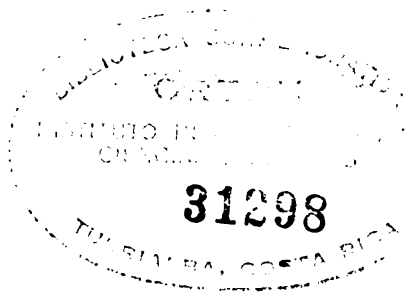
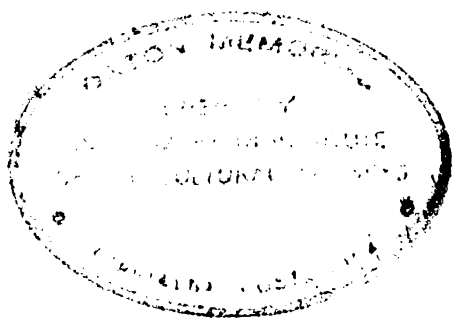
EFECTOS ESTACIONALES, DE EDAD Y DE FERTILIZACION EN EL CRECIMIENTO Y ACEPTACION POR EL GANADO DEL PASTO ELEFANTE (Pennisetum purpureum Schum)

Por

Héctor Roux Varela

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
Turrialba, Costa Rica
Agosto de 1961





EFECTOS ESTACIONALES, DE EDAD Y DE FERTILIZACION EN EL CRECIMIENTO Y ACEPTACION POR EL GANADO DEL PASTO ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schum)

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar el grado
de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO:

Arthur T. Semple _____ Consejero

John V. Bateman _____ Comité

_____ Comité

_____ Comité

Agosto de 1961

DEDICATORIA

A MI ESPOSA E HIJAS

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su mas profundo agradecimiento al Dr. Jorge de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal, por su ayuda y valiosos consejos a través de sus estudios.

Agradece igualmente al Dr. John V. Bateman y Sr. Arthur T. Semple por sus consejos y críticas en la realización de éste trabajo.

Al Ing. Joel Maltos Romo, por sus valiosas sugerencias y ayuda prestada durante el transcurso de su trabajo de tesis.

Al Servicio Interamericano de Cooperación Agrícola en Panamá y al International Cooperation Administration de los Estados Unidos de Norteamérica, por haberle brindado la oportunidad de hacer estudios posgraduado.

BIOGRAFIA

Héctor Roux Varela, nació en la ciudad de Panamá, República de Panamá, el 18 de junio de 1931.

Hizo sus estudios primarios y secundarios en su ciudad de origen.

Posteriormente ingresó a la Universidad de Maryland, E.U.A., de donde egresó en el año 1956.

De 1956 a 1960 trabajó en el Servicio Interamericano de Cooperación Agrícola en Panamá.

En junio de 1960 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en calidad de estudiante posgraduado en el Departamento de Industria Animal, habiendo terminado sus estudios en agosto de 1961.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE GRAFICOS

INTRODUCCION

Uno de los problemas más agudos que están confrontando los ganaderos de las regiones tropicales es el referente a la alimentación adecuada de sus hatos, que es casi exclusivamente a base de pastos. Son muchas las explotaciones donde el manejo inadecuado de los pastos hace ineficiente la alimentación, aún durante la estación lluviosa, época en que el crecimiento es exhuberante. Durante la estación seca el hambre hace enormes estragos entre la población ganadera.

Los efectos del manejo inadecuado de los pastos se agravan aún más si tomamos en cuenta que los porcentajes de proteína, energía total y energía digestible de los pastos tropicales son menores, aún a la misma edad, que los encontrados en los pastos de climas templados. Lo contrario sucede en lo referente a fibra cruda (26, 52).

Como consecuencia de todo ésto nuestros ganaderos pierden ingentes sumas de dinero. No solamente en forma directa debido a muertes y a una baja producción sino que las potencialidades genéticas de los animales, en muchos casos relativamente costosos, no tienen oportunidad de manifestarse.

El pasto Elefante (Pennisetum purpureum Schum), debido a sus altos rendimientos (73), buena calidad y fácil aceptación por parte del ganado, posee grandes potencialidades. Pero para lograr beneficios óptimos de él, se hace necesario manejarlo adecuadamente.

El presente trabajo tiene su origen en observaciones hechas por Tapia (73) en Veracruz, México, en una plantación de pasto elefante. Este investigador observó dos tipos de crecimiento marcadamente diferentes durante el año. Casi simultaneamente Bateman y Decker (7), en

Turrialba, observaron ciertas características anormales en las plantas de un potrero de Elefante. El pasto había sido sometido a varios cortes consecutivos y de pocos días de intervalo. Las anormalidades consistían en producción de brotes en los nudos. Esta anomalía no ha vuelto a observarse aunque hay que tener en cuenta sin embargo, que éste pasto no ha vuelto a someterse a tratamientos de corte tan severos, y menos aún durante la llamada estación seca. Posteriormente, Muñoz (54) en 1959 inició investigaciones con el objeto de determinar la magnitud y posibles causas de esas diferencias estacionales. Con éste estudio se espera verificar los resultados de dicho trabajo. Al mismo tiempo se pretende determinar el grado de aceptación del pasto elefante bajo diferentes tratamientos.

REVISION DE LITERATURA

El elefante (Pennisetum purpureum Schum) es un pasto perenne originario de Rhodesia y de la región africana comprendida entre los 10º Norte y los 20º Sur. Antiguamente era pastoreado frecuentemente por rebaños de elefantes y de éste hecho recibió su nombre común (43).

Su valor forrajero fué descubierto por el coronel Napier, y de allí el nombre de una de sus variedades. Este lo recomendó al Departamento de Agricultura de Rhodesia alrededor del año 1910, donde fué ensayado con éxito. En 1913 fué introducido a los Estados Unidos de Norte América, difundiéndose su cultivo considerablemente en América Central, Cuba y Australia (47).

El aspecto del pasto elefante es parecido al de la caña de azúcar. Es una gramínea de tallos rectos y altos, alcanzando alturas hasta de 3.50 m. (47). Los tallos se encuentran recubiertos en forma parcial o total por las vainas de las hojas. Su diámetro puede llegar hasta 2.50 cm., creciendo en núcleos de 20 a 200 (43). Las hojas son lanceoladas y pueden alcanzar una longitud de un metro variando su ancho entre 3 y 5 centímetros. Sus bordes son dentados de superficie áspera. En la base tienen pelos al igual que en los nudos (47).

La inflorescencia se forma en los ápices de los tallos y ramificaciones, saliendo de entre las hojas, sostenida por un largo pedúnculo. La espiga o panoja es de forma cilíndrica y de 10 a 20 cm. de largo. Está compuesta de espiguillas que pueden estar aisladas o reunidas en grupos de 2 a 7. De éstas, la central es fértil y las

laterales masculinas. La fecundación parece ser obligatoriamente cruzada (47).

Los terrenos altos, ligeros y bien desaguados son los mejores para su crecimiento, ya que le es perjudicial el exceso de agua (43, 47). Esta gramínea requiere suelos relativamente fértiles y se comporta bien en lugares cuya precipitación es de más de 500 mm. anuales. Puede cultivarse a altitudes que varían entre nivel del mar y 1800 metros (39).

De Alba (20) cita al pasto elefante y sus variedades como la especie más popular y común en los trópicos. Afirma que es fácil de establecer, no muy exigente en suelos, y buena aeración responde con rapidez a la fertilización, y bien cuidada, la plantación dura indefinidamente. Agrega que la especie es altamente rendidora y de buena aceptación por el ganado.

Este pasto puede usarse para pastoreo y corte aunque sus más altos rendimientos se obtienen manejándolo como pasto de corte (12, 34).

Al igual que las demás gramíneas, el elefante tiene su ciclo de crecimiento afectado por diversos factores. Por lo tanto, su crecimiento, rendimientos y contenido de nutrientes varían a través del año (73, 76). Es debido a ésta característica que De Alba (20) afirma que aunque el pasto se mantenga verde todo el año, los intervalos de corte no deben ser fijos a fin de obtener una mayor producción, mejor calidad y una mejor conservación de la plantación.

Los rendimientos varían entre 100 y 300 toneladas de forraje verde por hectárea y por año, dependiendo del lugar, suelo, nivel de fertilización, precipitación, edad de corte, etc. (15, 44, 54, 72,

73, 75, 77, 83).

Efecto Estacional en Relación con Precipitación, luz y temperatura.

De acuerdo con Milford (52), la mayoría de los pastos subtropicales y tropicales tienen marcadas fluctuaciones en su contenido de nutrientes a través del año. Durante los meses de verano los contenidos son altos y adecuados para la alimentación de los animales. Durante el invierno y principios de la primavera los valores nutricionales son bajos y no llenan ni siquiera los requerimientos nutricionales de mantenimiento.

Según Tapia (73), en Veracruz, México, la variedad Merkerón del pasto elefante crece en forma exhuberante durante la temporada de lluvias sin mostrar indicios de floración. Las hojas son largas y anchas y los tallos gruesos y jugosos. Al finalizar las lluvias y bajo irrigación, crece lentamente. Cuando principia el otoño florece a la altura en que se encuentre. Durante éste tiempo produce hojas muy angostas, teniendo un desarrollo muy corto del tallo. Las observaciones hechas, parecen indicar que el cambio en el aspecto de la planta va acompañado de una disminución en el contenido de proteína, es decir, que los brotes en la estación seca tienen menos proteína que los de la estación lluviosa.

En Turrialba, Muñoz (54), encontró marcadas diferencias en los rendimientos a través del año. Junio, julio, agosto y septiembre fueron los meses de mayor producción del pasto elefante. En Tanganyca, Africa, según Van Rensburg (76), el pasto elefante crece con rapidez entre los meses de octubre a junio disminuyendo considerablemente el crecimiento al llegar la estación fría. Entre los meses

de julio a septiembre el pasto crece lentamente y aún con irrigación las plantas se mantienen en un estado de adormecimiento.

Debe tenerse en cuenta que las estaciones del año en Tanganyca no coinciden con las del hemisferio Norte; mas bien son opuestas.

Otros investigadores (15, 24, 72, 77, 82, 85) han encontrado altas variaciones en los rendimientos de éste pasto a través del año. En el cuadro Nº 1 pueden apreciarse los resultados obtenidos por Murillo (57) en Paraíso, Costa Rica.

Cuadro Nº 1. Proporción del tonelaje total de pasto verde de elefante híbrido producido en cada una de las épocas del año en Paraíso (datos de 1954 a 1956).

Período de crecimiento	Edad promedio (días)	Rendimiento (Kg/8 m2)	% del total	Precipitación (mm).
Enero-mayo	111.71	9.10	14.10	75.90
Mayo-agosto	87.00	20.96	32.49	179.92
Agosto-Nov.	80.67	17.30	26.82	184.37
Nov.-enero	87.00	17.15	26.59	125.40

Como se observará en el cuadro Nº 1, aparentemente la producción está relacionada con la precipitación media mensual. Sin embargo, en los meses de mayor precipitación no se obtuvo la mayor producción de pasto verde, lo que hace pensar que hay otros factores que influyen en el crecimiento de la planta.

Georgi y otros (27) también han encontrado correlaciones positivas entre precipitación y rendimientos. Patterson (62) encontró correlaciones positivas entre precipitación y rendimientos mientras que las correlaciones entre precipitación y porcentaje de materia seca en la planta fueron negativas.

Oyenuga (61) encontró que los rendimientos de forraje verde varían directamente con la precipitación mensual, mientras que los rendimientos expresados en materia seca variaron inversamente. Los porcentajes de proteína cruda y ceniza variaron directamente con la precipitación. Lo contrario sucede en lo referente a ELN y fibra cruda. Muñoz (54) afirma que el porcentaje de fibra se incrementa en la época de mayor precipitación. Este autor no encontró correlaciones significativas entre lluvia y producción de forraje. Sin embargo, notó una tendencia a aumentar la producción a mayor cantidad de lluvia en ciertos meses del año.

En general, deficiencias de humedad causan una reducción en el área de las hojas (79). En Turrialba (54) las mayores medidas de algunas características morfológicas del pasto elefante se obtienen en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, estando relacionadas con la producción de forraje verde y porcentaje de materia seca.

En algunos trabajos (15, 24, 51) no se han encontrado correlaciones entre precipitación y rendimientos. Murillo (57) opina que ello puede deberse a los factores luz y temperatura.

Según Younge (85), el contenido de proteína de los pastos es muy variable, dependiendo de la especie, localidad y factores ambientales. Estas marcadas variaciones en los contenidos de proteína están inversamente relacionadas con la duración del día, o factores asociados con ésta duración.

Los trabajos existentes referente a los efectos de la luz solar sobre las plantas son confusos. De acuerdo con Sprague (69), las plantas, en general, responden diferentemente a distintas clases de luz solar. Asimismo, Shain (68) afirma que el efecto de la luz en

el desarrollo de gramíneas anuales o perennes no depende del largo del día o fotoperíodo sino de la intensidad y calidad (spectrum) de la luz. Según Black (11), el crecimiento de las diferentes especies de pastos depende de la cantidad total de energía solar disponible y no de la intensidad de ésta. Una reducción en la energía solar recibida por la planta acarreará una marcada reducción en el crecimiento de las raíces.

Muñoz (54) encontró que a más horas de brillo solar la producción de forraje verde y materia seca es menor aunque el porcentaje de materia seca en la planta aumenta. Gösta (38) no está de acuerdo con el uso del factor brillo solar como medida de la insolación. Afirma que en Svalöf existe una fuerte correlación positiva entre insolación y brillo solar pero solamente durante algunos meses del año.

Aparentemente existen interrelaciones entre la luz y la temperatura, y de acuerdo con éstas, aumentarán o disminuirán los rendimientos, se iniciará o retardará la floración, etc., dependiendo de las especies de pastos (42, 46, 53, 66, 70, 71, 79). Según McDougall (50), la temperatura óptima para las plantas es aquella en que ésta se comporta mejor dentro de su ambiente.

En Turrialba (54) no se encontraron correlaciones entre temperatura y rendimientos de forraje verde o materia seca.

De acuerdo con Julen (38), las altas temperaturas inhiben el crecimiento de los pastos mientras que un aumento en la energía solar siempre tiene efectos positivos en relación con el crecimiento. Pero desde que la luz solar está correlacionada positivamente con la temperatura, los efectos beneficiosos de la primera son eliminados por

la segunda, a menos que las condiciones de humedad en el suelo sean satisfactorias. Al suceder ésto, el poder inhibidor es eliminado y las altas temperaturas favorecen entonces el crecimiento. Así, en años con reducida precipitación el efecto de un aumento de la temperatura es negativo, mientras que el efecto es positivo durante años de bastante precipitación.

Yocum (84) por el contrario, afirma que la rapidez de crecimiento de las plantas está influenciada positivamente por la temperatura. Pero solamente hasta que ésta alcanza los 32ºC. A los 43ºC., el crecimiento puede detenerse totalmente. Agrega que solamente cuando las otras condiciones son óptimas puede reanudarse el crecimiento a mayores temperaturas. Loomis (45) concuerda con éste autor al establecer que las temperaturas óptimas para las especies tropicales como el maíz y el melón están entre 30 y 35ºC. Romney (67), en investigaciones realizadas en la Guayana Inglesa con el pasto Pangola, encontró relaciones positivas entre rendimientos, precipitación y temperatura.

Efecto de la Fertilización

En las regiones tropicales de América Latina la práctica de abonar los pastizales no se ha difundido, siendo muy pocos los ganaderos que lo hacen. A medida que se hace más rígida la selección de los hatos, mejorando así las características genéticas deseables, se hace necesario un mejor manejo y específicamente una mejor alimentación.

El efecto de la fertilización en el pasto elefante varía enormemente de una región a otra (23, 24, 56, 72, 85). Los rendimientos en forraje verde y materia seca aumentan considerablemente al aplicar

fertilizantes (1, 15, 19, 24, 27, 44, 54, 56, 72, 75, 77, 85). Sin embargo, la magnitud de los aumentos depende del nivel de los fertilizantes y factores ambientales (24). Vicente-Chandler y otros (77) encontraron que al aplicar nitrógeno en niveles de 0 a 2000 kilogramos por hectárea por año, los rendimientos aumentan proporcionalmente solo hasta el nivel de 800 Kgs. de nitrógeno por hectárea. A niveles mayores, la producción aumenta, pero ya no es económica. A intervalos de corte de 60 días y al nivel de nitrógeno óptimo, el pasto elefante produjo 44,561 Kgs. de materia seca por hectárea por año. Little y otros (44) al aplicar niveles de 0,200, 400,800 y 1600 Kgs. de nitrógeno por hectárea por año y bajo condiciones de riego, obtuvieron resultados similares (Cuadro Nº 2).

Cuadro Nº 2. Rendimientos y contenido de proteína del pasto elefante.

Kgs. de N/Ha.	Forraje verde Kg./Ha.	Materia seca %	Materia seca Kg./Ha.	Kgs.de materia seca producidos por cada kilo de nitrógeno aplicado.	Proteína %	Proteína Kg/Ha	Kgs.de proteína producidos por cada kilo de nitrógeno aplicado
0	230,942	16.3	37,623		7.7	2,893	
200	215,827	16.3	35,284	-	7.4	2,595	-
400	256,672	16.4	41,985	10.95	8.8	3,679	1.96
800	327,374	15.7	51,491	17.33	9.4	4,864	2.46
1600	360,739	16.5	59,393	13.60	11.4	6,751	2.41

Puede verse con claridad en el cuadro Nº 2 que la eficiencia del nitrógeno es óptima al nivel de 800 Kgs./Ha. Al aumentar éste nivel, los rendimientos de materia seca y proteína obtenidos por cada kilo de nitrógeno aplicado disminuyen.

Ure y Jamil (75) obtuvieron 109 toneladas de forraje verde por

hectárea por año aplicando 200 Kgs. de nitrógeno por hectárea por año. Takahashi y Ripperton (72) obtuvieron aumentos de 50% en los rendimientos del pasto elefante al efectuar aplicaciones de nitrógeno. En Turrialba, Muñoz (54) obtuvo aumentos de aproximadamente 300% al aplicar 1000 Kgs. de nitrógeno, 200 Kgs. de P_2O_5 y 200 Kgs. de K_2O por hectárea por año.

Parece no existir duda entre los investigadores en que el porcentaje de proteína de las plantas puede ser elevado substancialmente por medio del abonamiento a base de nitrógeno (1, 2, 15, 24, 36, 44, 54, 72, 75, 77). Murillo (56) en un experimento de abonamiento de pasto elefante, encontró que las plantas que recibieron nitrógeno contenían, en base verde, 3.13% de proteína cruda, mientras que las que no recibieron solamente contenían 1.97%.

Muñoz (54), en trabajos efectuados en Turrialba encontró interacciones significativas entre niveles de fertilización y fechas de aplicación, concluyendo que existen fechas óptimas en las cuales la fertilización debe efectuarse. En el caso de Turrialba éstas son en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Muchos investigadores (1, 19, 20, 44, 54, 75, 77) concuerdan en que el porcentaje de materia seca disminuye al aplicar fertilizantes. Por el contrario, en trabajos realizados simultáneamente en dos lugares diferentes de Jamaica, Ellis y Burrowes (24) encontraron indicaciones de que aplicaciones de nitrógeno producen pequeños aumentos en el contenido de materia seca. Afirman que en lugares donde existen deficiencias de nitrógeno en el suelo, al aplicar éste, se acelera la maduración de la planta y la respuesta se manifiesta en base a mayores rendimientos de materia seca o verde, sin afectar el contenido de

proteína de la planta. Lo contrario sucede al aplicar el nitrógeno en lugares no deficientes o ligeramente deficientes. Murillo (56) determinó que la fertilización a base de nitrógeno no afecta el contenido de humedad, ELN y ceniza en la planta. En cambio, el contenido de fibra cruda y grasa aumentan con la fertilización (36, 56).

De acuerdo con Vicente-Chandler y otros (77) el contenido de fósforo en el pasto elefante disminuye al aumentar los niveles de nitrógeno en la fertilización mientras que la lignina aumenta. De acuerdo con Addison (1), al combinar el nitrógeno con el fósforo el porcentaje de proteína en la planta tiende a disminuir (interacción negativa). Los contenidos de calcio, potasio y magnesio no son afectados consistentemente por fertilizaciones a base de nitrógeno.

Los efectos de nitrógeno, fósforo y potasio en el pasto elefante no son uniformes para todos los lugares. Mientras que las respuestas a la fertilización de nitrógeno parecen ser siempre positivas (1, 12, 15, 24, 36, 44, 54, 56, 72, 75, 77), no podemos decir lo mismo en referencia al fósforo y potasio. En algunos lugares (19, 24, 72) existen respuestas positivas a aplicaciones individuales de fósforo, mientras que resultados contrarios fueron encontrados por Addison (1).

En Oxford, Jamaica, Ellis y Burrowes (24) encontraron respuestas positivas, en términos de rendimientos de materia seca y forraje verde, de 18% en 1947 y de 105% en 1948 al aplicar potasio. En Orange River, Jamaica, no se obtuvo ninguna respuesta. Child y otros (19) tampoco encontraron respuestas significativas a aplicaciones de potasio.

Haynes (30) encontró correlaciones positivas entre potasio a bajas concentraciones y crecimiento de las raíces. Otra correlación positiva encontrada fué entre fósforo a altas concentraciones y crecimiento de las raíces.

En Costa Rica, Murillo (56) obtuvo resultados óptimos al aplicar los tres elementos mayores combinados. Observó que cualquiera de los elementos, nitrógeno o fósforo, aplicado en ausencia del otro produce efectos casi nulos; en cambio, en presencia del otro el efecto es notorio (interacción positiva de éstos dos elementos). Otros investigadores (1, 19) también han encontrado interacciones positivas entre nitrógeno y fósforo.

De acuerdo con Murillo (56) el nitrógeno no muestra efectos residuales, afectando solamente el corte subsiguiente. En cambio, el efecto primario y residual del fósforo y potasio se hace sentir durante tres cortes consecutivos. Agrega que el fósforo en forma de triple superfosfato no afecta los primeros dos cortes después de su primera aplicación. Su efecto comenzó del tercer corte en adelante, siendo su efecto residual muy persistente. La acción del potasio además de ser inmediata mostró también ser muy persistente.

