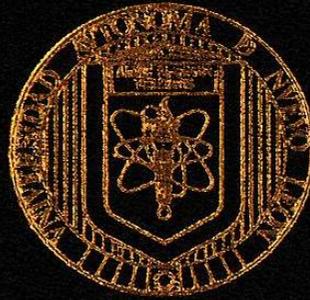


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



RESPUESTA DEL PASTO BERMUDA A LA
FRECUENCIA Y ALTURA DE CORTES

TESIS:

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA

JESUS SANTILLANO CAZARES

MARIN, N. L. MEXICO

JUNIO DE 2003

TM

Z5071

FA

2003

.S2



1020149759



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



RESPUESTA DEL PASTO BERMUDA A LA
FRECUENCIA Y ALTURA DE CORTES

TESIS:

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA

JESUS SANTILLANO CAZARES

MARIN, N. L. MEXICO

JUNIO DE 2003

7 739

TH
Z5071
FA
2003
.S2



FONDO
TESIS

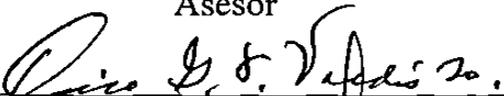
ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL COMITÉ
PARTICULAR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL
GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

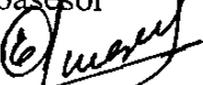
COMITÉ PARTICULAR


Ph. D. HUMBERTO IBARRA GIL

Asesor


Ph. D. CIRO G. S. VALDÉS LOZANO

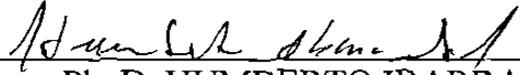
Coasesor


Ph. D. EMILIO OLIVARES SÁENZ

Coasesor


Dr. sc. agr. HUGO BERNAL BARRAGÁN

Coasesor


Ph. D. HUMBERTO IBARRA GIL
Subdirector de Estudios de Posgrado

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED) por el apoyo financiero recibido, sin el cual no hubiese sido posible la obtención de este Posgrado. Muchas gracias Dr. González Laredo, no le voy a defraudar a nuestro Estado.

Al Profesor Héctor Valverde Castañeda y su esposa, la Señora Elva Valdéz de Valverde quienes han fungido como padres de mis hijos y ofrecido decidido apoyo moral y económico para mi familia durante mi ausencia.

A mis padres, la señora Isabel Cázares de Santillano y el Sr. Jesús Santillano Soto por sus plegarias y su formación para conducirse valientemente por la vida.

A mis hermanos: Rogelio, Araceli, Luz María y Claudia; así como a todos mis sobrinos, por los buenos y malos momentos que hemos compartido.

Al Ph. D. Humberto Ibarra Gil por su influencia en mí para seguir la ruta del conocimiento a través del autoaprendizaje y del trabajo cotidiano arduo. Además por haber compartido conmigo irrestrictamente toda clase de recursos a los que el mismo tuvo acceso dentro de la FAUANL, y a veces, también recursos propios. Las facilidades recibidas me crearon una atmósfera de tranquilidad para transitar, incluso placenteramente, tanto durante el programa de cursos, como de la investigación. Gracias Doctor, estoy en deuda con usted.

Me siento altamente orgulloso por haber tenido como profesor al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano. De él me llevo la mayor influencia de formación agronómica durante mis estudios de Posgrado, tanto, que en los proyectos profesionales futuros que se presenten, estarán regidos por las directrices éticas y técnicas tomadas de él. Al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano le reconozco, además de su capacidad profesional como agrónomo y su calidad de hombre de libros, su profundo amor por la docencia; el cual se refleja en su trato cordial y siempre educado hacia sus estudiantes.

Al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz y al Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán quienes aceptaron formar parte de mi Comité de tesis, el Dr. Olivares por su aporte en los aspectos estadísticos y el Dr. Bernal por sus estrictas observaciones acerca de la forma de presentación de los escritos científicos; espero haber cubierto en alguna medida sus expectativas. Gracias a ambos.

A mi inseparable amigo y compañero de cuarto, el M.C. Ismael Hernández Betancourt, de manera muy especial, por su sólida amistad y apoyo en todos los sentidos. Muchas gracias, y ...allá nos vemos "paisa"!!

A mis antiguos maestros, ahora compañeros y siempre paisanos, los M. C. José María Hernández Herrera y Jesús García Pereyra, a quienes agradezco la formación recibida durante mis estudios de licenciatura y en cuya ocasión no tuve la oportunidad de expresárselos, particularmente al M.C. Hernández Herrera quién fungió como mi asesor principal de tesis en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1 de Durango, Dgo.

A mis compañeros, Ing. Jesús Javier Rodríguez Monsivais, Ing. Efraín Sandoval Flores, Ing. Jorge Pérez Herrera, Ing. José Guadalupe Dávila Hernández, MVZ Hugo Che Vázquez, Ing. Jorge Villareal Montemayor, MVZ Emmanuel Jacob Ramírez González e Ing. Samuel Puente Guillén; de quienes su amistad me resultó muy estimulante en ciertos momentos durante el curso de la Maestría. Un agradecimiento particular a la señora Ing. Clara Quirino de Sandoval por su gran bondad hacia mi persona.

A Chiquis, Rossy, Juany, Mirna y Chelita, personal secretarial y administrativo del Centro de Investigaciones Agropecuarias y de la División de Estudios de Posgrado de la FAUANL; quienes con sus finísimas atenciones, además de facilitarme toda clase de servicios propios de sus funciones, me hicieron sentir como a casa. Reciban la mayor de mis gratitudes, así como mi sincero respeto.

A Don Arturo y Doña Tere, por propiciar una relación, más que comercial, filial, con todos los comensales de nuestra Facultad de Agronomía de la UANL.

