

Con el objeto de estudiar cual de las dos frecuencias de corte fue mejor, se hizo un análisis de la variancia de los dos cortes juntos. Los resultados son presentados en el Cuadro No. 21, donde solamente aparecen la comparación del corte de 6 semanas con el de 8 semanas. Los promedios de los cortes de 6 y 8 semanas son dados en el Cuadro No.11.

CUADRO No. 21 Significancias de los cuadrados medios para características del Elefante a las 6 y 8 semanas.

F. de variación	G.L.	F. verde	% Hojas	% Tallos	Altura de la planta	Ancho de la Hoja	Distancia entre nudos	% materia seca	% Pro - teína	% Fibra
Estadísticos	3									
Vs C ₂	1	384.31*	623.72***	671.29***	.73***	1.0	.95*	3.83*	8.18*	

* Significativo C₁ Corte de 6 semanas

*** Altamente significativo C₂ Corte de 8 semanas

Los promedios del Cuadro No. 10 nos indican que la significancia favorece al corte de 8 semanas en la producción de forraje verde, % de tallos, altura de la planta, ancho de la hoja, distancia entre nudos, producción y % de materia seca y fibra.

Si juzgamos desde el punto de vista agronómico la calidad del forraje, el corte de 6 semanas es mejor que el de 8 semanas, pues contine menos cantidad de tallos, menos fibra, más cantidad de hojas y más proteína que denotan una mejor calidad del forraje.

Reid (29) dice que la materia seca digestible se incrementa a medida que aumenta el porcentaje de hojas del forraje.

Varios autores (4,25,39 y 38) están de acuerdo que el contenido de proteína disminuye al aumentar la edad de la planta. Ellis (11) indica que el % de proteína disminuye al aumentar la materia seca y el forraje verde.

La mayor producción de materia verde y seca del corte de 8 semanas se debe a la mayor cantidad de tallos y a la menor cantidad de agua que contine la planta en esa edad. Oyenuga (24) dice que a medida que aumenta la edad de la planta disminuye la cantidad de hojas y aumenta la cantidad de tallos. El encontró que el Elefante de 6 semanas tiene una producción menor y una proporción de tallos-hojas igual 1.3:1 y a las 8 semanas la producción fue mayor y una proporción de 1.2:1.

Los resultados de este experimento nos demuestran que a mayor % de tallos, y a mayores medidas de las características morfológicas la cantidad de fibra es mayor. No obstante que las diferencias entre el contenido de fibra no fueron significativas al comparar un corte con el otro, los mayores porcenta

jes le corresponden al corte de 8 semanas.

Armstrong (2) informa que al aumentar el contenido de fibra el % de lignina se incrementa.

Nordfeldt y otros (23) encontraron que el total de nutrientes digestibles disminuye al aumentar el contenido de fibra.

Desde el punto de vista económico y partiendo de que para obtener una buena producción de forraje es necesario la aplicación de fertilizante, el corte de 8 semanas es favorecido solamente en el costo de los cortes debido a que es menor su número.

La frecuencia de corte afectó muy poco en la población de la pastera como se puede ver en el cuadro No. 9.

Datos de consumo decidirán desde el punto de vista del animal cual de las dos frecuencias es mejor.

