

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y
CALIDAD NUTRITIVA DE LOS PASTOS ELEFANTE ENANO
(Pennisetum purpureum, Schum) cv. MOTT Y KING GRASS
(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
de los Recursos Naturales del Centro Agronómico de
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Por

CARLOS ENRIQUE FUENTES PENAGOS

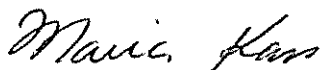
Turrialba, Costa Rica

1989

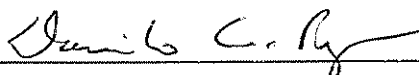
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE


COMITE ASESOR:



María Kass, Ph.D.
Profesor Consejero

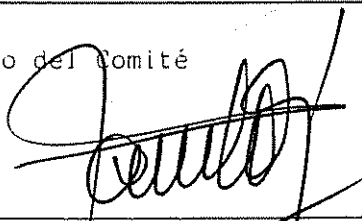


Danilo Pezo Q., Ph.D.
Miembro del Comité



Carlos Chaves V., Ph.D.
Miembro del Comité

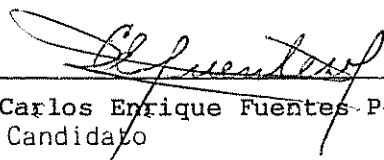
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Carlos Enrique Fuentes Penagos
Candidato

TESIS QUE DEDICO

A: Dios nuestro señor

A: la Virgen María

A: mis padres José Eduardo Fuentes Spross
Consuelo Penagos de Fuentes

A: mi novia María Nury Toro Orrego

A: mis hermanos Héctor Eduardo
José Roberto
Marta Lucrecia
Jorge Mario
Diana Cristina
Ligia María

A: mis sobrinos

A: mis tíos

A: mis amigos

A: mis catedráticos

Al: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

AGRADECIMIENTO

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por la gran oportunidad brindada para realizar mis estudios de maestría.

Al Servicio Aleman de Intercambio Académico (DAAD) por haberme facilitado el financiamiento para realizar mis estudios de maestría.

A los Dres. Carlos Chaves y Maria Kass, mis profesores consejeros, por su gran amistad y conocimientos brindados a mi persona durante mis estudios de maestría.

A los Dres. Danilo Pezo y Assefaw Tewelde, por sus valiosos conocimientos transmitidos y sincera amistad brindada durante estos dos años de estudio.

A mi compañera Nury Toro por su gran AMOR, comprensión y ayudas brindadas durante estos dos años de estudio.

A mis amigos Ines, Felipe, Benjamin y Miguel Campos, Vera y Carlos Tobón por su gran amistad y calor de familia que siempre me brindaron en estos dos años de maestría. Mil Gracias.

A todo el personal de la Finca Experimental del Area de Ganaderia Tropical, en especial a Don Victor y Erik López, por su amistad y valiosa colaboración en la fase de campo de este trabajo.

Al Lic. Gerardo Rodríguez y Frank Lopez por su amistad y colaboración en la fase de análisis de laboratorio de este estudio.

A todos mis compañeros y amigos de Nutrición Animal, en especial a Muhammad Ibrahim y Johnny Montenegro.

A todos mis amigos y compañeros, en especial a Silvia y José Cardona, Herta Neves, Edwin Oliva, Rudy Herrera, Mauro Tejada, Gina Perez, Jorge Alas, Juan Ramón Perdomo, José Tavarez, Dennis Salgado, Alvaro Hernandez, Marywbska Calderón y Karla Monterroso.

A las secretarias del Area de Ganadería Tropical, especialmente a Lorena y Rosemary.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron con su apoyo para la realización de esta tesis.

BIOGRAFIA

El autor nació el 18 de julio de 1958 en la ciudad de Guatemala, Guatemala. Realizó sus estudios primarios y de bachillerato en el Colegio Americano de Guatemala.

En 1978, inició sus estudios universitarios en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, los cuales terminó en 1982, presentando su examen de tesis en septiembre de 1987, donde recibió el título de Licenciado en Zootecnia.

Se desempeñó como asesor pecuario de diferentes empresas pecuarias privadas en los departamentos de Escuintla e Izabal desde 1981 hasta 1987. También se desempeñó como ayudante de cátedra de los cursos de Nutrición Animal, Física y Química del Suelo y Genética General en la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, en los años de 1984 a 1986.

En septiembre de 1987 inició estudios de posgrado en el Area de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); en Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el 24 de octubre de 1989 el grado de Magíster Scientiae con énfasis en Nutrición de Rumiantes.

CONTENIDO

RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Pasto Elefante Enano cv. Mott.....	4
2.1.1 Generalidades.....	4
2.1.2 Producción y contenido de materia seca....	5
2.1.3 Producción y contenido de proteína cruda..	6
2.1.4 Digestibilidad de la materia seca.....	7
2.1.5 Relación hoja:tallo.....	8
2.2 Pasto King Grass.....	9
2.2.1 Producción y contenido de materia seca....	9
2.2.2 Producción y contenido de proteína cruda..	10
2.2.3 Digestibilidad de la materia seca.....	11
2.2.4 Relación hoja:tallo.....	12
3. MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1 Localización.....	13
3.2 Manejo general de campo.....	14
3.2.1 Prueba de producción y calidad nutritiva..	14
3.2.2 Prueba de digestibilidad <u>in vivo</u>	16
3.3 Tratamientos.....	19
3.3.1 Prueba de producción y calidad nutritiva..	19
3.3.2 Prueba de digestibilidad <u>in vivo</u>	19
3.4 Variables de respuesta.....	20
3.4.1 Prueba de producción y calidad nutritiva..	20
3.4.2 Prueba de digestibilidad <u>in vivo</u>	20
3.5 Diseño experimental, modelo y análisis estadístico.....	21
3.5.1 Prueba de producción y calidad nutritiva..	21
3.5.2 Prueba de digestibilidad <u>in vivo</u>	22
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
4.1 Prueba de producción y calidad nutritiva.....	25
4.1.1 Relación hoja:tallo.....	25
4.1.2 Producción y contenido de materia seca....	27
4.1.3 Producción y contenido de proteína cruda..	35
4.1.4 Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca y producción de materia seca digerible....	44
4.1.5 Capacidad de rebrote.....	51

4.2 Prueba de digestibilidad <u>in vivo</u>	55
4.2.1 Digestibilidad <u>in vivo</u> de la materia seca consumida.....	55
4.2.2 Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca consumida.....	57
5. CONCLUSIONES.....	61
5.1 Prueba de producción y calidad nutritiva.....	61
5.2 Prueba de digestibilidad <u>in vivo</u>	61
6. RECOMENDACIONES.....	62
7. BIBLIOGRAFIA.....	63
APENDICE.....	68

FUENTES P., C.E. 1989. Efecto de la edad sobre la producción de materia seca y calidad nutritiva de los pastos Elefante Enano (Pennisetum purpureum, Schum) cv. Mott y King Grass (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides). Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R., CATIE. 85 p.

Palabras claves: Elefante Enano cv. Mott, King Grass, relación hoja:tallo, materia seca, proteína cruda, digestibilidad in vitro e in vivo, producción de materia seca, proteína cruda y materia seca digerible, y capacidad de rebrote.

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA Y CALIDAD NUTRITIVA DE LOS PASTOS ELEFANTE ENANO (Pennisetum purpureum, Schum) cv. MOTT Y KING GRASS (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)

RESUMEN

Uno de los factores más importantes que limitan la producción de carne y leche en los trópicos es la baja calidad forrajera de las gramíneas perennes, principalmente durante la época de menor precipitación. Por lo que Mott (1984), sugiere que el pasto Elefante Enano cv. Mott, se muestra promisorio para el trópico por su alta producción de forraje de excelente calidad nutritiva, tener una lenta reducción de la calidad nutritiva conforme la madurez avanza y ser resistente a la sequía (Sollenberger, et al.;1988a).

El presente trabajo constó de dos ensayos de campo, uno sobre producción y calidad nutritiva y otro sobre digestibilidad in vivo, los cuales estuvieron localizados en la Finca Experimental del CATIE, Turrialba, con el objetivo de evaluar el potencial forrajero tanto en producción, como en calidad, de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass, en la época de menor precipitación.

Las variables experimentales para la prueba de producción y calidad nutritiva fueron seis edades de corte: 115, 145, 175, 205, 235 y 265 días después de la siembra y dos especies de pasto: Elefante Enano cv. Mott y King Grass. El diseño experimental usado fue de bloque completos al azar distribuido en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. La parcela grande estuvo constituida por la especie de pasto y la pequeña por la edad de corte.

Las variables de respuesta medidas en la prueba de producción y calidad nutritiva fueron: relación hoja:tallo (H:T), contenido de materia seca en hojas y tallos (% de M.S.), contenido de proteína cruda en hojas, tallos y planta completa (% de P.C.), digestibilidad in vitro de la materia seca en hojas, tallos y planta completa (% de DIVMS), producción de materia seca, producción de materia seca de la fracción hojas, producción de proteína cruda, producción de materia seca digerible y capacidad de rebrote.

Para la prueba de digestibilidad in vivo la variables experimentales fueron dos edades de corte: ocho y doce semanas, y dos especies de pasto: Elefante Enano cv. Mott y King Grass. Se empleó un diseño de sobrecambio en cuadrado latino repetido dos veces, donde las columnas estuvieron constituidas por cuatro animales y la hileras por cuatro periodos.

Las variables de respuesta medidas en la prueba de digestibilidad in vivo fueron digestibilidad in vivo de la materia seca consumida (% de DMSC) y digestibilidad in vitro de la materia seca consumida (% de DIVMSC).

En la prueba de producción y calidad nutritiva se encontraron diferencias significativas al menos al 5% para el efecto ocasionado por la interacción especie de pasto x edad de corte sobre las variables de respuesta relación H:T, contenido de M.S. en hojas y tallos, contenido de P.C. en hojas, tallos y planta completa, producción de M.S. y producción de M.S. de la fracción hojas. Asimismo también se encontraron diferencias al menos al 5% para el efecto simple de especie de pasto y edad de corte, por separados, sobre los contenidos de DIVMS en hojas, tallos y planta completa, producción de P.C., producción de materia seca digerible y capacidad de rebrote.

La relación H:T, contenidos de P.C. y DIVMS en hojas, tallos y planta completa disminuyeron al aumentarse la edad de corte. Esta tasa de disminución fue mayor en el Elefante Enano cv. Mott para las dos primeras variables, presentando también, los mayores valores en cada una de estas variables.

El pasto King Grass presentó los mayores valores para las variables producción de M.S., P.C. y M.S. digerible, y contenido de M.S. en hojas, tallo y planta completa, donde estas aumentaron al incrementarse la edad de corte, siendo mayor esta tasa de incremento para King Grass en las variables contenido de M.S. en hojas, tallos y planta completa, y producción total de M.S.

La fracción hojas presentó mayores contenidos de P.C. y DIVMS que la fracción tallos en ambos pastos, siendo esta diferencia menor en el pasto Elefante Enano cv. Mott. Asimismo el Elefante Enano cv. Mott mostró tener una mayor capacidad de rebrote que el pasto King Grass.

En la prueba de digestibilidad in vivo se encontraron diferencias significativas al menos al 5% para el efecto ocasionado por la interacción especie de pasto x edad de corte, sobre las variables de respuesta DMSC y DIVMSC.

La digestibilidad in vivo e in vitro de la materia seca consumida, por bovinos en crecimiento, decreció al aumentarse la edad de corte, siendo esta tasa de descenso menor en el pasto Elefante Enano cv. Mott.

FUENTES P., C.E. 1989. The effect of cutting age on dry matter production and forage quality of the Dwarf Elephant Grass (Pennisetum purpureum, Schum) cv. Mott and King Grass (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides). Mag. Sc. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 85 p.

Key words: Dwarf Elephant Grass cv. Mott, King Grass, leaf:stem ratio, dry matter, crude protein, in vivo and in vitro digestibility, dry matter, digestible dry matter and crude protein production, and regrowth capacity.

THE EFFECT OF CUTTING AGE ON DRY MATTER PRODUCTION AND FORAGE QUALITY OF THE DWARF ELEPHANT GRASS (Pennisetum purpureum, Schum) cv. MOTT AND KING GRASS (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)

SUMMARY

Low forage quality of tropical perennial grasses has been identified as one of the most important factors affecting animal production in the tropics, especially during the dry season. For this reason, Mott (1984) suggested that the Dwarf Elephant Grass cv. Mott is promising for the tropics, because of its high forage production and excellent forage quality, capacity to maintain forage quality with the advancement in age, and its ability to withstand dry conditions (Sollenberger et al., 1988a).

The present study constituted of two experiments which were realised in the Experimental Station of CATIE, Turrialba. The first experiment was to measure production and forage quality, while the other was to determine in vivo digestibility. The main objective was to evaluate the forage potential, in both, production and forage quality, of Dwarf Elephant Grass cv. Mott and King Grass, during the period of lower precipitation.

The trial variables for the production and forage quality trial were six cutting age: 115, 145, 175, 205, 235 and 265 days after planting and two forage species: Dwarf Elephant Grass cv. Mott and King Grass. The design used was the randomised complete block design distributed in split plots, with four repetitions. The main plots were constituted by forage species and the subplots by cutting age.

The response variable measured for this trial was: leaf:stem ratio (L:S), leaf and stem dry matter content (% D.M.), crude protein (% C.P.) and in vitro dry matter digestibility (% IVDM) of leaf, stem and total plant, total plant and leaf dry matter production, production of digestible dry matter and crude protein, and the number of regrowths per lineal meter.

The experimental variables for the in vivo digestibility trial were two cutting ages: eight and twelve weeks, and two forage species: Dwarf Elephant Grass cv. Mott and King Grass. The latin square change over design was used with two repetitions, where the columns were constituted by four animals and the rows by four periods.

The response variables measured in the in vivo digestibility trial were in vivo dry matter digestibility consumed (% DMDC) and in vitro dry matter digestibility consumed (% IVDMDC).

In the production and forage quality trial, significant ($P < 0.05$) differences were encountered for the interaction between forage species and cutting age, in the response variables measured: leaf: stem ratio, leaf and stem D.M. content, C.P. content in leaves, stem and total plant, total plant and leaf D.M. production. At the same time significant ($P < 0.05$) differences were encountered for forage species and cutting age, observing separate effects on leaf, stem and total plant IVDM content, C.P. production, digestible dry matter production and the regrowth capacity.

The relation of L:S, C.P. content and IVDM in leaf, stem and total plant decreased with increase in cutting age, observing a higher rate of decrease with Dwarf Elephant Grass cv. Mott for the first two variables, however this grass presented the highest value with these variables.

The specie King Grass presented greater values for the variables D.M., C.P. and digestible D.M. production, and leaves, stems and total plant D.M. content, experincing increases in these parameters with the advancement of age, showing a greater rate of increment for King Grass in the variables leaf, stem and total plant D.M. content, and total D.M. production.

The leaf fractions presented greater content of C.P. and IVDM than stem fraction in both grasses, observing lower difference between the same in the Dwarf Elephant Grass cv. Mott. At the same time the Dwarf Elephant Grass cv. Mott showed a greater regrowth capacity than that of King Grass.

In the in vivo trial significant ($P < 0.05$) differences were observed in the interaction between specie and cutting age, on the response variables DMDC and IVDMDC.

The digestibility of in vivo and in vitro dry matter consumed, by growing steers, decreased with the advancement of cutting age, observing a lower rate of decrease with the Dwarf Elephant Grass cv. Mott.

LISTA DE CUADROS

En el texto	Página
Cuadro 1. Diferencia proporcional del contenido de proteína cruda entre hojas y tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	42
Cuadro 2. Rendimiento de proteína cruda ($Mg\ ha^{-1}$) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	43
Cuadro 3. Diferencia proporcional de la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca entre hojas y tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	50
Cuadro 4. Capacidad de rebrote (No. de rebrotes por metro lineal) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass contados a 30 días de rebrote.....	54
En el apéndice	
Cuadro 1A. Análisis de varianza para relación hoja:tallo.....	69
Cuadro 2A. Relación hoja:tallo ($g\ g^{-1}$) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	69
Cuadro 3A. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de planta completa.....	70
Cuadro 4A. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de la fracción hojas.....	70
Cuadro 5A. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de la fracción tallo.....	71
Cuadro 6A. Análisis de varianza para producción de materia seca por hectárea de planta completa.....	71

Cuadro 7A.	Análisis de varianza para producción de materia seca por hectárea proveniente de la fracción hojas.....	72
Cuadro 8A.	Contenido de materia seca de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	72
Cuadro 9A.	Contenido de materia seca de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	73
Cuadro 10A.	Contenido de materia seca de planta completa de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	73
Cuadro 11A.	Rendimiento de materia seca ($Mg\ ha^{-1}$) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	74
Cuadro 12A.	Rendimiento de materia seca ($Mg\ ha^{-1}$) proveniente de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	74
Cuadro 13A.	Análisis de varianza para porcentaje de proteína cruda de la fracción hojas.....	75
Cuadro 14A.	Análisis de varianza para porcentaje de proteína cruda de la fracción tallo transformado por raíz cuadrada.....	75
Cuadro 15A.	Análisis de varianza para contenido de proteína cruda de planta completa.....	76
Cuadro 16A.	Análisis de varianza para producción de proteína cruda por hectárea de planta completa.....	76
Cuadro 17A.	Contenido de proteína cruda de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....	77

Cuadro 18A. Contenido de proteína cruda de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....77

Cuadro 19A. Contenido de proteína cruda de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferente edad de corte.....78

Cuadro 20A. Análisis de varianza para porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de la fracción hojas.....78

Cuadro 21A. Análisis de varianza para porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de la fracción tallo.....79

Cuadro 22A. Análisis de varianza para digestibilidad in vitro de la materia seca de planta completa.....79

Cuadro 23A. Análisis de varianza para producción de materia seca digestible por hectárea de planta completa.....80

Cuadro 24A. Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....80

Cuadro 25A. Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca del tallo de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....81

Cuadro 26A. Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferente edad de corte.....81

Cuadro 27A. Rendimiento de materia seca digerible ($Mg \cdot ha^{-1}$) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.....82

Cuadro 28A. Análisis de varianza para número de rebrotes.....82

Cuadro 29A. Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de la materia seca consumida.....	83
Cuadro 30A. Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca consumida.....	83
Cuadro 31A. Porcentaje de digestibilidad <u>in vivo</u> e <u>in vitro</u> de la materia seca consumida de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a dos edades de corte.....	84
Cuadro 32A. Consumo de materia seca (kg de M.S. 100 kg P.V. ⁻¹ día ⁻¹) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a dos edades de corte.....	84

LISTA DE FIGURAS

En el texto		Página
Figura 1.	Características climáticas de la estación CATIE, Turrialba, Costa Rica. (1988-1989).....	13
Figura 2.	Efecto de la edad de corte sobre la relación hoja:tallo de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	26
Figura 3.	Efecto de la edad de corte sobre el contenido de materia seca de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	28
Figura 4.	Efecto de la edad de corte sobre el contenido de materia seca de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	29
Figura 5.	Efecto de la edad de corte sobre la producción de materia seca de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	32
Figura 6.	Efecto de la edad de corte sobre la producción de materia seca aportada por la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	34
Figura 7.	Efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda de los pasto Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	36
Figura 8.	Efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	37
Figura 9.	Efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	38

Figura 10.	Efecto de la edad de corte sobre el porcentaje de digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca en la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	46
Figura 11.	Efecto de la edad de corte sobre el porcentaje de digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca en la fracción tallo de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	47
Figura 12.	Efecto de la edad de corte sobre el porcentaje de digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca en la planta completa de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	48
Figura 13.	Efecto de la edad de corte sobre la producción de materia seca digerible de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	52
Figura 14.	Efecto de la edad de corte sobre la digestibilidad <u>in vivo</u> de la materia seca consumida de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	56
Figura 15.	Efecto de la edad de corte sobre la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca consumida de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.....	59
En el apéndice		
Figura 1A.	Efecto de la edad de corte sobre la producción de proteína cruda del pasto Elefante Enano cv. Mott.....	85

1. INTRODUCCION

Uno de los factores más importantes que limitan la producción de carne y leche en los trópicos es la baja calidad forrajera de las gramíneas perennes, principalmente durante la época de menor precipitación. Por otra parte, bajo estas condiciones, muchos productores utilizan los pastos de corte como una reserva forrajera para la época seca, permitiendo que éstos alcancen estados de madurez avanzados, lo cual causa una marcada reducción de su valor nutritivo.