Al Sr. Ricardo Lozano, por habernos soportado en su casa durante el curso de nuestra estancia en Marín. Hombre muy trabajador, honesto y de gran calidad humana.

Al C. P. Carlos Paz López, mi antiguo patrón y gerente de la Sociedad Cooperativa de Consumo Agropecuario del Guadiana, S. C. L., en Durango Dgo, por haber compartido conceptos, que para mí fueron formativos, de muy diversa índole, todos acerca de la importancia de ser mejores individuos para la sociedad.

A mis amigos de siempre: Juan Manuel Ibarra Mata, Gilberto Sosa Nájera y Luis Armando de la Peña Arellano, por su amistad desde hace más de 25 años y por servir de inspiración para luchar por la superación familiar.

DEDICATORIA

A la SEÑORA Ana Isabel Valverde de Santillano y a nuestros hijos: Leila, Jesús Armando y Carlos Javier Santillano Valverde, quienes sufrieron por mi ausencia igual que yo sufrí por la de ellos. No expreso más, no porque no lo merezcas, sino porque tu ya conoces mis sentimientos. Simplemente te digo que ...te amo tanto.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	x
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Efecto de la Frecuencia de Cortes sobre el Rendimiento de Materia Seca (MS).	3
2.2 Efecto de la Altura de Cortes sobre el Rendimiento de Materia Seca (MS).	7
2.3 Efecto de la Interacción entre la Frecuencia y la Altura de Corte sobre el Rendimiento de Materia Seca (MS).	10
2.4 Influencia de los Cortes sobre la Tasa Media de Crecimiento (TMC).	12
2.5 Influencia de los Cortes sobre la Proporción de Hojas en el Forraje (% H).	13
2.6 Efecto de los Cortes sobre el Número de Tallos Finales (NTF).	14
2.7 Efecto de los Cortes sobre el Peso de la Raíz (PR).	15
2.8 Influencia de los Cortes sobre la Composición Botánica del Forraje (CB).	16
2.9 Cantidad de Nitrógeno Cosechado en el Forraje (RN).	17
2.10 Efecto de la Frecuencia sobre la Concentración de Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Digestibilidad <i>in vitro</i> de Materia Seca (DIVMS).	18
2.11 Efecto de la Altura de Corte sobre la PC, FDN y DIVMS.	20
2.12 Hipótesis General de Trabajo.	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Localización del Experimento y Características Climáticas y Edáficas.	23
3.2 Tratamientos.	24
3.3 Establecimiento y Manejo del Experimento.	25
3.4 Variables de Estudio.	28
3.5 Rendimiento de Materia Seca (MS).	28
3.6 Tasa Media de Crecimiento (TMC).	29
3.7 Proporción del peso de las Hojas en el Forraje (% H).	29
3.8 Número de Tallos Finales (NTF).	29
3.9 Peso de la Raíz (PR).	30
3.10 Composición Botánica (CB).	30
3.11 Rendimiento de Nitrógeno Cosechado en el Forraje (RN).	31
3.12 Proteína Cruda (% PC), Fibra Detergente Neutro (% FDN) y Digestibilidad <i>in vitro</i> de Materia Seca (% DIVMS).	31

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1	Rendimiento de Materia Seca (MS).	33
4.2	Tasa Media de Crecimiento (TMC).	40
4.3	Proporción del peso de las Hojas en el Forraje (% H).	44
4.4	Número de Tallos Finales (NTF).	47
4.5	Peso de la Raíz (PR).	48
4.6	Composición Botánica (CB).	50
4.7	Rendimiento de Nitrógeno en el Forraje Cosechado (RN).	51
4.8	Concentración de Proteína Cruda (% PC).	52
4.9	Concentración de Fibra Detergente Neutro (% FDN).	57
4.10	Digestibilidad <i>in vitro</i> de Materia Seca (DIVMS).	59
5.	CONCLUSIONES	62
6.	BIBLIOGRAFÍA	63
7.	APÉNDICE	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
3.1.	Comparaciones por contrastes realizadas en pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	25
3.2.	Fechas y número de cortes totales que fueron aplicados a un cultivo de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	27
4.1.	Resumen del nivel de significancia de las variables analizadas en experimento realizado sobre un cultivo de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	32
4.2.	Comparación de medias de la variable: Promedio de rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	33
4.3.	Contrastes de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	36
4.4.	Calificación teórica del rendimiento definido por la frecuencia y altura residual de cortes.	38
4.5.	Comparación de medias de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, 2002.	40
4.6.	Contrastes de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	42
4.7.	Comparación de medias de proporción del peso de las hojas en el forraje (% H) en forraje de un cultivo de pasto bermuda NK-37 sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	45
4.8.	Medias de peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, 2002.	48
4.9.	Comparación de medias de concentración de nitrógeno en el forraje residual de pasto bermuda var. NK-37 cuando fue sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. 2002.	50
4.10.	Comparación de medias de concentración de proteína cruda (% PC) en forraje de pasto bermuda NK-37 sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	52
4.11.	Contrastes de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	53
4.12.	Comparación de medias de concentración de fibra neutro detergente (% FDN) en forraje de pasto bermuda NK-37 sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
3.1.	Tratamientos indicados por el diseño San Cristóbal.	24
3.2.	Distribución de agua de riego, lluvia y temperaturas medias mensuales durante el desarrollo de un cultivo de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002. '	26
3.3.	Patrón de localización de áreas de muestreo dentro de las parcelas útiles para contabilización de tallos finales (NTF) y para estimar los pesos de raíz.	30
4.1.	Promedio del rendimiento de MS en función de la frecuencia de cortes de pasto bermuda NK-37 en Marín, N. L. México, 2002.	34
4.2.	Promedio del rendimiento de MS en función de la altura residual de cortes de pasto bermuda NK-37 en Marín, N. L. México, 2002.	35
4.3.	Tasas medias de crecimiento (TMC) en pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	41
4.4.	Relación entre la tasa media de crecimiento y el % PC de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	54
4.5.	Comportamiento de los % de PC, FDN y DIVMS de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	60