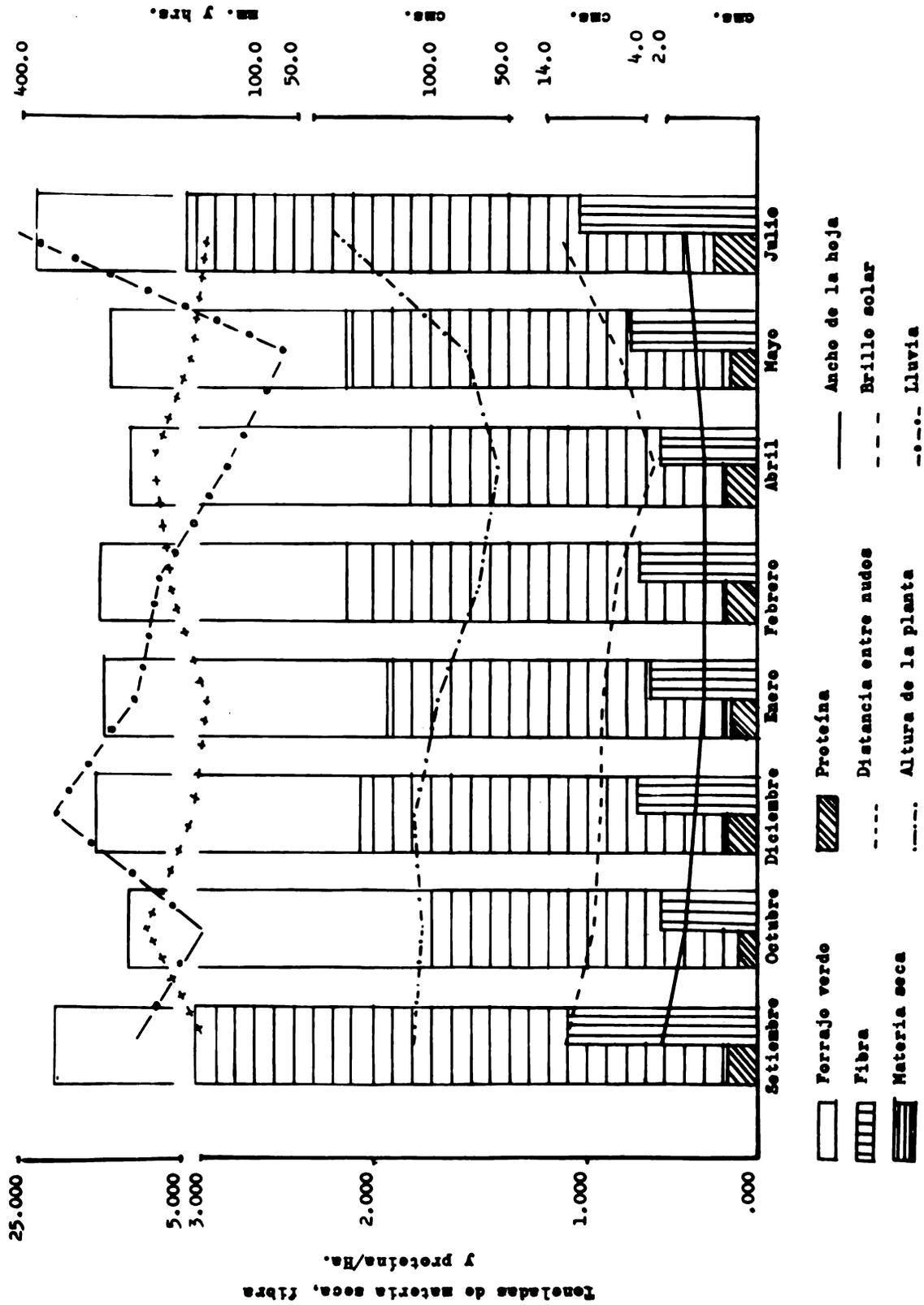


GRAFICO NO 2 Producción, precipitación, horas de brillo solar, características morfológicas y cambios en la composición química del pasto de 6 semanas.