En Turrialba Muñoz (54) encontró que la población de elefante disminuyó considerablemente en las parcelas que no recibieron fertilización; en cambio, se mantuvo constante al aplicar fertilizantes completos.

La literatura mundial es extremadamente escasa en lo referente a efectos de los fertilizantes en las características morfológicas del pasto elefante. Muñoz (54) encontró que la fertilización aumenta la altura de la planta, el ancho de las hojas, la distancia entre

nudos y la relación tallos-hojas.

Klapp (41) en experimentos llevados a cabo durante varios años concluye que en los pastos perennes los fertilizantes deben ser aplicados superficialmente. La razón para ello se debe al hecho de que el 80% de las raíces se encuentran muy cerca de la superficie del suelo. Sin embargo, Haynes (30) opina que un aumento en el número de las raíces cerca de la superficie del suelo está asociado con la fertilización superficial.

Blaser y otros (12), utilizando 64 Kgs. de nitrógeno por hectárea sobre parcelas de elefante en una y 2 aplicaciones, y 128 Kgs. en 1 y 4, encontraron que a través de 4 años, los rendimientos fueron consistentemente mayores cuando se efectuó una sola aplicación. Resultados similares se obtuvieron en Jamaica (24). Sin embargo, Child y otros (19) consideran que aplicaciones frecuentes de nitrógeno son más efectivas que una sola.

Efecto de Corte.

En el manejo de los pastizales uno de los factores de mayor importancia es la edad de corte o pastoreo de la planta. La calidad de un forraje depende más de la manera en que se use o maneje que en la especie. La razón de ello se debe a que hay mayores variaciones dentro de las especies a diferentes edades de corte que entre especies en iguales estados de desarrollo (2, 60, 76).

En el pasto elefante, como en muchas otras gramíneas, el rendimiento y contenido de materia seca, aumentan mientras mayores sean los intervalos de corte (27, 36, 51, 54, 59, 60, 62, 63, 72, 82). En el cuadro Nº 3 pueden observarse los resultados obtenidos por Oyenuga (61), los cuales concuerdan con los autores que se acaban

de citar.

Cuadro Nº 3. Rendimientos de pasto elefante obtenidos del 24 de junio de 1953 al 27 de mayo de 1954 (promedios de 6 repeticiones).

Intervalo de corte (semanas)	Materia seca %	Forraje verde Ton./Ha.	Materia seca Ton./Ha.
3	16.5	72.62	11.97
6	19.0	96.60	18.35
8	21.7	97.60	21.15
12	25.9	132.27	34.30

Según éste mismo autor, los rendimientos en materia seca y forraje verde sufrieron progresivas reducciones a medida que se repetían los cortes, sobre todo en las parcelas que se cortaron con mayor frecuencia.

Si bien es verdad que los rendimientos aumentan a mayor edad de la planta, lo opuesto sucede en relación con la calidad del forraje (59). Según Van Rensburg (76), el pasto elefante tierno es comparable en su análisis químico a la alfalfa (cuadro Nº 4).

Cuadro Nº 4. Análisis proximal de alfalfa (Medicago sativa) y elefante en varias edades de crecimiento.

Forraje	Proteína cruda %	Extracto etéreo %	Fibra cruda %	ELN %	Ceniza %
Alfalfa (al inicio de la floración)	21.6	2.1	34.3	31.6	10.4
Elefante tierno (1 pié de altura)	20.2	3.6	27.4	28.7	20.1
Elefante tierno (4 pies de altura, ideal para ensilaje)	11.2	2.9	33.4	38.2	14.3
Elefante (8 pies de altura)	5.9	2.1	35.4	42.3	14.3
Elefante (11 pies de altura, tallos duros)	2.5	1.6	37.7	39.3	18.3

Como puede apreciarse, los porcentajes de proteína, ceniza y extracto etéreo disminuyen a mayor edad de la planta mientras que el porcentaje de fibra cruda aumenta. Otros investigadores (4, 10, 36, 54, 60, 61, 63, 72, 78, 82) han obtenido resultados similares. Según Nordfeldt y otros (59), el porcentaje de fibra cruda en el pasto elefante aumenta (en base seca) aproximadamente 1% por semana de edad. El ELN tiende a aumentar con la edad de planta (59, 60, 61, 76).

La mayoría de los investigadores (34, 36, 54, 78, 82) recomiendan que en el pasto elefante los cortes deben efectuarse entre 6 y 8 semanas de edad. Sin embargo, hay otros que recomiendan edades diferentes a éstas. Así, Oyenuga (60) para las condiciones de Nigeria recomienda que los cortes deben efectuarse entre las 12 y 13 semanas de edad. En Hawaii, Takahashi y Ripperton (72) encontraron que mientras en un lugar de la isla la edad ideal de corte era de 6 semanas, en otro lugar era entre 9 y 15.

Nordfeldt y otros (59) concluyen que el pasto elefante debe cortarse antes de que alcance la edad de 10 semanas. Según ellos, a las 15 semanas de edad la calidad de éste pasto es similar a la de tusas de maíz.

A mayor edad de la planta, mayor será la relación tallos:hojas. Así, a las 3, 6, 8 y 12 semanas de edad Oyenuga (61) encontró que éstas relaciones en el elefante fueron 1:12, 1:1.3, 1:1.2, 1:0.94 respectivamente. En Turrialba (54) se encontraron resultados similares.

Las medidas de algunas características morfológicas del pasto elefante (altura de la planta, distancia entre nudos, anchos de la hoja) aumentan a mayor edad de la planta (54).

La población del pasto elefante parece estar relacionada con las frecuencias de corte. Watkins y Van Severen (78) encontraron más efecto sobre la población por la altura de corte de la planta que por la frecuencia. Según algunos trabajos (54, 62, 82), a menor frecuencia de corte, mejor se mantiene la población y menor también la competencia de malezas.

El desarrollo de las raíces está influenciado por el número, época y grado de las defoliaciones (2, 62, 78). En general, mientras mayor sea el número de las defoliaciones, menor será el desarrollo de las raíces de los pastos. Por lo tanto, menor serán las reservas de carbohidratos, tan necesarias para el desarrollo de la parte aérea de la planta (14, 18, 21, 28, 35, 48, 81).

Aceptación por el ganado.

Por muy rico que sea un pasto en nutrientes y por muy altos que sean sus rendimientos, si no le apetece a los animales, el provecho o beneficio que podríamos obtener de él es nulo desde el punto de vista nutricional.

Dentro del reino animal las preferencias por ciertos alimentos varían enormemente. Alimentos que son rechazados por algunas especies, son consumidos ávidamente por otras. Las vacas que están dando a mamar a sus crías son menos selectivas que animales gordos, siendo los animales delgados o flacos los menos selectivos de todos (37).

De acuerdo con Ivins (33), el grado de aceptación de un forraje es más importante que su valor nutritivo. El análisis químico de un pasto no está correlacionado con su grado de aceptación por el ganado.

Milford (52) opina que los criterios más lógicos para expresar los valores nutricionales de los pastos subtropicales y tropicales son:

proteína cruda digestible, balance de nitrógeno y consumo y digestibilidad de materia seca. Agrega que con estos pastos ocurren fluctuaciones estacionales de importancia en relación con el consumo y digestibilidad de materia seca y que la disminución en la ingestión es más importante que el descenso en la digestibilidad.

Las hojas tiernas de los pastos son generalmente de mayor aceptación por parte del ganado que los tallos y otras partes fibrosas. Por lo tanto, las especies con una relación alta de hojas sobre tallos serán consumidas en mayor grado que las especies con relación inversa (52).

Las condiciones climatológicas afectan el grado de aceptación de los pastos. En períodos de sequía, los animales consumen con avidez los forrajes con muchas hojas, pero bajo condiciones continuas de alta humedad y precipitación, prefieren pastos jóvenes con pocas hojas (follaje poco denso). Los animales generalmente rechazan el forraje con un porcentaje alto de hojas secas (37, 80). Es decir, que aunque los animales prefieren las hojas tiernas a las otras partes de la planta, aquellas deben encontrarse en buen estado, de lo contrario es probable que los animales consuman menos de ellas.

El estado de crecimiento o edad de la planta es otro factor que afecta el grado de aceptación. A mayor crecimiento o edad de la planta, menor será el grado de aceptación (6, 8, 59, 65).

Las aplicaciones de fertilizantes parecen afectar también el grado de aceptación de los pastos (74). Beaumont y otros (8) observaron en un experimento que parcelas que habían recibido aplicaciones de nitrógeno fueron pastoreadas en mayor grado que las que no

recibieron. Alten (3) logró mayores consumos con forrajes que recibieron aplicaciones de NPK que con los que recibieron solamente NP. El forraje con tratamiento NP2K fué el más consumido.

Según Crampton (17) el valor alimenticio de un forraje depende principalmente de la magnitud de su contribución para llenar las necesidades diarias de energía del animal. Las diferencias entre especies a éste respecto, son una consecuencia directa de las cantidades de forraje que los animales consumen voluntariamente. Agrega que el grado de consumo voluntario está limitado principalmente por la rapidez de la digestión de la celulosa y hemicelulosa y no por su contenido total de nutrientes o digestibilidad. Propone él que un método práctico para expresar el valor alimenticio de un forraje es determinar su consumo diario voluntario en base seca como un porcentaje de un valor "normal" o "esperado" de 3% del peso vivo del animal.

Cuando el pasto elefante es ofrecido sin picar, los tallos son poco consumidos. Al picarlo, el consumo de tallos aumenta (31).

De acuerdo con experimentos llevados a cabo por varios investigadores (6, 29, 32, 58, 65, 85) los consumos voluntarios de los forrajes varían entre 1.5 y 3.5 kilos de materia seca por cada 100 kilos de peso vivo del animal.

Mientras mayor es el contenido de materia seca en el forraje, mayor será también el consumo de materia seca por unidad de peso vivo (13, 22, 55).

Reid (64), afirma que la digestibilidad de los forrajes no es afectada por el grado en que son consumidos.

Nordfeldt (59) dice que los nutrientes digestibles totales (NDT) del pasto elefante, calculados en base seca y una vez que la planta

pasa de las seis semanas de edad, disminuyen aproximadamente en 0.5% por semana de edad de la planta.

De acuerdo con McCullough (49), la digestibilidad requerida en un forraje para que pueda utilizarse adecuadamente como fuente principal de nutrientes debe ser alrededor del 70%. Agrega que pequeñas diferencias en digestibilidad, porcentaje de nutrientes y consumo de materia seca no ejercen influencias de importancia en el comportamiento de los animales.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en la sección noroeste del potrero "La Bomba", situado en terrenos asignados al Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. El pasto elefante en éste potrero fué sembrado en 1958. La variedad se distingue con el número H 532 (número de registro del jardín de introducción del IICA). El área total ocupada fué de 1920 metros cuadrados de los cuales 760 se usaron con el objeto de determinar los rendimientos de forraje verde, medidas morfológicas y muestras para el análisis proximal. El forraje cortado en ésta área, así como también en los restantes 1160 metros cuadrados se usó para alimentar los animales que se mantuvieron en la prueba de aceptación (ver plano).

El área en mención fué seleccionada por Muñoz (54) en 1959, procurando una población uniforme de las plantas existentes. Se formaron 5 bloques con 4 parcelas de 32 metros cuadrados de superficie cada una. Los bloques 4 y 5 quedaron separados del resto por una distancia de 8 metros con el objeto de no incluir unas irregularidades existentes en el terreno. Durante parte del año 1959 y 1960, Muñoz (54) aplicó en dichas parcelas los mismos tratamientos que se aplicaron en el presente trabajo.

Los tratamientos fueron:

No.- Sin aplicación de fertilizante

N_1.- Con aplicación de fertilizante

C_1.- Corte de 6 semanas

C_2.- Corte de 8 semanas

Cada parcela recibió una combinación de éstos tratamientos, los cuales, distribuídos al azar, quedaron así en el campo:

Tratamientos	Nº. de Parcelas
NoC_1 - Corte de 6 semanas sin fertilizante	1,5,12,15,20
NoC_2 - Corte de 8 semanas sin fertilizante	2,6,9, 16,18
N_1C_1 - Corte de 6 semanas con fertilizante	3,7,11,13,17
N_1C_2 - Corte de 8 semanas con fertilizante	4,8,10,14,19

Los tratamientos de corte y fertilización se aplicaron de la siguiente manera:

Corte.

El experimento se inició el 24 de julio de 1960. Ese día se efectuó un corte general a mano en todas las parcelas. Se procedió inmediatamente a la aplicación de los fertilizantes de acuerdo con los diferentes tratamientos. Todos los cortes del experimento efectuados en el campo se hicieron con machete.

Diez de las 20 parcelas se cortaron cada 6 semanas. Las restantes 10, cada 8 semanas. Se procuró cortar las diferentes parcelas a las 10 A.M. de manera que las plantas hubieran perdido para esa hora la humedad causada por el rocío existente durante la noche. Esta hora casi no sufrió variaciones pues en general el tiempo se mantuvo despejado durante las mañanas de los días en que se efectuaron los cortes. El último corte se efectuó del 24 al 26 de junio de 1961.

En total se efectuaron 8 cortes de 6 semanas y 6 de 8. Las fechas fueron:

Corte de 6 semanas	Corte de 8 semanas
Sept. 3,4 y 5 de 1960	Sept. 17,18 y 19 de 1960
Octubre 15,16 y 17 de 1960	Nov. 12,13 y 14 de 1960
Noviembre 26,27 y 28 de 1960	Enero 7,8 y 9 de 1961
Enero 7,8 y 9 de 1961	Marzo 4,5 y 6 de 1961
Febrero 18,19 y 20 de 1961	Abril 29,30 y Mayo 1 de 1961
Abril 1,2 y 3 de 1961	Junio 24,25 y 26 de 1961
Mayo 13,14 y 15 de 1961	
Junio 24,25 y 26 de 1961	

Fertilizante.

Las cantidades y tipos de fertilizantes aplicadas por año fueron:

1000 Kgs. de nitrógeno/Ha. en forma de úrea (46% N)

200 Kgs. de P_2O_5/Ha. en forma de superfosfato triple (46% P_2O_5)

200 Kgs. de K_2O/Ha. en forma de muriato de potasio (60% de K_2O)

Las parcelas cortadas a las 6 y 8 semanas recibieron iguales cantidades de fertilizantes por año. Las aplicaciones por parcela y por corte fueron de la siguiente magnitud:

	Cortes de 6 semanas	Cortes de 8 semanas
Urea	.870 Kgs/parc/corte	1.159 Kgs/parc/corte
Superfosfato triple	1.391 Kgs./parcela	1.391 Kgs./parcela
Muriato de potasio	1.066 Kgs./parcela	1.066 Kgs./parcela

El fósforo y el potasio se aplicaron al iniciar el experimento. Las aplicaciones de nitrógeno fueron divididas en 8 partes iguales para el corte de 6 semanas y en 6 partes para el de 8. La primera porción de úrea se aplicó al iniciar el experimento junto con todo

el fósforo y potasio. Las siguientes aplicaciones de nitrógeno se hicieron después de cada corte.

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

1. Rendimiento de forraje verde por parcela
2. Muestra para el análisis proximal
3. Muestra para determinar la relación tallos-hojas y el análisis proximal de las hojas.
4. Altura de la planta
5. Ancho de la hoja
6. Distancia entre nudos
7. Número de nudos
8. Diámetro del tallo
9. Población de plantas

Las muestras y los datos se obtuvieron de la siguiente manera:

1. Rendimiento de forraje verde por parcela.

De los 32 metros cuadrados de cada parcela se cortaron 8 como parcela efectiva. El resto no se tomó en cuenta con el fin de eliminar el efecto de borde. El pasto cortado se colocaba en una lona, pesándose en una balanza de reloj.

2. Muestra para el análisis proximal.

Una vez cortada la parcela efectiva se tomó al azar una muestra representativa con un peso aproximado de 500 gramos. Inmediatamente se colocaba en una bolsa de polietileno y se llevaba al laboratorio. Después de pesada la muestra se cortaba con tijeras apropiadas colocándola en una bandeja de cinc galvanizado. La bandeja con la muestra

era colocada por espacio de 24 horas en un horno de aire caliente con el objeto de secar la muestra. La temperatura del horno era de 35 ºC. Al finalizar el período de 24 horas se volvía a pesar la muestra determinándose así el porcentaje de materia seca. Las muestras ya secas se molieron en un molino marca Wiley con cedazo de 1 mm. A éstas muestras se les hizo el análisis proximal de acuerdo con los métodos oficiales de la A.O.A.C. (5).

3. Muestras para determinar la relación tallos-hojas y análisis proximal de las hojas.

La muestra se obtuvo de la misma manera que en el caso anterior. En el laboratorio se separaron las hojas de los tallos, se pesaron las primeras y se secaron en el horno de aire seco. Se procedió entonces a realizar el análisis proximal de éstas. El porcentaje de tallos se obtuvo por diferencia.

4. Altura de la planta.

Después de cortada la parcela efectiva se escogieron al azar tres plantas, las cuales se midieron y promediaron.

5. Ancho de la hoja.

Usando las mismas plantas, se midieron las tres primeras hojas de la parte inferior. La medida se tomó en la base de la lámina a 1 cm. de su unión con la vaina. Las tres medidas se promediaron.

6. Distancia entre nudos.

Se midió la distancia de los primeros 4 entrenudos y se promediaron. Cuando no había nudos no se consideró la medida para efectos del promedio.

7. Número de nudos.

Se contaron todos los nudos de cada una de las 3 plantas y se

promediaron.

8. Diámetro del tallo.

Se hicieron tres cortes en el tallo de cada una de las plantas escogidas, midiéndose el diámetro en cada uno de los cortes. Las medidas se promediaron. Para efectuar las medidas se usó una regla.

9. Población de plantas.

Con el objeto de determinar la población de plantas existentes basada en el número de tallos, se hizo un muestreo por parcela, al inicio, mitad y final del experimento. Se contaron los tallos existentes en un metro cuadrado de superficie.

Los datos de brillo solar, precipitación, evaporación y temperatura se obtuvieron del Departamento de Recursos Renovables de éste Instituto.

Aceptación por el ganado.

Para ésta prueba se usó un total de 8 novillos. Cuando los cortes de 6 y 8 semanas no coincidieron en la misma fecha, en cada tratamiento se usaron 3 animales. Al coincidir los cortes cada tratamiento contó con 2 bovinos. En algunos casos hubo menos de éstos animales debido a la falta de forraje, ocasionado por una inesperada sequía.

El número de identificación, edad y peso de los animales al iniciar la primera prueba fueron:

No.	Edad (meses)	Peso (Kgs.)	Raza
C - 157	19	226	Criollo
C - 149	21	249	"
C - 3	24	283	"
C - 170	16	242	"
C - 181	24	292	"
C - 145	21	249	"
C - 164	17	272	"
R - 91	18	295	Romo Sinuano x Brangus

Los novillos permanecían amarrados en sus respectivos pesebres individuales por espacio de 20 horas diarias. Las restantes 4 horas estaban sueltos en el corral con el objeto de que hicieran ejercicio, tomaran agua y tuvieran acceso a una mezcla de sal y harina de hueso en la proporción de 2:1. Los animales se soltaban a las 7 A.M. volviéndose a amarrar a las 11 A.M.

El pasto elefante se cortó en trozos de aproximadamente 2.5 cm. de largo por medio de una picadora estacionaria.

La cantidad de forraje verde ofrecido fué de 16 kilos por cada 100 kilos de peso vivo, de manera que los animales dejaran algún residuo y al mismo tiempo no tuvieran oportunidad de escoger demasiado el forraje. El pasto fué ofrecido en dos porciones, a las 11 A.M. y a las 6 P.M. El pasto rechazado se pesaba al día siguiente antes de las 7 A.M.

Durante el tiempo comprendido entre los cortes los animales permanecían en un potrero sembrado de pastos pará y gamalote. Se les traía al corral 5 días antes de iniciar la prueba para que comenzaran a comer pasto elefante.