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro	Título	Página
1A.	Datos de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	67
2A.	Medias de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	67
3A.	Análisis de varianza de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	67
4A.	Comparación de medias de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	68
5A.	Contrastes de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	68
6A.	Datos de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	69
7A.	Medias de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	69
8A.	Análisis de varianza de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	69
9A.	Comparación de medias de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	70
10A.	Contrastes de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	70
11A.	Datos de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	71
12A.	Medias de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	71
13A.	Análisis de varianza de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	71

14A.	Comparación de medias de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	72
15A.	Contrastes de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	72
16A.	Datos de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	73
17A.	Medias de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	73
18A.	Análisis de varianza de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	73
19A.	Contrastes de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	74
20A.	Datos de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	75
21A.	Medias de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	75
22A.	Análisis de varianza de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	75
23A.	Contrastes de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	76
24A.	Datos de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	77
25A.	Medias de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	77
26A.	Análisis de varianza de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	77
27A.	Contrastes de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	78

28A.	Datos de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	79
29A.	Medias de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	79
30A.	Análisis de varianza de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	79
31A.	Contrastes de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	80
32A.	Datos de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	81
33A.	Medias de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	81
34A.	Análisis de varianza de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	81
35A.	Comparación de medias de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	82
36A.	Contrastes de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	82
37A.	Datos de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	83
38A.	Medias de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	83
39A.	Análisis de varianza de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	83
40A.	Comparación de medias de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	84
41A.	Contrastes de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	84

42A.	Datos de la variable: Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	85
43A.	Medias de la variable: Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	85
44A.	Análisis de varianza de la variable: Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	85
45A.	Contrastes de la variable: Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	86
46A.	Datos de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	87
47A.	Medias de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	87
48A.	Análisis de varianza de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	87
49A.	Comparación de medias de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	88
50A.	Contrastes de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	88
51A.	Datos de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	89
52A.	Medias de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	89
53A.	Análisis de varianza de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	89
54A.	Comparación de medias de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	90
55A.	Contrastes de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	90

56A.	Análisis de varianza de la variable: Relación biomasa aérea / biomasa radicular (RBABR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.	91
------	--	----

RESUMEN

Jesús Santillano Cázares

Fecha de Graduación: Junio, 2003.

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

Título del estudio:

RESPUESTA DEL PASTO BERMUDA A LA FRECUENCIA Y ALTURA DE CORTES

Número de páginas: 91

Candidato para el grado de
Maestro en Ciencias en Producción Agrícola.

Áreas de estudio: Manejo de praderas cultivadas y Fisiología ecológica.

Propósito y Método de Estudio: El objetivo del trabajo fue el de generar recomendaciones para los productores del Noreste de México acerca del manejo de la defoliación de pasto bermuda *Cynodon dactylon* (L.) Pers., donde, al igual que en la región Sureste de los EE.UU, esta especie es utilizada comúnmente en sistemas de producción de forraje. Los productores de México, debido a una escasez de investigación más específica para esta región, han tenido que adoptar como si hubiesen sido diseñadas para su ambiente específico, las recomendaciones que se han derivado de investigaciones realizadas en EE.UU. Dado lo anterior, un experimento fue conducido para estudiar el efecto de la frecuencia y la altura de corte sobre la productividad, el crecimiento y la calidad del forraje de pasto bermuda variedad NK-37. Se probaron 4 frecuencias (21, 28, 35 y 42 días) y 4 alturas de corte (4, 8, 12 y 16 cm). Para diseñar los tratamientos, el diseño factorial incompleto San Cristóbal, permitió trabajar con 7 tratamientos de 16 posibles si se hubiera utilizado un diseño factorial completo. Las variables de respuesta a estimar fueron: Rendimiento de materia seca (MS), tasa media de crecimiento (TMC), proporción del peso de las hojas en el forraje (% H), número de tallos finales (NTF), peso radicular (PR), composición botánica (CB), rendimiento de nitrógeno en el forraje cosechado (RN), proteína cruda (PC), fibra (FDN) y digestibilidad (DIVMS).

Contribuciones y Conclusiones: La MS fue mayor con los cortes realizados con las menores frecuencias y las menores alturas residuales; la TMC estuvo definida principalmente por la frecuencia entre cortes, resultando más alta para los tratamientos con los intervalos más largos entre cortes; el % H fue claramente favorecido por los tratamientos más frecuentes; NTF, PR, CB, RN y DIVMS no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; la PC y la FDN estuvieron relacionadas negativamente y ambas mostraron diferencias significativas, encontrándose valores en promedio de hasta 21 % de PC en base seca para las parcelas bajo cortes de 21 y 28 días.

Como resultado de este trabajo, además de las recomendaciones prácticas que se derivaron para los productores, un modelo teórico fue propuesto, el cual fue capaz de explicar al rendimiento con una confiabilidad superior al 90 %. Dicho modelo estuvo basado en la comprensión del papel de la frecuencia y de la altura de corte sobre el rendimiento. Generalmente, son reportados mayores rendimientos con las frecuencias menores en combinación con alturas de corte o pastoreo intensas.

Con la falta de significancia para la interacción de la frecuencia y la altura de cortes, la hipótesis general de trabajo fue aceptada; la cual había propuesto que la interacción de estos factores no sería significativa para la producción cuando las condiciones del crecimiento no fueran limitantes.