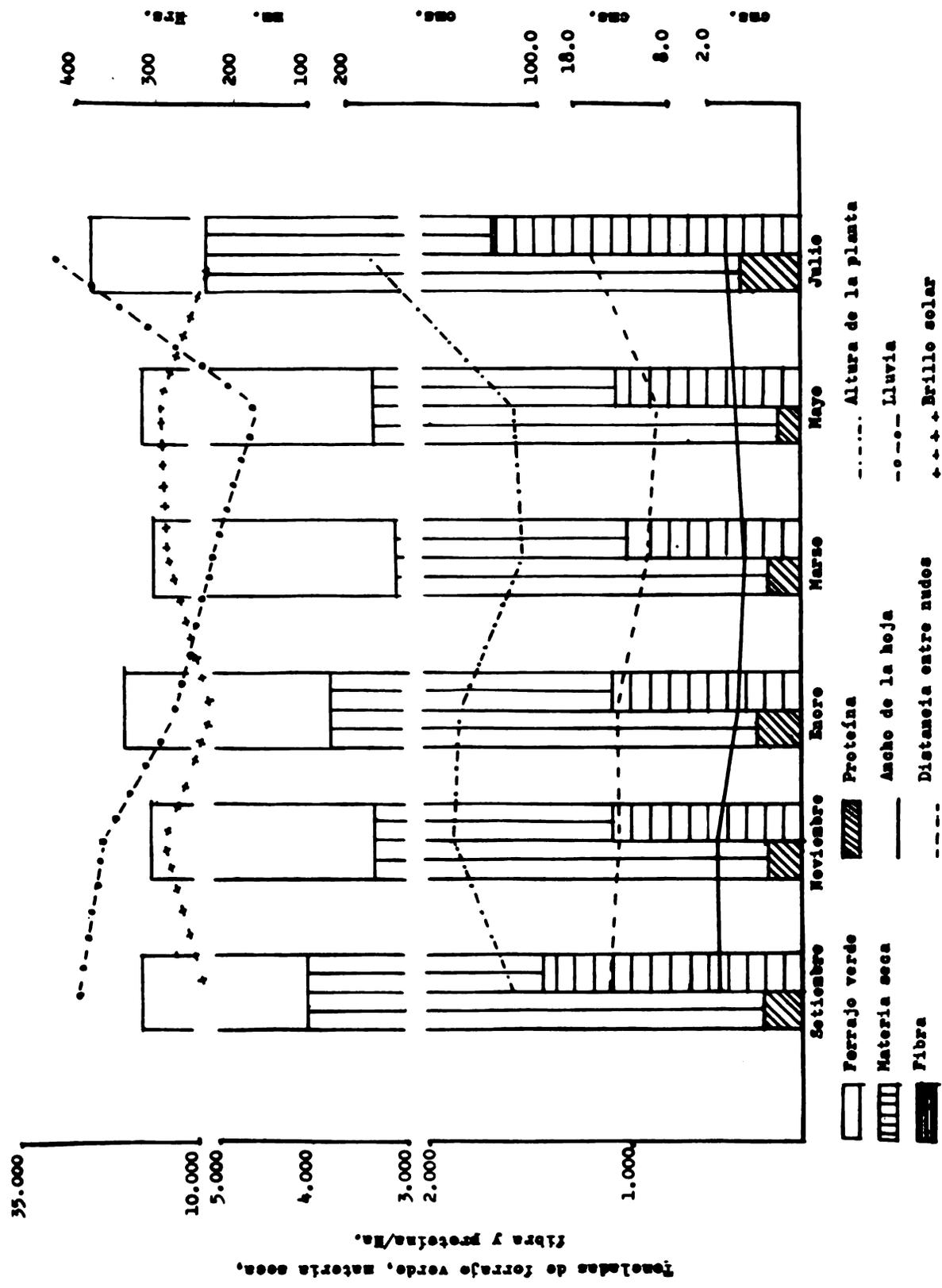


GRAFICO NO 6 Producción, precipitación, horas de brillo solar, características morfológicas y cambios en la composición química del pasto de 8 semanas.

R E S U M E N

Se utilizó un área de 760 metros cuadrados de una pastera de zacate Elefante de la variedad H-532 (*Pennisetum purpureum*), que fue sembrada un año antes de empezar el presente experimento. Esta área fue dividida en 5 bloques de 4 parcelas de 32 metros cuadrados. Los tratamientos que se aplicaron fueron 2 frecuencias de corte y 2 niveles de fertilización. Cada parcela recibió una combinación de estos tratamientos que quedaron distribuidos de la siguiente manera:

C1No Corte de 6 semanas sin fertilizante

C1N1 Corte de 6 semanas fertilizado

C2No Corte de 8 semanas sin fertilizante

C2N1 Corte de 8 semanas fertilizado

En cada corte se tomaron datos de producción de forraje verde, materia seca, muestras para análisis proximal (% de materia seca, proteína y fibra), medidas de las características morfológicas (altura de la planta, ancho de la hoja; distancia entre los nudos y % de hojas y tallos) y además se utilizaron los datos de precipitación, horas de brillo solar y temperatura de la Estación Meteorológica del Departamento de Recursos Renovables.

Estadísticamente se encontró que la aplicación de fertilizante aumentó la producción de forraje verde, materia seca, la mayoría de las medidas morfológicas, el % de proteína y fi

bra y disminuyó el % de materia seca y de hojas.

Se demostró que a mayor intervalo de corte (8 semanas), hubo un aumento en la producción de forraje verde, materia seca, las medidas de las características morfológicas (excepto el % de hojas), el % de materia seca, fibra y una disminución en los porcentos de hojas y de proteína.