Cada prueba tomó tres días, los cuales coincidieron con los cortes

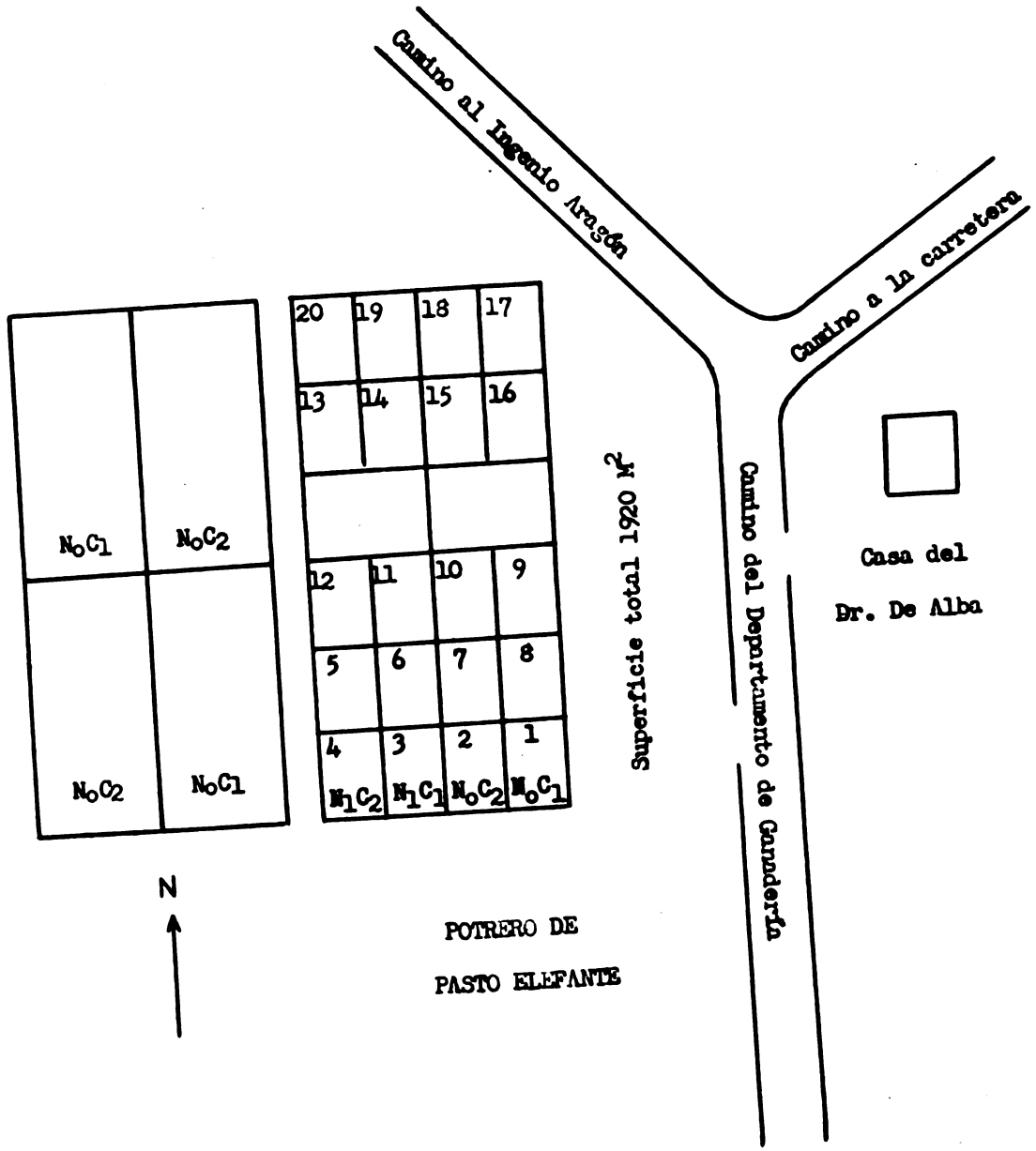
de las parcelas y cuyas fechas aparecen en la página 23. En total hubo 8 pruebas de consumo de elefante de 6 semanas de edad, fertilizado y no fertilizado. Las pruebas de consumo de elefante de 8 semanas de edad con ambos niveles de fertilización fueron en total 6.

Cada día se tomó una muestra representativa del pasto ofrecido y otra del rechazado. Por medio de ellas se determinó la materia seca consumida y el análisis proximal respectivo. Los tres días de consumo se promediaron.

Análisis Estadístico.

Con los datos obtenidos a través del experimento se efectuaron análisis de variancia, correlaciones y regresiones, para medir los efectos de todos los tratamientos sobre los factores estudiados.

PLANO DEL EXPERIMENTO



RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimientos.

En los cuadros Nos. 5 y 6 se presentan los rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza obtenidos con 2 niveles de fertilización y 2 frecuencias de corte, durante el año que duró el experimento.

Cuadro Nº 5. Promedios de rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza. Sin fertilización. (Kgs./Ha.)

Nº de corte	Fecha 1960-61	Forraje verde	Materia seca	Proteína cruda	Fibra cruda	Ceniza
		CORTES DE 6 SEMANAS				
1	Septiembre	12,125	1936.81	109.91	554.28	240.90
2	Octubre	7,500	1144.66	75.82	336.21	159.84
3	Noviembre	5,500	943.80	72.70	253.15	139.97
4	Enero	5,450	1024.18	102.05	258.22	158.23
5	Febrero	3,075	698.11	64.20	174.09	106.18
6	Abril	1,425	336.63	29.93	78.22	42.47
7	Mayo	4,100	707.88	84.43	187.04	94.83
8	Junio	9,300	1457.52	88.89	451.43	194.49
Total		48,475.00	6792.07	627.93	2292.64	1136.91
		CORTES DE 8 SEMANAS				
1	Septiembre	17,475	3179.64	168.39	968.23	383.01
2	Noviembre	9,675	1482.39	82.99	457.29	165.22
3	Enero	10,925	1946.59	149.90	551.23	279.55
4	Marzo	3,525	797.64	58.46	201.86	111.06
5	Abril	3,625	726.01	69.04	184.88	94.02
6	Junio	19,925	3305.18	193.28	1043.72	399.89
Total		65,150.00	11437.45	722.06	3407.21	1432.75

Cuadro Nº 6. Promedios de rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza. Con fertilización. (Kgs./Ha.)

Nº de corte	Fecha 1960-61	Forraje verde	Materia seca	Proteína cruda	Fibra cruda	Ceniza
		CORTES DE 6 SEMANAS				
1	Septiembre	42,250	5746.68	479.47	1862.97	696.59
2	Octubre	22,800	3250.32	313.20	999.41	362.62
3	Noviembre	11,300	1558.19	208.12	401.38	184.46
4	Enero	14,925	2446.30	350.62	637.78	305.27
5	Febrero	9,025	1625.10	239.21	438.83	189.11
6	Abril	7,600	1636.97	196.22	408.48	171.01
7	Mayo	11,450	1775.86	326.51	487.40	187.09
8	Junio	45,700	4880.15	714.93	1516.94	527.75
Total		165,050.00	22919.57	2828.28	6753.19	2623.90
		CORTES DE 8 SEMANAS				
1	Septiembre	47,575	8825.33	595.81	3353.21	836.56
2	Noviembre	25,225	3895.20	304.46	1268.61	337.84
3	Enero	28,300	4956.78	481.33	1499.06	529.03
4	Marzo	12,450	2437.52	265.60	679.19	255.46
5	Abril	9,750	1960.45	187.43	527.21	211.53
6	Junio	52,000	7120.55	754.66	2386.13	669.43
Total		175,300.00	29195.83	2589.29	9713.41	2839.85

Como podrá apreciarse en ambos cuadros, las diferencias en rendimientos anuales entre los diferentes tratamientos son de consideración. Con el objeto de determinar la importancia de éstas variaciones se efectuaron análisis de variancia. Los resultados se presentan en los cuadros Nos. 7 y 8.

Cuadro Nº 7. Análisis de variancia para rendimientos anuales de forraje verde y materia seca.

F. de variación	G.L.	C.M. de Ton./Ha. de forraje verde	C.M. de Ton./Ha. de materia seca
Bloques	4	272.29	4.03 +
Niveles	1	65539.80 ++	1313.33 ++
Cortes	1	1063.76 ++	111.53 ++
N x C	1	94.09	12.07 ++
Error	12	96.49	0.87

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

Cuadro Nº 8. Análisis de variancia para rendimientos anuales de proteína cruda, fibra cruda y ceniza.

F. de variación	G.L.	C.M. de Ton./Ha. de proteína	C.M. de Ton./Ha. de fibra	C.M. de Ton./Ha. de ceniza
Bloques	4	0.03	0.38 +	0.09 ++
Niveles	1	22.75 ++	152.41 ++	10.47 ++
Cortes	1	0.05 +	10.97 ++	0.44 ++
N x C	1	0.23 ++	0.92 ++	0.00
Error	12	0.01	0.08	0.01

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

Las diferencias en los rendimientos de las dos frecuencias de corte fueron altamente significativas al considerar forraje verde, materia seca, fibra cruda y ceniza. La significancia solamente alcanzó el nivel de 5% en el caso de la producción de proteína cruda.

La frecuencia de corte de 8 semanas es significativamente superior a la de 6 en rendimientos de forraje verde, materia seca, ceniza y fibra cruda. Por el contrario, la frecuencia de corte de 6 semanas

superó a la de 8 en rendimientos anuales de proteína cruda.

En el cuadro Nº 9 se presentan los datos de población tomados al inicio, mitad y final del experimento.

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

Tratamiento	Inicial Julio	Medio Enero	Final Junio
NoC1	88	61	43
N1C1	92	87	90
NoC2	80	69	59
N1C2	91	90	96

Las parcelas que no fueron fertilizadas recibieron dos limpiezas durante el año, debido a una fuerte competencia de maleza. En las parcelas fertilizadas no se observó competencia de malezas dignas de tomarse en cuenta por lo que no se limpiaron nunca.

Las diferencias entre niveles de fertilización fueron altamente significativas para rendimientos anuales de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza. Sin embargo, es de importancia considerar el hecho de que la fertilización aumentó los rendimientos de fibra, cosa que es inconveniente bajo condiciones tropicales.

La producción de ceniza en el corte de 8 semanas fué mayor que en el de 6. Sin embargo, en muchas ocasiones la ceniza contiene un alto porcentaje de sílice. Esta substancia no es de ninguna utilidad desde el punto de vista nutricional (16). Es más probable que la ceniza obtenida de forrajes fertilizados sea rica en minerales

utilizables por los animales (20). Desde éste punto de vista, los altos rendimientos de ceniza obtenidos al fertilizar nos son provechosos.

La población disminuyó considerablemente en las parcelas que no recibieron fertilizantes. La reducción en población fué más acentuada en la frecuencia de corte de 6 semanas que en la de 8. Las parcelas que recibieron fertilización mantuvieron su población en todo el año (cuadro Nº 9). Muñoz (54) obtuvo resultados similares durante 1959 y 1960 utilizando las mismas parcelas.

Se encontraron interacciones altamente significativas de niveles de fertilización por frecuencia de cortes para: rendimientos de materia seca, proteína cruda y fibra cruda. Es decir, los efectos de la fertilización fueron mayores en una frecuencia de corte que en la otra. En producción de materia seca, la respuesta a la fertilización fué mayor en los cortes de 8 semanas que en los de 6. Pero en rendimientos de proteína la respuesta a la fertilización fué mayor en el pasto de 6 semanas que en el de 8.

Los rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda y fibra cruda fueron mayores a los obtenidos por Muñoz (54) en las mismas parcelas experimentales. La producción anual de forraje verde fué menor que la que según Tapia (73) se obtiene en Veracruz, México. Sin embargo, las producciones de forraje verde y materia seca son similares a las obtenidas por otros investigadores (15,44,72,73, 75,77,83) en diferentes países.

Con el propósito de determinar la importancia de las variaciones de los rendimientos en las diferentes épocas del año se efectuaron análisis de variancia (cuadros Nos. 10 y 11).

Cuadro Nº 10. Análisis de variancia para rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza en diferentes épocas del año. Cortes de 6 semanas.

Fuentes de variación	G.L.	C. M. de Ton./Ha. de forraje verde	C. M. de Ton./Ha. de materia seca	C. M. de Kgs./Ha. de proteína cruda	C. M. de Kgs./Ha. de fibra cruda	C. M. de Kgs./Ha. de ceniza
Fechas	7	845.61++	11.01++	88393.58++	127560502++	15637526++
Niveles	1	4246.86++	67.23++	1513003.29++	621759131++	69097544++
N x F	7	363.87++	3.52++	63092.47++	44149268++	4962547++
Error	64	5.83	0.17	2562.07	1649800	246871

++ Significativa 0.01

Cuadro Nº 11. Análisis de variancia para rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza en diferentes épocas del año. Cortes de 8 semanas.

Fuentes de variación	G.L.	C. M. de Ton./Ha. de forraje verde	C. M. de Ton./Ha. de materia seca	C. M. de Kgs./Ha. de proteína cruda	C. M. de Kgs./Ha. de fibra cruda	C. M. de Kgs./Ha. de ceniza
Fechas	5	1479.67++	35.95++	187223.32++	5082982.51++	36141943++
Niveles	1	5055.79++	131.40++	1452731.40++	16664846.82++	82500852++
N x F	5	286.75++	6.49++	66279.79++	1371717.57++	3753348++
Error	48	11.08	0.30	2173.94	46526.16	433058

++ Significativa 0.01

Los resultados del análisis estadístico pueden apreciarse claramente al estudiar los cuadros Nos. 5 y 6. En ellos se vé que las variaciones en rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza, son bien marcadas durante el año. Las mayores producciones coinciden con algunos de los meses de mayor precipitación, es decir, de junio a septiembre.

Los efectos de la fertilización no fueron uniformes a través del año. Durante algunos de los meses de mayor precipitación (junio, julio, agosto y septiembre), se obtuvieron respuestas (400%) de importancia a las aplicaciones de nitrógeno. Las respuestas durante la época de menor precipitación (enero a mayo) no justifican las aplicaciones de fertilizantes en esos meses. Debe recalcarse el hecho de que la precipitación no sufre un marcado descenso hasta el mes de enero. Sin embargo, como podemos observar en los cuadros Nos. 5 y 6 y en los gráficos Nos. 1 y 2, el descenso en los rendimientos se inició en el mes de octubre. Muñoz (54) encontró resultados similares en éste mismo lugar durante 1959 y 1960. Otros investigadores (15,24,57,72,77,82,85) también han encontrado variaciones de importancia en los rendimientos de éste pasto a través del año.

En las Fig. 1 y 2 se dan en forma gráfica las distribuciones de los rendimientos durante las diferentes fechas en que se cortó el pasto.

Fig. Nº 1. Distribución de la producción de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza durante las fechas del corte de 6 semanas (forraje fertilizado y sin fertilizar combinados)

TENDENCIA DE MAYOR A MENOR

(Las líneas sólidas indican que no existe diferencia significativa entre los cortes)

FORRAJE VERDE
Ton./Ha.

Jun.	Sep.	Oct.	Ene.	Nov.	Myo.	Feb.	Abr.
27.50	27.19	15.15	10.19	8.40	7.77	6.05	4.51

MATERIA SECA
Ton./Ha.

Sep.	Jun.	Oct.	Ene.	Nov.	Myo.	Feb.	Abr.
3.84	3.17	2.19	1.73	1.25	1.24	1.16	.99

PROTEINA CRUDA
Kgs./Ha.

Jun.	Sep.	Ene.	Myo.	Oct.	Feb.	Nov.	Abr.
401.91	294.69	226.34	205.47	194.51	151.70	140.41	113.07

FIBRA CRUDA
Kgs./Ha.

Sep.	Jun.	Oct.	Ene.	Myo.	Nov.	Feb.	Abr.
1208.62	984.18	667.81	448.00	337.22	327.27	306.27	243.35

CENIZA
Kgs./Ha.

Sep.	Jun.	Oct.	Ene.	Nov.	Feb.	Myo.	Abr.
468.74	361.12	261.23	231.75	162.22	147.64	140.96	106.74

Fig. Nº 2. Distribución de la producción de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza durante las fechas del corte de 8 semanas (forraje fertilizado y sin fertilizar combinados).

TENDENCIA DE MAYOR A MENOR

(Las líneas sólidas indican que no existe diferencia significativa entre los cortes)

FORRAJE VERDE
Ton./Ha.

Jun.	Sep.	Ene.	Nov.	Mar.	Abr.
35.96	32.52	19.61	17.45	7.99	6.69

MATERIA SECA
Ton./Ha.

Sep.	Jun.	Ene.	Nov.	Mar.	Abr.
6.00	5.21	3.45	2.69	1.62	1.34

PROTEINA CRUDA
Kgs./Ha.

Jun.	Sep.	Ene.	Nov.	Mar.	Abr.
473.97	382.10	315.62	193.73	162.03	128.24

FIBRA CRUDA
Kgs./Ha.

Sep.	Jun.	Ene.	Nov.	Mar.	Abr.
3353.21	2386.13	1499.06	1268.61	697.19	527.21

CENIZA
Kgs./Ha.

Sep.	Jun.	Ene.	Nov.	Mar.	Abr.
609.79	534.66	404.29	251.53	183.26	152.78

Se calcularon los coeficientes de correlación de los factores ambientales con los rendimientos de forraje verde y materia seca. En el cuadro Nº 12 se presentan aquellas correlaciones en que se consideran niveles de fertilización y frecuencia de cortes.

Cuadro Nº 12. Coeficientes de correlación entre precipitación, temperatura, horas de brillo solar y evaporación con rendimientos de forraje verde y materia seca.

Rendimientos		Lluvia	Temperatura	Brillo solar	Evaporación
FORRAJE VERDE					
NIVELES	No	0.793++	0.476	- 0.265	- 0.122
	N1	0.764++	0.521+	- 0.416	- 0.224
CORTES	C1	0.490+	0.396	- 0.501+	- 0.315
	C2	0.588+	0.374	- 0.574+	- 0.446
MATERIA SECA					
NIVELES	No	0.766++	0.425	- 0.176	- 0.056
	N1	0.720++	0.485	- 0.151	- 0.022
CORTES	C1	0.450	0.386	- 0.424	- 0.273
	C2	0.531	0.390	- 0.454	- 0.373

\+ Significativa al 5%
++ Significativa al 1%

Es interesante la correlación positiva y significativa al 5% entre temperatura y el nivel de fertilización N1. De acuerdo con éstos resultados las altas temperaturas de las regiones tropicales son más beneficiosas en base a mayores rendimientos de forraje verde cuando se aplican fertilizantes. Al considerar rendimientos de materia seca, que son los más importantes, la correlación no es significativa. Sin embargo, debemos considerar que el coeficiente de correlación en mención está muy cerca de la significancia.

Las correlaciones entre lluvia y los factores estudiados explican los altos rendimientos de forraje verde, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza, durante algunos de los meses con alta

precipitación. Debemos tener en cuenta que las mayores producciones no se obtuvieron siempre en los cortes con mayor precipitación. Similares resultados obtuvieron Muñoz (54) en Turrialba y Murillo (56) en Paraíso, Costa Rica. A partir del mes de octubre, los rendimientos descienden independientemente de la precipitación (gráficos Nos. 1 y 2). Si el agua fuera el único factor de importancia bajo nuestras condiciones, los rendimientos deberían mantenerse altos hasta el mes de enero. Fué en éste mes cuando la precipitación disminuyó considerablemente. Esto nos indica que existen otros factores de mucha importancia, que influyen en los rendimientos del pasto elefante.

Al considerar las correlaciones entre temperatura y rendimientos (gráficos Nos. 1 y 2) vemos que la temperatura sí parece influir positivamente en los rendimientos. Muñoz (54) no encontró correlaciones significativas entre precipitación y temperatura con rendimientos. Sin embargo, él notó una tendencia en los rendimientos a aumentar durante ciertos meses del año a causa del factor lluvia. Sus correlaciones entre temperatura y rendimientos, a pesar de no ser significativas, sí fueron fuertes y positivas. Probablemente, el efecto de la temperatura sobre los rendimientos sería mayor en regiones de relativamente altas o extremas temperaturas. Romney (67) encontró relaciones positivas entre temperatura y rendimientos pero durante épocas de precipitaciones relativamente altas. Estos resultados concuerdan con las aseveraciones de Julen (38), en el sentido de que las altas temperaturas aumentan el crecimiento de los pastos cuando las condiciones de humedad en el suelo son buenas. En los gráficos Nos. 1 y 2, podemos ver que esas

mismas condiciones las tenemos en éste experimento. Es decir, los más altos rendimientos se obtienen en las épocas de más altas temperaturas con buenas condiciones de humedad en el suelo.

La curva de horas de brillo solar que aparece en los gráficos Nos. 1 y 2 presenta ciertas confusiones al tratar de interpretarla. Sus valores más altos no son precisamente durante los cortes de mayor producción. Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre parece guardar una relación directa con la producción. Durante ésta época la precipitación es alta. En enero dicha curva continúa ascendiendo pero la de precipitación disminuye marcadamente. Estos dos hechos acompañados del inicio de un aumento en la temperatura y de una evaporación alta, causan posiblemente una desnutrición de la planta (38) y por consiguiente bajos rendimientos.

El brillo solar parece guardar una relación directa con la evaporación, pero no con la temperatura (gráficos Nos. 1 y 2). Esto está en desacuerdo con las afirmaciones de Julen (38) de que el brillo solar está correlacionado positivamente con la temperatura. Probablemente debido a que las condiciones de Turrialba son diferentes a las de Suecia.

Aunque en los cortes de mayor producción las horas de brillo solar fueron menos, no se puede concluir que la luz solar disminuye la producción. Si las horas de brillo solar aumentaran y la precipitación se mantuviera constante, probablemente los rendimientos fueran mayores. Con éste mismo criterio las aplicaciones de agua al elefante durante los meses de febrero, marzo y abril resultarían en aumentos considerables de producción. Dado que durante esos meses las condiciones ambientales parecen ser óptimas con excepción

de la precipitación.

Aparentemente, los altos rendimientos durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, debilitan el sistema radicular de la planta. Por lo tanto, a partir de octubre las respuestas a la fertilización disminuyen. En otras palabras, la planta tiende a protegerse suspendiendo su crecimiento aéreo, fortaleciendo así su sistema radicular (14,18,21,28,35,48,81). Oyenuga (61), con experimentos con pasto elefante también obtuvo reducciones progresivas en los rendimientos a medida que se repetían los cortes.