Firma del Asesor Principal: 

SUMMARY

Jesús Santillano Cázares

Date of Graduation: June, 2003

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Agronomía

Title:

RESPONSE OF BERMUDAGRASS TO FREQUENCY AND HEIGHT OF CUTTINGS

Number of pages: 91

Candidate for the degree of
Master of Sciences in Crop Production.

Subjects: Management of cultured prairies and Ecological Physiology.

Objectives and Methods: The aim was to generate recommendations for producers from Northeast Mexico about the management of defoliation of bermudagrass *Cynodon dactylon* (L.) Pers., where, as in the Southeast U.S.A. region, this species is commonly used in forage production systems. Producers from Mexico, due to scarcity of more specific research for this region, have had to adopt as if they were designed for their specific environment, the recommendations that have derived from research made in U.S.A. Given the latter, an experiment was conducted for assessing the effect of frequency and height of cutting over yield, growth and quality of forage from bermudagrass var. NK-37. There were studied 4 frequencies (21, 28, 35 and 42 days) and 4 heights of cutting (4, 8, 12 and 16 cm). To design the treatments, the incomplete factorial design San Cristobal, permitted to work with 7 treatments out of 16 possible if a complete factorial design was used. The response variables to asses were: Dry matter yield (DMY), mean growth rate (MGR), fraction of the weight of leaves in the forage (% L), number of final tillers (NFT), root weight (RW), botanical composition (BC), yield of nitrogen in the forage (NY), crude protein (CP), fiber (NDF) and digestibility (IVDMD).

Contributions and Conclusions: DMY was higher with cuts done with the shorter frequencies and lower stubble heights; MGR was mainly defined by frequency of cutting, resulting greater for treatments with longer intervals between cuts; % L was clearly favored by the most frequent treatments; NFT, RW, BC, NY and IVDMD did not show statistically significant differences between treatments; CP and NDF were negatively related and both showed significant differences, being mean values of up to 21 % CP in a dry basis for plots under cuts of 21 and 28 days.

As a result from this work, aside of the practical recommendations that derived for producers, a theoretical model was proposed which was able to explain yield with a dependability of over 90 %. Such model was based on the understanding of the role of frequency and height of cutting over yield. Generally, higher yields are reported with the lower frequencies in combination with intense heights of cutting or grazing.

With the lack of significance for the interaction of frequency and height of cutting, the general hypothesis was accepted; which had pose that interaction of these factors would not be significant for production when conditions for growth were not limiting.

Main Advisor Signature: _____

1. INTRODUCCIÓN

El pasto bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] se localiza a todo lo largo de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. El pasto bermuda fue introducido de África a EE.UU. y diversas variedades de la especie se han venido cultivado intensamente en los estados del sureste de EE.UU. y en el Noreste de México para utilizarlo como forraje de pastoreo directo o para corte.

Hasta ahora la mayor parte de la abundante investigación sobre pasto bermuda como forraje se ha orientado al estudio del rendimiento y algunas variables relacionadas con el valor nutritivo; de este universo, un gran número de experimentos se ha conducido sobre el tema de la defoliación probando la frecuencia de cortes como una de las variables independientes, un número menor se ha encargado de observar el efecto de la altura residual de cortes y una fracción todavía menor se ha ocupado de estudiar su efecto combinado, es decir, su interacción. Cuando ha sido combinada la frecuencia y la altura de cortes, uno de los factores ha sido fijo y el otro variable.

La significancia de la interacción entre la frecuencia y la altura de cortes sobre la producción, ha sido inconsistente, existen investigadores que en sus trabajos la han detectado estadísticamente significativa pero otros no. En el sureste de EE.UU. se han generado recomendaciones útiles para los agricultores en el manejo de la defoliación para lograr más cantidad, mejor calidad o el balance óptimo entre ambas en el forraje cosechado, y por no existir investigación al respecto en el Noreste de México, estas recomendaciones se han adoptado sin reserva por parte de los productores de forraje de bermuda en esta región del país.

Por lo tanto, en el Noreste de México se requieren trabajos de investigación que deben, por un lado, arrojar resultados que permitan ofrecer recomendaciones prácticas de manejo de la defoliación, y por el otro, que generen información capaz de explicar el cómo es que ocurren las respuestas del pasto bermuda a la defoliación; las mismas deben estar explicadas por el conocimiento científico existente sobre el manejo de la defoliación, y así

aportar un mayor grado de racionalidad en la explotación intensiva de praderas de pasto bermuda en el Noreste de México.

Ante la ausencia de información sobre el manejo de la defoliación en el pasto bermuda en el Noreste de México, el presente trabajo tuvo por objetivo estudiar los efectos de la frecuencia, la altura y sobre todo, la interacción entre la frecuencia y la altura de cortes sobre el rendimiento, el crecimiento y la calidad nutritiva del pasto bermuda variedad NK-37.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Aparte de la fertilización y el manejo del agua, una herramienta importante de que dispone el manejador de praderas de pastos, para manipular el crecimiento de los forrajes de corte o pastoreo, y que influye sobre la calidad y la producción, es la defoliación; ésta tiene la ventaja de variarse a voluntad con relativa facilidad y posee dos elementos para conseguir modificar la respuesta vegetal, y son: La frecuencia y la altura de los cortes. Éstos y su interacción pueden tener efectos sobre el rendimiento total de materia seca (MS), la tasa media de crecimiento (TMC), la proporción del peso de las hojas en el forraje (% H), el número de tallos finales (NTF), el peso final de la raíz (PR), la composición botánica del forraje (CB), la cantidad de nitrógeno cosechado (RN) y también sobre la calidad del forraje en lo referente a la concentración de proteína cruda (PC), fibra (FDN) y digestibilidad (DIVMS). En consecuencia, estos aspectos son de interés fundamental para el estudio bajo las condiciones ambientales de sistemas particulares de producción forrajera en praderas de pasto bermuda.