El pasto King Grass se caracteriza por tener altos rendimientos de materia seca (Hernández y Cárdenas, 1987), a tal grado que en Cuba ha superado la producción de algunos cultivares de pasto Elefante de uso común (Ayala *et al.*, 1983). Rakkiyappan y Krishnamoorthy (1982) utilizando frecuencias de corte entre 20 y 60 días lograron rendimientos de 12.7 hasta 66.4 Mg de M.S. ha⁻¹ año⁻¹. En cuanto a la calidad nutritiva de híbridos de Pennisetum americanum x Pennisetum purpureum, se ha observado en que esta declina rápidamente con la edad, encontrándose contenidos de proteína cruda que varían desde 22.0 a 9.0% cuando se cosecharon los rebrotes a las 2 y 6 semanas de edad, respectivamente. Esta misma tendencia a sido observada para digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de las hojas, donde ésta decreció de 62 a 53% cuando el pasto fue cosechado a las 5 y 12 semanas de rebrote, respectivamente (Muldoon y Pearson, 1979).

Por su lado, Mott (1984) indica que el pasto Elefante Enano cv. Mott, es una gramínea promisoría para el trópico y subtropical por su alta producción de forraje (16.95 Mg de materia seca (M.S.) ha⁻¹ año⁻¹) así como por su excelente valor nutritivo (9.5 a 16.5% de proteína cruda y 67.5 a 75.0% de digestibilidad in vitro de la materia orgánica). Este pasto, además posee un alto porcentaje de hojas (65 a 88%), buena capacidad de rebrote (Shank, 1985), es resistente a la sequía y muestra una lenta reducción del valor nutritivo conforme avanza la madurez (Sollenberger et al., 1988a). Las hojas del pasto Elefante Enano cv. Mott pueden mantener su digestibilidad alta durante periodos de rebrote largos, en comparación a la mayoría de los pastos tropicales que pierden su valor nutritivo muy rápidamente (Mott, 1984).

En experimentos de pastoreo directo con pasto Elefante Enano cv. Mott, se han llegado a obtener ganancias de peso de 0.97 kg día⁻¹ (Sollenberger y Jones, 1988). Esto también hace suponer que este pasto, seleccionado básicamente para pastoreo, además de su buen valor nutritivo, es bien aceptado por los animales, por lo que se debe considerar como una alternativa forrajera para el trópico Centroamericano.

Debido a que existe poca información sobre el comportamiento de pasto Elefante Enano cv. Mott bajo condiciones de trópico húmedo, y también como un forraje de corte bajo estados de madurez avanzados durante la época de

menor precipitación, se han diseñado dos experimentos con los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo General

Evaluar el potencial forrajero tanto en producción, como en calidad, de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass, en la época de menor precipitación.

1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de seis edades de corte desde el momento de la siembra sobre las producciones y contenidos de materia seca, proteína cruda y materia seca digerible, y capacidad de rebrote de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass durante la época de menor precipitación.

- Determinar el efecto de dos edades de corte del forraje sobre la digestibilidad in vivo de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Pasto Elefante Enano cv. Mott

2.1.1. Generalidades

El pasto Elefante Enano cv. Mott es un híbrido de porte bajo seleccionado de un cruce entre genotipos de pasto Elefante de porte alto y porte bajo. El Elefante Enano cv. Mott fue desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en Tifton, Georgia y su evaluación fue iniciada en Gainesville, Florida (Sollenberger et al., 1988a).

El pasto Elefante Enano cv. Mott es perenne, amacollador, el cual no coloniza nuevas áreas, pero las macollas individuales producen nuevos rebrotes, incrementado así su diámetro basal (Sollenberger et al., 1988a). El establecimiento de este pasto es más difícil que el de la mayoría de los ecotipos de porte alto, por lo que debe plantarse en suelos con drenaje moderado o buen y fertilidad de media a alta. Su propagación es mediante material vegetativo, el cual se recomienda sembrar a una profundidad no mayor de 3 cm, colocando los tallos en el surco en línea corrida o con un 20% de traslape (Sollenberger et al., 1988b).

2.1.2. Producción y contenido de materia seca

Carmona y Rodríguez (1979) encontraron que el rendimiento del pasto Elefante cv. Enano se incrementó al aumentar el

intervalo de corte; a los 42, 56 y 70 días se obtuvieron rendimientos de 0.845, 1.103 y 2.052 Mg de M.S. ha⁻¹ corte⁻¹, respectivamente. El pasto Elefante cv. Enano alcanzó el más alto contenido de materia seca en las hojas cuando se cortó a los 56 días (27.8%), y este porcentaje disminuyó a 23.9% cuando fue cortado a los 70 días. El contenido de materia seca en los tallos se incrementó al aumentar el intervalo de corte, obteniéndose valores de 13.2, 13.4 y 16.5% para los intervalos de 42, 56 y 70 días, respectivamente.

En ensayos bajo corte, durante un período de tres años, se han observado producciones de 11.3 Mg de M.S. ha⁻¹ año⁻¹, utilizando intervalos de 35 días y cortando a una altura de 30 cm (Kalmbacher et al., 1987). Por otra parte, Schank (1985) obtuvo rendimientos, para la primera cosecha, de 3.61 Mg de M.S. ha⁻¹ en plantas cosechadas 80 días después de ser transplantadas (aproximadamente 6 meses después de la siembra).

Santillán y Mena (1988), en ensayos de pastoreo realizados en el Valle de El Zamorano (Honduras) con pasto Elefante Enano cv. Mott pastoreado cada 28 días, obtuvieron un rendimiento promedio en siete ciclos de pastoreo de 3.68 Mg de M.S. disponible ha⁻¹. Mientras que Váscones et al. (1988) bajo las mismas condiciones climáticas y de manejo, observaron producciones promedio en 4 ciclos de pastoreo de 4.77 Mg de M.S. disponible ha⁻¹.

2.1.3. Producción y contenido de proteína cruda

En un estudio realizado en Gainesville (Florida), Boddorff y Ocumpaugh (1986) obtuvieron contenidos de proteína cruda, en rebrotes de 35 y 70 días, de 14 y 13.5% respectivamente. Esto sugiere que el pasto Elefante Enano cv. Mott reduce lentamente su valor nutritivo conforme avanza su estado de madurez, lo cual es una característica de importancia en especies forrajeras tropicales. En contraste, Flores et al. (1989) observaron que al aumentarse la edad de corte del rebrote de 21 a 49 días el contenido de proteína cruda disminuyó de 19 a 10%.

También se han encontrado contenidos de proteína cruda en las hojas que variaron entre 13.6 y 12.7% cuando se utilizaron ciclos de pastoreo de 35 días, obteniéndose producciones de proteína cruda de 1.088 Mg ha⁻¹ en un período de 147 días y 0.749 Mg ha⁻¹ durante 126 días (Sollenberger y Jones, 1988).

En muestras de hojas obtenidas manualmente simulando pastoreo (hand pluck), Mott (1984) observó porcentajes de proteína cruda que variaron desde 16.5% en pastoreo continuo a 9.5% con un ciclo de pastoreo de 56 días, ambos con la mayor presión de pastoreo utilizada (504 kg de M.S. residual ha⁻¹). Estas diferencias se debieron principalmente a que en el pastoreo continuo los animales consumían los nuevos rebrotes y en el ciclo de 56 días éstos se veían forzados también a consumir hojas maduras y tallos. En general se puede decir que estos valores de proteína cruda son altos, pero debe

hacerse énfasis en que la mayor parte de la muestra colectada estaba constituida por hojas. Los tallos del pasto Elefante Enano cv. Mott tiene un contenido de proteína cruda de aproximadamente un tercio del contenido en las hojas (Mott, 1985).

Santillán y Mena (1988) y Váscones et al. (1988), en muestras de pasto Elefante Enano cv. Mott recolectadas a los 28 días de rebrote, observaron un contenido de proteína cruda de 12.9 y 12.0%, respectivamente. Por otro lado, en el Altiplano de La Esperanza (Honduras), Cruz y Wege (1988) obtuvieron contenidos de proteína cruda de 12.2, 12.6 y 16.7% en la época de mínima precipitación y de 13.6, 10.2 y 9.9% en la de máxima precipitación, en pasto Elefante Enano cv. Mott con edades de rebrote de 56, 70 y 84 días, respectivamente.

2.1.4. Digestibilidad de la materia seca

Boddorff y Ocumpaugh (1986), Kalmbacher et al. (1987) y Sollenberger y Jones (1988) han obtenido digestibilidades in vitro de la materia orgánica, en pasto cosechado o pastoreado a intervalos de 35 días, de 75.0, 67.5 y 71.1%, respectivamente; mientras que Flores, et al. (1989) obtuvieron porcentajes de DIVMO de 70, 64 y 57% cosechando rebrotes de 21, 35 y 49 días de edad, respectivamente, a una altura de 10 cm. Por otro lado, Boddorff y Ocumpaugh (1986) también obtuvieron un 71% de DIVMO en pasto cosechado a intervalos de 70 días.

En cambio, en ensayos bajo pastoreo realizados en el Valle de El Zamorano (Honduras), Váscones et al. (1988) y Santillán y Mena (1988) observaron porcentajes de DIVMO de 60.2 y 64.8%, respectivamente, en plantas de 28 días de rebrote.

Mott (1984) encontró digestibilidades in vitro de la materia orgánica, en muestras de hojas obtenidas a mano simulando pastoreo, entre 68.2 y 74.0%, en ciclos de pastoreo que van desde el pastoreo continuo hasta el rotacional con intervalos de descanso de 56 días y presiones de pastoreo de 504 a 2522 kg de M.S. residual ha⁻¹. Basado en estos resultados, este investigador sugiere que las hojas de pasto Elefante Enano cv. Mott pueden mantener su alta digestibilidad durante largos periodos de rebrote.

2.1.6. Relación Hoja:Tallo

Carmona y Rodríguez (1979) obtuvieron relaciones hoja:tallo de 1.75, 2.07 y 1.45 con frecuencias de corte de 42, 56 y 70 días, respectivamente. También se han encontrado relaciones hoja:tallo hasta de 7.33 en sistemas de pastoreo rotacional con 35 días de descanso y 7 de ocupación (Sollenberger y Jones, 1988).

Por otra parte, Boddorff y Ocumpaugh (1986) estimaron proporciones hoja:tallo de 4.0 y 1.86 en rebrotes de 35 y 70 días, respectivamente. Estas relaciones hoja:tallo son altas,

debido principalmente a que el pasto Elefante Enano cv. Mott se caracteriza por poseer un entrenudo corto, en comparación a otros ecotipos, de la misma especie, de porte alto.

2.2. Pasto King Grass

2.2.1. Producción y contenido de materia seca

El pasto King Grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) es uno de los forrajes de corte más utilizados en el trópico debido a sus altos rendimientos de materia seca, la cual puede llegar hasta valores de 60 Mg de M.S. ha⁻¹ año⁻¹ (Rakkiyappan y Krishanmoorthy, 1982).

Machado y Gerardo (1983) utilizando frecuencias de corte de 35, 49 y 56 días, en Cuba, obtuvieron producciones de 15.6, 23.2 y 22.3 Mg de M.S. ha⁻¹ año⁻¹, fertilizado con una dosis de 400 kg de N, 300 kg de P₂O₅ y 400 kg de K₂O ha⁻¹ año⁻¹. Por su lado, Rakkiyappan y Krishnamoorthy (1982), en India, al utilizar frecuencias de corte de 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 días, encontraron contenidos de materia seca de 10.7, 9.2, 9.6, 9.6, 13.4, 15.7, 19.3, 22.3 y 24.7%, respectivamente, los cuales corresponden a una producción de materia seca de 12.70, 13.60, 19.23, 27.13, 37.47, 45.81, 55.93, 62.05 y 66.41 Mg ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente.

En Turrialba, Costa Rica, Rodríguez (1984) encontró contenidos de materia seca en hojas, tallos y planta completa, de King Grass, de 23.0, 17.4 y 20.4% y obtuvo producciones de materia seca de 13.52, 12.32 y 25.83 Mg ha⁻¹ año⁻¹,

respectivamente. Este mismo investigador (1985) también estimó contenidos de materia seca de 28.3, 19.3 y 23.6% y rendimientos de 11.82, 7.99 y 19.81 Mg de M.S. ha⁻¹ año⁻¹ para hojas, tallos y planta completa, respectivamente.

También, en Cuba, se han observado en King Grass, producciones de 6.1, 9.3 y 10.5 Mg de M.S. ha⁻¹ corte⁻¹ con contenidos de materia seca de 16.8, 16.1 y 16.4%, respectivamente, en el corte realizado 3 meses después de la siembra (Crespo y Oduardo, 1986). En ensayo realizado en Guyana, con King Grass pastoreado a un intervalo de descanso de 35 días, se obtuvo una producción de materia seca de 5.56 Mg ha⁻¹ ciclo⁻¹ como promedio de 8 ciclos de pastoreo, y una producción promedio de materia seca proveniente de la fracción hojas de 3.12 Mg ha⁻¹ ciclo⁻¹. Además, se han obtenido rendimientos de 30.11 Mg de M.S. ha⁻¹ en rebrotes cosechados a los 196 días después de la siembra (RESPONSE TO grazing, 1987).

2.2.2. Producción y contenido de proteína cruda

Utilizando frecuencias de corte de 45 a 60 días, Domínguez *et al.* (1982) obtuvieron contenidos de proteína que variaron de 12 a 11% con pasto fertilizado con 50, 30 y 25 kg ha⁻¹ corte⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Por su lado, Cáceres y Santana (1987), cortando el pasto cada 56 días, encontraron un contenido de proteína cruda de 6.3% y una producción de 1.71 Mg de P.C. ha⁻¹ año⁻¹ con King Grass

fertilizado con una dosis de 400, 200 y 400 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente.

Bajo condiciones de trópico húmedo, los contenidos de proteína cruda, en rebrotes de 87.5 días fueron de 6.4, 3.3 y 5.2% para las diferentes fracciones, hojas, tallos, y la planta completa, respectivamente (Rodríguez, 1985). En un estudio anterior, Rodríguez (1984) estimó contenidos de proteína cruda muy similares a los anteriores (6.2, 2.6 y 4.3% en hojas, tallos y planta completa, respectivamente).

Cruz y Wege (1988), en Honduras, obtuvieron contenidos de proteína cruda de 10.3, 8.8 y 11.2% durante la época de menor precipitación y en la de mayor precipitación fueron de 10.5, 8.2 y 7.8% en rebrotes cosechados a los 56, 70 y 85 días, respectivamente. Estos mismos autores observaron que el contenido de proteína del King Grass declinó más que el de pasto Elefante Enano cv. Mott cuando se aumentó la edad de corte de 70 a 85 días.

2.2.3. Digestibilidad de la materia seca

Las digestibilidades in vivo de la materia seca del pasto King Grass obtenidas por Santana, et al. (1985), utilizando corderos, fueron de 60.1 y 57.3% en rebrotes cortados cada 63 días durante la época de lluvias y cada 84 días en la época seca, respectivamente.

Por otra parte, Rodríguez (1984) obtuvo digestibilidades in vitro de la materia seca en hojas, tallos y planta completa

cosechadas cada 87.5 días, de 54, 61 y 58%, respectivamente. Las producciones de materia seca digerible obtenidas por este mismo investigador fueron de 7.33, 7.57 y 14.90 Mg ha⁻¹ año⁻¹ para las mismas fracciones, respectivamente.

2.2.4. Relación Hoja:Tallo

En rebrotes cortados cada 60 días, Paneque et al. (1987) obtuvieron una relación hoja:tallo de 1.86. Por otro lado, Rodríguez (1984 ; 1985) obtuvo proporciones de hoja:tallo en King Grass cosechado cada 87.5 días de 1.08 y 1.60, respectivamente.