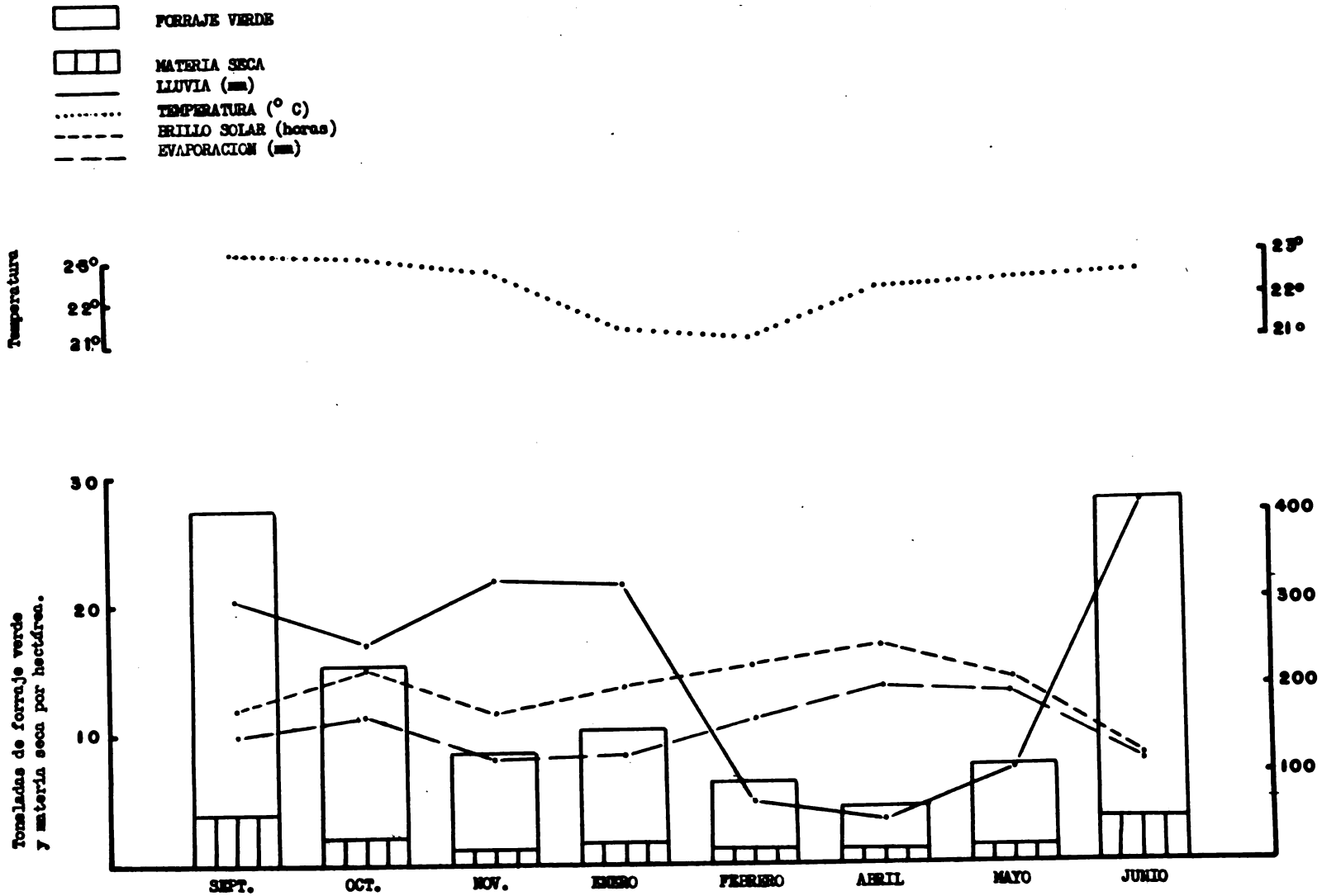


GRAFICO No. 1. Precipitación, temperatura, horas de brillo solar, evaporación y variaciones estacionales en los rendimientos de forraje verde y materia seca del corte de 6 semanas.

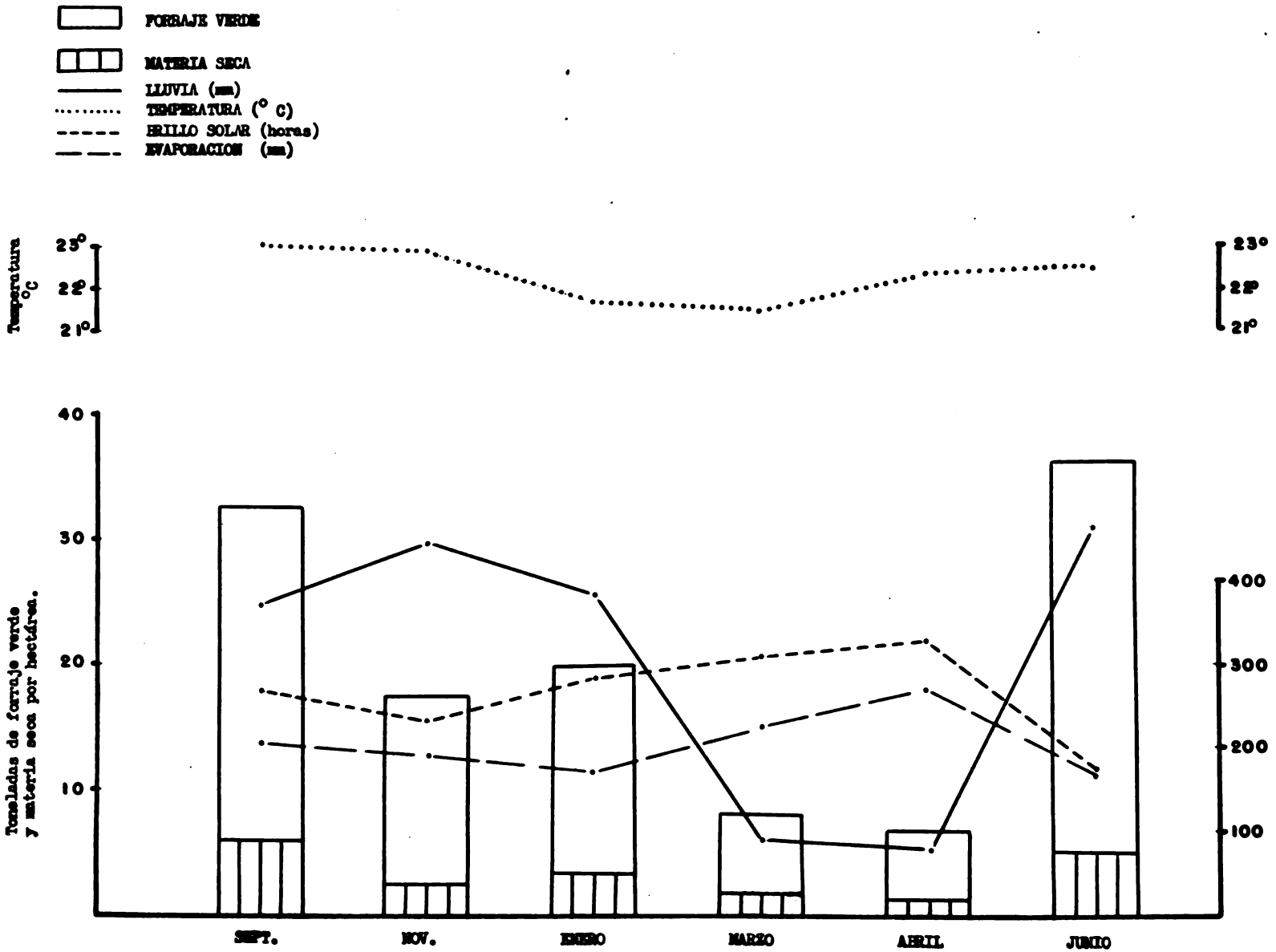


GRAFICO No. 2. Precipitación, temperatura, horas de brillo solar, evaporacion y variaciones estacionales en los rendimientos de forraje verde y materia seca del corte de 8 semanas.

Características morfológicas.

Los datos de las seis características morfológicas estudiadas se presentan en los cuadros Nos. 13 y 14.

Cuadro Nº 13. Promedios de las características morfológicas durante las diferentes épocas del año. Cortes de 6 y 8 semanas sin fertilizar.

Nº de corte	Fecha 1960-61	Altura de la planta (cms.)	Ancho de la hoja (cms.)	Distancia entre nudos (cms.)	Nº de nudos	Diámetro del tallo (cms.)	% de hojas
		CORTES DE 6 SEMANAS					
1	Septiembre	119	1.16	12.14	4.66	.82	44.62
2	Octubre	92	1.22	10.47	2.13	.81	43.54
3	Noviembre	72	1.03	8.50	1.47	.78	51.74
4	Enero	40	.77	7.00	.27	.40	68.25
5	Febrero	37	.81	7.00	.13	.40	72.03
6	Abril	25	.70	0.00	0.00	.34	84.62
7	Mayo	36	1.02	0.00	0.00	.47	80.05
8	Junio	86	1.15	11.69	1.80	.78	48.93
Total		507	7.86	56.80	10.46	4.80	493.78
$\bar{X}$		63.37	.98	7.10	1.31	.60	61.72
		CORTES DE 8 SEMANAS					
1	Septiembre	146	1.23	13.47	5.86	.76	33.71
2	Noviembre	119	1.33	10.92	4.00	.93	37.43
3	Enero	78	.95	8.42	2.27	.66	55.09
4	Marzo	46	.86	5.00	.13	.55	75.29
5	Abril	31	.85	0.00	0.00	.40	81.42
6	Junio	135	1.39	13.48	3.60	1.03	41.26
Total		555	6.61	51.29	15.86	4.33	324.20
$\bar{X}$		92.50	1.10	8.55	2.64	.72	54.03

Cuadro Nº 14. Promedios de las características morfológicas durante las diferentes épocas del año. Cortes de 6 y 8 semanas fertilizados.

Nº de corte	Fecha 1960-61	Altura de la planta (cms.)	Ancho de la hoja (cms.)	Distancia entre nudos (cms.)	Nº de nudos	Diámetro del tallo (cms.)	% de hojas
			CORTES DE 6 SEMANAS				
1	Septiembre	186	1.60	21.52	4.73	.96	34.11
2	Octubre	132	1.67	14.01	2.93	1.04	38.59
3	Noviembre	100	1.15	10.37	1.93	.98	46.66
4	Enero	79	1.14	11.28	1.60	.67	63.43
5	Febrero	60	1.07	5.00	.53	.62	66.02
6	Abril	40	1.03	0.00	0.00	.53	80.11
7	Mayo	52	1.20	0.00	0.00	.66	74.29
8	Junio	195	1.91	16.75	4.47	1.38	34.70
Total		844	10.77	78.93	16.19	6.84	437.91
$\bar{X}$		105.50	1.35	9.87	2.02	.85	54.74
			CORTES DE 8 SEMANAS				
1	Septiembre	233	1.62	22.08	7.93	.92	30.18
2	Noviembre	175	1.58	16.20	5.20	.99	32.85
3	Enero	147	1.42	15.24	5.40	.92	38.75
4	Marzo	70	1.18	6.39	.73	.70	66.31
5	Abril	44	1.17	0.00	0.00	.54	78.64
6	Junio	225	1.91	18.23	4.93	1.41	38.28
Total		894	8.88	78.14	24.19	5.48	285.01
$\bar{X}$		149.00	1.48	13.02	4.03	.91	47.50

Como puede apreciarse, las variaciones durante los distintos cortes fueron grandes. En el cuadro Nº 15 se presentan los cuadrados medios de los análisis de variancia, efectuados con el fin de determinar la magnitud e importancia de las diferencias anuales entre tratamientos.

Cuadro Nº 15. Cuadrados medios de los análisis de variancia para las características morfológicas afectadas por los diferentes tratamientos. Promedios anuales.

F. de variación	G.L.	C. M. de altura de la planta (cms.)	C. M. de ancho de la hoja (cms.)	C. M. de distancia entre nudos (cms.)	C.M. de número de nudos	C. M. de diámetro del tallo (cm.)	C.M.de % de hojas
Bloques	4	0.02++	0.007++	4.24++	0.16	0.0025	3.08
Niveles	1	1.21++	0.70 ++	95.75++	5.55++	0.24++	228.49++
Cortes	1	0.66++	0.08 ++	34.75++	13.98++	0.04++	278.41++
N x C	1	0.03++	0.01 ++	0.56	0.57+	0.01+	0.21
Error	12	0.002	0.0008	0.20	0.085	0.0016	4.95

\+ Significativa al nivel de 5%
++ Significativa al nivel de 1%

Las diferencias entre frecuencias de corte fueron altamente significativas para los seis factores estudiados. En el corte de 6 semanas la distancia entre nudos, el número de nudos y el diámetro del tallo fueron menores que en el de 8. Estas medidas parecen estar relacionadas positivamente con altos contenidos de fibra y bajos contenidos de proteína (54) (cuadro Nº 34). El porcentaje de hojas de la planta es mayor en el corte de 6 semanas. Este es un factor de bastante importancia ya que en las hojas se encuentran mayores contenidos de proteína y menores de fibra (26, 54). De acuerdo con Milford (52), el consumo por parte de los animales es mayor a mayores porcentajes de hojas en el forraje ofrecido.

La frecuencia de corte de 8 semanas fué superior a la de seis en altura de la planta y ancho de la hoja. Sin embargo, éstas dos ventajas son relativas. Si bien es cierto que la altura de la planta está correlacionada positivamente con los rendimientos, también lo está con el contenido de fibra (54). Es decir, que los mayores

rendimientos logrados en el corte de 8 semanas son menos nutritivos que los del corte de 6. Las hojas aunque son más anchas en la frecuencia de corte de 8 semanas, son menos nutritivas (54, 76). Debemos considerar además que el porcentaje de hojas en ésta última frecuencia es menor que en la de 6 semanas. A mayor frecuencia de corte, mayores son las medidas de las características morfológicas con excepción del porcentaje de hojas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Muñoz (54).

Las diferencias entre niveles de fertilización fueron altamente significativas en todos los casos. Las medidas morfológicas de las plantas que recibieron fertilizantes aumentaron, con excepción del porcentaje de hojas. El nivel de fertilización 1 resultó superior al nivel 0.

Se encontraron interacciones altamente significativas (1%) de niveles de fertilización por frecuencia de corte en altura de la planta y ancho de la hoja. Las interacciones solamente alcanzaron el nivel de 5% en número de nudos y diámetro del tallo. No hubo interacciones significativas para distancia entre nudos y porcentaje de hojas. Es decir, en los casos en que se encontraron interacciones, los efectos de la fertilización no fueron iguales para ambas frecuencias de corte. Al considerar la altura de la planta, el ancho de la hoja y el número de nudos, se encontraron mayores respuestas a la fertilización, en la frecuencia de corte de 8 semanas que en la de 6. Por el contrario, el corte de 6 semanas dá mayores respuestas a la fertilización cuando consideramos el diámetro del tallo.

Los resultados encontrados en éste experimento corroboran los de Muñoz (54) en el sentido de que las aplicaciones de fertilizantes incrementan la altura de la planta, el ancho de la hoja, la distancia entre nudos y disminuye el porciento de hojas en relación al de los tallos. Este autor no estudió el número de nudos y el diámetro del tallo.

A fin de determinar si la morfología de la planta cambia significativamente durante el transcurso del año, se efectuaron análisis de variancia entre fechas dentro de cada frecuencia de corte. (Cuadros Nos. 16 y 17).

Cuadro Nº 16. Cuadrados medios de los análisis de variancia para las características morfológicas afectadas por las épocas del año. Frecuencia de corte de 6 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M.de Altura de la planta (cms.)	C.M.de Ancho de la hoja (cms)	C.M. de Distancia entre nudos (cms)	C.M.de Número de nudos	C.M. de Diámetro del tallo (cms)	C.M.de % de hojas
Fechas	7	2.11++	0.64++	407.13++	28.50++	0.58++	3024.22++
Niveles	1	3.52++	2.65++	326.39++	10.27++	1.31++	975.18++
N x F	7	0.25++	0.09++	36.79++	2.07++	0.05++	30.67
Error	64	0.02	0.024	5.57	0.53	0.01	23.66

\+ Significativa al nivel de 5%
++ Significativa al nivel de 1%

Cuadro Nº 17. Cuadrados medios de los análisis de variancia para las características morfológicas afectadas por las épocas del año. Frecuencia de corte de 8 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M.de Altura de la planta (cms.)	C.M.de Ancho de la hoja (cms)	C. M. de Distancia entre nudos (cms)	C.M.de Número de nudos	C. M.de Diámetro del tallo (cms)	C.M.de % de hojas
Fechas	5	3.98++	0.69++	535.85++	69.92++	0.68++	3963.62++
Niveles	1	4.79++	2.19++	333.05++	28.96++	0.55++	538.72++
N x F	5	0.36++	0.02	22.79++	3.05++	0.03	91.15++
Error	48	0.02	0.02	3.92	9.61	0.015	24.70

\+ Significativa al nivel de 5%
++ Significativa al nivel de 1%

Los resultados obtenidos nos demuestran que la planta cambia su morfología significativamente a través del año. Las medidas más altas coincidieron con los meses de mayor precipitación, es decir, de junio a octubre, con excepción del porcentaje de hojas, el que fué mayor durante la época de menor precipitación (enero a mayo).

Hubieron diferencias altamente significativas entre niveles de fertilización dentro de fechas. Los efectos del fertilizante sobre las medidas morfológicas variaron en las diferentes fechas de corte. Este hecho está implícito en la interacción niveles x fechas, ocurrida en casi todas las características morfológicas estudiadas. Estos resultados son similares para ambas frecuencias de corte. Cabe agregar que las interacciones en mención ocurren en los meses de mayor precipitación.

En la figura Nº 3 se presentan promedios de las medidas morfológicas tomadas en las diferentes fechas de corte arregladas en orden de mayor a menor. Los promedios sobre las líneas sólidas no son

significativamente diferentes.

Fig. Nº 3. Comparaciones entre promedios de las características morfológicas de los cortes de 6 y 8 semanas.

TENDENCIA DE MAYOR A MENOR

(Las líneas sólidas indican que no existe diferencia significativa entre los cortes)

6 SEMANAS

Altura de la planta (cms.)

Sep.	Jun.	Oct.	Nov.	Ene.	Feb.	Myo.	Abr.
152	140	112	86	60	48	44	32

Ancho de la hoja (cms.)

Jun.	Oct.	Sep.	Myo.	Nov.	Ene.	Feb.	Abr.
1.53	1.45	1.38	1.11	1.09	.95	.94	.86

Distancia entre nudos (cms.)

Sep.	Jun.	Oct.	Nov.	Ene.	Feb.	Abr.	Myo.
16.83	13.05	12.24	9.44	7.04	2.20	0.00	0.00

Número de nudos

Sep.	Jun.	Oct.	Nov.	Ene.	Feb.	Abr.	Myo.
4.70	3.13	2.53	1.70	.93	.33	0.00	0.00

Diámetro del tallo (cms.)

Jun.	Oct.	Sep.	Nov.	Myo.	Ene.	Feb.	Abr.
1.08	.93	.89	.88	.56	.53	.51	.44

Porcentaje de hojas

Abr.	Myo.	Feb.	Ene.	Nov.	Jun.	Oct.	Sep.
82.36	77.17	69.02	65.84	49.20	41.82	41.06	39.37

8 SEMANAS

Altura de la planta (cms.)

Sep.	Jun.	Nov.	Ene.	Mar.	Abr.
189	180	147	113	58	37

Ancho de la hoja (cms.)

Jun.	Nov.	Sep.	Ene.	Mar.	Abr.
1.65	1.45	1.43	1.18	1.02	1.01

Distancia entre nudos (cms.)

Sep.	Jun.	Nov.	Ene.	Mar.	Abr.
17.77	15.85	13.56	11.84	2.42	0.00

Número de nudos

Sep.	Nov.	Jun.	Ene.	Mar.	Abr.
6.90	4.60	4.27	3.83	.43	0.00

Diámetro del tallo (cms.)

Jun.	Nov.	Sep.	Ene.	Mar.	Abr.
1.22	.96	.84	.79	.62	.47

Porcentaje de hojas

Abr.	Mar.	Ene.	Jun.	Nov.	Sep.
80.03	70.80	46.92	39.77	35.14	31.95

La mayoría de las fechas son significativamente diferentes entre si. Muñoz (54) obtuvo menos variaciones entre las diferentes fechas de corte debido a que la estación seca en ese año fué

menos marcada que en el caso del presente trabajo.

Las medidas en consideración están correlacionadas positivamente con los rendimientos y precipitación, a excepción del % de hojas (gráficos Nos. 3 y 4).

Se estimaron los índices de correlación entre precipitación y: altura de la planta, ancho de la hoja, distancia entre nudos, número de nudos y diámetro del tallo (cuadro Nº 18).

Cuadro Nº 18. Coeficientes de correlación entre precipitación y algunas características morfológicas del pasto elefante.

PRECIPITACION		Altura de la planta	Ancho de la hoja	Distancia entre nudos	Número de nudos	Diámetro del tallo
NIVELES	No	0.807++	0.837++	0.841++	0.737++	0.826++
	N1	0.863++	0.762++	0.869++	0.850++	0.823++
CORTES	C1	0.664++	0.498+	0.777++	0.687++	0.678++
	C2	0.784++	0.730++	0.824++	0.814++	0.807++

\+ Significativa al 5% de probabilidad
++ Significativa al 1% de probabilidad

Las correlaciones son altamente significativas en todos los casos con excepción del ancho de la hoja en la frecuencia de corte de 6 semanas (5%).

Con base a éstos resultados, debemos esperar que las medidas de las características morfológicas aumenten durante los meses de junio a septiembre en el caso de Turrialba. Después de septiembre comenzarán a disminuir hasta llegar a sus valores mínimos durante los meses de marzo y abril.

Los resultados del presente trabajo son similares a los de Muñoz (54) y corroboran las observaciones de Tapia (73) y Bateman y Decker (7) en el sentido de que la planta de elefante cambia su morfología durante el transcurso del año. Así mismo, éstos cambios morfológicos van acompañados de aumentos o disminuciones en los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, etc.