En las frecuencias de corte de 6 y 8 semanas, la producción de forraje verde y materia seca mostró una tendencia a ser mayor en los meses de junio, julio, agosto y setiembre, en tanto que el % de materia seca fue mayor en los meses de menor producción.

Las mayores medidas de las características morfológicas tuvieron la misma tendencia de la producción de forraje verde a ser mayores en los meses de junio, julio, agosto y setiembre.

El contenido de proteína de las dos frecuencias de corte es menor y el % de fibra mayor en los meses de junio, julio, agosto y setiembre, cuando la producción de forraje verde fue mayor.

Los valores de las correlaciones entre la producción de forraje verde, materia seca y % de materia seca y lluvia, horas de brillo solar y temperatura, son dados en el siguiente cuadro:

Coefficientes de correlación para los cortes de 6 y 8

semanas

	6 semanas			8 semanas		
	F. verde	M.seca	% M.seca	F.verde	M. seca	% M. seca
Lluvia	.677	.566	-.705	.642	.726 *	-.361
Brillo solar	-.716 *	-.438	.444	-.932**	-.721 *	.562
Temperatura	.447	.554	.207	.455	.659	.283

Las correlaciones entre las medidas morfológicas y la producción de forraje verde y % de materia seca resultaron ser significativas, con valores positivos en el caso del forraje verde y negativos en el % de materia seca.

Solamente se encontró una correlación significativa entre la lluvia y el % de fibra del corte de 8 semanas. Con el brillo solar el % de fibra de ambas frecuencias fue significativo y con valor negativo.

No se encontró correlación entre la temperatura y las variables medidas en la planta.

En la comparación de las dos frecuencias de corte se encontró que el corte de 6 semanas es mejor desde el punto de vista agronómico y nutricional, pues contiene menos cantidad de tallos, menos fibra, más cantidad de hojas y más proteína que denotan una mejor calidad del forraje.

C O N C L U S I O N E S

1. La época de mayor producción (peso verde o seco) del Elefante en Turrialba (en las dos frecuencias de corte) es en los meses de junio, julio, agosto y setiembre. El % de materia seca es menor cuando la pro - ducción es mayor.
2. Se encontraron interacciones significativas de nive - les por fechas y se concluye que la mejor época de aplicación del fertilizante es en los meses de junio, julio, agosto y setiembre.
3. El pasto Elefante debe ser sometido a corte en la é - poca de mayor producción y debe descansar en la de menor producción.
4. Los valores de la correlación entre lluvia y produc - ción no son significativos, sin embargo, hay tenden - cia a aumentar la producción a mayor cantidad de lluvía, en ciertos meses del año solamente.
5. A mayores horas de brillo solar la producción de fo - rraje verde y materia seca es menor y aumenta el % de materia seca.
6. Las mayores medidas de las características morfológi - cas son en los meses de junio, julio, agosto y setiem

bre y están relacionadas con la producción de forraje verde y % de materia seca.

7. El porcentaje de proteína es mayor en las épocas de menor crecimiento.
8. El porcentaje de fibra se incrementa en la época de mayor producción.
9. A mayor edad de la planta hay un aumento en la producción de forraje verde, materia seca y las medidas de las características morfológicas.
10. El corte de 6 semanas desde el punto de vista agrónómico y nutricional es mejor que el de 8 semanas por tener un rendimiento mayor en: proteína y hojas y un menor rendimiento en: fibra y tallos.
11. Es conveniente que se continúe este experimento para comprobar los resultados obtenidos en el presente trabajo.

S U M M A R Y

Seven hundred sixteen square meters were divided into five blocks seeded to Napier grass (*Pennisetum purpureum*), variety H-532. Each block contained four 32-square meter plots.

Two cutting frequencies and two fertilizer levels were used to measure the effect of fertilization and cutting frequency on the morphological changes of the plant. Treatments were distributed as follows:

- C1No - Cutting every 6 weeks - no fertilizer
- C1N1 - Cutting every 6 weeks - fertilizer
- C2No - Cutting every 8 weeks - no fertilizer
- C2N1 - Cutting every 8 weeks - fertilizer

During the experiment forage production of each plot was measured and notes on plant morphology were taken to include: width of leaf, distance between nodes, plant height, and percentage of the stems and leaves. Rain fall, hours of sunlight and temperature records were also utilized in the analysis of the experiment.