En RESPONSE TO grazing (1987) indican, que en Guyana se han obtenido, en King Grass, relaciones de hoja:tallo que varían entre 1.15 y 2.22 en rebrotes que son pastoreados cada 35 días.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente estudio constó de dos ensayos de campo, uno sobre producción de materia seca, proteína y materia seca digerible, y otro sobre digestibilidad *in vivo*. Ambos estuvieron localizados en la Finca Experimental del Area de Ganadería Tropical del CATIE, la cual se encuentra a 9° 53' latitud norte y 83° 38' longitud oeste, a una altitud de 602 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 21.5 °C, una precipitación pluvial media anual de 2,634.1 mm., distribuida durante todo el año (Figura 1), y una humedad relativa de 87.9% (CATIE, 1989), correspondiendo, según la clasificación de Holdridge (1978), a una zona de vida de Bosque muy húmedo premontano.

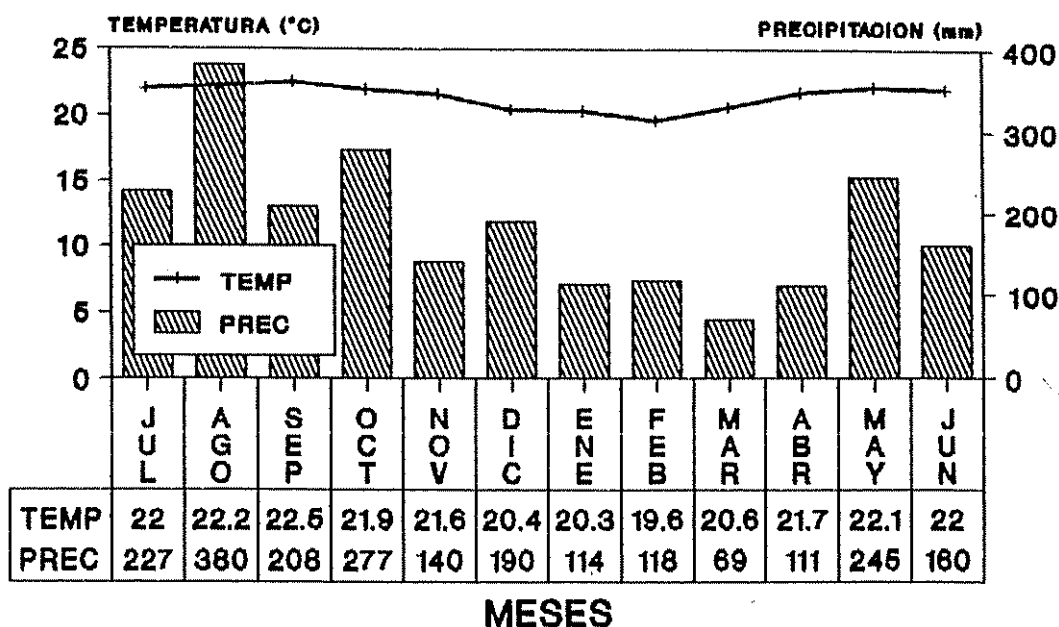


Fig. 1. Características climáticas de la estación CATIE, Turrialba, Costa Rica (1988-1989)

Los análisis bromatológicos de los pastos evaluados se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Área de Ganadería Tropical del CATIE.

3.2. Manejo General de Campo

3.2.1. Prueba de producción y calidad nutritiva

El área de siembra fue preparada de la siguiente manera: eliminación de la vegetación existente mediante chapeo mecánico, luego un paso de arado y uno de rastra. El material vegetativo del pasto Elefante Enano cv. Mott se cosechó un día antes de la siembra; en el caso del pasto King Grass la semilla sembrada fue cortada una semana antes. Los dos pastos fueron sembrados a cadena doble, con una distancia entre surcos de 1.0 m y a una profundidad de 5.0 cm. La siembra se realizó el 27 de septiembre de 1988. Los pastos recibieron una fertilización de 100, 50 y 50 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, durante el período de establecimiento.

El área total sembrada fue de 1026 m² (54 x 18 m) la cual estaba dividida en parcelas grandes con un área de 108 m² (18 x 6 m) y esta a su vez por parcelas pequeñas (subparcelas) las cuales tuvieron un área de parcela neta de 18 m² (6 x 3 m) y un área de parcela útil de 5 m² (5 x 1 m).

El período de establecimiento de los pastos fue de 115 días, donde se realizaron un control de malezas, según incidencia, aplicando un herbicida sistémico no selectivo

entre los surcos y un control manual dentro del surco. También se pudo observar durante este período que el pasto Elefante Enano cv. Mott presentó en sus hojas un ataque ligero de hongos y que en los lugares donde hubo amegamiento el crecimiento del pasto fué limitado. Los cortes en cada evaluación se realizaron a una altura de aproximadamente 5 cm para ambos pastos.

Cada subparcela y sus respectivos bordes fueron cortados según el tratamiento asignado. Después de medir la producción total de cada tratamiento del pasto cosechado en cada subparcela, se extrajo una muestra al azar de plantas completas de aproximadamente 2 kg, en la cual se hizo la separación manual de hojas y tallos, donde la fracción hojas constó solamente de las láminas y ligulas de las hojas, mientras que la fracción tallo incluyó las vainas de las hojas y los tallos propiamente dichos. Las muestras de materia verde de ambas fracciones fueron secadas a 60°C, en un horno de aire forzado, donde permanecieron hasta alcanzar un peso constante. En base a este procedimiento se determinó el contenido de materia seca y luego se cuantificó la relación hoja:tallo en base seca. Con el contenido de materia seca de ambas fracciones y la relación hoja:tallo se determinó el contenido de materia seca de la planta completa y la producción de materia seca por hectárea por corte.

Las muestras secas de hojas y tallos fueron molidas en un molino tipo Willey, a un tamaño de partícula de 1 mm para

posteriores análisis de proteína cruda (AOAC; 1984) y de DIVMS (Método de Tilley y Terry modificado por Kass y Rodríguez, 1986). Con el contenido de P.C. y DIVMS de cada componente, la relación hoja:tallo y la producción de materia seca por hectárea por corte se determinaron el contenido de P.C. y DIVMS de la planta completa, y los rendimientos de P.C., materia seca digerible y materia seca proveniente de la fracción hojas por hectarea por corte.

Para determinar la capacidad de rebrote se hizo un conteo de rebrotes en un metro lineal escogido al azar de los 5 m de la parcela útil. Este mismo procedimiento se realizó para cada uno de los tratamiento a los 30 días después del último corte.

3.2.2. Prueba de digestibilidad in vivo

Para la determinación de la digestibilidad in vivo del forraje se utilizaron 8 novillas, con un peso inicial promedio de 155 kg y un peso final de 169 kg y una edad de 15 meses, entre puras y mestizas de las razas Criollo Centroamericano y Jersey, del hato del CATIE. Estas fueron confinadas en corrales individuales durante todo el período experimental.

Las novillas tuvieron un suministro constante de agua y sal mineralizada (50% sal común y 50% harina de hueso) a libre consumo. Además de esto, cada animal recibió aproximadamente un 90% del consumo observado de pasto picado, según el

tratamiento que le correspondía durante el periodo de la prueba en que se encontraban.

Los pastos recibieron cortes de uniformización escalonados, de manera tal que al momento de las pruebas con animales tuvieran 8 y 12 semanas de rebrote. Después del corte de uniformización se aplicó una dosis de 20 kg de N ha⁻¹. El pasto fué ofrecido una parte durante la mañana y otra durante la tarde. Cada uno de los periodos experimentales constó de una fase de adaptación de seis días y una fase de medición de cinco días. La duración de ambas fases estuvo restringida por las limitaciones en disponibilidad de forraje del pasto Elefante Enano cv. Mott..

El consumo para cada tratamiento se midió diariamente, de manera individual, pesando las cantidades de pasto ofrecidas, y también las cantidades rechazadas, cuando se dió el caso de rechazo. Además se recolectaron muestras diarias de 0.5 kg. del pasto ofrecido y el total del rechazado, durante los periodos de medición. Al final de cada periodo de medición, para propósitos de análisis de laboratorio, se formaron muestras compuestas del pasto ofrecido por cada animal y muestras por día del rechazado por cada animal. A estas muestras se les determinó el contenido de M.S. y DIVMS. Con base en los resultados del análisis de M.S. y DIVMS del pasto ofrecido y rechazado, así como en el consumo de materia verde, se determinó la cantidad de M.S. total consumida por animal y el porcentaje de DIVMS consumida.

La metodología para analizar los porcentajes de M.S. y DIVMS fueron las mismas empleadas para la prueba de producción y calidad nutritiva.

Durante esta prueba también se cuantificó la producción fecal mediante la técnica descrita por Iturbide (1967), usando sesquióxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador externo. Para ello se suministró 10 gr de Cr_2O_3 diariamente, dividido en dos dosis, una a las 7:30 y la otra a las 15:30 horas. El Cr_2O_3 fué suministrado, por vía oral, desde el tercero hasta el décimo día de la prueba, y del octavo al undécimo día se colectaron, directamente del ano, dos muestras diarias de heces, de aproximadamente 300 g cada una. Las dos muestras colectadas por animal al día fueron congeladas hasta el final de la prueba. Una vez terminado el ensayo de digestibilidad, todas las submuestras fueron descongeladas a temperatura ambiente y mezcladas para obtener una muestra compuesta, la cual fué secada a 60°C y molida a 1 mm de diámetro.

Luego, se determinó la concentración de óxido de cromo para cada muestra, mediante el método de Christian y Coup, modificado por Rodríguez (Kass y Rodríguez, 1986). Con base en la concentración de Cr_2O_3 obtenido en las heces y la cantidad de Cr_2O_3 suministrado diariamente, se estimó la producción fecal a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{PF} = \frac{\text{QC}}{\text{CC}} \quad \text{donde:}$$

PF = Producción de M.S. fecal (gr/día)

GC = Cantidad de Cr_2O_3 suministrada (gr/día)

CC = Concentración de Cr_2O_3 en heces (gr/gr de muestra)

Posteriormente, con base en la producción fecal y el consumo de M.S. se estimó la digestibilidad in vivo de la M.S. usando la fórmula:

$$DMS = \frac{C - PF}{C} \times 100 \quad \text{donde:}$$

DMS = Digestibilidad de la M.S. (%)

C = Consumo de M.S. total (kg/día)

PF = Producción de M.S. fecal (kg/día)

3.3. Tratamientos

3.3.1. Prueba de producción y calidad nutritiva

En la prueba de producción y calidad nutritiva se estudiaron las siguientes variables: seis edades al momento del corte (115, 145, 175, 205, 235 y 265 días después de la siembra) y dos especies de pasto (Elefante Enano cv. Mott y King Grass). El arreglo factorial de las mismas generó un total de 12 tratamientos.

3.3.2. Prueba de digestibilidad in vivo

En esta prueba se estudiaron las siguientes variables: dos edades de corte (8 y 12 semanas de rebrote) y dos especies

de pastos (Elefante Enano cv. Mott y King Grass). El arreglo factorial de las mismas generó un total de 4 tratamientos.

3.4. Variables de respuesta

3.4.1. Prueba de producción y calidad nutritiva

Para cada tratamiento se evaluaron las siguientes variables:

- a. Producción de materia seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$).
- b. Producción de materia seca de la fracción hojas ($\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$).
- c. Producción de materia seca digerible ($\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$).
- d. Producción de proteína cruda ($\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$).
- e. Relación hoja:tallo, en base seca.
- f. Contenido de proteína cruda en hojas, tallos y planta completa, en porcentaje.
- g. Digestibilidad in vitro de la M.S. en hojas, tallos y planta completa, en porcentaje.
- h. Capacidad de rebrote (No. de rebrotes por metro lineal).

3.4.2. Prueba de digestibilidad in vivo

Para cada tratamiento se evaluaron las siguientes variables:

- a. Digestibilidad in vitro de la M.S. del pasto consumido (% de DIVMSC).
- b. Digestibilidad in vivo de la M.S. del pasto consumido (% de DMSC).

3.5. Diseño experimental, modelo y análisis estadístico

3.5.1. Prueba de producción y calidad nutritiva

El diseño experimental para la prueba de producción y calidad nutritiva fué de Parcelas Divididas con un arreglo factorial 6×2 (Edad de corte x Especie de pasto), con cuatro repeticiones, donde la parcela grande correspondió a la especie de pasto y la parcela pequeña a la edad de corte.

El modelo estadístico asociado al diseño empleado fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + \alpha_{ij} + E_k + (P \times E)_{jk} + \beta_{ijk} \quad \text{donde:}$$

Y_{ijk} = Variable respuesta de la k-ésima edad de corte en la j-ésima especie de pasto en el i-ésimo bloque.

μ = Media general de las observaciones.

B_i = Efecto del i-ésimo Bloque ($i = 1, 2, 3, 4$).

P_j = Efecto de la j-ésima especie de pasto ($j = 1, 2$)

α_{ij} = Error aleatorio "a" asociado a la parcela grande.

E_k = Efecto de la k-ésima edad de corte ($k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$).

$(P \times E)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la j-ésima especie de pasto y la k-ésima edad de corte.

β_{ijk} = Error aleatorio "b" asociado a la parcela pequeña.

El análisis de varianza se efectuó siguiendo el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete de análisis SAS (SAS; 1985), el cual quedó de la siguiente manera:

ANDEVA:

Fuentes de variación	G.L.		
Bloque	$i-1$	=	3
Especie de pasto	$J-1$	=	1
Error (a)	$(i-1)(j-1)$	=	3
Edad de corte	$k-1$	=	5
Especie x edad	$(j-1)(k-1)$	=	5
Error (b)	$j(i-1)(k-1)$	=	30
TOTAL	$ikj-1$	=	47

En el caso donde la variable de respuesta fue afectada significativamente por el efecto de la edad de corte o su interacción con especie de pasto, se procedió a seleccionar, entre 14 modelos de regresión¹, aquel modelo que no solo presentara el mejor ajuste (R^2) para cada variable de respuesta evaluada sino también que los coeficientes fueran significativos. Además, cuando hubo dos o más modelos que reunían los requisitos anteriormente mencionados se escogía aquel modelo más simple.

3.5.2. Prueba de digestibilidad in vivo

Para la prueba de digestibilidad se utilizó un Diseño de Sobrecambio en Cuadrado Latino repetido (Lucas, 1983), en un

¹ Palmer, H. 1982. Palmer's Statistical Package (PSP). Turrialba, C.R., CATIE (Paquete de computación sin manual).

arreglo factorial 2^2 (Especie de pasto x Edad de corte). Se tuvo dos cuadrados 4×4 , donde cuatro novillas constituyeron las columnas y cuatro períodos las hileras. Cada animal pasó por todos los tratamientos, obteniéndose así ocho repeticiones por tratamiento.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + C_i + A(C)_{ij} + P_k + F_l + E_m + (F \times E)_{lm} + e_{ijklm}$$

donde:

Y_{ijklm} = Variable respuesta del i -ésimo cuadrado, en el j -ésimo animal, durante el k -ésimo período, con la l -ésima especie de pasto de la m -ésima edad de corte.

μ = Media general de las observaciones.

C_i = Efecto del i -ésimo cuadrado ($i=1, 2, 3, 4$).

$A(C)_{ij}$ = Efecto del j -ésimo animal anidado en el i -ésimo cuadrado ($j= 1, 2, 3, 4$).

P_k = Efecto del k -ésimo período ($k= 1, 2, 3, 4$).

F_l = Efecto de la l -ésima especie de pasto ($l= 1, 2$).

E_m = Efecto de la m -ésima edad de corte ($m= 1, 2$).

$(F \times E)_{lm}$ = Efecto de la interacción entre la l -ésima especie de pasto y la m -ésima edad de corte.

e_{ijklm} = Efecto del error experimental asociado a cada una de las observaciones.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza siguiendo el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete de análisis estadísticos SAS (SAS, 1985), el cual quedó de la siguiente manera:

ANDEVA

Fuentes de variación	G.L.
Cuadrado	$i-1 = 1$
Animal (Cuadrado)	$i(j-1) = 6$
Período	$K-1 = 3$
Tratamiento	$t-1 = 3$
Especie de pasto	$l-1 = 1$
Edad de corte	$m-1 = 1$
Especie x Edad	$(l-1)(m-1) = 1$
Error	$= 18$
TOTAL	$i(r^2)-1 = 31$

En aquellos casos donde se detectaron diferencias significativas a un nivel de 5% para la interacción Especie x Edad, se hizo una prueba de comparaciones múltiples, utilizando el procedimiento de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1985).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Prueba de producción y calidad nutritiva.

En todas las variables de respuesta, evaluadas en esta prueba, se encontraron diferencias significativas al menos al 5%. En algunos casos estas diferencias se observaron para la interacción especie de pasto x edad de corte y en otras solamente para los efectos ocasionados por la especie de pasto y edad de corte por separado. A continuación se presentarán los resultados y discusión de cada variable evaluada.

4.1.1. Relación Hoja : Tallo (H:T)

Para la variable de respuesta relación H:T se detectaron diferencias significativas para el efecto de especie de pasto ($p < 0.008$) y edad de corte ($p < 0.0005$), así como también para la interacción ($p < 0.015$) entre estas dos variables experimentales (Cuadro 1A).