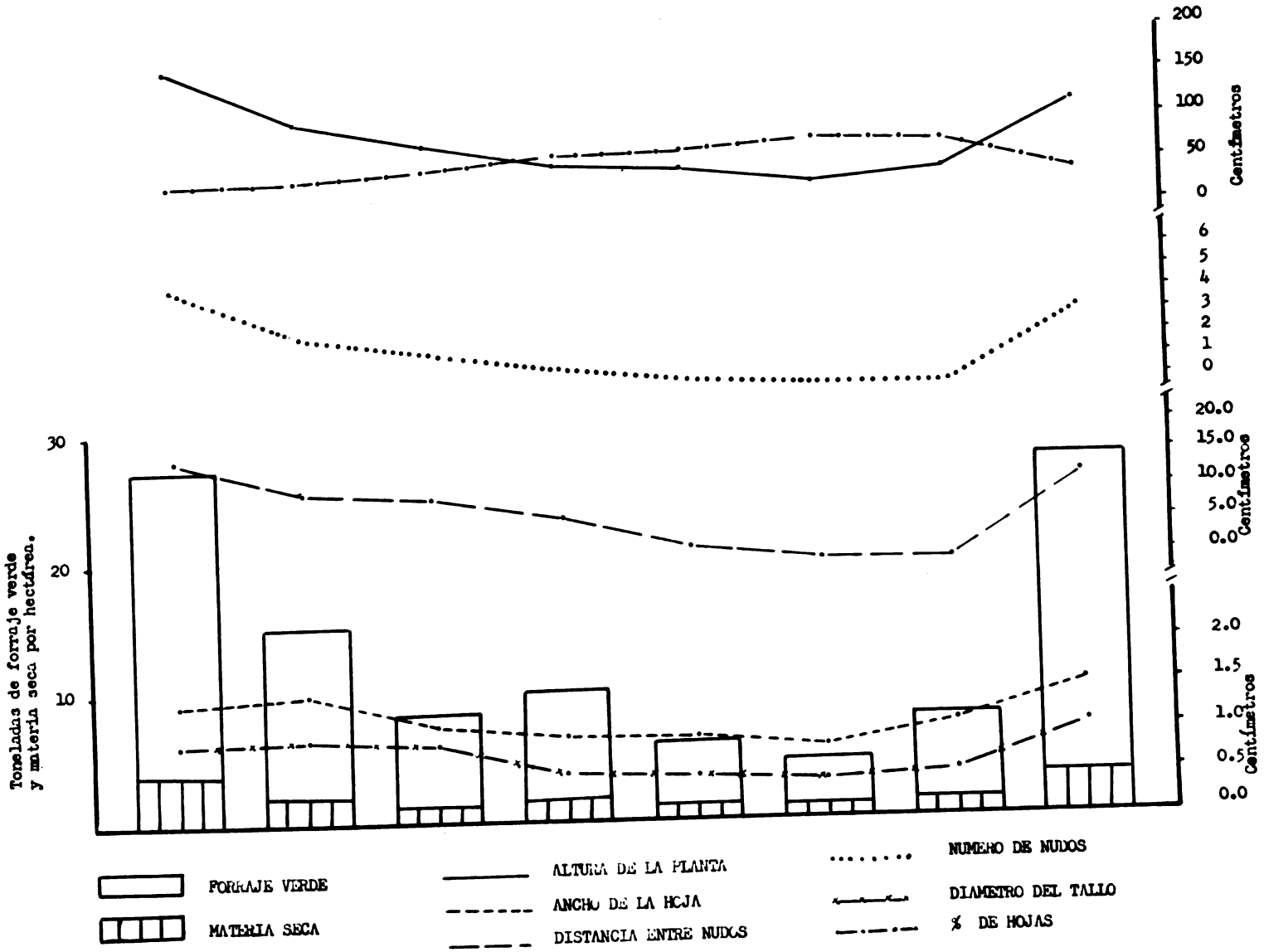


GRAFICO No. 3. Variaciones anuales de seis características morfológicas del pasto Elefante en relación con los rendimientos de forraje verde y materia seca. Cortes de 6 semanas.

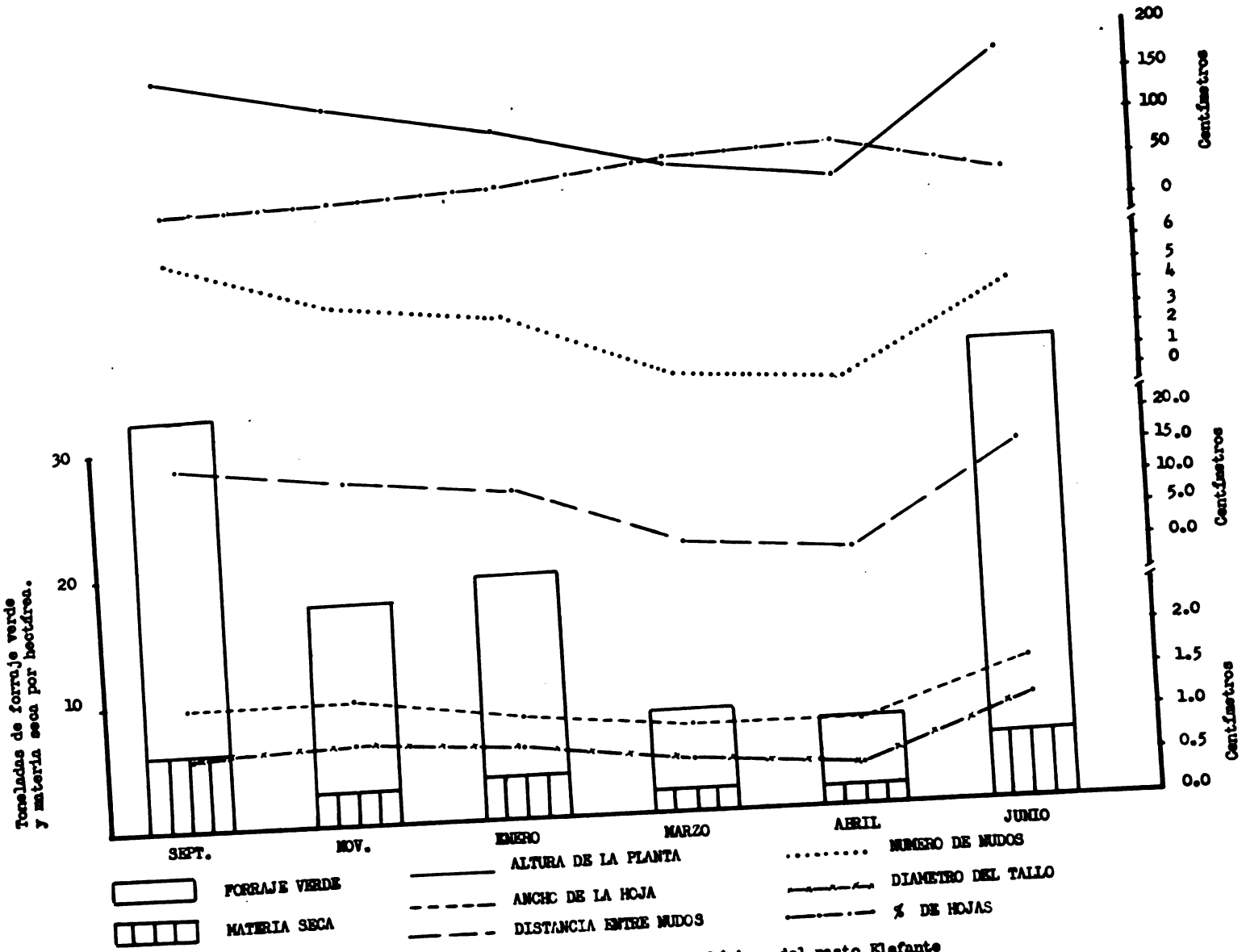


GRAFICO No. 4. Variaciones anuales de seis características morfológicas del pasto Elefante en relación con los rendimientos de forraje verde y materia seca. Cortes de 8 semanas.

Composición química.

Previa determinación del contenido de materia seca de la planta y de las hojas, se efectuaron los análisis proximales correspondientes a cada uno de los cuatro tratamientos. (Cuadros Nos. 19, 20, 21 y 22).

Cuadro Nº 19. Análisis proximal de la planta de elefante sin fertilizar. Cortes de 6 y 8 semanas. (Base seca).

Nº de corte	Fecha 1960-61	Materia seca %	Proteína cruda % %	Fibra cruda	E.E. %	Ceniza %	ELN %
		CORTES DE 6 SEMANAS					
1	Septiembre	16.17	5.65	28.64	2.63	12.46	50.62
2	Octubre	15.25	6.65	29.20	2.48	14.12	47.55
3	Noviembre	16.62	7.68	26.83	2.69	14.81	47.99
4	Enero	18.77	9.98	25.16	2.91	15.55	46.40
5	Febrero	22.82	9.24	24.86	3.47	15.09	47.34
6	Abril	23.61	8.89	23.26	3.03	12.55	52.27
7	Mayo	17.09	11.93	26.45	3.35	13.38	44.89
8	Junio	15.90	6.11	31.04	2.84	13.35	46.66
$\bar{X}$		18.28	8.27	26.93	2.92	13.91	47.96
		CORTES DE 8 SEMANAS					
1	Septiembre	18.19	5.23	30.58	2.33	12.04	49.82
2	Noviembre	15.32	5.62	30.85	2.40	11.23	49.90
3	Enero	17.71	7.72	28.19	2.85	14.44	46.80
4	Marzo	22.89	7.46	25.32	2.76	13.96	50.50
5	Abril	20.35	9.76	25.26	2.90	12.91	49.17
6	Junio	16.60	5.81	31.67	2.69	12.13	47.70
$\bar{X}$		18.51	6.93	28.64	2.65	12.78	48.98

Cuadro Nº 20. Análisis proximal de las hojas de elefante sin fertilización. Cortes de 6 y 8 semanas. (Base seca).

Nº de corte	Fecha 1960-61	Materia seca %	Proteína cruda %	Fibra cruda %	E.E. %	Ceniza %	ELN %
		CORTES DE 6 SEMANAS					
1	Septiembre	18.36	7.99	26.47	3.19	12.60	49.75
2	Octubre	21.24	9.25	26.98	3.38	13.08	47.31
3	Noviembre	20.09	9.81	25.98	3.27	14.10	46.84
4	Enero	21.65	11.54	23.91	3.34	15.46	45.75
5	Febrero	25.20	10.24	23.93	3.09	15.59	47.15
6	Abril	25.20	9.19	23.03	3.11	12.37	52.30
7	Mayo	19.27	12.14	26.41	3.83	13.06	44.56
8	Junio	21.07	8.13	29.79	3.33	13.62	45.13
$\bar{X}$		21.51	9.79	25.81	3.32	13.73	47.35
		CORTES DE 8 SEMANAS					
1	Septiembre	22.29	8.02	27.73	3.10	12.93	48.22
2	Noviembre	20.00	8.14	28.12	3.04	11.67	49.03
3	Enero	22.51	9.48	25.70	3.07	14.77	46.98
4	Marzo	25.61	8.37	24.65	2.89	13.93	50.16
5	Abril	23.52	9.44	25.36	3.23	12.71	49.26
6	Junio	23.83	7.84	30.27	3.13	12.31	46.45
$\bar{X}$		23.08	8.55	26.97	3.08	13.05	48.35

Cuadro Nº 21. Análisis proximal de la planta de elefante fertilizada. Cortes de 6 y 8 semanas. (Base seca).

Nº de corte	Fecha 1960-61	Materia seca %	Proteína cruda %	Fibra cruda %	E.E. %	Ceniza %	ELN %
			C O R T E S D E 6 S E M A N A S				
1	Septiembre	13.69	8.39	32.43	3.27	12.62	43.30
2	Octubre	14.29	9.56	30.87	2.74	11.23	45.60
3	Noviembre	13.63	13.32	25.71	3.29	11.90	45.78
4	Enero	16.54	13.97	26.26	3.33	12.50	43.94
5	Febrero	18.20	14.94	26.56	3.67	11.75	43.08
6	Abril	21.67	11.99	24.89	3.65	10.29	49.18
7	Mayo	15.59	18.66	27.44	2.93	10.47	40.50
8	Junio	10.71	14.64	31.14	2.91	10.78	40.53
$\bar{X}$		15.54	13.18	28.16	3.22	11.44	43.99
			C O R T E S D E 8 S E M A N A S				
1	Septiembre	18.60	6.70	38.20	2.55	9.51	43.04
2	Noviembre	15.51	7.69	32.46	2.46	8.70	48.69
3	Enero	17.55	9.63	30.17	3.56	10.87	45.77
4	Marzo	19.51	11.37	28.46	2.89	10.48	46.80
5	Abril	20.10	9.60	26.84	2.89	10.76	49.91
6	Junio	12.75	10.44	33.60	2.47	9.53	43.96
$\bar{X}$		17.50	9.24	31.62	2.80	9.97	46.36

Cuadro Nº 22. Análisis proximal de las hojas de elefante fertilizado. Cortes de 6 y 8 semanas. (Base seca).

Nº de corte	Fecha 1960-61	Materia seca %	Proteína cruda %	Fibra cruda %	E.E. %	Ceniza %	ELN %
		CORTES DE 6 SEMANAS					
1	Septiembre	16.62	11.89	28.29	2.93	11.68	45.21
2	Octubre	21.07	11.47	28.45	3.53	11.16	45.39
3	Noviembre	20.40	17.43	26.52	3.87	11.40	40.78
4	Enero	20.13	15.50	24.79	3.54	12.55	43.62
5	Febrero	22.20	15.76	26.38	3.35	11.25	43.26
6	Abril	24.77	13.01	23.23	3.88	10.68	49.20
7	Mayo	17.78	20.28	27.19	3.90	9.52	39.11
8	Junio	17.28	15.66	30.16	4.04	10.82	39.32
$\bar{X}$		20.03	15.12	26.88	3.63	11.13	43.24
		CORTES DE 8 SEMANAS					
1	Septiembre	21.07	11.40	29.85	3.48	11.65	43.62
2	Noviembre	20.52	11.07	29.09	4.15	9.28	46.41
3	Enero	22.60	12.50	28.15	4.25	11.50	43.60
4	Marzo	23.18	12.39	27.10	3.36	10.66	46.49
5	Abril	23.30	11.29	26.19	2.96	11.86	47.70
6	Junio	21.50	12.44	31.31	3.42	10.64	42.19
$\bar{X}$		22.03	11.85	28.61	3.60	10.93	45.00

Los porcentajes de materia seca en la planta entera y en las hojas, obtenidos a través del experimento, se presentan en el cuadro Nº 23.

Cuadro Nº 23. Contenidos de materia seca del pasto elefante durante diferentes épocas del año. Planta entera y hojas.

		SIN FERTILIZAR		FERTILIZADO	
Nº de corte	Fecha 1960-61	Planta	Hojas	Planta	Hojas
		CORTES DE 6 SEMANAS			
1	Septiembre	16.17	18.36	13.69	16.62
2	Octubre	15.25	21.24	14.29	21.07
3	Noviembre	16.62	20.09	13.63	20.40
4	Enero	18.77	21.65	16.54	20.13
5	Febrero	22.82	25.20	18.20	22.20
6	Abril	23.61	25.20	21.67	24.77
7	Mayo	17.09	19.27	15.59	17.78
8	Junio	15.90	21.07	10.71	17.28
$\bar{X}$		18.28	21.51	15.54	20.03
		CORTES DE 8 SEMANAS			
1	Septiembre	18.19	22.99	18.60	21.07
2	Noviembre	15.32	20.00	15.51	20.52
3	Enero	17.71	22.51	17.55	22.60
4	Marzo	22.89	25.61	19.51	23.18
5	Abril	20.35	23.52	20.10	23.30
6	Junio	16.60	23.83	13.75	21.50
$\bar{X}$		18.51	23.08	17.50	22.03

Se determinaron los efectos de las dos frecuencias de corte y los dos niveles de fertilización en el porcentaje de materia seca y composición química de la planta. Para ello se realizaron análisis de variancia. (Cuadros Nos. 24, 25 y 26).

Cuadro Nº 24. Cuadrados medios de análisis de variancias de los contenidos de materia seca. Planta entera y hojas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de materia seca planta entera	C.M. del % de materia seca hojas
Bloques	4	0.48	0.49
Niveles	1	17.57 ++	7.97 ++
Cortes	1	6.01 ++	15.82 ++
N x C	1	3.76 +	0.24
Error	12	0.61	0.63

\+ Significativa al nivel del 5%
++ Significativa al nivel del 1%

Las diferencias entre frecuencias de corte y niveles de fertilización resultaron altamente significativas para contenido de materia seca en la planta entera y hojas.

La frecuencia de corte de 8 semanas resultó con mayores contenidos de materia seca que la frecuencia de 6. Concuerdan éstos resultados con la mayoría de los de investigadores (27,36,51,54,59, 60,62,63,72,82) en diferentes regiones del mundo, quienes también han encontrado que los contenidos de materia seca aumentan a mayor edad de la planta (cuadro Nº 3). Sin embargo, es importante tener en consideración el hecho de que la calidad del forraje disminuye en relación directa con la edad (59) (cuadro Nº 4).

El porcentaje de materia seca fué consistentemente más alto en el nivel de fertilización 0 que en el 1. Muñoz (54) obtuvo similares resultados. Murillo (56), por el contrario, en trabajos realizados también en Costa Rica, encontró que la fertilización a base de nitrógeno no afecta el contenido de materia seca del pasto

elefante. Debemos recordar, sin embargo, que las aplicaciones de fertilizantes del presente trabajo y el de Muñoz (54) incluían además de nitrógeno, fósforo y potasio. Ellis y Burrowes (24) encontraron pequeños aumentos en el contenido de materia seca al aplicar nitrógeno. Probablemente los factores clima y suelo jueguen un papel importante en éste sentido.

Se encontró una interacción negativa al nivel del 5% de niveles de fertilización por frecuencia de cortes para el porcentaje de materia seca de la planta entera. Esto indica que el efecto negativo de la fertilización sobre el contenido de materia seca de la planta fué más acentuado en la frecuencia de corte de 6 semanas que en la de 8 (cuadros Nos. 23 y 24). No hubieron diferencias significativas en el contenido de materia seca entre los cortes de 6 y 8 semanas del forraje no fertilizado, pero sí del fertilizado.

El efecto negativo de la fertilización sobre el contenido de materia seca en las hojas actuó uniformemente en ambas frecuencias de corte. La disminución en el contenido de materia seca debida a la fertilización fué más acentuada en los tallos que en las hojas. Por lo tanto, al cortar el pasto fertilizado en estado tierno (alto contenido de hojas), se disminuyen éstos efectos.

No existieron efectos de ninguna de las dos frecuencias de corte ni de los dos niveles de fertilización, sobre los contenidos de extracto etéreo de la planta entera o de hojas (cuadros Nos. 25 y 26).

Considerando la planta entera (cuadro Nº 25), las diferencias resultaron ser altamente significativas entre niveles y cortes para contenidos de proteína cruda, fibra cruda y ceniza.

Cuadro Nº 25. Cuadrados medios de análisis de variancias de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza. Planta entera.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de proteína cruda	C.M. del % de fibra cruda	C.M. del % de extracto etéreo	C. M. del % de ceniza
Bloques	1	0.00	0.03	0.08	0.41 +
Niveles	1	26.39 ++	31.67 ++	0.10	13.96 ++
Cortes	1	13.70 ++	1.02 ++	0.24	3.36 ++
N x C	1	3.31 ++	2.03 ++	0.01	0.07
Error	3	0.02	0.007	0.07	0.04

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

Cuadro Nº 26. Cuadrados medios de análisis de variancias de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza. Hojas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de proteína cruda	C.M. del % de fibra cruda	C.M. del % de extracto etéreo	C.M. del % de ceniza
Bloques	1	0.00	0.05	0.00	0.71
Niveles	1	37.59 ++	3.67 +	0.35	11.17 ++
Cortes	1	10.17 ++	4.17 ++	0.03	0.40
N x C	1	2.02 ++	0.17	0.02	0.10
Error	3	0.04	0.11	0.04	0.10

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

En contenido de proteína, la frecuencia de corte de 6 semanas es mejor que la de 8 y el nivel de fertilización 1 al 0 (cuadros Nos. 19,20,21 y 22). Toda la literatura encontrada concuerda con éstos resultados, a excepción de Wilsie y asociados (82) en Hawaii.

Según éstos investigadores, el contenido de proteína cruda disminuye al aumentar el número de cortes. Las condiciones climatológicas, de suelo, etc. del lugar de Hawaii donde éstos investigadores efectuaron sus trabajos, deben ser especiales. De otra manera, se hace sumamente difícil interpretar dichos resultados. Los resultados obtenidos por Van Rensburg (76) en éste sentido son bastante concluyentes. Según él, a más frecuentes los cortes, mayor es el contenido de proteína.

Los aumentos en el contenido de proteína del pasto debido a la fertilización obtenidos en el presente trabajo, concuerdan con la mayoría de los investigadores (1,2,15,24,36,44,54,72,75,77). Cabe aclarar que los fertilizantes aplicados por éstos investigadores consistieron en nitrógeno solamente. Aunque Addison (1), afirma que al combinar el nitrógeno con el fósforo, el porcentaje de proteína cruda en la planta tiende a disminuir, en el presente trabajo no se encontró ésta tendencia.

Los porcentajes de fibra cruda en la frecuencia de corte de 8 semanas y con el nivel de fertilización 1 fueron más altos que los encontrados en los cortes de 6 semanas y en el nivel 0. Estos resultados son similares a los obtenidos por Muñoz (54) y otros autores (10, 85) quienes afirman que el contenido de fibra cruda aumenta al incrementarse la producción.

Por otro lado, Nordfeldt y asociados (59) han encontrado que el porcentaje de fibra cruda en base seca del pasto elefante aumenta a razón de 1% por semana, después que se alcanza cierta edad. Las diferencias en contenido de fibra cruda encontradas en el

presente trabajo entre las dos frecuencias de corte estudiadas, se mantuvieron alrededor del 2%.

El contenido de ceniza fué mayor en la frecuencia de corte de seis semanas que en la de 8 y disminuyó como consecuencia de la fertilización en ambas frecuencias. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Van Rensburg (76) en Tanganyica, Africa (cuadro Nº 4). Sin embargo, Murillo (56) en otra región de Costa Rica encontró que la fertilización no afecta el contenido de ceniza en el pasto elefante.

Se encontraron interacciones altamente significativas (1%) de niveles de fertilización por frecuencia de cortes para contenidos de proteína cruda y fibra cruda. En el contenido de proteína cruda, la respuesta a la fertilización fué superior cuando el pasto se cortó a las 6 semanas de edad. Esta diferencia se explica por el hecho de que a las 8 semanas de edad el pasto ya tiene menor contenido de proteína cruda. Los aumentos en el contenido de fibra cruda debidos a la fertilización fueron mayores en la frecuencia de corte de 6 semanas que en la de 8. Los resultados de Muñoz (54) son similares.

Respecto a la composición química de las hojas, las diferencias entre niveles de fertilización fueron altamente significativas (1%) para contenidos de proteína cruda y ceniza, y al 5% para fibra cruda (cuadro Nº 26). Las diferencias entre frecuencias de corte para los contenidos de proteína cruda y fibra cruda, fueron altamente significativas (1%). Estos resultados corroboran los obtenidos por Muñoz (54).