2.1 Efecto de la frecuencia de cortes sobre el rendimiento de materia seca (MS).

La conclusión generalizada a la que se ha arribado en trabajos de investigación relacionados con el estudio del efecto de la frecuencia de la defoliación sobre el rendimiento, es que existe una ganancia progresiva en la producción a medida que se disminuye la frecuencia entre cosechas; sin embargo, este patrón de acumulación de biomasa es limitado en un momento determinado por el potencial productivo de la especie vegetal y/o por los factores climáticos vigentes. Después de alcanzar un punto máximo de acumulación, la producción tiende a sostenerse y a veces a disminuir. Los principales mecanismos que dictan el comportamiento de acumulación progresiva de biomasa a través del tiempo hasta un punto determinado, son de origen fisiológico de la planta. La maduración, la eficiencia fotosintética de las hojas y la densidad de tallos, son ejemplos representativos que explican, parcialmente por lo menos, la razón de la tendencia típica del rendimiento de gramíneas forrajeras no perturbadas por defoliación.

Holt y Lancaster (1968), probando frecuencias de corte a 20, 30 y 40 días, encontraron que los rendimientos aumentaron con cada retraso en el corte, el mayor aumento, (1.6 t ha^{-1}), se obtuvo retrasándose desde 20 hasta 30 días, mientras que la diferencia promedio en la producción con la frecuencia de 30 días contra la de 40 fue sólo de 0.9 t ha^{-1} al año. Holt y Lancaster (1968), en la sección introductoria de su reporte, citan a Prine y Burton (1956) quienes también reportaron aumentos en la producción de bermuda con cada semana de demora en la frecuencia de cortes desde 1 hasta 6 semanas; pero con cortes menos frecuentes que 6 semanas, ya no observaron incrementos en los rendimientos. Igualmente citados por Holt y Lancaster (1968), Burton, et al. (1963) también reportaron incrementos en la producción con frecuencias de corte menores en pasto bermuda variedad "Coastal", obteniendo el máximo rendimiento con la frecuencia de 6 semanas

Ethredge et al. (1973), con intervalos de corte de 3, 5 y 7 semanas, encontraron que cortando el pasto bermuda var. "Coastal" con periodos de descanso de 3 semanas, se produjo un rendimiento promedio de 6934 kg ha^{-1} , aumentando el intervalo de corte a 5 semanas subió el promedio a 8241 kg ha^{-1} , mientras que con el intervalo de 7 semanas, el rendimiento promedio fue de 8696 kg ha^{-1} . En el periodo completo de duración del experimento (2 años), cortando cada 3 semanas se obtuvo el 79.7% del forraje cosechado con el intervalo de 7 semanas, mientras que cortando cada 5 semanas se logró un 94.8%.

En Tifton, Georgia, EE.UU. Monson y Burton (1982) trabajaron durante dos años con ocho variedades de bermuda, midieron su rendimiento, calidad y persistencia cuando fueron sometidas a 4 diferentes frecuencias de corte (1, 2, 4 y 8 semanas) y fertilización con nitrógeno variable (336 y 672 kg ha^{-1}). Las variedades experimentales fueron: "Coastal", "Midland", "Coastcross-1", "Tifton 44, 67, 68 y 84" y "Callie". En sus resultados reportaron que la frecuencia de cortes afectó significativamente los niveles productivos del forraje ($P = 0.01$), registrándose promedios de rendimiento para las frecuencias de 1, 2 y 4 semanas de 45, 57 y 65% del promedio del intervalo de 8 semanas.

En estudio conducido en el estado de Mississippi, EE.UU. Griffin y Watson (1982), incluyeron en sus tratamientos de corte las frecuencias de 2, 4, 6 y 8 semanas para las variedades de bermuda “Coastal”, “Alicia”, “Callie” y “Común”. Sus resultados, en promedio de dos años de prueba, fueron: 5.0, 6.9, 7.5 y 10.7 t ha⁻¹, respectivamente. La producción por variedad fue en este orden: “Callie”, “Coastal”, “Alicia” y “Común”.

El rendimiento anual de forraje de 5 variedades de pasto bermuda, a mencionar, “Coastal”, “Callie”, “S-16”, “Tifton 68” y “S-83”, cortados durante dos años a cuatro diferentes frecuencias (14, 28, 42 y 56 días); fue en promedio de 10.5, 12.8, 15.5 y 16.6 t ha⁻¹, respectivamente. La producción aumentó a medida que aumentó la edad del forraje, pero el incremento no fue lineal. Al ajustar un modelo cuadrático se comprobó que la magnitud del incremento tendía a disminuir conforme se avanzaba en la edad de corte del pasto (Holt y Conrad, 1986).

Según Cuomo et al. (1996), la cantidad de forraje producida de *Paspalum notatum* Flüggé fue mayor a medida que la frecuencia de cortes fue cambiada de 20 a 30 y a 40 días, con 10.6, 11.8 y 12.3 t ha⁻¹, respectivamente. De acuerdo con el autor, sus resultados son coincidentes con los reportados por Adjei et al. (1989), quienes reportaron que la producción de esta especie forrajera subió conforme la frecuencia fue retardada de 2 a 8 semanas, siendo de 6.1 a 7.8 t ha⁻¹ para la variedad “Argentine” y de 6.9 a 8.6 t ha⁻¹ para la variedad “Pensacola”.