En la Figura 2 se observa que las proporciones H:T en el pasto Elefante Enano cv. Mott son mayores que las de King Grass para todas las edades de corte. En ambos pastos hay una tendencia a disminuir el valor de la relación H:T, a medida que avanza el estado de madurez de los mismo. Esta tendencia es más marcada en el caso del pasto Elefante Enano cv. Mott, donde la proporción va de 2.49 a 0.85 gr gr^{-1} . Estos valores (Cuadro 2A), en Elefante Enano cv. Mott, se encuentran entre

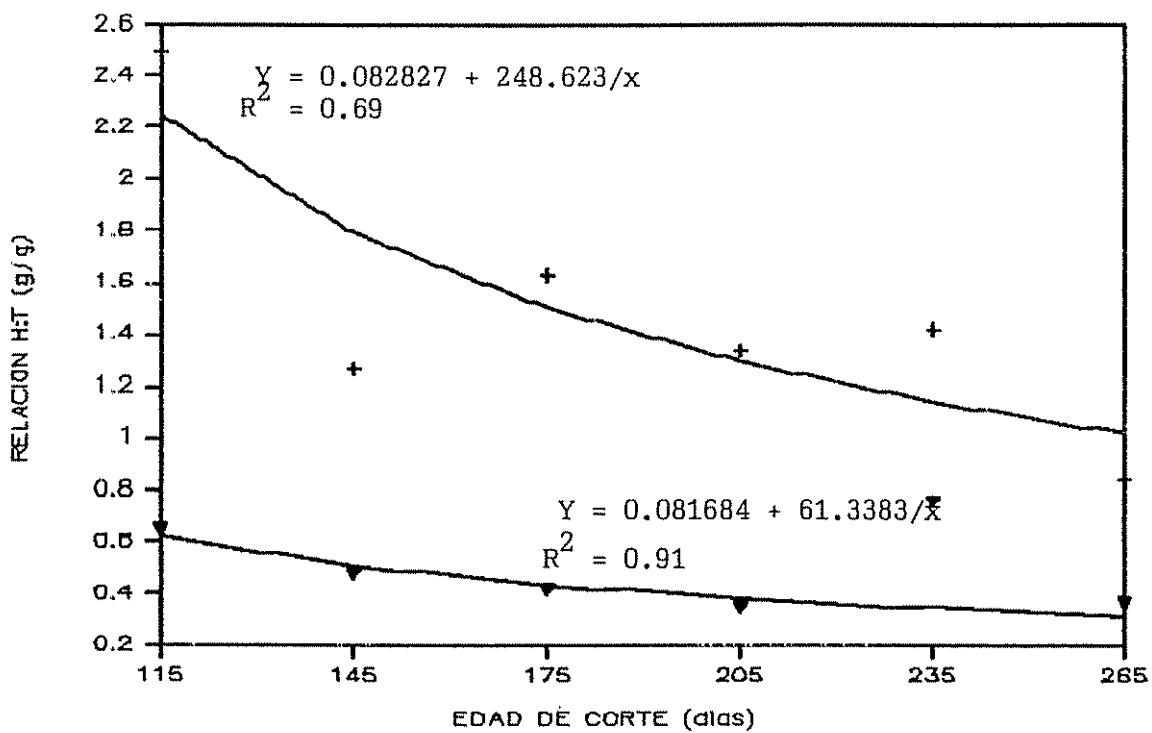


Figura 2. Efecto de la edad de corte sobre la relación hoja:tallo de los pastos Elefante Enano cv. Mott (+) y King Grass (v).

los rangos obtenidos por Ibrahim (1989) para esta variable bajo condiciones climatológicas muy similares.

Según Boddorff y Ocampo (1986), la mayor proporción H:T en Elefante Enano cv. Mott se debe principalmente a lo corto de sus entrenudos. Por otro lado, estos mismos investigadores obtuvieron, en Elefante Enano cv. Mott una tendencia similar a la observada en este trabajo, donde al aumentarse la edad de corte decrece la proporción H:T. Por su lado, Beliuchenko y Febles (1980) también observaron la misma tendencia en los pasto Elefante (Pennisetum purpureum) y Pangola (Digitaria decumbens). Estos autores atribuyeron este comportamiento al aumento en el porcentaje de tallos elongados y a la senescencia de las hojas inferiores.

4.1.2. Producción y contenido de materia seca (M.S.)

En la variable contenido de M.S. de planta completa, hojas y tallos se obtuvieron diferencias significativas para el efecto de especie de pasto, edad de corte y la interacción Pasto x Edad, tal como se observa en los Cuadros 3A, 4A y 5A, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza para la variable producción de M.S. ha^{-1} de planta completa se presentan en el Cuadro 6A, donde se puede observar diferencias significativas para especie de pasto ($p < 0.0005$), edad de corte ($p < 0.0001$) y la interacción especie x edad ($p < 0.0175$). En el caso de la variable producción de M.S. ha^{-1} proveniente de la fracción

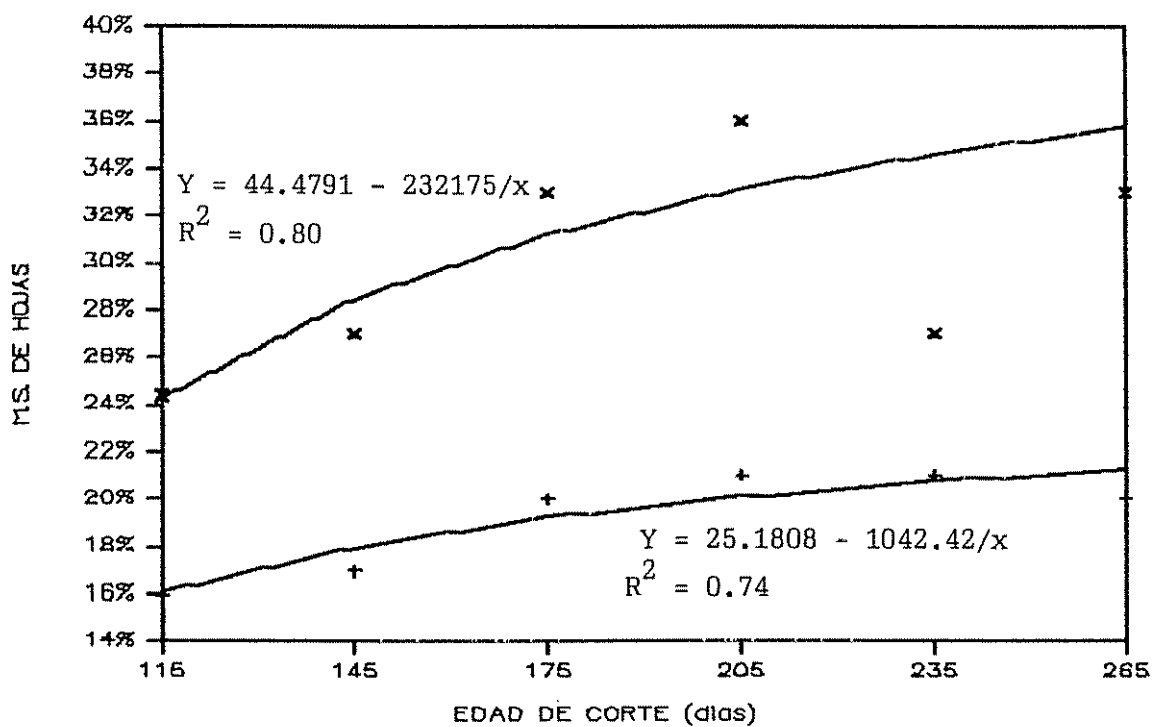


Figura 3. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de materia seca de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott (+) y King Grass (x).

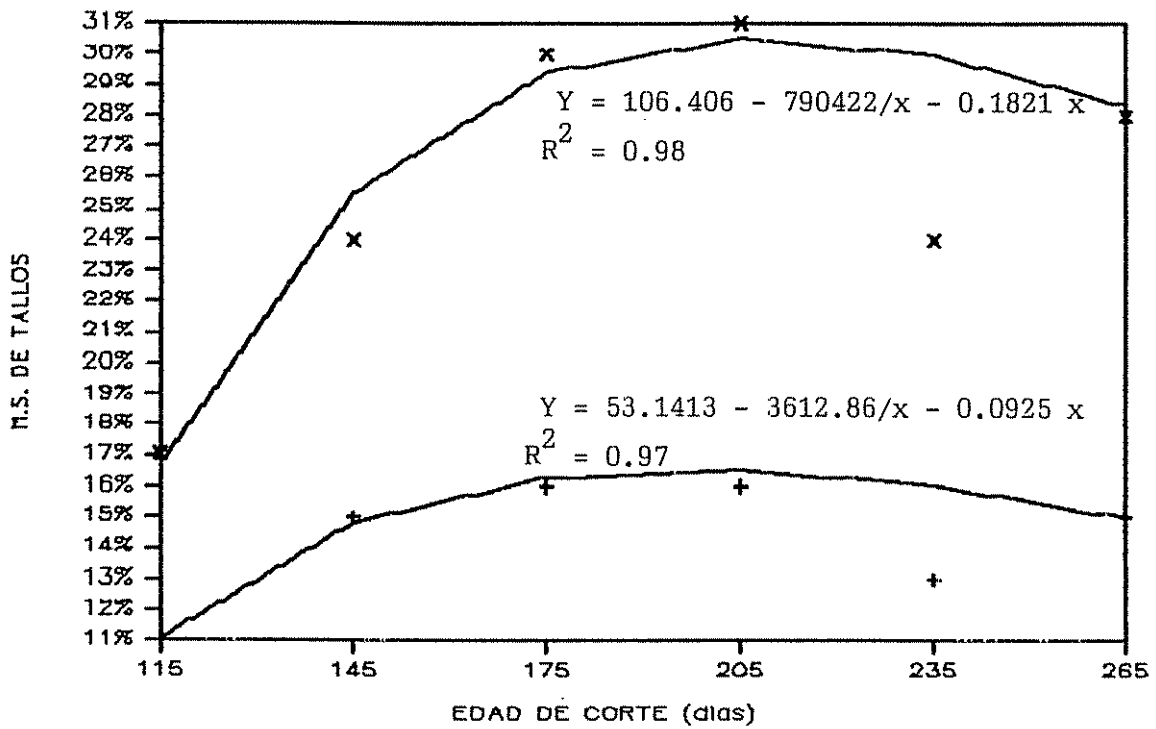


Figura 4. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de materia seca de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott (+) y King Grass (x).

hojas solamente se encontraron diferencias significativas para los efectos simples de especie de pasto ($p < 0.013$) y edad de corte ($p < 0.0001$) (Cuadro 7A).

El contenido de M.S. en hojas y tallos siempre fue mayor en King Grass, tal como se puede observar en las Figuras 3 y 4, respectivamente. También se puede notar que este pasto tiene una tendencia general más marcada a incrementar su contenido de M.S. en ambas fracciones cuando se aumenta la edad de corte que el pasto Elefante Enano cv. Mott. Esta misma tendencia fue observada por Carmona y Rodríguez (1979) en la fracción tallo del pasto Elefante cv. Enano.

El mayor contenido de M.S. de hojas, tallos y planta completa se obtuvo en plantas de King Grass con 205 días de rebrote desde el momento de la siembra, los cuales fueron de 36.11, 31.31 y 32.55%, respectivamente. Los menores contenidos de M.S. se observaron en plantas de Elefante Enano cv. Mott con 115 días de rebrote, siendo esto de 15.96, 10.87 y 14.39% para hojas, tallos y planta completa, respectivamente. (Cuadro 8A, 9A y 10A, respectivamente). De manera general puede verse que los contenidos de materia seca del pasto Elefante Enano cv. Mott en planta completa y la fracción tallos son bajos, lo cual según Davies citado por Minson (1981) puede ser un factor limitante del consumo. Por su parte, Verité y Journet (1970) utilizando pastos ryegrass, alfalfa y especies nativas, pudieron observar que cuando el contenido de materia seca era menor del 18%, el consumo de

materia seca disminuía en 0.337 kg por cada unidad porcentual de descenso en el contenido de materia seca del forraje. Por el contrario, Campling y Balch (1961), Holmes y Lang (1963), Minson (1966), Jackson y Forbes (1970) y Renton y Forbes (1973) sugieren que el contenido de humedad en el alimento no afecta el consumo.

Los promedios para la producción de M.S. ha^{-1} se presentan en el Cuadro 11A. En la Figura 5 se puede observar que el pasto Elefante Enano cv. Mott además de presentar menores rendimientos que el King Grass también mostró una tendencia general a aumentar, más levemente, su rendimiento conforme avanza su edad de corte.

Esta tendencia de aumentar la producción de materia seca al incrementarse la edad de corte fue observada por Carmona y Rodríguez (1979), y por Ibrahim (1989) al incrementar los días de descanso en pastoreo rotacional en pasto Elefante Enano cv. Mott. El pasto King Grass también sigue la misma tendencia de producción (Rakkiyappan y Krishnamoorthy; 1982). Básicamente, la mayor producción de M.S. ha^{-1} del King Grass se debió a sus mayores rendimientos de materia verde por unidad de área y sus altos contenidos de M.S.

Schank (1985) obtuvo con pasto Elefante Enano cv. Mott, una producción de 3.61 Mg de M.S. ha^{-1} con rebrotes cosechados a los 180 después de la siembra, este rendimiento es menor al obtenido en este estudio, el cual fue de 6.05 Mg de M.S. ha^{-1} en rebrotes de 175 días de edad. Por otro lado, en RESPONSE

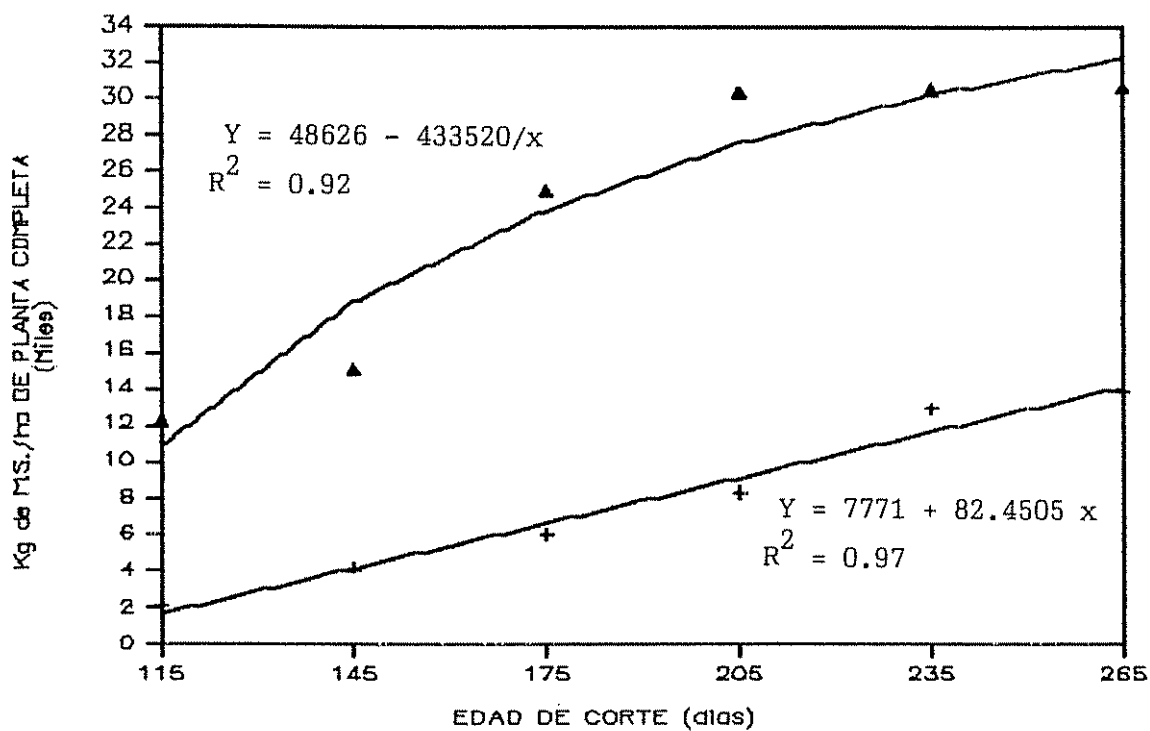


Figura 5. Efecto de la edad de corte sobre la producción de materia seca de los pastos Elefante Enano cv. Mott (+) y King Grass (▲).

TD grazing (1987) se informa rendimientos en King Grass, de 30.11 Mg ha⁻¹ en rebrotes de 196 días de edad, los cuales coinciden con los obtenidos en este trabajo que fueron de 30.30 Mg de M.S. ha⁻¹ en rebrotes de 205 días de edad.

Los rendimientos promedio de M.S. ha⁻¹ proveniente de la fracción hojas se presentan en el Cuadro 12A donde se puede observar que estos fueron mayores en King Grass que en Elefante Enano cv. Mott. En la Figura 6 se observa que en ambos pastos al aumentar su estado de madurez se incrementaron los rendimientos de M.S. de hojas. También se puede observar en Elefante Enano cv. Mott, una mayor tendencia a aumentar el rendimiento, conforme se incrementa la edad de corte, comparado con el King Grass. Esto puede deberse a la mayor relación H:T del Elefante Enano cv. Mott, lo que disminuye en gran proporción la diferencia relativa entre los rendimientos de materia seca de planta completa y materia seca de hojas, donde ésta diferencia, a los 115 días, disminuyó de 5.9, en planta completa, a 3.6 veces más rendimiento de materia seca proveniente de la fracción hojas y de 2.2, en planta completa, a 1.2 veces, de la fracción hojas, a los 265 días de rebrote. Esto es importante, puesto que Beliuchenko y Febles (1980) indican que las hojas son la parte más valiosa del forraje al ser las fracciones más apetecibles del forraje, lo cual fue confirmado posteriormente por Poppi *et al.* (1981) al evaluar el efecto de la relación H:T sobre el consumo de los pastos Pangola (*Digitaria decumbens*) y Rhodes (*Chloris guyana*),

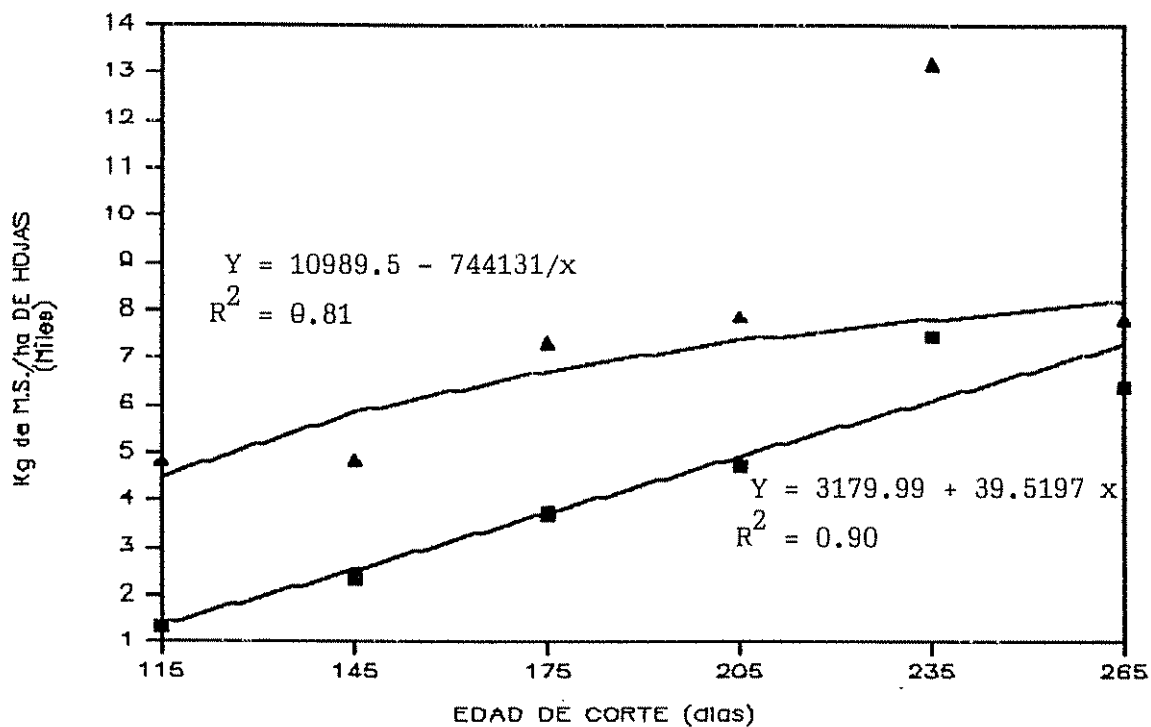


Figura 6. Efecto de la edad de corte sobre la producción de materia seca aportada por la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott (■) y King Grass (▲).

quienes observaron en términos generales que las hojas eran más consumidas que los tallos.