Del análisis de los cuadros Nos. 25 y 26, podemos apreciar que los cambios en el contenido de proteína cruda, debido a los tratamientos, suceden por igual tanto en los tallos como en las hojas. En el caso de fibra cruda, los aumentos debido a la fertilización son más grandes en los tallos que en las hojas. Por lo tanto, al cosechar el pasto antes de que el porcentaje de tallos sea muy alto, se reducirían éstos aumentos de fibra cruda que son inconvenientes en el forraje. Los contenidos de ceniza en las hojas fueron iguales en ambas edades de la planta (6 y 8 semanas). Entre las dos edades, la disminución en el contenido de ceniza causada por la fertilización, se efectúa únicamente en los tallos. De aquí la importancia de la cosecha temprana del pasto.

Los contenidos de materia seca del pasto variaron significativamente a través del año (cuadros Nos. 27 y 28).

Cuadro Nº 27. Cuadrados medios de análisis de variancias de los contenidos de materia seca de la planta entera y hojas, efectos estacionales. Cortes de 6 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de materia seca planta entera	C.M. del % de materia seca hojas
Fechas	7	101.89 ++	64.45 ++
Niveles	1	150.51 ++	43.61 ++
N x F	7	5.44	4.87
Error	64	2.76	2.95

++ Significativa 0.01

Cuadro Nº 28. Cuadrados medios de análisis de variancias de los contenidos de materia seca de la planta entera y hojas. Efectos estacionales. Cortes de 8 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de materia seca planta entera	C.M. del % de materia seca Hojas
Fechas	5	60.20 ++	19.34 ++
Niveles	1	15.17 ++	16.48
N x F	5	6.88	4.39
Error	48	3.13	4.22

++ Significativa 0.01

Los más altos contenidos de materia seca en el forraje se encontraron en los meses de menor precipitación (enero a abril). Las variaciones obtenidas por Muñoz (54) fueron menores, debido probablemente a que en ese año la precipitación fué mucho más uniforme. Sin embargo, él obtuvo aumentos significativos en el contenido de materia seca durante la época de menor precipitación. Los aumentos en el contenido de humedad del pasto durante la época de mayor precipitación suceden tanto en los tallos como en las hojas.

El contenido de extracto etéreo en la planta o en las hojas no varió significativamente a través del año en ninguna de las dos frecuencias de corte (cuadros Nos. 29, 30, 31 y 32). Para las diferencias entre niveles de fertilización dentro de fechas fueron significativas al nivel del 5% (frecuencias de 8 semanas). El contenido fué más alto en el nivel de fertilización 1 que en el 0.

Cuadro Nº 29. Efectos estacionales. Cuadrados medios de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza de la planta entera. Cortes de 6 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de proteína cruda	C.M. del % de fibra cruda	C.M. del % de extracto etéreo	C.M. del % de ceniza
Fechas	7	25.79 ++	27.70 ++	0.34	3.06 +
Niveles	1	193.51 ++	12.17 ++	0.72	48.91 ++
N x F	7	4.34 ++	1.91	0.13	1.23
Error	16	0.73	1.01	0.22	1.13

\+ Significativa al nivel de 5%
++ Significativa al nivel de 1%

Cuadro Nº 30. Efectos estacionales. Cuadrados medios de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza de la planta entera. Cortes de 8 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de proteína cruda	C.M. del % de fibra cruda	C.M. del % de extracto etéreo	C.M. del % de ceniza
Fechas	5	8.97 ++	43.86 ++	0.37	4.57
Niveles	1	31.83 ++	53.16 ++	0.13	43.26 ++
N x F	5	3.00 +	5.50	0.01	0.61
Error	12	0.85	1.12	0.14	3.30

\+ Significativa al nivel de 5%
++ Significativa al nivel de 1%

Cuadro Nº 31. Efectos estacionales. Cuadrados medios de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza de las hojas. Cortes de 6 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de proteína cruda	C.M. del % de fibra cruda	C.M. del % de extracto etéreo	C.M. del % de ceniza
Fechas	7	16.99 ++	18.33 ++	0.25	3.38 ++
Niveles	1	228.17 ++	9.04 ++	0.79	54.16 ++
N x F	7	4.83 ++	0.61	0.12	1.17
Error	16	0.50	0.74	0.22	0.68

++ Significativa al nivel de 5%

Cuadro Nº 32. Efectos estacionales. Cuadrados medios de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza de las hojas. Cortes de 8 semanas.

F. de variación	G.L.	C.M. del % de proteína cruda	C.M. del % de fibra cruda	C.M. del % de extracto etéreo	C.M. del % de ceniza
Fechas	5	1.03	15.32 ++	0.22	3.32 +
Niveles	1	65.28 ++	16.25 ++	1.67 +	27.03 ++
N x F	5	0.90	0.69	0.29	1.04
Error	12	0.60	0.91	0.24	0.84

\+ Significativa al nivel de 5%
++ Significativa al nivel de 1%

El contenido de proteína cruda en la planta entera varió significativamente (1%) a través del año en ambas frecuencias de corte (cuadros Nos. 29, 30, 31, 32 y gráfico 5). En las hojas varió significativamente (1%) solamente en la frecuencia de corte de 6 semanas. Esto indica que las hojas en el pasto de 8 semanas de edad mantienen un contenido de proteína cruda constante a través del año. Parece ser que mayores las variaciones en el contenido de proteína ocurren en el tallo.

Los altos porcentajes de proteína cruda coincidieron con los meses de menor precipitación (enero a mayo). Aunque junio fué el mes de mayor precipitación, los contenidos también fueron altos. Probablemente se debió ésto al efecto residual del nitrógeno aplicado en los meses de muy baja precipitación. Al reiniciarse las lluvias en el mes de mayo, el nitrógeno residual aumentó el contenido de proteína cruda del pasto. Esta suposición está corroborada por el hecho de que en las parcelas sin fertilización, el contenido de proteína cruda en la planta en el mes de junio fué similar al del mes de septiembre (cuadros Nos. 19 y 21). Esta es una indicación de que los contenidos de proteína cruda en el pasto elefante y bajo las condiciones de Turrialba, pueden ser aumentados con niveles de fertilización aún más altos que los aplicados en éste experimento. Estos resultados concuerdan con los de Little y asociados (44) en Puerto Rico, quienes obtuvieron respuestas en contenidos de proteína cruda aún a los niveles máximos de 2000 Kgs. de nitrógeno por hectárea.

Los aumentos del contenido de proteína cruda en las plantas

fertilizadas fueron significativamente mayores (al 1%) a través del año, que en las no fertilizadas. Muñoz (54) también obtuvo mayores contenidos de proteína cruda en las parcelas fertilizadas a través de todo el año.

Las interacciones de niveles de fertilización por fechas para contenidos de proteína cruda (cuadros Nos. 29, 30 y 31) se deben a que los efectos de los fertilizantes fueron mayores durante los meses de enero a mayo. La interacción no se presentó para las hojas en el corte de 8 semanas, lo que quiere decir que el contenido de proteína cruda en las hojas del pasto elefante a las 8 semanas de edad no varía a través del año.

Las variaciones en el contenido de fibra cruda en la planta entera y en las hojas durante el año fueron altamente significativas (1%) para ambas frecuencias de corte. Los más altos contenidos de fibra, tanto en planta entera como en hojas se obtuvieron en los meses de mayor precipitación y mayores rendimientos (junio a octubre) (cuadros Nos. 29, 30, 31 y 32. Gráficos 1, 2 y 5). Esto está en desacuerdo con los resultados de Oyenuga (61) quien encontró que los contenidos de fibra cruda variaron inversamente con la precipitación.

Los aumentos en el contenido de fibra cruda debidos a la fertilización fueron uniformes a través del año, excepto en el mes de septiembre en el cual el pasto de la frecuencia de 8 semanas tuvo un aumento desproporcionado (cuadros Nos. 19 y 21).

El contenido de ceniza varió significativamente a través del año en la frecuencia de 6 semanas. Estas variaciones fueron más

altas en las hojas que en los tallos (cuadros Nos. 29, 30, 31 y 32). Con la fertilización se disminuyó el contenido de ceniza en los tallos y hojas por igual a través de todas las fechas en ambas frecuencias de corte.

Se descompusieron los grados de libertad de la S.C. de fechas con el fin de determinar entre cuales fechas de corte hubieron diferencias significativas (figura Nº 4).

Fig. Nº 4. Distribución de los contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza, durante las fechas de los cortes de 6 y 8 semanas. Planta entera.

TENDENCIA DE MAYOR A MENOR

(Las líneas sólidas indican que no existe diferencia significativa entre los cortes).

6 SEMANAS

MATERIA SECA
%

Abr.	Feb.	Ene.	Myo.	Nov.	Sep.	Oct.	Jun.
22.64	20.51	17.66	16.34	15.13	14.93	14.77	13.30

PROTEINA CRUDA
%

Myo.	Feb.	Ene.	Nov.	Abr.	Jun.	Oct.	Sep.
13.29	12.09	11.98	10.50	10.44	10.38	8.11	7.02

FIBRA CRUDA
%

Jun.	Sep.	Oct.	Myo.	Nov.	Ene.	Feb.	Abr.
31.09	30.53	30.04	26.95	26.27	25.71	25.71	24.08

CENIZA
%

Ene.	Feb.	Nov.	Oct.	Sep.	Jun.	Myo.	Abr.
14.03	13.42	13.35	12.68	12.54	12.07	11.93	11.42

8 SEMANAS

MATERIA SECA
%

Mar.	Abr.	Sep.	Ene.	Nov.	Jun.
21.20	20.22	18.39	17.63	15.42	15.18

PROTEINA CRUDA
%

Abr.	Mar.	Ene.	Jun.	Nov.	Sep.
9.68	9.42	8.68	8.12	6.65	5.97

FIBRA CRUDA
%

Sep.	Jun.	Nov.	Ene.	Mar.	Abr.
34.39	32.64	31.66	29.18	26.89	26.05

CENIZA
%

No se encontraron diferencias significativas entre fechas de corte

Fig. Nº 5. Distribución de los contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra cruda y ceniza, durante las fechas de los cortes de 6 y 8 semanas. Hojas.

TENDENCIA DE MAYOR A MENOR

(Las líneas sólidas indican que no existe diferencia significativa entre los cortes)

6 SEMANAS

MATERIA SECA
%

Abr.	Feb.	Oct.	Ene.	Nov.	Jun.	Myo.	Sep.
24.98	23.69	21.16	20.89	20.24	19.18	18.52	17.49

PROTEINA CRUDA
%

Myo.	Nov.	Ene.	Feb.	Jun.	Abr.	Oct.	Sep.
16.21	13.62	13.52	13.00	11.90	11.10	10.36	9.94

FIBRA CRUDA
%

Jun.	Oct.	Sep.	Myo.	Nov.	Feb.	Ene.	Abr.
29.98	27.71	27.38	26.80	26.21	25.16	24.35	23.13

CENIZA
%

Ene.	Feb.	Nov.	Jun.	Sep.	Oct.	Abr.	Myo.
14.01	13.42	12.75	12.22	12.14	12.12	11.53	11.29

8 SEMANAS

MATERIA SECA
%

Mar.	Abr.	Jun.	Ene.	Sep.	Nov.
24.39	23.41	22.66	22.55	22.03	20.26

PROTEINA CRUDA
%

No hay diferencias significativas entre fechas de corte.

FIBRA CRUDA
%

Jun.	Sep.	Nov.	Ene.	Mar.	Abr.
30.79	28.79	28.60	26.93	25.88	25.78

CENIZA
%

Ene.	Mar.	Sep.	Abr.	Jun.	Nov.
13.14	12.30	12.29	12.28	11.48	10.48

En el cuadro Nº 33 se presentan los coeficientes de correlación de precipitación con porcentajes de: M.S., proteína cruda y fibra cruda en los diferentes tratamientos.

Cuadro Nº 33. Coeficientes de correlación de precipitación con porcentajes de materia seca, proteína cruda y fibra cruda, en los diferentes tratamientos.

		Porcentaje de materia seca	Porcentaje de proteína cruda	Porcentaje de fibra cruda
PRECIPITACION				
NIVELES	No	- 0.775 ++	- 0.688 ++	0.852 ++
	N1	- 0.659 ++	- 0.394	0.656 ++
CORTES	C1	- 0.731 ++	- 0.290	0.609 ++
	C2	- 0.863 ++	- 0.502	0.605 +

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

La correlación de precipitación con contenido de proteína cruda fué negativa, pero solamente significativa (1%) en el caso del pasto no fertilizado.

Los efectos negativos de la precipitación sobre el contenido de proteína cruda se reducirían mediante aplicaciones fuertes de fertilizantes nitrogenados en cortes de 6 semanas. Durante la época de mayor precipitación, el contenido de fibra cruda en el forraje se incrementa (cuadro Nº 33). En Turrialba, por lo tanto, se obtendrá un forraje alto en fibra cruda durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

Con el objeto de determinar si existen relaciones entre cambios morfológicos de la planta con su composición química se estimaron los coeficientes de correlación entre alguna de las medidas (cuadro Nº 24).

Cuadro Nº 34. Coeficientes de correlación de porcentajes de proteína cruda y fibra cruda con número de nudos y diámetro del tallo.

		Número de nudos	Diámetro del tallo
% DE PROTEINA CRUDA			
NIVELES	No	- 0.835 ++	- 0.830 ++
	N1	- 0.638 +	- 0.211
CORTES	C1	- 0.315	0.052
	C2	- 0.440	0.086
% DE FIBRA CRUDA			
NIVELES	No	0.810 ++	0.912 ++
	N1	0.906 ++	0.615 +
CORTES	C1	0.792 ++	0.778 ++
	C2	0.731 ++	0.675 +

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

Con base a los coeficientes de correlación que aparecen en el cuadro Nº 34, se observa que a mayor número de nudos en el tallo, menores son los contenidos de proteína cruda en el forraje. Cuando el forraje no se fertiliza, el diámetro del tallo guardará una relación estrecha pero negativa con el contenido de proteína cruda. Al fertilizar, la relación se pierde.

Así mismo, de acuerdo con los coeficientes de correlación que aparecen en el cuadro Nº 34, un aumento en el número de nudos o un aumento en el diámetro del tallo, indican aumentos de importancia en el contenido de fibra.

En vista de que los contenidos de proteína cruda, fibra cruda y materia seca son de gran importancia en la alimentación animal, se calcularon los coeficientes de correlación entre ellos (cuadro Nº 35).

Cuadro Nº 35. Coeficientes de correlación de contenidos de fibra cruda con porcentajes de materia seca y proteína cruda.

		Porcentajes de materia seca	Porcentajes de proteína cruda
% DE FIBRA CRUDA			
NIVELES	No	- 0.794 ++	- 0.770 ++
	N1	- 0.301	- 0.635 +
CORTES	C1	- 0.782 ++	- 0.217
	C2	- 0.268	- 0.082

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

Al interpretar los coeficientes de correlación que aparecen en el cuadro Nº 35, vemos que a menor edad de la planta, es menor el contenido de fibra cruda en relación con el contenido de materia seca. A medida que el pasto va madurando, el porcentaje de fibra cruda en relación con el de materia seca, aumenta.

El contenido de proteína cruda está correlacionado negativamente con el contenido de fibra. Es decir, mientras mayor es el contenido de fibra cruda en el pasto, menor tiende a ser el contenido de proteína cruda. Sin embargo, las relaciones en él varían con los tratamientos. Así, en el pasto no fertilizado la "r" es mayor que en el fertilizado. En el pasto cortado a 6 semanas, el valor es mayor que en el de 8, aunque en ninguno de los dos casos se alcanzó la significancia.

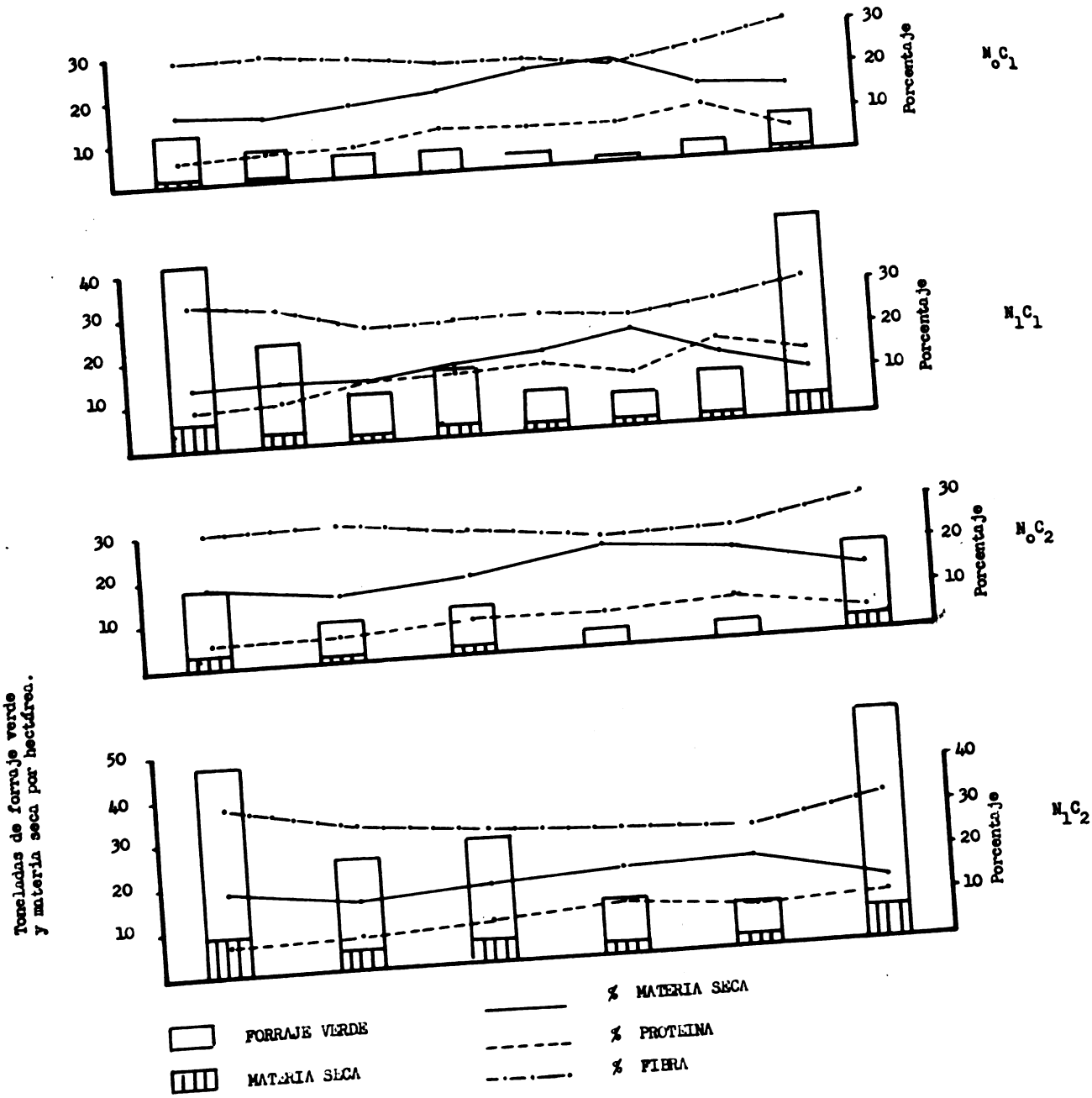


GRAFICO No. 5. Contenidos de materia seca, proteína cruda y fibra cruda en relación con los rendimientos de forraje verde y materia seca. Tratamientos N_oC_1, N_1C_1, N_oC_2, N_1C_2.

Aceptación por el ganado.

En el cuadro Nº 36 se presentan los consumos de forraje verde y materia seca. En algunas de las pruebas fué necesario reducir el número de animales para algunos de los tratamientos. El forraje cosechado en esas fechas no fué suficiente debido a una inesperada sequía que azotó la región.

Cuadro Nº 36. Promedios de kilogramos de forraje verde y materia seca consumidos por cada 100 kilogramos de peso vivo del animal. Forrajes fertizado y sin fertilizar. Cortes de 6 y 8 semanas.

		SIN FERTILIZAR		6 Semanas FERTILIZADO		
Nº de orden	Fecha 1960-61	Nº de animales	Forraje verde	Materia seca	Nº de animales	Forraje verde	Materia seca
		CORTES DE 6 SEMANAS					
1	Septiembre	3	13.87	2.22	3	13.73	1.72
2	Octubre	3	15.05	2.66	3	13.40	1.94
3	Noviembre	3	14.84	2.79	3	15.61	2.65
4	Enero	1	12.77	2.89	2	14.24	2.61
5	Febrero	1	5.76	1.93	1	11.31	2.62
6	Abril	1	11.73	4.22	1	10.72	3.38
7	Mayo	1	14.49	3.57	2	14.27	2.50
8	Junio	2	12.14	2.26	2	14.52	2.23
$\bar{X}$			12.58	2.82		13.47	2.46
		CORTES DE 8 SEMANAS					
1	Septiembre	3	13.03	2.51	3	10.20	1.86
2	Noviembre	3	13.54	2.39	3	13.31	2.13
3	Enero	2	13.80	2.94	2	14.07	2.85
4	Marzo	1	12.04	3.29	2	12.75	2.88
5	Abril	1	11.10	3.15	1	13.89	3.45
6	Junio	2	12.98	2.41	2	11.36	2.06
$\bar{X}$			12.75	2.78		12.60	2.54

Con el objeto de determinar cuales nutrientes del forraje influyen en su consumo, se efectuaron análisis proximales del forraje que se ofreció a los animales así como también del que éstos rechazaron. Como puede observarse en los cuadros Nos. 37 y 38, los contenidos de proteína cruda y extracto etéreo en el forraje ofrecido fueron mayores que los encontrados en los rechazos. Por el contrario, los contenidos de fibra cruda fueron más altos en el forraje ofrecido que en el rechazado. Cuando se efectuaron los análisis proximales de la planta entera y de las hojas, se encontró que los contenidos de proteína cruda y extracto etéreo fueron siempre más altos en éstas últimas que en la planta entera. Así mismo, el contenido de fibra cruda fué mayor en las hojas que en la planta entera. Probablemente los animales consumieron un porcentaje más alto de hojas que de tallos. De acuerdo con Milford (52), las hojas de los pastos son generalmente de mayor aceptación por parte del ganado que los tallos y demás partes fibrosas.