Kalmbacher et al. (1997) evaluaron en su rendimiento y calidad nutritiva a la especie *Paspalum atratum* Swallen var. “Suerte”, la cual es un pasto perenne de crecimiento amacollado. Fueron establecidos intervalos de corte a 20, 40 y 60 días. Reportaron un comportamiento similar, aunque de diferente magnitud, en dos localidades: Ona y Immokalee, Fla. EE.UU. Ajustando modelos cuadráticos encontraron que el mayor rendimiento, calculado a través de regresión, sería alcanzado con la frecuencia de cortes intermedia (40 días). De hecho, con el modelo de predicción se obtuvo a los 43 y 45 días, para Ona y para Immokalee, respectivamente. Indican que cuando el intervalo de cortes superó a los 45 días, la pérdida por acumulación de tejido senil superó al tejido joven que se

acumuló en el forraje. Los autores citan, para contrastar sus resultados, que el pasto elefante (*Paspalum atratum* Swallen) variedad "Mott" rindió 10.2, 13.3 y 14.6 t ha⁻¹ cuando fue cortado cada 28, 42 y 56 días, respectivamente. Finalmente, Kalmbacher et al. (1997) refieren a Beaty et al. (1963), quienes obtuvieron rendimientos con pasto *Paspalum notatum* Swallen de 6.2 y 7.2 t ha⁻¹ cortado a 21 y 42 días, respectivamente. Por los reportes anteriores se concluye que *Paspalum atratum* Swallen tiene una tendencia de rendimiento cuadrática, cuyo máximo se localizó alrededor de los 50 días.

En el Estado de Georgia, EE.UU., Gates et al. (1999), incluyeron en sus tratamientos de corte frecuencias de 2, 4 y 8 semanas en *Paspalum notatum* Flügge, y reportan, en dos de tres años de evaluación, que, conforme se redujo la frecuencia de 2 a 8 semanas se incrementó linealmente la producción, mientras que el año en el que la producción se comportó cuadrática en vez de lineal, este comportamiento se atribuyó a las condiciones imperantes de precipitación.

Pedreira et al. (1999), citan que Morgan y Brown (1983a, 1983b) lograron cosechar, respectivamente, 2.0 y 0.83 t ha⁻¹ de pasto bermuda variedad "Coastal" cuando cortaron mensual y semanalmente durante un periodo de 96 días. Refiriéndose a sus propios resultados, Pedreira et al. (1999) reportan durante el primero de dos años de duración de su experimento (cuando se presentaron condiciones de sequía), que a diferencia de Morgan y Brown (1983a, 1983b), el mayor rendimiento de pasto bermuda variedad "Florakirk", fue obtenido con la frecuencia más alta de pastoreo (cada 7 días) entre 5 probadas: 7, 14, 21, 28 y 35 días. En el segundo año de experimentación, el máximo rendimiento fue logrado con la frecuencia menor de pastoreo (35 días), año regular en cuanto a precipitación.

Bryan et al. (2000) citan algunos trabajos en los que la frecuencia no afectó el rendimiento al evaluar a la especie *Lolium perenne* (L.): Briceño de la Hoz y Wilman (1981) y Fulkerson y Michell (1987); por otro lado, también citan los trabajos de Wilson y McGuire (1961); Holliday y Wilman (1965) y Leaver (1985), donde se obtuvieron mayores cosechas con la disminución de la frecuencia de cortes. Agregan que resultados similares a

estos últimos, fueron registrados para las especies de crecimiento más alto como *Dactylis glomerata* L. *Festuca arudinacea* Scheb. y *Bromus inermis* Leyss.

2.2 Efecto de la altura de cortes sobre el rendimiento de materia seca (MS).

La altura de corte, como un factor aislado, parece tener un efecto menos previsible sobre el rendimiento que el efecto causado por la frecuencia de defoliación. En trabajos donde la variable del rendimiento se ha estudiado, existen reportes en los cuales se resaltó la importancia de la altura de cortes o pastoreo (forraje residual), mientras que en otros se subestimó.

En un estudio en macetas (Everson, 1966), cuando la especie *Agropyron smithii* (Rybd.), fue sometida a cuatro diferentes alturas de corte: 2.5, 5.0, 7.5 y 10 cm y con una frecuencia fija, se encontró que los rendimientos fueron, respectivamente, 40.5, 54.3, 63.8 y 83.7 %, comparados con el del testigo que no había sido defoliado. Lo anterior significa que existió una disminución lineal del rendimiento a medida que la altura de corte se hizo más severa.

Ethredge et al. en 1973 sometieron al pasto bermuda a tres alturas (0, 7 y 14 cm) y a tres intervalos de corte para determinar el rendimiento de forraje y la producción estacional de pasto bermuda. En lo que respecta al efecto independiente de la altura de corte se reporta que ésta tuvo una influencia mayor sobre los rendimientos con la altura a 0 cm, promediando 9614 kg ha⁻¹ de forraje comparado con 7750 kg ha⁻¹ para la altura de 7 cm y 6508 kg ha⁻¹ para 14 cm.

Mislevy y Everett (1981) probaron 16 pastos: Cuatro del género *Cynodon* spp. tres de *Paspalum* spp. ocho de *Digitaria* spp. y uno de *Brachiaria* spp. Se establecieron dos tratamientos de corte, a 5 y 10 cm, con una frecuencia fija de 30 días, durante 30 meses consecutivos. Los rendimientos anuales durante la duración del experimento fueron en promedio: Para el género *Cynodon* spp. 15.0 y 14.0 t ha⁻¹; para *Paspalum* spp. 14.5 y 11.9 t

ha⁻¹; para *Digitaria* spp. 14.3 y 13.3 t ha⁻¹ mientras que para el género *Brachiaria* spp. 15.7 y 13.0 t ha⁻¹, para las alturas de corte de 5 y 10 cm, respectivamente.