4.1.3. Producción y contenido de proteína cruda (P.C.)

El análisis de varianza para las variables contenido de P.C. en hojas, tallos y planta completa, y producción de P.C. ha^{-1} de planta completa se presentan con detalle en los Cuadros 13A, 14A, 15A y 16A, respectivamente.

En las variables contenido de P.C. en hojas, tallos y planta completa se encontraron diferencias significativas para el efecto de especie de pasto ($p < 0.004$, 0.001 y 0.001 , respectivamente), edad de corte ($p < 0.001$, 0.001 y 0.001 , respectivamente) y la interacción especie x edad ($p < 0.007$, 0.001 y 0.001 , respectivamente).

Con respecto a la variable producción de P.C. por hectárea en planta completa solamente se detectaron diferencias para los efectos simples de especie de pasto ($p < 0.018$) y edad de corte ($p < 0.004$).

El pasto Elefante Enano cv. Mott muestra una tendencia más marcada a decrecer su contenido de P.C. que el King Grass, cuando se incrementa la edad de corte (Figura 7). Esta misma tendencia se observa también para el contenido de P.C. en hojas y tallos (Figuras 8 y 9, respectivamente).

Esto demostró en parte que el pasto Elefante Enano cv. Mott, bajo las condiciones en que se llevó a cabo este

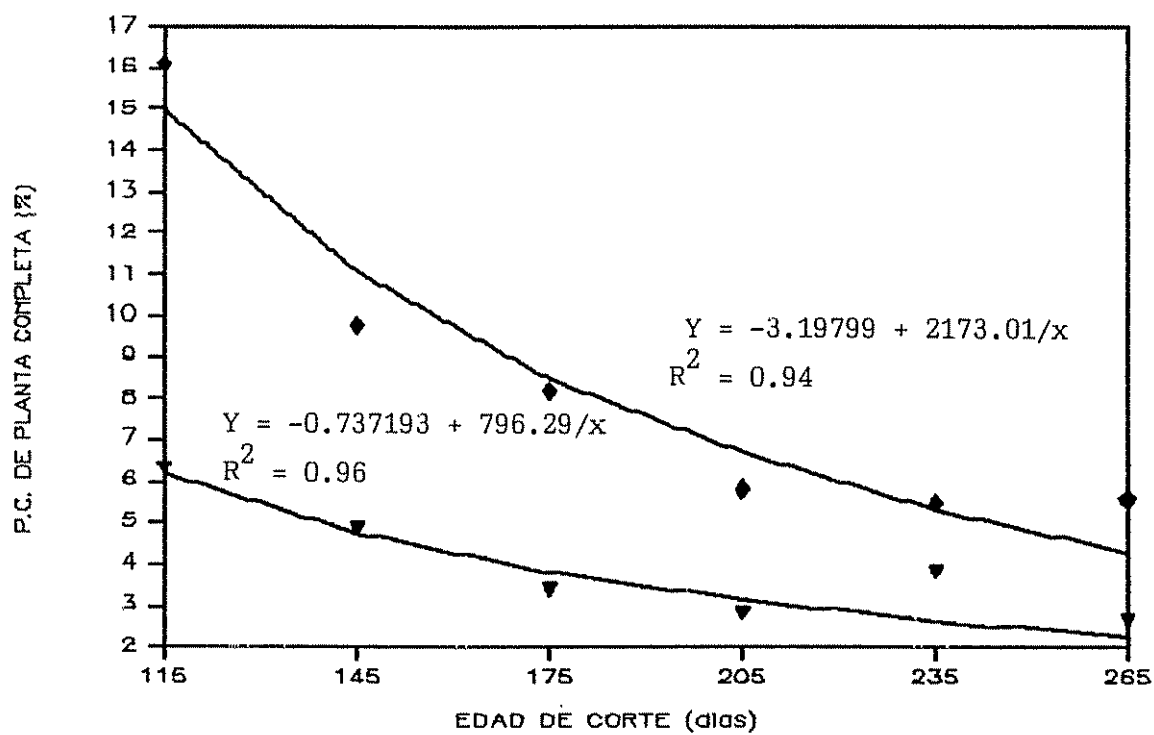


Figura 7. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda de los pasto Elefante Enano cv. Mott (♦) y King Grass (♥).

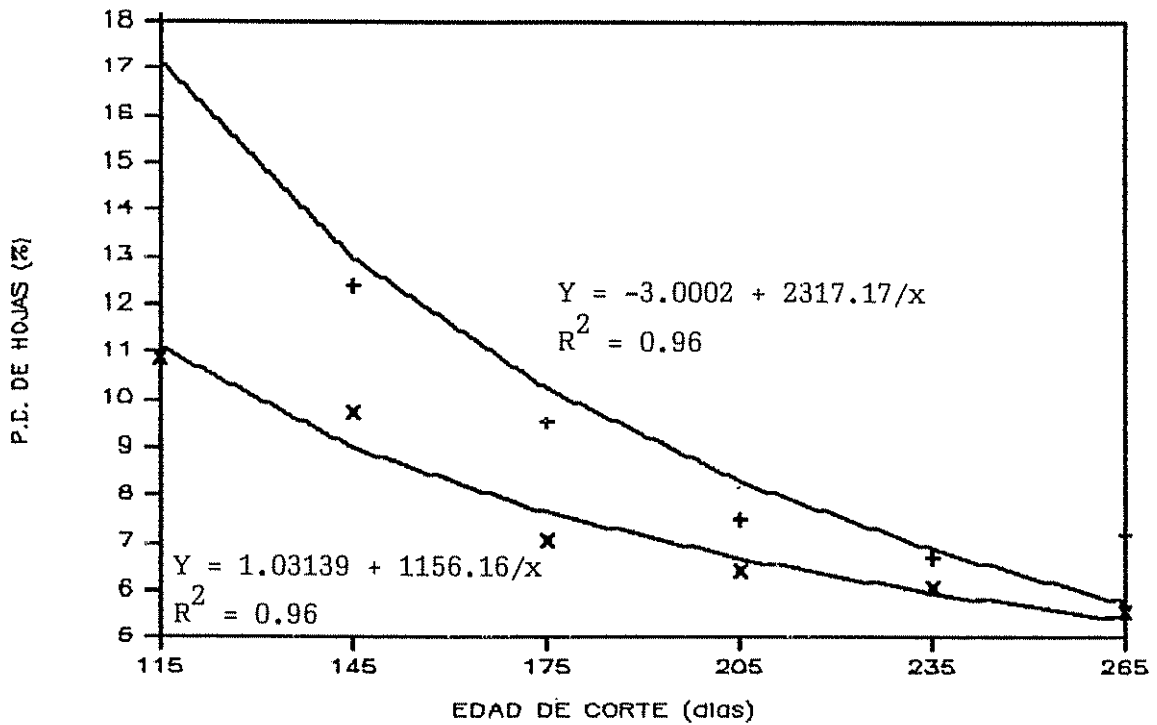


Figura 8. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott (+) y King Grass (x).

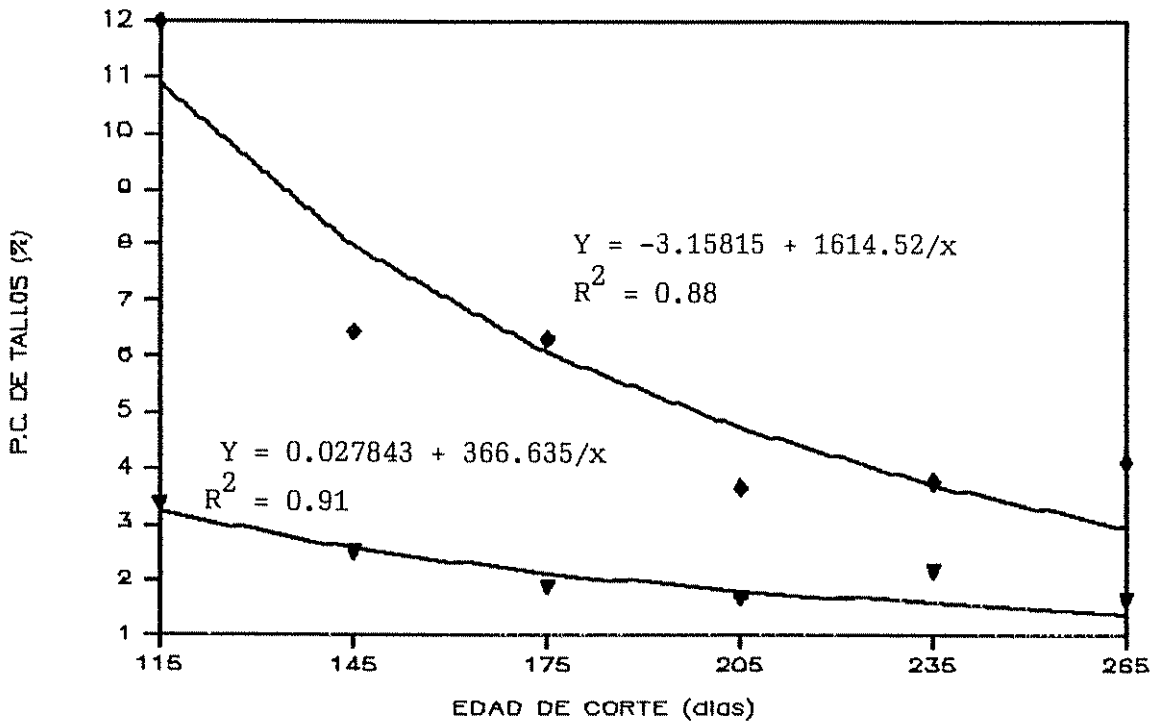


Figura 9. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Matt (♦) y King Grass (▼).

trabajo, no logró mantener su contenido de P.C. conforme avanza su estado de madurez, como lo indican Boddorff y Ocompaugh (1986) y Solleberger et al. (1988a). Este descenso en el contenido de P.C. ocasionado por el incremento de la edad de corte fue observado por Rocha y Vera (1981) en pasto Napier, por Muldoon y Pearson (1979) con híbridos de Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum y en King Grass por Domínguez et al. (1982) y por Cruz y Wege (1988) utilizando intervalos de corte más cortos.

A pesar de esta tendencia también es necesario hacer notar que el contenido de P.C. en ambas fracciones y planta completa de King Grass siempre fue menor que el Elefante Enano cv. Mott, estando por lo general los contenidos de King Grass, en las diferentes fracciones de hoja y tallo y planta completa, dentro de un rango menor al 7% de P.C., mientras que la mayoría de los contenidos en el pasto Elefante Enano cv. Mott fueron superiores a dicho valor. Esto es de suma importancia en nutrición de bovinos, debido a que niveles menores de 7% de P.C. limitan el consumo de los pastos, al ejercer una depresión en la actividad microbiana en el rumen (Van Soest, 1982).

Los resultados promedios para contenido de P.C. en hojas, tallos y planta completa se describen con detalle en los Cuadros 17A, 18A y 19A, respectivamente; donde se puede ver que los mayores contenidos de P.C. en hojas, tallo y planta completa a la edad mas temprana fueron de 18.0, 16.0 y 16.1% y

a la edad mas tardía de 7.2, 4.1 y 5.5%, respectivamente, con pasto Elefante Enano cv. Mott, y los menores contenidos a la edad temprana fueron de 10.9, 3.4 y 6.3% y a la edad tardía de 5.6, 1.7 y 2.7%, respectivamente, con King Grass.

De manera general, se puede decir que los contenidos de P.C. en planta completa encontrados en este trabajo para Elefante Enano cv. Mott (16.1 a 5.5%) coinciden con los obtenidos por Boddorff y Ocumpaugh (1986), Cruz y Wege (1988), Santillán y Mena (1988), Váscones et al. (1988) y Flores et al. (1989) con edades de rebrote menores. Mientras que el contenido de P.C. en hojas de Elefante Enano cv. Mott (18.0 a 7.2%) son levemente mayores que los encontrados por Mott (1984), Sollenberger y Jones (1988) y Ibrahim (1989), los cuales están entre un rango de 16.5 a 9.5% en rebrotes con edades no mayores de 56 días. Por el contrario, Ibrahim (1989) observó contenidos de P.C. en tallos entre 9.8 y 7.6% los cuales, de manera general, son mayores a los valores más bajos obtenidos en este trabajo (12.0 a 3.7%).

El contenido de proteína cruda encontrado en este trabajo para King Grass en cada fracción y planta completa son similares a los obtenidos por Rodríguez (1985; 1984) bajo las mismas condiciones de trópico húmedo. Por su lado, Domínguez et al., (1982) y Cruz y Wege (1988) observaron mayores contenidos de P.C. en la planta completa, debido a que se trataba de forrajes con menores edades de rebrote. Los valores de P.C. obtenidos por ellos están entre 12.0 y 7.8%,

mientras que las obtenidas en este estudio se encuentran entre un rango de 6.3 a 2.7%.

Adicionalmente, se puede observar que el contenido de P.C. en hojas fue mayor que en la fracción tallos y así mismo se ve en el Cuadro 1 que la diferencia proporcional del contenido de P.C. entre tallos y hojas de King Grass es mayor que la obtenida para el pasto Elefante Enano cv. Mott.

El rendimiento promedio de proteína cruda por hectárea en el pasto King Grass fue de 0.863 Mg, el cual fue mayor que el obtenido con Elefante Enano cv. Mott, donde el rendimiento correspondió a 0.529 Mg ha⁻¹. Estos rendimientos en ambos pastos también fueron afectados por la edad de corte, donde como tendencia general se puede ver que el rendimiento aumentó al incrementarse la edad de corte (Cuadro 2 y Fig. 1A). Esta mayor producción de P.C. por unidad de área del King Grass se debió básicamente a sus altos rendimientos de M.S. y no al contenido de P.C. Asimismo, se puede observar en el Cuadro 2 que el pasto King Grass produjo 2.4 veces mas proteína cruda que el Elefante Enano cv. Mott a la edad mas temprana, pero también es muy importante hacer ver que esta diferencia relativa disminuyó a 1.1 veces cuando los rebrotes se cosecharon a la edad mas tardía.

En un trabajo desarrollado en el Estado de Florida (EE.UU.), Sollenberger y Jones (1988) obtuvieron en Elefante Enano cv. Mott rendimientos de 1.088 Mg de P.C. ha⁻¹, los cuales son mayores a los obtenidos en este trabajo. Por otro

Cuadro 1. Diferencia proporcional del contenido de proteína cruda entre hojas y tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.

Edad de Corte (días)	Elefante Enano cv. Mott			King Grass		
	H (%)	T (%)	Diferencia proporcional	H (%)	T (%)	Diferencia proporcional
115	18.00	12.00	150	10.88	3.38	322
145	12.39	6.43	193	9.75	2.50	390
175	9.53	6.30	151	7.07	1.88	376
205	7.49	3.68	204	6.41	1.66	386
235	6.70	3.77	178	6.06	2.16	281
265	7.17	4.11	175	5.57	1.70	328

H= Hojas, T= Tallos.

Diferencia proporcional = $(H/T)*100$

Cuadro 2. Rendimiento de proteína cruda ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)						\bar{x} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	0.320	0.407	0.503	0.484	0.693	0.766	0.529
King Grass	0.777	0.718	0.850	0.875	1.153	0.805	0.863
\bar{x} por edad de corte	0.548	0.563	0.677	0.680	0.923	0.785	

lado, los rendimientos de King Grass se consideran más bajos que los obtenidos por Cáceres y Santana (1987).

4.1.4. Digestibilidad in vitro de la M.S. (DIVMS) y producción de M.S. digerible.

Los análisis de varianza (Cuadros 20A, 21A y 22A) para las variables DIVMS de hojas, tallos y planta completa mostraron diferencias significativas para especie de pasto ($P < 0.0023$, 0.0001 y 0.0001 , respectivamente) y edad de corte ($P < 0.0001$, 0.0001 y 0.0001 , respectivamente), pero no se detectaron diferencias para la interacción especie x edad. Asimismo, estas mismas diferencias también se obtuvieron en producción de M.S. digerible ha^{-1} (Cuadro 23A).

El promedio de DIVMS en hojas, tallos y planta completa se presentan en los cuadros 24A, 25A y 26A, respectivamente. Ahí se puede ver que las mayores DIVMS en ambas fracciones y planta completa fueron obtenidos en pasto Elefante Enano cv. Mott, cosechado a la edad más temprana (115 días de rebrote); mientras que las menores digestibilidades en hoja y planta completa fueron para el King Grass cosechado más tardíamente (265 días de edad). En el caso de la fracción tallos el valor más bajo se obtuvo en King Grass cosechado a los 205 días.

En ambas fracciones y en la planta completa, el Elefante Enano cv. Mott presentó mayores porcentajes de DIVMS que el pasto King Grass, siendo los valores promedios en Elefante Enano cv. Mott de 57.4, 54.5 y 55.9%, y en King Grass de 50.6,

43.5 y 45.6%, para hojas, tallos y planta completa, respectivamente. En general se puede decir que los porcentajes de DIVMS de Elefante Enano cv. Mott, encontrados en este estudio, son menores que los de DIVMO obtenidas por Boddorff y Ocumpaugh (1986), Kalmbacher et al. (1987) y Sollenberger y Jones (1988) con rebrotes de menor edad. Asimismo, Mott (1984) encontró también mayores valores de DIVMO para la fracción hojas. También es importante hacer notar que esta diferencia entre DIVMO obtenidas en otras investigaciones y la DIVMS encontrada en este estudio puede deberse en parte, según Alexander y MacGowan (1966), a la contaminación con material del suelo, el cual contribuye a subestimar la digestibilidad cuando esta se expresa en base a materia seca. Por el contrario, Rodríguez (1984) presenta datos de DIVMS para hojas, tallos y planta completa en King Grass similares a las encontradas en este trabajo, bajo el mismo ecosistema.