Statistical analysis showed that fertilization increased green yields, dry matter, protein percentage, fiber percentage, and most of the morphological measurements. The percentage of dry matter and leaves decreased with fertilization.

It was also found that the longer cutting interval (8 weeks)

produced higher green yields and more dry matter per hectare. The morphological measurements also increased, with the exception of leaf percentage. On the other hand, dry matter, fiber, and protein percentage decreased.

During the 6 and 8 week cutting intervals of June, July, August, and September, green yields and dry matter yields were higher. However, dry matter percentages were higher during the months of lower yields.

The amplitude of most morphological measurements increased as yields became higher. Protein content and fiber percentage of the grass for both cutting intervals were higher during the months of highest yields.

The influence of rainfall, hours of sunlight, and temperature on green yield, dry matter yield, and dry matter percentage are given in the following table of correlation coefficient for the 6 and 8 weeks cutting intervals.

Correlation coefficients for the 6 and 8 week cutting intervals

	6 weeks			8 weeks		
	Green yield	Dry matter yield	% Dry matter	Green yield	Dry matter yield	% Dry matter
Rainfall	.677	.566	-.705	.642	.726 *	-.361
Sunlight	-.716 *	-.438	.444	-.932 **	-.721 *	.562
Temperature	.447	.554	.207	.455	.659	.283

The correlation between the morphological measurements, green yield and percentage of dry matter were significant, with positive values for the green yield and negative values for dry matter percentages. The correlation between rainfall and fiber percentages was significant at 5% level for the 8 week cutting. A significant negative correlation was found between sunlight and fiber percentage for both cutting frequencies.

No correlation was found between temperature and the various measurements of the plant.

From the agronomical and nutritional point of view the 6 week cutting interval appears to be better, because the plant has fewer stems, less fiber, more leaves, and more protein, characteristics which are generally recognized as those of better quality forage.

LITERATURA CITADA

1. ADDISON, K. B. The effect of various and manurial treatments on Napier fodder. Rhodesia Agricultural Journal 53(4):491-506. 1956.
2. ARMSTRONG, D. G., COOK, H. & BRYNMOR, T. The ligning and cellulose contents of certain grassland species at different stages of growth. Journal of Agricultural Science 40(1-2):93-96. 1950.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 8th. ed. Washington, D. C. 1955. 1008 p.
4. BIRD, J. N. Stage of cutting studies. I. Grasses. American Society of Agronomy. Journal 35(10):845-861. 1943.
5. BLASER, E. R. & OTHERS. Experiment with Napier grass. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin. 568. 1955. 32 p.
6. CARO-COSTAS, R. & VICENTE-CHANDLER, J. Comparative productivity of Merker grass and of Kudzu-Merker grass mixture as affected by season and cutting heigh. Puerto Rico. University. Journal of Agriculture 40(3):144-151. 1956.
7. CHILD, R., GOODCHILD, N. A. & TODD, J. R. A fertilizer experiment with Napier grass. Empire Journal of Experimental Agriculture 23(91-2):220-225. 1955.
8. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en la América Latina. México, D. F., Prensa Médica Mexicana, 1958. 337 p.
9. DECKER, GASTON. Determinación de producción, proteína y aceptación por parte del ganado, de algunas variedades de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica. 1958.
10. EDWARDS, D. W. & GOFF, R. A. Factors affecting the chemical composition of pasture grass. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin No. 76. 1935. 31 p.
11. ELLIS, T. O. & BURROWES, W. D. Experiments on yield composition and response to fertilizers of Napier grass and Guinea grass in Jamaica. Jamaica, Department of Agriculture. Bulletin No. 43. 1950. 18 p.