Cuadro Nº 37. Análisis proximal del forraje sin fertilizar ofrecido y rechazado en las pruebas de consumo. Cortes de 6 y 8 semanas.

		Materia seca %	% de proteína cruda		% de fibra cruda		% de extracto etéreo		% de ceniza		% de ELN	
Nº de corte	Fecha 1960-61	Ofrecido	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado
					CORTES DE 6 SEMANAS							
1	Septiembre	16.17	6.70	5.96	28.93	31.82	2.33	1.71	12.74	13.19	49.30	47.32
2	Octubre	15.25	8.52	7.10	27.22	30.66	2.56	1.92	15.12	15.55	46.58	44.77
3	Noviembre	16.62	8.31	6.50	27.56	27.67	2.30	1.59	13.54	12.88	46.45	51.36
4	Enero	18.77	9.12	8.99	25.71	26.19	2.69	1.73	14.79	15.62	47.60	47.47
5	Febrero	22.82	8.78	8.19	24.69	26.85	2.69	1.88	14.46	13.94	49.38	49.14
6	Abril	23.61	8.42	7.17	24.40	25.82	3.20	1.74	11.80	13.18	52.18	52.09
7	Mayo	17.09	12.18	10.32	26.62	24.92	2.56	2.30	12.55	12.35	46.09	50.11
8	Junio	15.90	6.95	6.51	31.77	33.29	2.60	1.93	13.64	13.46	45.04	44.81
$\bar{X}$		18.28	8.62	7.59	27.11	28.40	2.62	1.85	13.58	13.77	47.84	48.38
					CORTES DE 8 SEMANAS							
1	Septiembre	18.19	6.54	4.96	31.85	36.17	2.07	1.40	13.47	11.74	46.07	45.73
2	Noviembre	15.32	6.87	4.93	31.11	33.30	2.22	1.59	11.27	11.14	48.53	49.04
3	Enero	17.71	8.08	7.46	28.52	30.20	2.59	1.79	13.18	13.15	47.63	47.40
4	Marzo	22.89	7.38	6.43	27.96	30.85	2.56	1.90	13.89	12.33	48.21	48.49
5	Abril	20.35	7.77	6.22	26.89	28.30	1.95	1.60	11.50	10.76	51.89	53.12
6	Junio	16.60	7.12	6.82	32.40	32.89	2.55	2.26	11.79	13.24	46.14	44.79
$\bar{X}$		18.51	7.29	6.14	29.79	31.95	2.32	1.76	12.52	12.06	48.08	48.09

Cuadro Nº 38. Análisis proximal del forraje fertilizado ofrecido y rechazado en las pruebas de consumo. Cortes de 6 y 8 semanas.

		Materia seca %	% de proteína cruda		% de fibra cruda		% de extracto etéreo		% de ceniza		% de ELN	
Nº de corte	Fecha 1960-61	Ofrecido	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado	Ofrecido	Rechazado
					CORTES DE 6 SEMANAS							
1	Septiembre	13.69	7.78	5.63	30.16	36.23	2.18	1.58	13.89	15.60	45.99	40.96
2	Octubre	14.29	9.30	6.83	30.80	32.87	2.90	1.79	13.77	14.32	43.23	43.69
3	Noviembre	13.63	13.88	11.05	26.18	28.79	3.04	1.27	14.13	15.54	42.77	43.35
4	Enero	16.54	11.85	10.27	26.93	28.94	3.07	1.76	13.69	13.16	44.46	45.87
5	Febrero	18.20	14.00	13.46	25.67	26.39	2.88	2.35	12.72	12.58	44.73	45.22
6	Abril	21.67	11.69	10.95	24.92	25.60	3.22	2.12	11.01	10.38	49.16	50.45
7	Mayo	15.59	17.52	16.11	27.66	30.83	3.02	1.97	12.00	15.30	39.80	33.79
8	Junio	10.71	12.04	8.22	31.85	34.53	3.02	2.70	12.66	13.37	40.43	40.68
$\bar{X}$		15.54	12.26	10.31	28.02	30.52	2.92	1.94	12.98	13.97	43.82	43.25
					CORTES DE 8 SEMANAS							
1	Septiembre	18.60	6.07	5.18	37.62	40.89	1.80	2.15	10.04	10.26	44.47	41.52
2	Noviembre	15.51	7.06	4.46	32.36	37.36	2.39	1.44	10.03	8.64	43.16	48.10
3	Enero	17.55	7.91	6.52	30.26	33.71	2.44	1.77	11.40	10.06	47.99	47.94
4	Marzo	19.51	10.60	9.60	28.21	29.79	2.61	1.83	11.36	11.62	47.22	47.16
5	Abril	20.10	10.21	9.28	25.74	28.26	2.63	1.63	12.47	12.11	48.95	48.72
6	Junio	12.75	8.19	8.09	34.19	35.60	2.34	1.53	10.66	10.95	44.62	43.83
$\bar{X}$		17.50	8.34	7.19	31.40	34.27	2.37	1.72	10.99	10.61	45.90	46.21

Se efectuaron análisis de variancia de los consumos de forraje verde y materia seca en ambas frecuencias de corte, a fin de determinar si existieron diferencias significativas entre fechas y entre tratamientos (cuadros Nos. 39 y 40).

Cuadro Nº 39. Cuadrados medios de los consumos de forraje verde y materia seca. Kilogramos consumidos por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal. Forraje de 6 semanas de edad.

F. de variación	G.L.	C.M. de Kgs. de forraje verde consumido	C.M. de Kgs. de materia seca consumida
Fechas	7	9.27 ++	0.68 ++
Niveles	1	3.20	0.52 ++
F x N	7	2.62	0.15 +
Error	16	1.34	0.04

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

Cuadro Nº 40. Cuadrados medios de los consumos de forraje verde y materia seca. Kilogramos consumidos por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal. Forraje de 8 semanas de edad.

F. de variación	G.L.	C.M. de Kgs. de forraje verde consumido	C.M. de Kgs. de materia seca consumida
Fechas	5	1.45	0.48 ++
Niveles	1	0.07	0.17 +
F x N	5	1.89 +	0.05
Error	13	0.53	0.02

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

No se encontraron diferencias significativas para consumo de forraje verde entre niveles de fertilización en ninguna de las dos frecuencias de corte. La interacción de niveles de fertilización por fechas, se debió a que las diferencias en consumo entre niveles en el mes de septiembre y abril fueron de 2.83 y 2.79 kilogramos en favor del forraje no fertilizado y fertilizado respectivamente. En el resto del año, las diferencias promedio en favor de uno u otro material fueron menores de 1 kilogramo. El bajo consumo de septiembre del forraje fertilizado, fué causado por el alto contenido de tallos en el forraje.

Los consumos de materia seca en ambas frecuencias de corte fueron significativamente más altos en el pasto no fertilizado que en el fertilizado (cuadro Nº 36). Probablemente ésto se debió al alto contenido de fibra del pasto fertilizado y al mismo tiempo, a su menor contenido de materia seca. De acuerdo con Dodsworth y asociados (22), mientras mayor es el contenido de materia seca en el forraje, mayor será también el consumo de materia seca por unidad de peso vivo. Otros investigadores (13, 25), concuerdan con los autores antes citados. Por otra parte, Crampton (16) afirma que el grado de consumo voluntario en base seca está limitado principalmente por la rapidez de digestión de la celulosa y hemicelulosa.

La interacción de fechas por niveles de fertilización para consumo de materia seca en la frecuencia de corte de 6 semanas se debió a un alto consumo de pasto fertilizado en el mes de febrero. En el resto del año, los consumos del pasto no fertilizado fueron

los más altos. El forraje sin fertilizar en el mes de febrero creció muy poco, y un porcentaje alto de las hojas tenían partes secas. Este hecho afectó notoriamente el consumo de forraje verde y materia seca (cuadro Nº 36. Gráfico Nº 6). Esto concuerda con las afirmaciones de Jones (37) y Watson (80), en el sentido de que los animales generalmente rechazan el forraje con un porcentaje alto de hojas secas.

El consumo de forraje verde varió significativamente (1%) entre las diferentes fechas de la frecuencia de corte de 6 semanas pero no en la de 8 (cuadro Nº 39). No se encontró ninguna tendencia definida en relación con las condiciones estacionales o climatológicas del año.

Las diferencias entre fechas para consumo de materia seca fueron altamente significativas para ambas frecuencias de corte (cuadros Nos. 39 y 40. Gráficos Nos. 6 y 7). Los consumos fueron altos durante los meses de noviembre a mayo, que fué la época de menor producción, menores contenidos de fibra cruda y mayores contenidos de materia seca. Durante la época de mayor producción, mayores contenidos de fibra cruda y menores contenidos de materia seca (junio a septiembre), los consumos fueron relativamente bajos.

A fin de determinar si existieron diferencias significativas entre los consumos de las dos frecuencias de corte, se efectuaron pruebas de "t" para consumos de forraje verde y materia seca. Los valores de "t" obtenidos fueron 0.780 (28 G. de L.) para forraje verde y 0.024 (28 G. de L.) para materia seca. Ninguna de las dos alcanzó la significancia. Es decir, los consumos de forraje verde

y materia seca fueron similares entre ambas frecuencias de corte. Estos resultados no concuerdan con las afirmaciones de varios investigadores (8, 59, 65), en el sentido de que a mayor crecimiento o edad de la planta, menor será el grado de aceptación. Los resultados obtenidos en éste sentido se debieron probablemente a que la diferencia en edad del pasto no fué muy grande para que se pudieran manifestar diferencias en los consumos. Es posible que a mayores diferencias en edad de la planta, los consumos varíen más.

Se descompusieron los grados de libertad de la suma de cuadrados con el fin de determinar entre cuales fechas existieron diferencias de consumo significativas (Fig. Nº 6).

Fig. Nº 6. Diferencias en consumo de forraje verde y materia seca entre las diferentes fechas. Cortes de 6 y 8 semanas. (Consumos de forraje fertilizado y sin fertilizar combinados).

TENDENCIA DE MAYOR A MENOR

(Las líneas sólidas indican que no existen diferencias significativas entre las pruebas)

CONSUMO DE FORRAJE VERDE. 6 SEMANAS DE EDAD

Nov.	Myo.	Oct.	Sep.	Ene.	Jun.	Abr.	Feb.
15.22	14.38	14.22	13.80	13.50	13.33	11.22	8.56

CONSUMO DE FORRAJE VERDE. 8 SEMANAS DE EDAD

No se encontraron diferencias significativas

CONSUMO DE MATERIA SECA. 6 SEMANAS DE EDAD

Abr.	Myo.	Ene.	Nov.	Oct.	Feb.	Jun.	Sep.
3.80	3.03	2.75	2.72	2.30	2.27	2.24	1.97

CONSUMO DE MATERIA SECA. 8 SEMANAS DE EDAD

Abr.	Mar.	Ene.	Nov.	Jun.	Sep.
3.30	3.08	2.89	2.26	2.23	2.18

Las variaciones en los consumos de materia seca fueron mayores que en los consumos de forraje verde.

A través de las pruebas de aceptación efectuadas durante el año, el material rechazado consistió mayormente de tallos, sobre todo en el caso del forraje fertilizado. Se observó que cuando las partes más fibrosas de la planta se picaron en pedazos más pequeños su consumo aumentó. Se notó una gran variación entre los animales en la habilidad para escoger el forraje ofrecido.

Se calcularon los coeficientes de correlación y regresión de los contenidos de proteína cruda, fibra cruda y materia seca con el consumo (cuadros Nos. 41 y 42).

Cuadro Nº 41. Coeficientes de correlación entre consumos de materia seca y porcentajes de materia seca, proteína cruda y fibra cruda en el forraje.

			% de materia seca	% de proteína cruda	% de fibra cruda
Consumo (Kgs. de materia seca por cada 100 Kgs.de peso vivo del animal)					
Con todos los datos			0.598 ++	0.137	- 0.706 ++
	NIVELES	No	0.456	0.558 +	- 0.613 +
		N1	0.634 +	0.282	- 0.767 ++
	CORTES	C1	0.550 +	0.096	- 0.702 ++
		C2	0.739 ++	0.299	- 0.934 ++

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

De acuerdo con éstos coeficientes de correlación, el porcentaje de proteína cruda en el forraje y el grado de consumo de él, son dos factores independientes. Estos resultados concuerdan con las afirmaciones de Ivins (33), quien dice que el análisis químico de un forraje no está correlacionado con su grado de aceptación.

Se encontró que los contenidos de materia seca y fibra cruda guardaron una estrecha relación con los consumos de materia seca (cuadros Nos. 41 y 42. Gráficos Nos. 6 y 7).

Es difícil determinar con exactitud si los grados de consumo durante algunas épocas del año se deben al alto contenido de materia seca en el forraje o al bajo contenido de fibra cruda. En todas las pruebas, cuando el pasto tuvo un contenido alto de fibra, el contenido de materia seca fué bajo, o viceversa. Sin embargo, es importante el hecho de que los coeficientes de correlación negativos de consumo con porcentaje de fibra son más fuertes que las correlaciones positivas entre consumo y porcentaje de materia seca. Lo más probable es que ambos factores estén contribuyendo simultáneamente a los altos consumos en ciertos meses y a los bajos consumos en otros.

De acuerdo con Crampton (17), el consumo de materia seca de los forrajes equivalente a un 3% del peso vivo del animal se considera como un valor normal. Los consumos de materia seca en el mes de abril sobrepasan ese 3%. En esa misma época los porcentajes de fibra cruda en el forraje llegaron a su mínimo y los de materia seca casi a su máximo.

Los resultados de Azman (6) en Filipinas muestran que el

contenido de fibra cruda es más determinante sobre los consumos, que el porcentaje de materia seca. Los consumos de pasto Elefante en estado de floración (aproximadamente 4 meses de edad) obtenidos por éste investigador, fueron marcadamente bajos, a pesar de que el contenido de materia seca era alto. Estos consumos alcanzaron solamente el nivel de 1.5 Kgs. de materia seca por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal.

Es probable que debido a la poca diferencia de edad entre las frecuencias de corte del presente experimento no se haya definido con seguridad cuál de los dos factores (fibra cruda y materia seca), es el más importante en los consumos del forraje.

Los coeficientes de regresión de fibra cruda y materia seca con consumo, se presentan en el cuadro Nº 42.

Cuadro Nº 42. Coeficientes de regresión entre consumos de materia seca y porcentajes de materia seca y fibra cruda en el forraje.

		% de materia seca	% de fibra cruda
Consumo (Kgs. de materia seca por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal).			
Con todos los datos		0.113 ++	- 0.122 ++
NIVELES	No	0.095	- 0.137 +
	N1	0.111 +	- 0.110 ++
CORTES	C1	0.103 +	- 0.169 ++
	C2	0.149 ++	- 0.129 ++

\+ Significativa 0.05
++ Significativa 0.01

De acuerdo con éstos coeficientes de regresión, por cada 1% de aumento en el contenido de materia seca del forraje, el consumo

aumenta 113 gramos por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal. Por el contrario, cada 1% de aumento en el contenido de fibra cruda en el forraje, disminuye el consumo en 122 gramos.

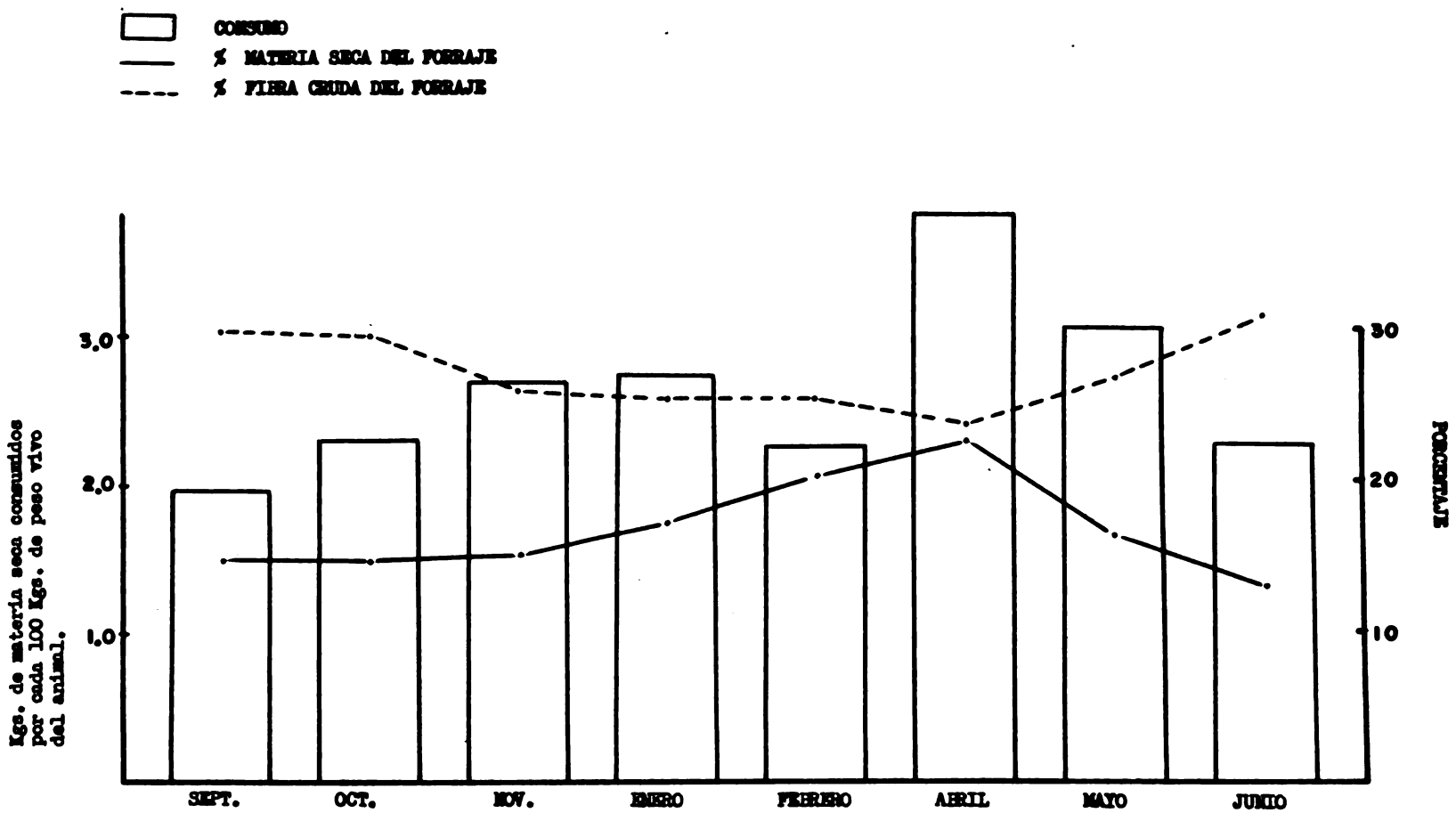


GRAFICO No. 6. Consumo de materia seca por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal, en relación con el contenido de materia seca y fibra cruda del forraje. Cortes de 6 semanas.

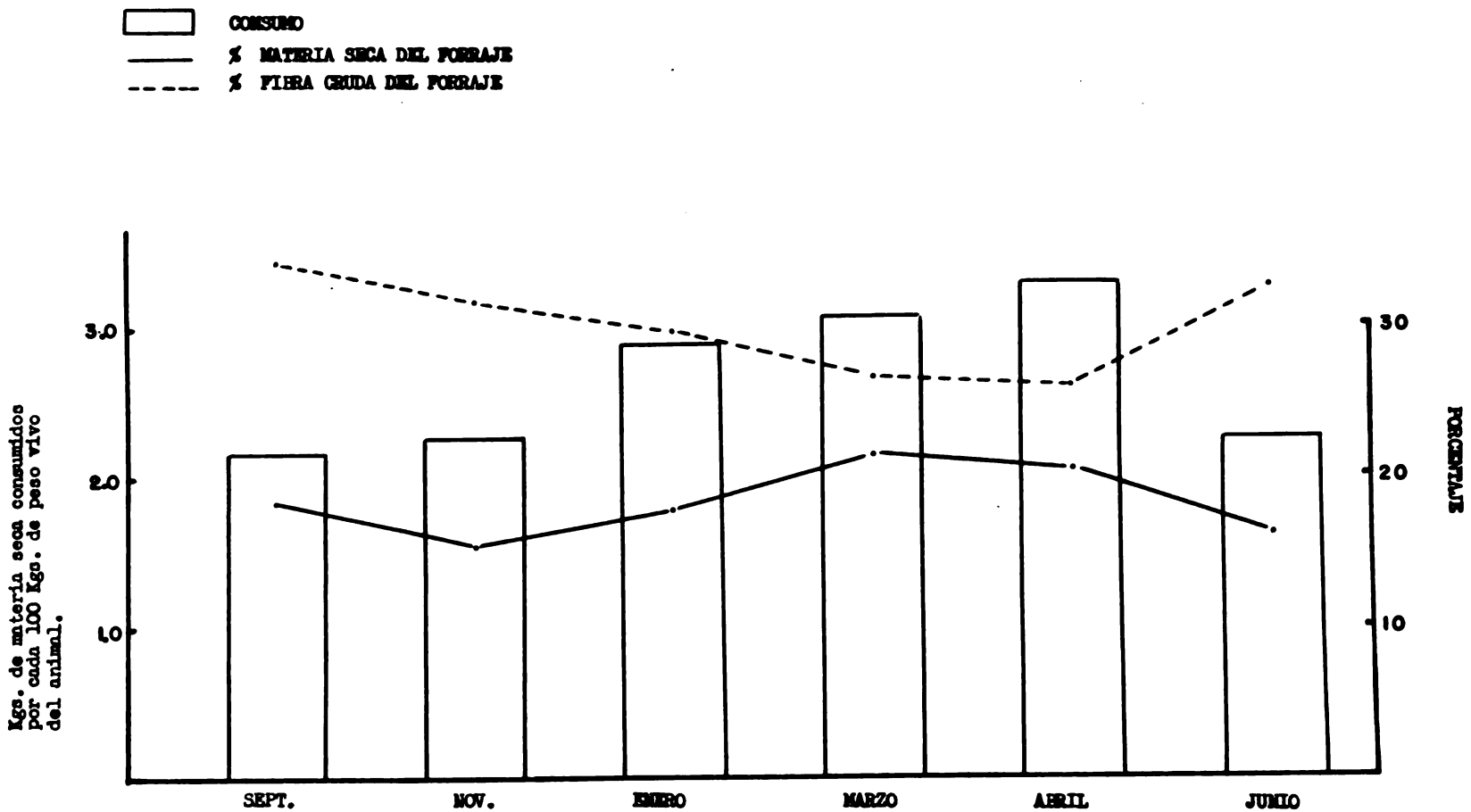


GRAFICO No. 7. Consumo de materia seca por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal, en relación con el contenido de materia seca y fibra cruda del forraje. Cortes de 8 semanas.