El efecto de la edad de corte sobre la DIVMS en ambos pastos para las diferentes fracciones hoja y tallo, y planta completa se puede ver en las Figuras 10, 11 y 12, respectivamente. La tendencia fue a disminuir el contenido de M.S. digerible cuando se prolongó la edad de corte, siendo la tasa de declinación de la DIVMS similar para ambos pastos. Esta misma tendencia fue señalada en el pasto Elefante Enano por Flores, et al. (1989), por Andrade y Gomide (1971) en Pennisetum purpureum, var. A-146 Taiwan, y por Muldoon y Pearson (1979) en hojas y tallos de Pennisetum americanum x

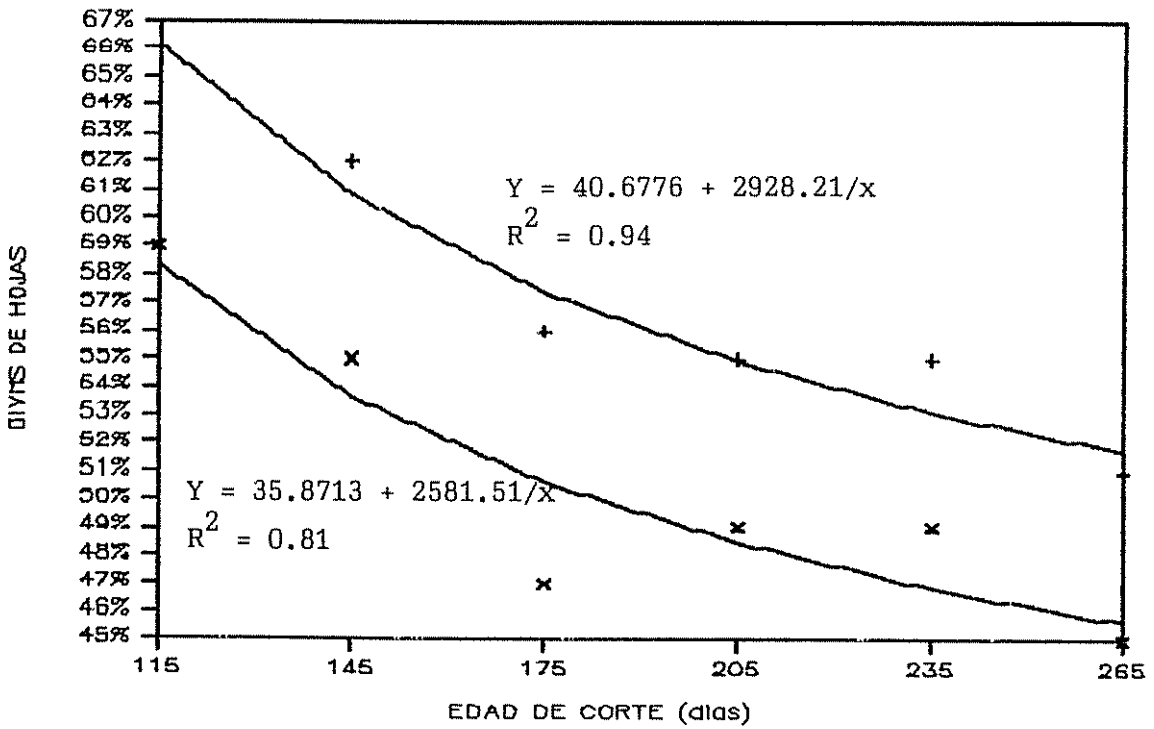


Figura 10. Efecto de la edad de corte sobre el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca en la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott (+) y King Grass (x).

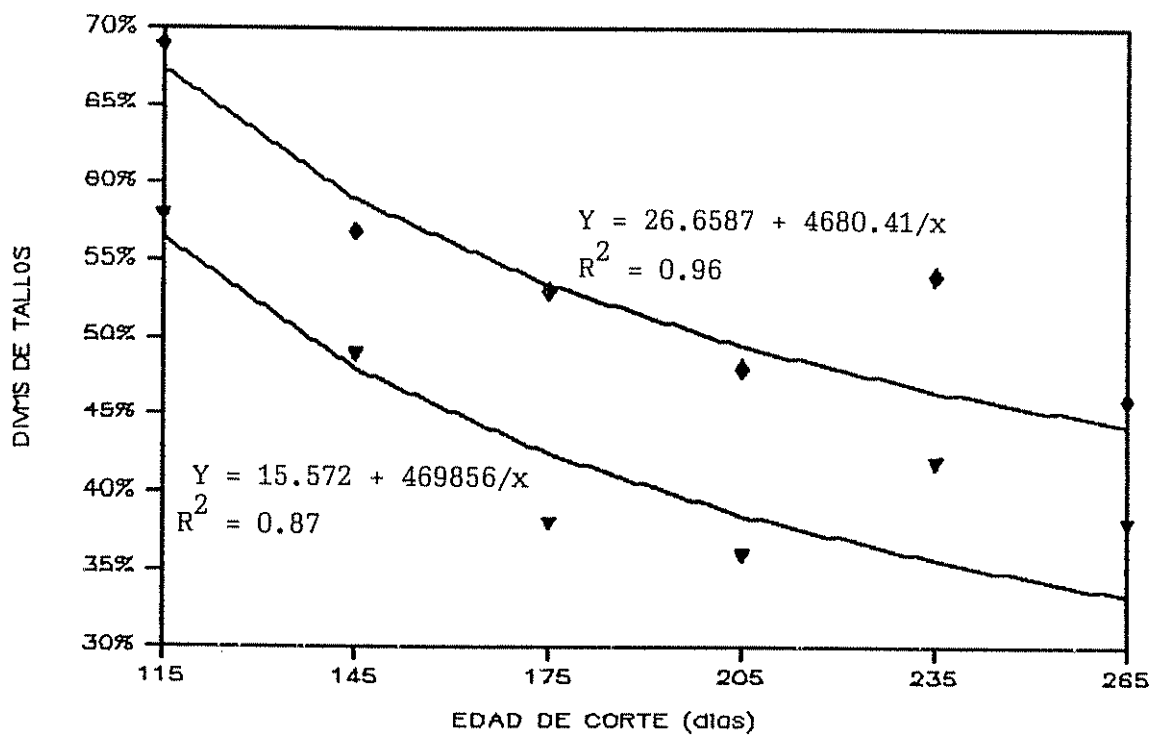


Figura 11. Efecto de la edad de corte sobre el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca en la fracción tallo de los pastos Elefante Enano cv. Mott (♦) y King Grass (▼).

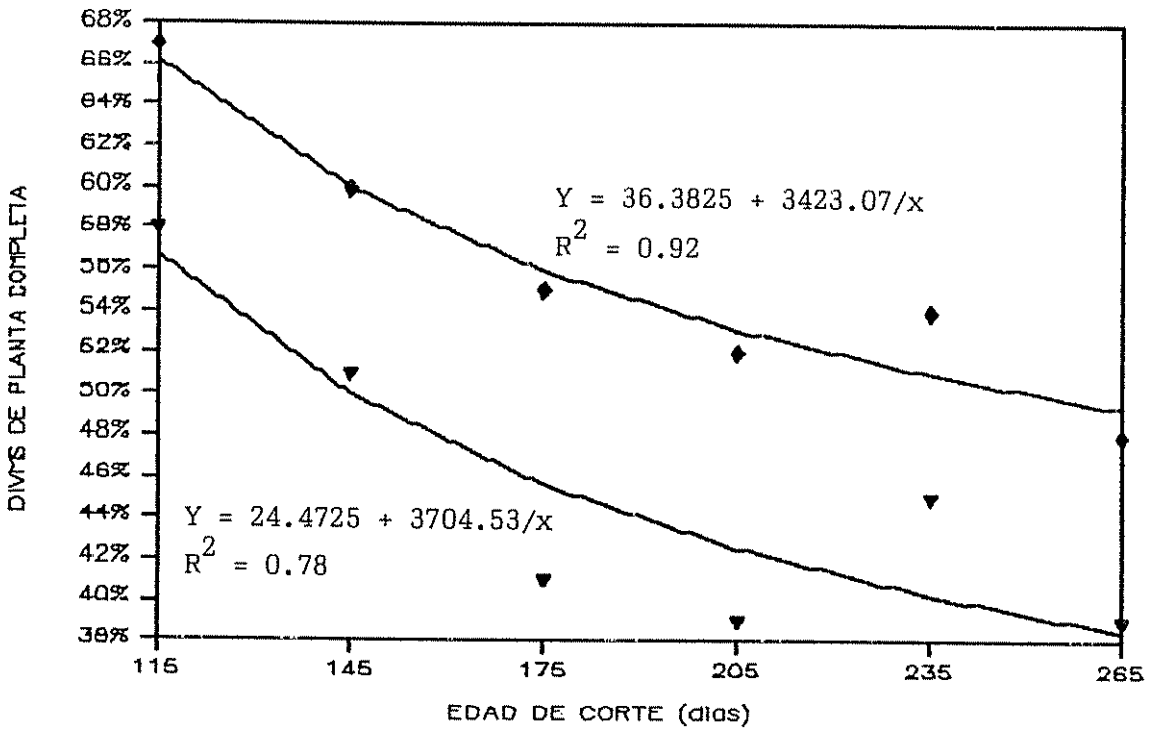


Figura 12. Efecto de la edad de corte sobre el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca en la planta completa de los pastos Elefante Enano cv. Mott (♦) y King Grass (▼)

Pennisetum purpureum. Según Hacker y Minson (1981), esto se debe al incremento en el contenido de lignina y ceras cuticulares, y a la disminución en la relación H : T. De manera general, los resultados obtenidos en esta primera fase de la investigación, muestran que el pasto Elefante Enano cv. Mott al igual que el pasto King Grass disminuyeron marcadamente su calidad nutritiva conforme avanzó su estado de madurez. Estos resultados no coincide, en el caso del Elefante Enano cv. Mott, con lo indicado por Mott (1984), Boddorff y Ocumpaugh (1986) y Sollenberger et al. (1988a), los cuales sugieren que el pasto Elefante Enano cv. Mott reduce lentamente su calidad nutritiva al aumentarse la edad de corte en este pasto.

El porcentaje de digestibilidad de las hojas, de manera general para ambos pastos, fue mayor que el de los tallos. Es necesario hacer notar que la diferencia proporcional de la DIVMS entre hojas y tallos fue menor en Elefante Enano cv. Mott que la encontrada en King Grass (Cuadro 3). Esta diferencia entre la digestibilidad de las hojas y tallos, según Hacker y Minson (1981), se debe probablemente a una mayor lignificación de los tallos.

Los rendimientos de materia seca digerible ha^{-1} del pasto Elefante Enano cv. Mott fueron menores a los obtenidos en King Grass. Esto se debió básicamente a las mayores producciones de materia seca encontradas en King Grass. El rendimiento de materia seca digerible, también se vio afectada por el aumento

Cuadro 3. Diferencia proporcional de la digestibilidad in vitro de la materia seca entre hojas y tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.

Edad de Corte (días)	Elefante Enano cv. Mott			King Grass		
	H (%)	T (%)	Diferencia Proporcional	H (%)	T (%)	Diferencia Proporcional
115	65.17	69.27	-106	58.71	57.88	101
145	61.01	56.61	109	55.10	49.33	111
175	55.96	52.96	106	46.46	38.08	122
205	54.67	48.33	113	48.95	35.87	137
235	55.31	53.52	103	49.33	42.32	117
265	50.53	46.35	109	45.02	37.48	120
\bar{X}	57.38	54.51	5.0	50.59	43.49	14.0

H= Hojas, T= Tallos.

Diferencia proporcional = $(H/T)*100$

en la edad de corte, donde en general al aumentarse ésta, se incrementaron los rendimientos. Asimismo, la tasa de incremento en el rendimiento tendió a ser similar para ambos pastos (Figura 13). En el cuadro 27A se presentan los valores promedio para rendimiento de materia seca digerible ha^{-1} , donde a los 115 días de rebrote, se puede observar que el pasto King Grass produjo 5.2 veces más materia digerible que el Elefante Enano cv. Mott, pero también es de suma importancia hacer notar que esta diferencia relativa disminuyó a 1.8 veces cuando los rebrotes fueron cosechados a los 265 días.

De manera global se puede observar en los resultados, que el pasto King Grass mostró mayores rendimientos de materia seca, proteína cruda y materia seca digerible por unidad de área que el Elefante Enano cv. Mott, pero a la vez cabe resaltar la mejor calidad nutritiva del Elefante Enano cv. Mott, lo cual si se ve desde el punto de vista de utilización del forraje durante la época de menor precipitación, este pasto sería una buena alternativa a usar como forraje de reserva.

4.1.5. Capacidad de rebrotes

Los resultados del análisis de varianza para la variable número de rebrotes por metro lineal contados 30 días después de cada corte (Cuadro 27A) mostraron diferencias significativas para especie de pasto ($P < 0.013$) y edad de corte ($P < 0.051$), mas no se detectó efecto de la interacción

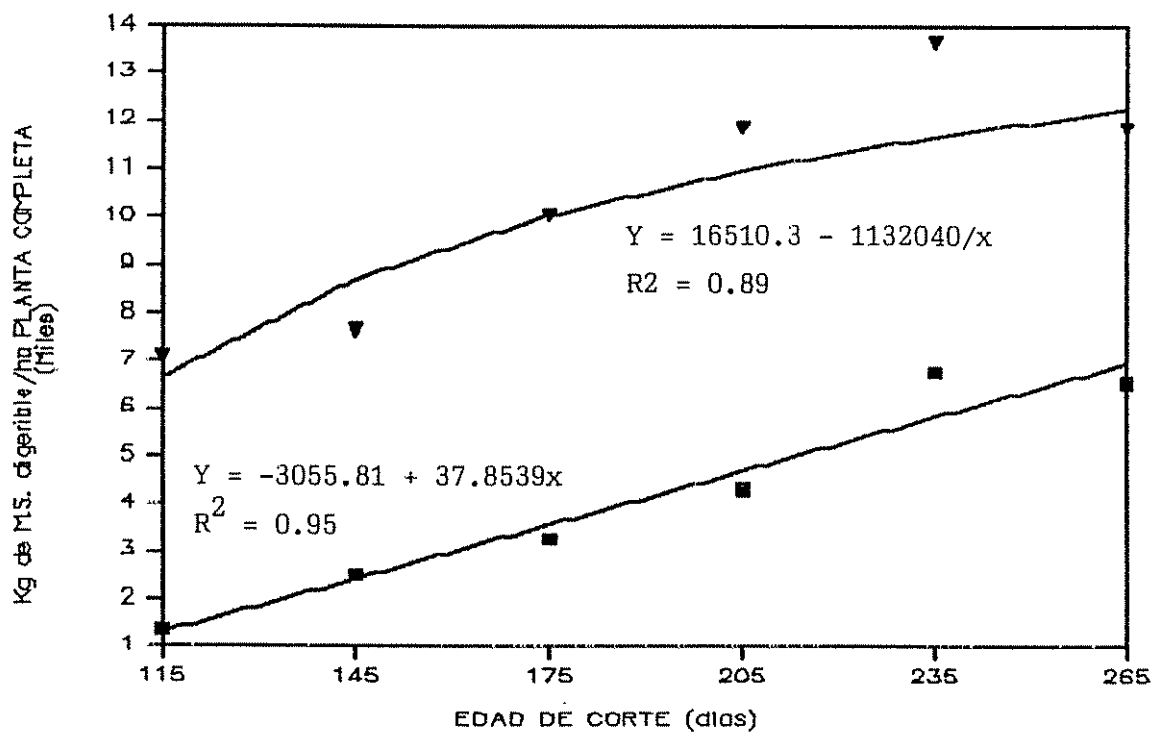


Figura 13. Efecto de la edad de corte sobre la producción de materia seca digerible de los pastos Elefante Enano cv. Mott (■) y King Grass (▼).

especie x edad. Es necesario hacer notar que la diferencia encontrada para edad de corte no se debió solamente a la edad en sí, sino también al momento de corte en que fueron contados los rebrotes, pues estos se contaron 30 días después de cada corte en cada uno de los tratamientos (especie de pasto x edad de corte).

El número de rebrotes por metro lineal del pasto Elefante Enano cv. Mott fue en promedio para las diferentes edades de evaluación de 113 rebrotes, siendo este mayor que el de King Grass, el cual fue de apenas 47 rebrotes (Cuadro 4). Esto significa que la capacidad de rebrote del Elefante Enano cv. Mott es superior en un 58% que la del King Grass, bajo la condiciones de manejo y del ecosistema en que se realizó este estudio. Esto hace suponer, que esta mayor capacidad de rebrote en Elefante Enano cv. Mott se debe básicamente a la morfología de los tallos y rizomas, los cuales son de entrenudos cortos, lo que permite tener una mayor cantidad de puntos de rebrote.

También en el Cuadro 4 se puede ver que la mayor capacidad de rebrote para ambos pastos se presentó en la edad de corte de 175 días después de la siembra, lo que significa que para estos pastos esta edad sería la más adecuada para efectuar el primer corte luego del período de establecimiento.

Cuadro 4. Capacidad de rebrote (No. de rebrotes por metro lineal) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass contados a 30 días de rebrote.

Especie de Pasto	Edad de corte						\bar{X} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	94	136	153	126	82	86	113
King Grass	46	39	65	57	29	45	47
\bar{X} por periodo	70	87	108	91	55	65	

4.2 Prueba de digestibilidad in vivo

En los análisis de varianza para las variables de respuesta digestibilidad in vivo e in vitro de la materia seca consumida, evaluadas en esta prueba (Cuadros 29A y 30A), se detectaron diferencias significativas para especie de pasto ($P < 0.0001$ y 0.0001 , respectivamente) y edad de corte ($P < 0.0001$ y 0.0002 , respectivamente), así como también para la interacción especie de pasto x edad de corte ($P < 0.0001$ y 0.0359 , respectivamente).