12. HITCHCOCK, A. S. Manual of the grasses of the United States. Washington, D. C., Government Printing Office, 1935. 1040 p.
13. JAMAICA, DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Napier grass grazing management trial (FP.g.) (Formerly AI.g.3) Grove Place. Jamaica, Department of Agriculture. Investigations 1953. Bulletin No. 53. (n.s.) pp. 57-60.
14. JOACHIM, A.W.R. & PA. DITTESEKERE, D. G. The effect of maturity and manuring on the composition of Napier grass. Tropical Agriculturist (Ceylon) 89(5): 264-269. 1937.
15. KIDDER, R. W. Composition and digestible nutrient content of Napier grass leaves. Journal of Agricultural Research 70(3):89-93. 1945.
16. LITTLE, S., VICENTE-CHANDLER, J. & ABRUNA, F. Yield and protein content of irrigated Napier grass and Pango-la grass as affected by nitrogen fertilization. Agronomy Journal 51(2):111-113. 1959.
17. LEON JORDAN, H. Forrajicultura y pasticultura. Barcelona, Salvat Editores, S. A., 1955. 591 p.
18. LOVVORN, R. L. The effect of defoliation, soil fertility, temperature, and length of day on the growth of some perennial grasses. American Society of Agronomy. Journal 37(7):570-580. 1945.
19. MALDONADO, J. A. El pasto Elefante o grama Elefante. (Pennisetum purpureum). Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. 39(1-9):22-29. 1955.
20. MITCHELL, K. J. Growth of pasture species under controlled environment. I. Growth at various levels of constant temperature. New Zealand Journal of Science and Technology. 38(2):203-216. 1956.
21. MURILLO E., NAPOLEON. Uso de fertilizantes en plantas forrajeras. En: Mesa Redonda Regional sobre Forrajes en Centro América. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1956. Doc. 1. 10 p.

22. _____, ANDRADE, L. & RAMIREZ, C. L. Fertilización del pasto Elefante. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, Servicio de Extensión Agrícola. Reporte de Progreso No. 3. 1956.
23. NORDFELDT, SAM & OTHERS. Studies of Napier grass. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No. 12. 1951. 8 p.
24. OYENUGA, V. A. Effect of frequency of cutting on the yield and composition of some fodder grasses in Nigeria. (Pennisetum purpureum (Schum)). Journal of Agricultural Science 53(1):23-33. 1959.
25. _____. The composition and agricultural value of some grass species in Nigeria. Empire Journal of Experimental Agriculture 25(99):237-255. 1957.
26. PATERSON, D. D. Dried grass concentrate in the tropics. Tropical Agriculture (Trinidad) 15(11):267-270. 1938.
27. PHILLIPS, T. G. & OTHERS. Chemical composition of some forage grasses. Change with plant maturity. Agronomy Journal 46(8):361-369. 1954.
28. RENSBURG VAN, H. J. Comparative values of fodder plants in Tanganyica. East African Agricultural Journal 22(1):14-19. 1956.
29. RIED, J. T. & OTHERS. Symposium on forage evaluation. What is forage quality from the animal standpoint. Agronomy Journal 51(4):213-217. 1959.
30. ROBERTS, R. H. Effect of temperature and photoperiod upon growth of grasses planted with legumes. American Society of Agronomy. Journal 38(11):947-053. 1946.
31. SPRAGUE, V. G. The effects of temperature and day length and seedling emergence and early growth of several pasture species. Soil Science Society of America Proceedings 8:287-294. 1943.
32. STUCKEY, H. I. Seasonal growth of grass roots. American Journal of Botany. 28(6):468-491. 1941.

33. TAPIA J., C., FERRER, M. & BULLER, R. E. Merkeron; zacate rendidor para tierra caliente. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Circular Cotaxtla No. 1. Marzo 1960 (rev.) 7 p.
34. THOMPSON, J. B. Napier and Merker grasses. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin 152. 1919. pp. 237-248.
35. URE, S. J. & JAMIL BIM, M. Fodder grass cultivation. Malayan Agricultural Journal 40(3):209-216. 1957.
36. VICENTE-CHANDLER, J., SILVA, S. & FIGARELLA, J. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. Agronomy Journal 51(4):202-206. 1959.
37. WATSON, D. J. The physiological basis variation in yield. Advances in Agronomy 4:101-145. 1952.
38. WILSIE, C. P. & TAKAHASHI, M. Napier grass (Pennisetum purpureum) a pasture and green fodder crop for Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin 72. 1934. 17 p.
39. WILSIE, C. P., AKAMINE, E. K. & TAKAHASHI, M. Effect of frequency of cutting on the growth, yield and composition of Napier grass. American Society of Agronomy. Journal 32(4):266-273. 1940.
40. YOUNGE, R. O. & OTAGAKI, K. K. The variation in protein and mineral composition of Hawaii range grasses and its potential effect in cattle nutrition. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin 119. 1958. 18 p.