En un experimento bajo condiciones controladas, Jaramillo y Detling (1988), midieron el comportamiento productivo de la biomasa aérea, entre otras muchas variables, de la gramínea *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) Griffiths cuando fue sometida a dos alturas de corte (2.5 y 5 cm). En este experimento se reportó una disminución del rendimiento a medida que la intensidad de corte fue más severa.

Jung et al. en 1994 concentraron dos experimentos en un solo reporte. Estudiaron la respuesta a la defoliación de la especie *Bromus unioloides* (Willd.) H. B. K. variedad "Graslands Matua". En el primer experimento, para medir una serie de variables, entre ellas la producción, aplicaron tratamientos a distintas alturas de defoliación: 7.5, 12.5, 20.0 y 25.0 cm y una frecuencia fija (cada semana); encontrando que los mayores rendimientos se obtuvieron con la altura de corte más severa (7.5 cm). En promedio, los rendimientos se fueron reduciendo aproximadamente en 20, 40 y 60% a medida que la altura de corte subió de 7.5 a 12.5, 20 ó 25 cm, respectivamente. En el segundo experimento, se utilizaron dos alturas de cortes: 7.5 y 12.5 cm y las cuatro frecuencias siguientes: 20, 30, 40 y 80 días. El objetivo era calcular, incluyendo a otras variables, el comportamiento productivo de la especie, tanto en primavera como en otoño. En sus resultados reportan de nuevo que, al igual que en experimento 1, aumentando la altura de corte de 7.5 a 12.5 cm bajó el rendimiento de otoño en promedio un 20 % ($P < 0.05$); sin embargo el uso de la altura residual de 12.5 cm en el otoño, probó ser más ventajosa para la cosecha de rendimientos más elevados, desde el primer hasta el tercer corte, en la siguiente primavera, comparada con los rendimientos logrados con el uso de la altura de 7.5 cm.

Spitaleri et al. (1994), probaron 10 híbridos de *Penisetum glaucum* × *Penisetum purpureum* y dos líneas enanas de *Penisetum purpureum* var. "Mott". Las 12 especies fueron sometidas a dos diferentes alturas de cortes: 15 y 30 cm. En dos años de prueba todas las especies rindieron más con la altura de corte más severa, promediando 9.1 contra 7.6 t ha⁻¹ en 1991 y 10.3 contra 8.3 t ha⁻¹ en 1992, para 15 y 30 cm, respectivamente.

En una investigación realizada con una duración de tres años, probando a *Penisetum purpureum* variedad "Mott", Chaparro et al. (1995) aplicaron cuatro niveles de corte, los cuales fueron: 10, 22, 34 y 46 cm y cuatro frecuencias. De ese trabajo se concluyó que la variación en rendimiento, desde 8 hasta 16 t ha⁻¹, fue debida principalmente a la altura de corte, obteniéndose la mayor producción con la menor altura.

La altura de cortes tuvo, en general, poca influencia en el rendimiento de tres mezclas de forraje: *Poa* spp. con *Trifolium* spp.; *Poa* spp. con *Carex* spp. y dos especies de *Carex* spp. cuando fueron sometidas a distintos grados de intensidad de defoliación: 5, 10 y 15 cm, durante 1998, 1989 y 1990 en Klamath Country Or. EE.UU. Aunque fue claro que bajando la altura de corte, aumentó la cantidad de forraje en todos los casos, la disminución fue lineal para las asociaciones de *Poa* spp. con *Carex* spp. y para la de las dos especies de *Carex* spp. mientras que la asociación de *Poa* spp. con *Trifolium* spp. tuvo una caída con tendencia curva (Dovel, 1996).

Pedreira et al. (1999), incluyendo en sus tratamientos 5 diferentes alturas de pastoreo: 8, 12, 16, 20 y 24 cm, reportan que el rendimiento del pasto bermuda variedad "Florakirk", como promedio de dos años, subió a medida que la altura de corte lo hizo, estimándose a través de modelos de regresión, para el segundo año del experimento (1994), producciones de 11.5, 13, 14, 15 y 16 t ha⁻¹, respectivamente. El primer año fue afectado por condiciones de sequía y el crecimiento se especula que fue alterado, reportándose el mayor rendimiento con la mayor de las alturas (24 cm.).

Durante 1990, 1991 y 1992, *Paspalum notatum* Flüge en sus variedades "Pensacola", "RRPS" y "Tifton 9" fueron evaluadas por Gates et al. (1999), para comparar su potencial productivo y persistencia bajo una combinación de dos alturas de corte, 1.5 y 10.0 cm y tres frecuencias. Informan que con excepción del más breve de los intervalos de corte durante 1991, los mayores rendimientos se cosecharon con la altura más corta de defoliación y concluyeron que la magnitud de los beneficios de cortar más abajo estuvo sujeta a la variación del año y la variedad, sin embargo, los rendimientos totales fueron generalmente aumentados con la altura de corte menor.

Un trabajo citado por Bryan et al. (2000), es el de Fulkerson y Michell (1987) conducido en Tasmania, quienes reportan que los cortes más severos incrementaron la producción de *Lolium perenne* (L.) en otoño, invierno e inicio de la primavera, pero la redujo en mediados de la primavera. Los resultados del experimento de Bryan et al. (2000), arrojan una cantidad promedio de forraje consumido de 7025 kg ha⁻¹ temporada⁻¹ contra 6540 kg ha⁻¹ temporada⁻¹, cuando la intensidad de pastoreo fue permitida a niveles promedio de 3.9 y 4.4 cm, respectivamente.

Lizarazo (2002) reportó un promedio favorable para el rendimiento de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) cv. Nueces de 14 % cuando fue pastoreado intensamente (75 % del forraje removido) que cuando lo fue moderadamente (50 % del forraje removido).