4.2.1. Digestibilidad in vivo de la materia

seca consumida (DMSC).

Los resultados promedios para DMSC se presentan en el Cuadro 31A, donde se puede observar que la mayor digestibilidad in vivo se obtuvo con Elefante Enano cv. Mott cosechado a las 8 semanas de rebrote (62.76%) y la menor con rebrotes de King Grass de 12 semanas de edad (44.80%). De manera general se puede decir que los porcentajes de digestibilidad in vivo de King Grass son menores a los obtenidos por Santana et al. (1985) utilizando corderos.

En la Figura 14 se puede observar que el pasto Elefante Enano cv. Mott tiende a disminuir más lentamente su digestibilidad, conforme avanza su madurez, que el King Grass. Esta tendencia sugiere que el pasto Elefante Enano cv. Mott mantiene más su digestibilidad conforme aumenta su edad de corte que el King Grass. Poppi et al. (1981) al evaluar la

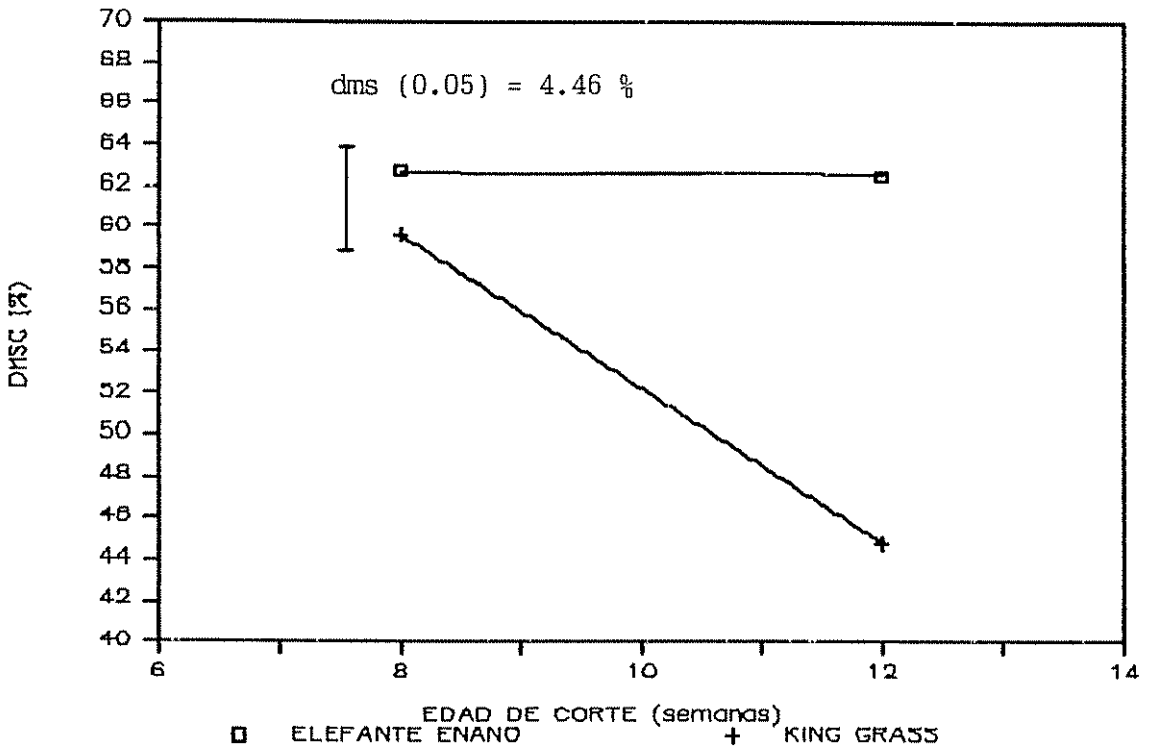


Figura 14. Efecto de la edad de corte sobre la digestibilidad in vivo de la materia seca consumida de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.

digestibilidad in vivo de los pastos Pangola y Rodes, observo este mismo efecto de la edad de corte sobre la digestibilidad, al igual que Santana et al. (1985) en King Grass.

A la vez, también se ve que los mayores porcentajes de digestibilidad in vivo de Elefante Enano cv. Mott son mayores que los de King Grass para ambas edades de corte. Asimismo, es importante hacer notar que se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las medias de digestibilidad de ambos pastos cosechados a las 12 semanas, mas sin embargo, no se encontró diferencia entre estas medias cuando los rebrotes tenían 8 semanas de edad, siendo la diferencia mínima significativa (dms) para estos valores de 4.46%. También es importante resaltar que la diferencia entre la digestibilidad del Elefante Enano cv. Mott y King Grass a las 12 semanas podría ser aún mayor si se toma en cuenta que puede ocurrir una sobrestimación de la digestibilidad del King Grass ocasionada, según Van Soest (1982) por un menor consumo, como se puede ver en el Cuadro 32A.

4.2.2. Digestibilidad in vitro de la materia

seca consumida (DIVMSC)

En el Cuadro 31A se presentan los resultados promedios para DIVMSC. El pasto Elefante Enano cv. Mott cosechado a la 8 semanas de edad muestra el mayor valor de digestibilidad (59.7%) y el menor valor (50.7%) correspondió al King Grass cosechado a las 12 semanas de rebrote.

Al igual que en digestibilidad in vivo, el pasto Elefante Enano cv. Mott (Figura 15) presentó una menor tasa de descenso en su digestibilidad in vitro, conforme avanza su estado de madurez, que el King Grass. Estas tendencias están en contraposición a la encontrada en la prueba de producción y calidad nutritiva de este mismo estudio, pero a la vez coinciden con lo sugerido por Mott (1984), el cual indica que el pasto Elefante Enano cv. Mott mantiene su digestibilidad conforme avanza su estado de madurez.

Adicionalmente se puede ver que la digestibilidad in vitro del Elefante Enano cv. Mott fue mayor en ambas edades de corte que la del King Grass; asimismo se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las medias de digestibilidad entre ambos pastos en las dos edades evaluadas, siendo la diferencia mínima significativa (dms) de 2.5 para estos valores.

En el Cuadro 31A se puede observar de manera general que los valores de digestibilidad determinados por medio del método in vivo fueron mayores a los determinados usando la técnica in vitro. Según Raymond (1967) esta diferencia se debe a que en el método in vitro algunas proteínas del alimento y los microorganismos quedan sin ser digeridas en el residuo y son estimadas como parte indigerible, provocando una baja estimación de la digestibilidad. También se puede ver, como una excepción, que la digestibilidad in vitro del King Grass de 12 semanas de rebrote fue mayor que la in vivo, y

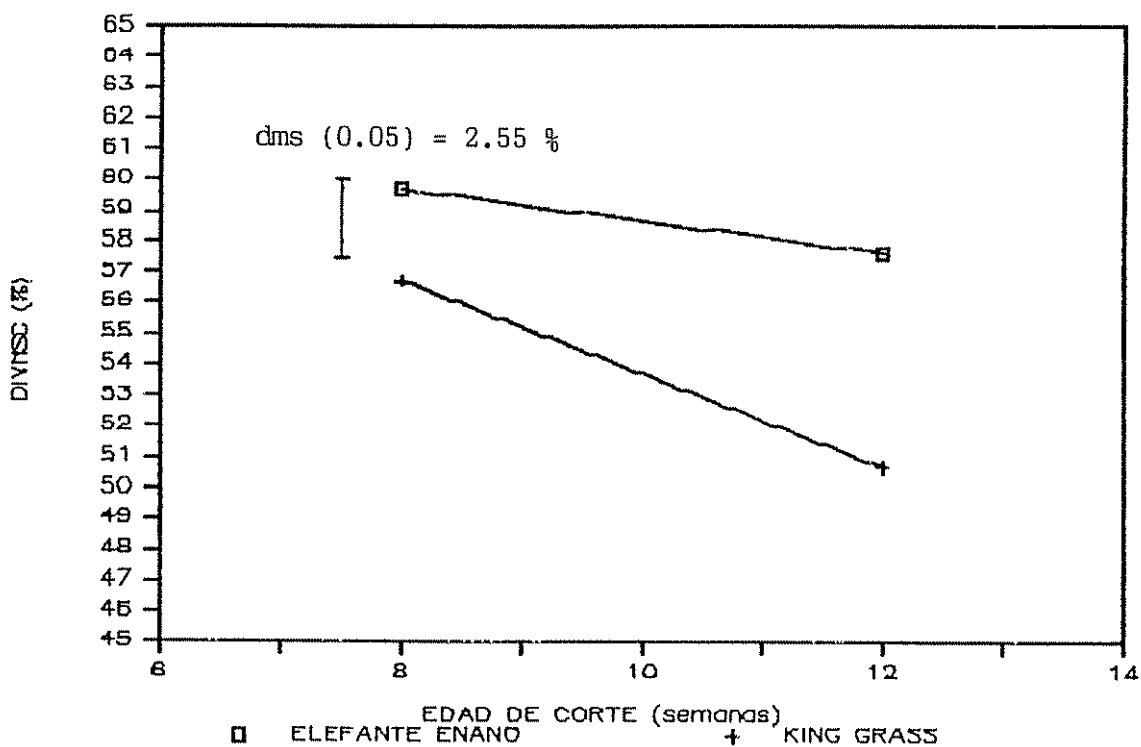


Figura 15. Efecto de la edad de corte sobre la digestibilidad in vitro de la materia seca consumida de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass.

esto puede deberse a que este pasto contenía menos de 7% de proteína cruda² y al agregar nitrógeno a las muestras para el proceso de digestión, este nitrógeno fue utilizado, sobre estimando la digestibilidad para este caso.

² KASS, M. 1989. Curso de Técnicas de Laboratorio en Nutrición Animal. Turrialba, C.R., CATIE. (Comunicación personal)

5. CONCLUSIONES

5.1. Prueba de producción y calidad nutritiva

- El pasto Elefante Enano cv. Mott posee una mayor relación hoja : tallo que el pasto King Grass.

- El pasto Elefante Enano cv. Mott tiene una mayor calidad nutritiva que el King Grass, sin embargo cuando se difiere su cosecha por períodos superiores a los cuatro meses ambos tienden a perder su calidad nutritiva.

- Las hojas poseen una mayor calidad nutritiva que los tallos en ambos pastos, siendo menor la diferencia entre ambas porciones de la planta en el pasto Elefante Enano cv. Mott.

- El pasto King Grass posee un mayor potencial de producción de materia seca, materia seca digerible y proteína cruda que el pasto Elefante Enano cv. Mott, pero estas diferencias se reducen al diferir el corte.

- El pasto Elefante Enano cv. Mott presenta una mejor capacidad de rebrote que el pasto King Grass.

5.2 Prueba de digestibilidad in vivo

- La digestibilidad in vivo e in vitro de la materia seca consumida por bovinos en crecimiento, es mayor en el pasto Elefante Enano cv. Mott que el King Grass.

- El pasto Elefante Enano cv. Mott logra mantener más su digestibilidad conforme avanza su estado de madurez que el pasto King Grass, cuando los cortes se efectúan a edades menores a los tres meses.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de producción, calidad nutritiva y conservación de forrajes con pasto Elefante Enano cv. Mott y comparandolo contra King Grass bajo diferentes frecuencias y alturas de corte, repitiendo estas en sitios con época seca bien definida.

- Realizar pruebas de consumo, ganancia de peso y producción de leche comparando el pasto Elefante Enano cv. Mott contra King Grass durante la época seca en sitios representativos de diferentes ecosistemas.

- Se recomienda bajo estas condiciones agroecológicas dejar un período de establecimiento de 175 días después de la siembra, en pasto Elefante Enano cv. Mott y King Grass.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, R.H.; MCGOWAN, M. 1966. The routine determination of in vitro digestibility of organic matter in forages - An investigation of the problems associated with continuous large-scale operation. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 21: 140-147.
- ANDRADE, I.F.; GOMIDE, J.A. 1971. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim-Elefante (Pennisetum purpureum Schum) 'A-146 Taiwan'. Ceres (Bra.) 18(100): 431-447.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Official methods of analysis. 14 ed. Ed. by Sidney Williams. Arlington, Va. (EE.UU.) 1141 p.
- AYALA, J.R.; SISTACH, M. ; TUERO, R. 1983. Factores que afectan el establecimiento de King Grass (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides). 1. Profundidad de tapado y número de yemas/tronco en la época seca. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (Cuba) 19(1): 73-81.
- BELIUCHENKO, I.S.; FEBLES, G. 1980. Factores que afectan la estructura de pastos puros de gramíneas. 2. Influencia de la relación hoja/tallo y contenido químico de los tallos. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (Cuba) 14(2): 167-174.
- BODDORFF, D.; OCUMPAUGH, W.R. 1986. Forage quality of Pearl Millet x Napiergrass hybrids and Dwarf Napiergrass. Soil and Crop Science Society of Florida, Proceedings (EE.UU.). 46: 170-177.
- CACERES, O.; SANTANA, H. 1987. Valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de seis gramíneas forrajeras. Pastos y Forrajes (Cuba) 10(1): 76-82.
- CAMPLING, R.C.; BALCH, C.C. 1961. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 1. Preliminary observations on the effect, on the voluntary intake of hay, of changes in the amount of the reticulo-ruminal contents. British Journal of Nutrition (G.B.) 15: 523-530.
- CARMONA, E.A.; RODRIGUEZ, H.L. 1979. Comparación de nueve cultivares y un híbrido de Pasto Elefante (Pennisetum purpureum Schum) en el Sur del Lago de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía-Universidad de Zulia (Ven.) 5(3): 514-521.

- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1989. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica. 1 p.
- CRESPO, G.; ODUARDO, M. 1986. The influence of bovine faeces and nitrogen fertilizer on forage production of King grass (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides) in a red ferralitic soil. Cuban Journal of Agricultural Sciences (Cuba) 20(3): 277-283.
- CRUZ F., H.; WEGE, L. 1988. Evaluación agronómica de tres ecotipos de Pennisetum purpureum Schum. en el Altiplano de La Esperanza, Honduras. In Reunión Anual del PCCMCA (34, 1988, San José, C.R.). Memorias. San José, C.R. s.p.
- DOMINGUEZ, G.H.; HARDY, C.; AYALA, J.R. 1982. Effects of cutting age and final molasses levels on the quality of King grass silage (P. purpureum x P. typhoides). Cuban Journal of Agricultural Sciences (Cuba) 16(2): 91-96.
- FLORES, J.A.; MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. 1989. Quality evaluation of Mott Dwarf elephantgrass and Pensacola bahiagrass. In Florida Agricultural Experimental Station. Florida Beef Cattle Research Report 1989. Gainesville p. 19-20.
- HACKER, J.B.; MINSON, D.J. 1981. The digestibility of plant parts. Herbage Abstracts (G.B.) 51(9): 459-482.
- HERNANDEZ, M.; CARDENAS, M. 1987. Respuesta del King Grass al fertilizante potásico y su fraccionamiento. Pastos y Forrajes (Cuba) 10(2): 153-159.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. El diagrama de las zonas de vida. In Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p. (Serie de libros y materiales educativos no. 34)
- HOLMES, J.C.; LANG, R.W. 1963. Effect of fertilizer nitrogen and herbage dry matter on herbage intake and digestibility in bullocks. Animal Production (G.B.) 5: 17-26.
- IBRAHIM, M. 1989. Response of Dwarf Elephantgrass (Pennisetum purpureum Schum) to different frequencies and intensities of grazing in the humid zone of Guapiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. (En prensa).
- ITURBIDE, C.A. 1967. El óxido crómico como indicador externo para estimar producción fecal y consumo en las pruebas de digestibilidad. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 137 p.

- JACKSON, N.; FORBES, T.J. 1970. The intake by cattle of four silages differing in dry matter content. *Animal Production (G.B.)* 12: 591-599.
- KALMBACHER, R.S.; EVERETT, P.H.; MARTIN, F.G.; QUESENBERRY, R.H.; HODGES, E.M.; RUELKE, O.C.; SCHANK, S.C. 1987. Yield and persistence of perennial grasses at Immokalee, Florida: 1981 to 1984. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 865.
- KASS, M.; RODRIGUEZ, G. 1986. Métodos de análisis rutinarios del Laboratorio de Producción Animal, CATIE. CATIE, Turrialba, C.R. p.30. (Mimeo.).
- LUCAS, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle; Recopied of an original mimeographed copy, by Biomathematics Graduate Program, Department of Statistics. North Carolina, North Carolina State University. p. 16.1 a 16.51 (Mimeo. serie no. 18)
- MACHADO, R.; GERARDO, J. 1983. Comparación de cultivares forrajeros. 1. Efecto de la frecuencia de corte sobre los componentes del rendimiento. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 6(3): 305-318.
- MINSON, D.J. 1966. The intake and nutritive value of fresh, frozen and dried Sorghum almun, Digitaria decumbens and Panicum maximum. *Journal of the British Grassland Society (G.B.)* 21(2): 123-126.
- _____; 1981. Effects of chemical and physical composition herbage eaten upon intake. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1982, St. Lucia, Qld.)* Proceeding. Ed. by J.B. Hacker. Queensland, Australia. pp. 167-182.
- MOTT, G.O. 1984. Carrying and liveweight gains from dwarf elephantgrass. In *Annual Beef Cattle Short Course (33, 1984, Gainesville, Fla.)*. Proceedings. Gainesville, University of Florida. p. 111-114.
- MULDOON, D.K.; PEARSON, C.J. 1979. The hybrid between Pennisetum americanum and Pennisetum purpureum. *Herbage Abstract (G.B.)* 49(5): 189-199.
- PANEQUE, G.; FRANCO, G.; MARRERO, L. 1987. Evaluación comparativa de gramíneas forrajeras en la época seca: nota técnica. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 10(1): 32-36.
- POPPI, D.P.; MINSON, D.J.; TERNOUTH, J.H. 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. 1. The voluntary intake, digestibility and retention time in the reticulo-rumen. *Australian Journal of Agricultural Reserch (Australia)* 32: 99-113.