RESUMEN

La variedad de Elefante (Pennisetum purpureum Schum) usada fué la H-532. El área se dividió en 5 bloques de 4 parcelas cada uno. El área de cada una de éstas parcelas fué de 32 metros cuadrados. De éstos, solamente 8 se tomaron como parcela efectiva.

Se efectuaron análisis proximales de muestras representativas de la planta entera y de las hojas.

Las características morfológicas de las cuales se llevaron datos fueron:

a) Altura de la planta.
b) Ancho de la hoja.
c) Distancia entre nudos.
d) Número de nudos.
e) Diámetro del tallo.
f) Porcentaje de hojas.

Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

NoC1 - Corte de 6 semanas sin fertilizante
N1C1 - Corte de 6 semanas con fertilizante
NoC2 - Corte de 8 semanas sin fertilizante
N1C2 - Corte de 8 semanas con fertilizante

Se aplicó un fertilizante completo al iniciar el experimento. Subsecuentemente se hicieron aplicaciones de nitrógeno después de cada corte.

Para las pruebas de aceptación se usaron 8 animales. Los animales se dividieron en grupos, a cada uno de los cuales se les ofreció pasto de uno de los diferentes tratamientos.

Los análisis estadísticos mostraron que los rendimientos, características morfológicas de la planta y grado de aceptación, variaron significativamente a través del año. Así mismo, los rendimientos de forraje verde y materia seca, los contenidos de proteína

y fibra cruda y las medidas morfológicas, aumentaron con la fertilización. La fertilización causó descensos en los contenidos de materia seca y ceniza, pero no afectó los porcentajes de extracto etéreo.

La frecuencia de corte de 8 semanas produjo mayores rendimientos de forraje verde y materia seca. Las medidas morfológicas aumentaron con excepción del porcentaje de hojas. Los contenidos de proteína cruda disminuyeron a medida que los porcentajes de materia seca y fibra cruda aumentaron.

Se encontró una correlación altamente significativa entre precipitación y rendimientos de forraje verde y materia seca.

No se encontraron diferencias significativas entre las dos frecuencias de corte para consumos de forraje verde o materia seca. Las diferencias en el consumo de forraje verde entre los dos niveles de fertilización no fueron significativas. Sin embargo, los consumos de materia seca del forraje sin fertilizar fueron significativamente más altos que los del forraje fertilizado.

Se encontró una correlación positiva significativa al nivel de 1% entre contenido de materia seca en el forraje y consumo. Así mismo, la correlación entre contenido de fibra cruda y consumo fué negativa y altamente significativa.

De acuerdo con los coeficientes de regresión, por cada 1% de aumento de materia seca en el forraje, el consumo aumenta 113 gramos por cada 100 Kgs. de peso vivo del animal. Los consumos disminuyeron 122 gramos por cada 1% de aumento en el contenido de fibra cruda. Basado en los resultados obtenidos, la frecuencia de corte de 6 semanas se considera mejor que la de 8.

CONCLUSIONES

De los resultados de éste experimento se concluye:

1. La época de mayores rendimientos de forraje verde y materia seca en Turrialba es en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.
2. El pasto de 8 semanas de edad produce mayores cantidades de forraje verde y materia seca que el de 6.
3. La fertilización aumentó significativamente los rendimientos de forraje verde y materia seca, mantuvo la población del pasto y controló la invasión de malezas.
4. Las respuestas a la fertilización fueron mayores en el período comprendido entre junio y septiembre. Las fertilizaciones en las otras épocas del año no fueron económicas pues no se obtuvieron respuestas de importancia a ellas.
5. Los rendimientos en febrero, marzo, abril y mayo no justifican su cosecha a intervalos de 6 u 8 semanas.
6. Los rendimientos en los meses de junio a septiembre dependieron en gran parte de la precipitación. En los meses de octubre, noviembre y diciembre, los rendimientos fueron independientes de la precipitación.
7. Los rendimientos del pasto Elefante se pueden predecir con cualquiera de las siguientes medidas morfológicas: altura de la planta, distancia entre nudos, ancho de la hoja, número de nudos y diámetro del tallo.
8. Los cambios morfológicos que sufre la planta a través del año, van acompañados de cambios en su composición química.

9. Los altos contenidos de fibra cruda en el pasto varían directamente con la producción.

10. El porcentaje de proteína cruda en la planta puede elevarse substancialmente por medio de la fertilización nitrogenada.

11. La fertilización aumenta los contenidos de fibra cruda en el forraje.

12. A mayor edad del pasto, disminuye el contenido de proteína cruda y aumentan los porcentajes de materia seca y fibra cruda.

13. Los contenidos de materia seca en el pasto están relacionados positivamente con el consumo por parte de los animales.

14. Los contenidos de fibra cruda en el forraje están relacionados negativamente con su consumo.

15. La frecuencia de corte de 6 semanas es superior a la de 8 por tener mayores contenidos de proteína cruda y menores contenidos de fibra cruda.

16. Los incrementos en el contenido de fibra cruda debidos a la fertilización pueden reducirse cortando el pasto en estado tierno.

Las futuras investigaciones deben dirigirse primordialmente hacia el sistema radicular de la planta. Probablemente, las pruebas de digestibilidad que actualmente se llevan a cabo, decidirán si éste pasto llena los requisitos de mantenimiento y/o de producción, y en cuáles épocas del año.

SUMMARY

The land planted to variety H-532 of Elephant grass was divided into five blocks, each containing four 32-square meter plots. Yields were based on an 8 square meter plot. Analyses were made on the whole plant and sub-samples of leaves, for dry matter, protein, fiber, and ash content. Separations of the plant were made to obtain the leaf sample and to record the morphological characteristic of the plant. The morphological characteristics recorded were:

a) Height of plant.
b) Leaf width.
c) Distance between nodes.
d) Number of nodes.
e) Stem diameter.
f) Percentage of leaves.

Treatments were distributed as follows:

NoC1 - Cutting every 6 weeks - no fertilizer
N1C1 - Cutting every 6 weeks - fertilizer
NoC2 - Cutting every 8 weeks - no fertilizer
N1C2 - Cutting every 8 weeks - fertilizer

A complete fertilizer was applied at the beginning of the experiment, and nitrogen added after each cutting.

Palatability trials were made, using 8 animals. Grass from each treatment was offered. The differences in consumption were attributed to palatability.

Statistical analysis showed that yields, plants morphology and palability changed significantly throughout the year. Fertilization increased green and dry matter yields, protein and fiber percentages and morphological measurements. Fertilization decreased the percentage of ash, and dry matter, but did not affect ether extract percentage. Longer cutting intervals (8 weeks) produced higher green

and dry matter yields. The morphological measurements, with the exception of leaf percentage, also increased. Protein percentage decreased as the percentage of dry matter and fiber increased.

A significant correlation was found between rainfall and green and dry matter yields.

Based on green forage consumption the differences were not significant between the two levels of fertilization. However, on a dry matter basis, consumption of non-fertilized forage was significantly higher than that of fertilized. A highly significant positive correlation was found between dry matter content of the forage and consumption. However, a highly significant negative correlation was found between crude fiber content of the forage and consumption. The regression coefficients were also highly significant. In the first case it was b = 0.113, and in the second case b = -0.122. On basis of the results obtained, the 6-week cutting frequency is superior to the 8-week old one.

LITERATURA CITADA

1. ADDISON, K. B. The effect of various cultural and manurial treatments on Napier fodder. Rhodesia Agricultural Journal 53(4):491-506. 1959.

2. ALDERFER, R. B. Interrelations of physiology, ecology and soil science. In Grasslands. Washington, D. C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 27-37. (Publication Nº 53).

3. ALTEN, F. Effect of potassium on yield and quality of grassland. Proceedings, Sixth International Grassland Congress. Vol. 1. Pennsylvania State College, Pa. 1952. pp. 782-787.

4. ARMSTRONG, D. G., COOK, H. & BRYNMOR, T. The lignin and cellulose contents of certain grassland species at different stages of growth. Journal of Agricultural Science 40(1-2):93-99. 1950.

5. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 8th ed. Washington, D. C., 1955. 1008 p.

6. AZMAN, Donato C. Palatability and chemical composition of soilage of sugar cane seedling No. 199 and Napier grass. The Philippine Agriculturist 35(6):333-337. 1951.

7. BATEMAN, J. V. & DECKER, G. Production, Analysis and Acceptability by cattle of some varieties of elephant grass (Pennisetum purpureum Schum). Tropical Agriculture. 1961. (En prensa).

8. BEAUMONT, A. B., STITT, R. E. & SNELL, R. S. Some factors affecting the palatability of pasture plants. American Society of Agronomy Journal 25(2):123-128. 1933.

9. BEESON, K. E. Effect of the supply of mineral nutrients in the soil on the nutritional quality of grasses. In Grasslands. Washington, D. C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 39-48. (Publication Nº 53).

10. BIRD, J. N. Stage of cutting studies. I. Grasses. American Society of Agronomy. Journal 35(10):845-861. 1943.

11. BLACK, J. N. Influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. (Review Article). Herbage Abstracts 27(2):89-98. 1957.

12. BLASER, Roy E., RITCHEY, G. E. AND OTHERS. Experiments with Napier grass. Florida Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No. 568. 1955. 32 p.

13. BRESSANI, Ricardo Y OTROS. Composición química y digestibilidad de siete plantas forrajeras de Guatemala. Turrialba 8(3):117-122. 1958.

14. BROUGHAM, R. W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research 7(5):377-387. 1956.

15. CARO-COSTAS, Ruben & VINCENTE-CHANDLER, Jose. Comparative productivity of Merker grass and of a Kudzu-Merker grass mixture as affected by season and cutting height. Puerto Rico. University. Journal of Agriculture 40(3):144-151. 1956.

16. CRAMPTOM, E. W. Applied animal nutrition, the use of feedstuffs in the formulation of livestock rations. San Francisco. W. H. Freeman and Company. 1956. pp. 458.

17. _____ Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and overall feeding value of forages. In Grasslands. Washington, D. C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 205-212. (Publication Nº 53).

18. CRIDER, F. J. Root-growth stoppage resulting from defoliation of grass. Department of Agriculture. Technical Bulletin Nº 1102. 1955. 23 p.

19. CHILD, R., GOODCHILD, N. A. & TODD, J. R. A fertilizer experiment with Napier grass. Empire Journal of Experimental Agriculture 23(91-92):220-225. 1955.

20. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en la América Latina. México, D. F., Prensa Médica Mexicana, 1958. 337 p.

21. DODD, J. D. & HOPKINS, H.H. Yield and carbohydrate content of Blue grama grass as affected by clipping. Trans. Kans. Acad. Sci. 61(3):280-287. 1958. (Original no disponible para consulta, compendiado en Herbage Abstracts 30(2): 438. 1960).

22. DODSWORTH, T. L. and CAMPBELL, W.H.M. Effect of the percentage of dry matter in the diet on the dry-matter intake in ruminants. Nature 170:1128-1129. 1952.

23. EDWARDS, D. W. & GOFF, R. A. Factors affecting the chemical composition of pasture grasses. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin Nº 76. 1935. 31 p.

24. ELLIS, T. O. & BURROWES, W. D. Experiments on yield, composition and responses to fertilizers of Napier grass and Guinea grass in Jamaica. Jamaica, Department of Agriculture. Bulletin Nº 43. 1950. 18 p.

25. ELY, R. E. & MOORE, L. A. The nutritive value of forages with emphasis on the polysacharide fraction. In Grasslands. Washington, D. C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 173-185. (Publication Nº 53).

26. FRENCH, M. H. Nutritional value of tropical grasses and fodders. (Review Article). Herbage Abstracts 27(1):1-9. 1957.

27. GEORGI, C.D.V., LUCY, A.B. & GUNN, Lay Teik. Amanurial experiment with Merker and Napier grasses. Malayan Agricultural Journal 29(8): 1941.

28. GRASSLANDS RESEARCH STATION. Marandellas. A study of the effects of cutting the aftermath growth of Katambora Rhodes grass (Chloris gayana) at various stages, on the vigour of the grass in the following season. Rep. Grassl. Res. Sta., Marandellas 1956-57 (n.d.), pp. 10-11. (Original no disponible para consulta, compendiado en Herbage Abstracts 30(2): Abst. Nº 439. 1960).

29. HARRISON, E. Digestibility trials on green fodders. Tropical Agriculture (Trinidad) 19(8):147-150. 1942.

30. HAYNES, J. L. Effects of pasture practices on root distribution. American Society of Agronomy. Journal 35(10):10-18. 1943.

31. HENKE, L. A. Roughages for dairy cattle in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin Bo. 92. 1943. 29 p.

32. INNES, R. F. Notes on the chemical composition of some grasses grown in Jamaica. Jamaica. Department of Science and Agriculture Bulletin No. 35. 1947. 31 p.

33. IVINS, J. D. The palatability of herbage. Herbage Abstracts (Review Article). 25(2):75-79. 1955.

34. JAMAICA, DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Napier grass grazing trail (FP.g.7) formerly AI.g.2). Grove Place. Jamaica, Department of Agriculture. Investigations 1953. Bulletin No. 53. (n.s.) pp. 54-57.

35. JAMESON, D. & HUSS, D. L. The effect of clipping leaves and stems on number of tillers, herbage weights, root weights, and food reserves of little bluestem (Andropogon scoparius). Journal of Range Management 12(3):122-26. 1959.

36. JOACHIM, A.W.R. & PANDITTESEKERE, D.G. The effect of stage of maturity and manuring on the composition of Napier grass. Tropical Agriculturist (Ceylon) 89(5):264-269. 1937.

37. JONES, Iorwerth. Measurement of palatability. Proceedings, Sixth International Grassland Congress. Pensylvania State College, Pa., 1952. pp. 1348-53. (Vol. 2)

38. JULEN, GOSTA. Some aspects on the irrigation of temporary leys. I. The influence of water supply, temperature, and light upon the rate of growth. Acta Agriculturae Scandinavica 2(3):312-320. 1952.

39. KENNAN, T.C.D. The improved West African Napier fodders. Rhodesia Agricultural Journal 49(4):221-228. 1952.

40. KIDDER, R.W. Composition and digestible nutrient content of Napier grass leaves. Journal of Agricultural Research 70(3):89-93. 1945.

41. KLAPP, E. Should fertilizers for grassland be worked into the soil? Proceedings, Sixth International Grassland Congress. Pennsylvania State College, Pa., 1952. pp. 821-824. (Vol. i)

42. KNIGHT, W.E. The influence of photoperiod and temperature on growth, flowering, and seed production of Dallisgrass, Paspalum dilatatum Poir. Agronomy Journal 47(12):555-559. 1955.

43. LEON JORDAN, H. Forrajicultura y pasticultura. Barcelona, Salvat Editores, S.A., 1955. 591 p.

44. LITTLE, Samuel, VICENTE, José, & ABRUNA, Fernando. Yield and protein content of irrigated Napiergrass, Guineagrass and Pangola grass as affected by nitrogen fertilization. Agronomy Journal 51(2):111-113. 1959.

45. LOOMIS, WALTER. Growth and differentiation in plants. A monograph of the American Society of plant physiologists. Ames, Iowa. The Iowa State College Press, 1949. p. 458.

46. 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.

47. MALDONADO, J.A. El pasto Elefante o grama, Elefante (Pennisetum purpureum). Revista Industrial y Agrícola de Tucumán 39(1-9):22-29. 1955.

48. McCARTY, E.C. & PRICE, R. Growth and carbohydrate content of important mountain forage plants in central Utha as affected by clipping and grazing. U.S. Dept. Agriculture. Technical Bulletin No. 818. 1942. 51 p.

49. McCULLOUGH, Marshall E. Factors affecting forage evaluation with dairy cows. In Grasslands. Washington, D.C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 231-240. (Publication No. 53).

50. McDOUGALL, W.B. Plant ecology, 4th ed. Philadelphia, Lea & Febigor. 1949. p. 234.

51. MEL, C.N.E.J. de, & JOACHIM, A.W.R. Trails with Napier grass (pennisetum purpureum). Tropical Agriculturist (Ceylon) 89(5):257-263. 1937.

52. MILFORD, R. Criteria for expressing nutritional values of subtropical grasses. Australian Journal of Agricultural Research 2(2):121-137. 1960.

53. MITCHELL, K.J. Growth of pasture species under controlled environment. New Zealand Journal of Science and Technology 38(2):203-216. 1956.

54. MUÑOZ, Héctor. Efecto del corte y la fertilización en el crecimiento estacional del zacate elefante (Pennisetum purpureum Schum). Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1960.

55. MURDOCH, J.C. The effect of pre-wilting herbage on the composition of silage and its intake by cows. Journal of the British Grassland Society 15(1):70-73. 1960.

56. 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.

57. _____, ANDRADE, L. y RAMIREZ, C.L. Fertilización de pasto Elefante. Reporte de progreso No. 3. Servicio de Extensión Agrícola. Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industria. 1956.

58. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (U.S.) Nutrient Requirements of Domestic Animals. Number IV. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Publication 579. 1958. p. 32.

59. NORDFELDT, Sam, IWANAGA, Isaac, TOM, Annie, K.S., HENKE, L.A. Studies of Napier grass. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No. 12. 1951. 8 p.

60. OYENUGA, V. A. The composition and agricultural value of some grass species in Nigeria. Empire Journal of Experimental Agriculture 25(99):237-255. 1957.

61. 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): 25-33. 1959.

62. PATERSON, D.D. The growth, yield and composition of certain tropical fodders. Journal of Agricultural Science 25(3): 369-396. 1935.

63. PHILLIPS, T.G. & OTHERS. Chemical composition of some forage grasses. Changes with plant maturity. Agronomy Journal 46(8):361-369. 1954.

64. REID, J.T. Evaluation of energy in forage. In Grasslands. Washington, D.C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 213-224. (Publication No. 53).

65. _____, KENNEDY, W.K. y otros. Qué es un forraje de calidad desde el punto de vista del animal. Agronomy Journal 51 (4):213-217. 1959.

66. ROBERTS, R. H. Efecto de la temperatura y fotoperíodo sobre el crecimiento de hierbas con leguminosas. American Society of Agronomy Journal 38(11):947-953. 1946.

67. ROMNEY, D. H. Productivity of pasture in British Honduras - II, Pangola pasture (As influenced by climate, soil type and phosphate fertilizer). Tropical Agriculture 38(1):39-47. 1961.

68. SHAIN, S. S. The effect of quality and quantity of light on development of forage plants. Proceedings, Eighth International Grassland Congress Reading, Berkshire, England, 1960. pp. 413-415.

69. SPRAGUE, Milton A. Microclimate as an index of site adaptation and growth potential. In Grasslands. Washington, D. C., American Association for the Advancement of Science, 1959. pp. 49-57. (Publication No. 53).

70. SPRAGUE, V. G. The effects of temperature and day length on seedling emergence and early growth of several pasture species. Soil Science Society of America Proceedings 8: 287-294. 1943.

71. STUCKEY, H. I. Seasonal growth of grass roots. American Journal of Botany 28(6):468-491. 1941.

72. TAKAHASHI, M. & RIPPERTON, J. C. Napier grass. Hawaii Agricultural Experiment Station. Biennial Report 1944-1946. pp. 25-29. 1947.

73. TAPIA, J. C., FERRER, M. & BULLER, R. E. Morkeron, zacate rendidor para tierra caliente. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Circular Cotaxtla No. 1. 1960. (rev.) 14 p.

74. TRIBE, D. E. The relation of palatability to nutritive value and its importance in the utilization of herbage by grazing animals. Proceedings. Sixth International Grassland Congress. Pennsylvania State College, Pa., 1952. pp. 1265-1270. (Vol. 2).

75. URE, James S. & JAMIL, Mohamad Bin. Fodder grass cultivation, a manurial and variety trial at the Federal Experiment Station, Serdang. Malayan Agricultural Journal 40(3): 209-216. 1957.

76. VAN RENSBURG, H.J. Comparative values of fodder plants in Tanganyica. East African Agricultural Journal 22(1): 14-19. 1956.

77. 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.

78. WATKINS, James M. & LEWY-VAN SEVEREN, Mario. Effect of frequency and height of cutting on the yield, stand, and protein content of some forages in El Salvador. Agronomy Journal 43(6):291-296. 1951.

79. WATSON, D. J. The physiological basis variation in yield. Advances in Agronomy 4:101-145. 1952.

80. WATSON, S. J. Chemical and physical changes in forage following cutting that influence their character and feeding values; and factors that affect these changes. Proceedings, Sixth International Grassland Congress. Pennsylvania State College, Pa., 1952. pp. 1112-1119. (Vol. 2).

81. WEINMANN, HANS. Carbohydrate reserves in grasses. Proceedings. Sixth International Grassland Congress. Pennsylvania State College, Pa., 1952. pp. 655-660. (Vol. 1).

82. 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.

83. _____ Napier grass (Pennisetum purpureum) a pasture and green fodder crop for Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 72. 1934. 17 p.

84. YOCUM, EDWIN. Plant growth. Lancaster, Pennsylvania. The Jaques Cattel Press. 1945. p. 183.

85. YOUNGE, R.O. & OTAGAKI, K. K. The variation in protein and mineral composition of Howaii range grasses and its potential effect in cattle nutrition. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin 119. 1958. 27 p.

Date Due

1986
13 FEB. 1986
30 OCT. 1989
DEVUELTO
9 JUN 1992