- RAKKIYAPPAN, P.; KRISHNAMOORTHY, K.K. 1982. Evaluation of hybrid Napier (NB-21) for its forage quality by cellwall component analysis. Madras Agricultural Journal (India) 69(8): 523-528.
- RAYMOND, W.F. 1967. Aplicación de las técnicas de digestibilidad in vitro. In Métodos in vitro para determinar el valor nutritivo de los forrajes; Simposio. Ed. por O. Paladines. Montevideo, Uru. IICA. p. 1-39.
- RENTON, A.R.; FORBES, T.J. 1973. The utilization by beef cattle of a cereal supplement given in liquid suspension or in the dry form. Animal Production (G.B.) 16: 173-177.
- RESPONSE TO grazing (C type trials). 1987. In CARDI/IDRC Milk Production Systems (Guyana) Project. Phase II. Second annual report. St. Augustine, Trinidad, CARDI. p.28-39.
- ROCHA, G.P.; VERA, R.R. 1981. Structural carbohydrates, protein and in vitro digestibility of eight tropical grasses. Turrialba (C.R.) 31(1): 15-20.
- RODRIGUEZ F., R.A. 1984. Producción de biomasa de Poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y King Grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) intercalado, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró. Informe de problema especial. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 53 p.
- _____. 1985. Producción de biomasa de poró gigante (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y King Grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 96 p.
- SANTANA, H.; CACERES, O.; RIVERO, L. 1985. Calidad y valor nutritivo de cinco gramíneas forrajeras. Pastos y Forrajes (Cuba) 8(3): 435-447.
- SANTILLAN, R.; MENA, J. 1988. Evaluación de germoplasma bajo pastoreo en pequeñas parcelas en El Zamorano. In Reunión de la RIEPT-CAC (1, 1988, Veracruz, Mex.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. México, INIFAP/CIAT. p. 335-338.
- SAS INSTITUTE INC. 1985. SAS User's guide: Statistics. 5 ed. Cary, N.C. 956 p.

- SCHANK, S.C. 1985. Híbrido entre Mijo Perla y pasto Elefante para producción de forraje en el subtrópico. In Conferencia Anual sobre Ganadería y Agricultura en América Latina (19, 1985, Gainesville, Fla.). [Informe]. Gainesville, Centro de Agricultura Tropical de la Universidad de Florida. p. A1-A4.
- SOLLENBERGER, L.E.; JONES, C.S. 1988. Leaf dry matter accumulation, herbage nutritive value, and animal performance on "Mott" Dwarf Elephantgrass pasture. Gainesville, Universidad de Florida. (Correspondencia personal)
- _____; PRINE, G.M.; OCUMPAUGH, W.R.; HANNA, W.W.; JONES Jr.; SCHANK, S.C.; KALMBACHER, R.S. 1988a. Registration of "Mott" Dwarf Elephantgrass. Gainesville, Universidad de Florida. (Correspondencia personal)
- _____; PRINE, G.M.; WOODARD, K.R.; JONES, C.S. 1988b. Métodos para el establecimiento de pasto Elefante Enano cultivar "Mott". In Conferencia Internacional sobre Ganadería en los Trópicos (1988, Gainesville, Fla.) [Informe]. Gainesville, Centro de Agricultura Tropical de la Universidad de Florida. p. A11-A18.
- STEEL, R.D.G.; TORRIE, J.C. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. por Ricardo Martínez. 2ª ed., McGraw-Hill. México. 622 p.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant: Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plants fibers. Corvallis, Oregon, O. and B. Books. 374 p.
- VASCONES, J.; CRUZ, C.; AGUILAR, M.; SANTILLAN, R.; VELEZ, M.; SALAZAR, M. 1988. Producción animal de tres especies forrajeras en el Valle de El Zamorano. In Reunión de la RIEPT-CAC (1, 1988, Veracruz, Mex.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. México, INIFAP/CIAT. p. 379-381.
- VERITE, R.; JOURNET, M. 1970. Influence de la teneur en eau et de la deshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. Annales de Zootechnie (France) 19(3): 255-268.

APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para relación hoja:tallo.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.422659	1.40	0.3936
Especie de pasto	1	11.885425	39.47	0.0081
Error (a)	3	0.301106	2.17	0.1127
Edad de corte	5	0.849399	6.11	0.0005
Pasto x edad	5	0.470203	3.38	0.0153
Error (b)	30	0.138983		

$R^2 = 0.832039$; C.V.=37.1720

Cuadro 2A. Relación hoja:tallo ($g\ g^{-1}$) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	2.49	1.27	1.63	1.34	1.42	0.85
King Grass	0.65	0.48	0.42	0.35	0.76	0.37

Cuadro 3A. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de planta completa.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.003380	0.48	0.7195
Especie de pasto	1	0.117444	149.78	0.0012
Error (a)	3	0.000784	2.18	0.1110
Edad de corte	5	0.007848	21.82	0.0001
Pasto x edad	5	0.001863	5.18	0.0015
Error (b)	30	0.000360		

$R^2 = 0.940139$; C.V.=8.5463

Cuadro 4A. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de la fracción hojas.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.001130	1.28	0.4228
Especie de pasto	1	0.138740	156.83	0.0011
Error (a)	3	0.000846	1.49	0.2376
Edad de corte	5	0.008388	14.11	0.0001
Pasto x edad	5	0.002169	3.65	0.0107
Error (b)	30	0.000594		

$R^2 = 0.917231$; C.V.=9.9035

Cuadro 5A. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de la fracción tallo.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.000359	1.09	0.4729
Especie de pasto	1	0.152934	431.51	0.0002
Error (a)	3	0.000354	0.69	0.5664
Edad de corte	5	0.010369	20.13	0.0001
Pasto x edad	5	0.002073	4.02	0.0065
Error (b)	30	0.000515		

$R^2 = 0.933631$; C.V.=11.3427

Cuadro 6A. Análisis de varianza para producción de materia seca por hectárea de planta completa.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	14176195.940	1.22	0.4362
Especie de pasto	1	3075541745.042	265.39	0.0005
Error (a)	3	11588851.410	0.88	0.4634
Edad de corte	5	320563228.700	24.29	0.0001
Pasto x edad	5	43349802.240	3.28	0.0175
Error (b)	30	13196497.583		

$R^2 = 0.926253$; C.V.=22.8483

Cuadro 7A. Análisis de varianza para producción de materia seca por hectárea proveniente de la fracción hojas.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	395089.490	0.08	0.9637
Especie de pasto	1	131619316.819	28.32	0.0130
Error (a)	3	4648208.990	1.69	0.1903
Edad de corte	5	55091868.540	20.03	0.0001
Pasto x edad	5	4127010.452	1.50	0.2193
Error (b)	30	2750976.990		

$R^2 = 0.842913$; C.V.=27.7142

Cuadro 8A. Contenido de materia seca de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	15.96	17.09	20.28	21.47	20.95	19.69
King Grass	24.35	26.52	32.52	36.11	27.10	33.36

Cuadro 9A. Contenido de materia seca de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	10.87	15.36	16.17	16.19	12.45	15.15
King Grass	17.18	24.37	29.61	31.31	23.45	27.99

Cuadro 10A. Contenido de materia seca de planta completa de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	14.39	16.32	18.76	19.22	17.55	17.24
King Grass	20.00	25.08	30.53	32.55	25.08	29.59

Cuadro 11A. Rendimiento de materia seca (Mg ha^{-1}) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	2.083	4.250	6.048	8.353	12.870	13.764
King Grass	12.255	14.965	24.864	30.303	30.425	30.611

Cuadro 12A. Rendimiento de materia seca (Mg. ha^{-1}) proveniente de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)						\bar{x} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	1.346	2.371	3.673	4.750	7.449	6.384	4.329
King Grass	4.821	4.844	7.319	7.856	13.189	7.815	7.641
\bar{x} por edad de corte	3.084	3.608	5.496	6.303	10.319	7.099	

Cuadro 13A. Análisis de varianza para porcentaje de proteína cruda de la fracción hojas.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	2.015549	1.78	0.3237
Especie de pasto	1	80.421072	71.04	0.0035
Error (a)	3	1.131976	0.41	0.7503
Edad de corte	5	83.781353	30.00	0.0001
Pasto x edad	5	11.047414	3.96	0.0071
Error (b)	30	2.793123		

$R^2 = 0.870649$; C.V.=18.7393

Cuadro 14A. Análisis de varianza para porcentaje de proteína cruda de la fracción tallo transformado por raíz cuadrada.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.025088	2.01	0.2902
Especie de pasto	1	10.191769	817.24	0.0001
Error (a)	3	0.012471	0.28	0.8390
Edad de corte	5	1.209501	27.21	0.0001
Pasto x edad	5	0.333482	7.50	0.0001
Error (b)	30	0.044457		

$R^2 = 0.931085$; C.V.=10.9211

Cuadro 15A. Análisis de varianza para contenido de proteína cruda de planta completa.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	1.602084	10.10	0.0446
Especie de pasto	1	240.133454	1514.26	0.0001
Error (a)	3	0.158582	0.17	0.9143
Edad de corte	5	59.059046	64.16	0.0001
Pasto x edad	5	16.676476	18.12	0.0001
Error (b)	30	0.920510		

$R^2 = 0.957626$; C.V.=15.3843

Cuadro 16A. Análisis de varianza para producción de proteína cruda por hectárea de planta completa.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	19763.421	0.32	0.8105
Especie de pasto	1	1343809.933	22.01	0.0183
Error (a)	3	61047.331	1.68	0.1929
Edad de corte	5	159723.649	4.39	0.0041
Pasto x edad	5	48797.479	1.34	0.2744
Error (b)	30	36402.395		

$R^2 = 0.706505$; C.V.=27.4157

Cuadro 17A. Contenido de proteína cruda de la fracción hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	18.0	12.4	9.5	7.5	6.7	7.2
King Grass	10.9	9.8	7.1	6.4	6.1	5.6

Cuadro 18A. Contenido de proteína cruda de la fracción tallos de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	12.0	6.4	6.3	3.7	3.8	4.1
King Grass	3.4	2.5	1.9	1.7	2.2	1.7

Cuadro 19A. Contenido de proteína cruda de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferente edad de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)					
	115	145	175	205	235	265
Elefante Enano	16.1	9.8	8.2	5.8	5.5	5.5
King Grass	6.3	4.9	3.4	2.9	3.8	2.7

Cuadro 20A. Análisis de varianza para porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de la fracción hojas.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.001182	0.40	0.7625
Especie de pasto	1	0.055203	18.82	0.0226
Error (a)	3	0.002933	1.95	0.1423
Edad de corte	5	0.022971	15.30	0.0001
Pasto x edad	5	0.000440	0.29	0.9129
Error (b)	30	0.001502		

$R^2 = 0.803854$; C.V.=7.1780

Cuadro 21A. Análisis de varianza para porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de la fracción tallo.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.006310	26.44	0.0117
Especie de pasto	1	0.145574	610.07	0.0001
Error (a)	3	0.000239	0.13	0.9388
Edad de corte	5	0.054276	30.57	0.0001
Pasto x edad	5	0.001431	0.81	0.5543
Error (b)	30	0.001775		

$R^2 = 0.892835$; C.V.=8.5994

Cuadro 22A. Análisis de varianza para digestibilidad in vitro de la materia seca de planta completa.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	0.004531	22.03	0.0152
Especie de pasto	1	0.12740072	619.51	0.0001
Error (a)	3	0.000206	0.20	0.8951
Edad de corte	5	0.039712	38.76	0.0001
Pasto x edad	5	0.001174	1.15	0.3583
Error (b)	30	0.001025		

$R^2 = 0.918417$; C.V.=6.3072.

Cuadro 23A. Análisis de varianza para producción de materia seca digestible por hectárea de planta completa.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	1195934.925	0.35	0.7955
Especie de pasto	1	468553383.747	136.31	0.0013
Error (a)	3	3437411.845	1.52	0.2284
Edad de corte	5	44060054.03	19.54	0.0001
Pasto x edad	5	1957320.502	0.87	0.5140
Error (b)	30	2254846.121		

$R^2 = 0.912396$; C.V.=20.6812

Cuadro 24A. Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de hojas de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)						\bar{x} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	65.97	61.81	55.96	54.67	55.31	50.53	57.38
King Grass	58.71	55.10	46.46	48.95	49.33	45.02	50.59
\bar{x} por edad de corte	62.34	58.46	51.21	51.81	52.32	47.77	

Cuadro 25A. Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca del tallo de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)						\bar{X} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	69.27	56.61	52.96	48.33	53.52	46.35	54.51
King Grass	57.88	49.33	38.08	35.87	42.32	37.48	43.49
\bar{X} por edad de corte	63.57	52.97	45.52	42.10	47.92	41.91	

Cuadro 26A. Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferente edad de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)						\bar{X} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	66.89	59.52	54.76	51.76	54.25	48.25	55.90
King Grass	58.21	51.16	40.57	39.27	45.28	39.10	45.60
\bar{X} por edad de corte	62.55	55.34	47.66	45.52	49.77	43.67	

Cuadro 27A. Rendimiento de materia seca digerible (Mg ha^{-1}) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a diferentes edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (días)						\bar{X} por Pasto
	115	145	175	205	235	265	
Elefante Enano	1.363	2.528	3.277	4.321	6.773	6.557	4.136
King Grass	7.110	7.654	10.079	11.911	13.673	11.883	10.385
\bar{X} por edad de corte	4.237	5.091	6.678	8.116	10.223	9.220	

Cuadro 28A. Análisis de varianza para número de rebrotes.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Bloque	3	508.5556	1.50	0.3739
Especie de pasto	1	52404.0833	154.39	0.0011
Error (a)	3	339.4167	0.81	0.4964
Edad de corte	5	3056.2333	7.33	0.0001
Pasto x edad	5	1051.6833	2.52	0.0509
Error (b)	30	417.1361		

$R^2 = 0.857797$; C.V. = 25.5565

Cuadro 29A. Análisis de varianza para digestibilidad in vivo de la materia seca consumida.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	1	0.000524	0.29	0.5958
Novilla(Cuadrado)	6	0.005785	3.21	0.0252
Periodo	3	0.005524	3.07	0.0543
Especie de pasto	1	0.087278	48.49	0.0001
Edad de corte	1	0.045225	25.12	0.0001
Pasto x edad	1	0.042720	23.73	0.0001
Error	18	0.001800		

$R^2 = 0.875107$; C.V.=7.3871

Cuadro 30A. Análisis de varianza para digestibilidad in vitro de la materia seca consumida.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	1	0.000000	0.00	0.9908
Novilla(Cuadrado)	6	0.001194	2.02	0.1156
Periodo	3	0.009288	15.73	0.0001
Especie de pasto	1	0.019751	33.73	0.0001
Edad de corte	1	0.013163	22.29	0.0002
Pasto x edad	1	0.003038	5.14	0.0359
Error	18	0.000591		

$R^2 = 0.869744$; C.V.=4.3258

Cuadro 31A. Porcentaje de digestibilidad in vivo e in vitro de la materia seca consumida de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a dos edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (semanas)			
	8 semanas		12 semanas	
	DMSC	DIVMSC	DMSC	DIVMSC
Elefante Enano	62.76	59.72	62.55	57.61
King Grass	59.63	56.70	44.80	50.69

DMSC: Digestibilidad in vivo de la M.S. consumida
 DIVMSC: Digestibilidad in vitro de la M.S. consumida

Cuadro 32A. Consumo de materia seca (kg de M.S. 100 kg P.V.⁻¹ día⁻¹) de los pastos Elefante Enano cv. Mott y King Grass cosechados a dos edades de corte.

Especie de Pasto	Edad de corte (semanas)	
	8 semanas	12 semanas
Elefante Enano	2.107	2.553
King Grass	2.167	2.050

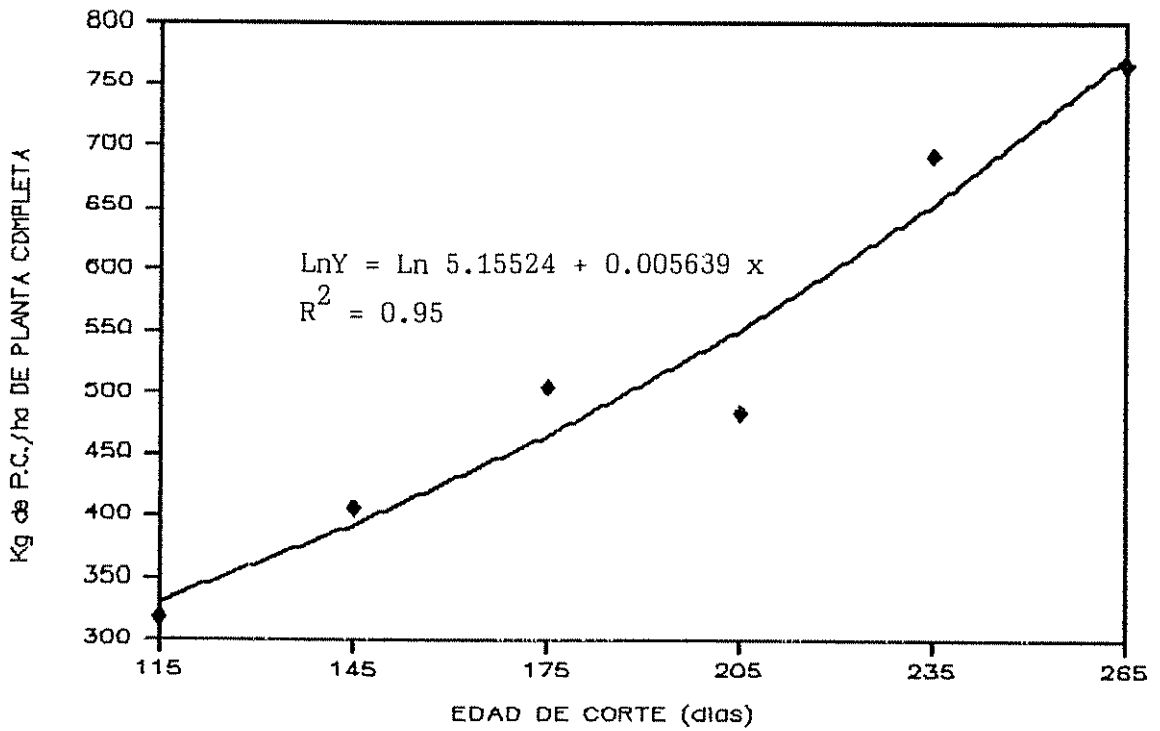


Figura 1A. Efecto de la edad de corte sobre la producción de proteína cruda del pasto Elefante Enano cv. Mott (♦).