2.3 Efecto de la interacción entre la frecuencia y la altura de corte sobre el rendimiento de materia seca (MS).

Holt y Lancaster (1968) no encontraron interacción entre altura y frecuencia de cortes al conducir un experimento con la variedad “Coastal” de pasto bermuda cuando aplicaron tratamientos combinados de 3 frecuencias y dos alturas de corte. El experimento tuvo una duración aproximada de 180 días y no se reportó la incidencia de ningún factor desfavorable para el crecimiento.

El pasto bermuda variedad “Coastal” fue estudiado para calcular sus rendimientos y contenido energético (Ethredge et al. 1973). Tres frecuencias fueron probadas: 3, 5 y 7 semanas, y tres alturas de corte: 0, 7 y 14 cm. Dentro de los resultados presentados por los autores se señala que, para el caso de la producción, se encontró una interacción significativa (DMS = 0.05) entre la frecuencia y la altura de cortes durante el primero de dos años de prueba. La interacción pudo observarse debido a que la producción con la frecuencia de 7 semanas resultó en una disminución cuadrática a lo largo del rango de alturas, a diferencia de la tendencia lineal de las otras dos frecuencias de corte. En el año en el que fue detectada interacción estadística (1967) se reporta que prevalecieron condiciones frías y secas que afectaron más que los propios tratamientos de defoliación.

Jung et al. (1994), estudiaron la influencia de la frecuencia y altura de cortes sobre los rendimientos y la densidad de tallos de *Bromus unioloides* var. "Grassland Matua". En el experimento se utilizaron dos alturas de cortes: 7.5 y 12.5 cm y cuatro frecuencia de cortes: 20, 30, 40 y 80 días. En lo relacionado con los rendimientos, se reporta que existió una interacción significativa ($P < 0.05$) entre la frecuencia y la altura de cortes. La interacción entre frecuencia y altura de cortes estuvo determinada por la diferencia no proporcional entre las dos alturas de corte a lo largo del rango de frecuencias de corte.

La especie *Pennisetum purpureum* Schum. fue evaluada en su respuesta productiva cuando fue sometida a una combinación de 16 tratamientos de corte, compuestos por cuatro alturas: 10, 22, 34 y 46 cm, y cuatro frecuencias: 3, 6, 9 y 12 semanas. El trabajo fue conducido por Chaparro et al. (1995), quienes reportaron que durante 1989 existió interacción entre la altura y la frecuencia de cortes debido a que la materia seca cosechada aumentó más rápidamente con la disminución de la altura de corte cuando la frecuencia fue de 12 semanas, que cuando fue 3 semanas. Para 1990, esta interacción fue mucho más pronunciada de lo que fue durante 1989. Con la mayor frecuencia de cortes, esto es, cada 3 a 6 semanas, se observó poco efecto de la altura de corte sobre la materia seca cosechada, pero cuando la vegetación fue cosechada con una frecuencia de 9 a 12 semanas, la materia seca total aumentó claramente, a medida que la altura disminuyó. Los reportes de precipitación pluvial fueron de 1083, 959 y 1266 mm para 1989, 1990 y 1991, respectivamente, y 1388 mm el promedio de 70 años.

Pedreira et al. (1999) condujeron un experimento en Gainesville, FL. EE.UU. durante 1993 y 1994. El objetivo consistió en medir la productividad y valor nutritivo del pasto bermuda variedad "Florakirk", bajo una diversidad de tratamientos de defoliación. Dichos tratamientos consistieron de todas las combinaciones de ciclos de pastoreo a 7, 21 y 35 días, y tres alturas de forraje residual, 8, 16 y 24 cm. Para el caso de la acumulación de biomasa, se reporta que durante 1993 se produjo interacción entre frecuencia y altura de pastoreo debido a que aumentando la altura del forraje residual, el rendimiento aumentó más rápidamente cuando la frecuencia de pastoreo fue cada 7 días que cuando fue pastoreado en cualquier frecuencia menor. No se observó interacción durante 1994.

Aunque los autores no lo relacionan, es posible que la interacción que se detectó durante 1993 haya sido debida a que durante los meses de Mayo a Julio de 1993 se presentó una sequía que ocasionó estrés a la vegetación.

2.4 Influencia de los cortes sobre la tasa media de crecimiento (TMC).

Las praderas crecen a diferentes tasas de crecimiento, dependiendo de las condiciones climáticas, demografía del tejido foliar (hojas, tallos y tejido senescente), disponibilidad de nutrientes, altura residual después de la defoliación, etapa fenológica y otros factores de manejo (Belesky y Fedders, 1994). Tesar (1984) coincide indicando que la tasa de crecimiento de los cultivos puede ser afectada por diversos factores durante la temporada de crecimiento, y por eso las mediciones a lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo pueden ser útiles para explicar las diferencias en rendimiento.

Hunt (1990) concibe al análisis de crecimiento como una herramienta que permite, por ejemplo, comparar entre diferentes prácticas de manejo e identificar la más adecuada para conseguir el efecto deseado de la planta (calidad, cantidad, etc.). Todas estas concepciones sugieren que los análisis de crecimiento (TMC, en este caso) son capaces de explicar el comportamiento de algunas variables relacionadas, por ejemplo, la del rendimiento. No obstante lo anterior, el cúmulo de investigaciones realizadas en EE. UU. sobre análisis de crecimiento en praderas sujetas a defoliación es muy escaso (Belesky y Fedders, 1995).

Belesky y Fedders (1995) condujeron un experimento de dos años de evaluación, realizado en Virginia del Oeste, EE.UU., en él se probaron cuatro especies distintas, entre ellas, el pasto bermuda variedad "Quickstand". Se impusieron cuatro tratamientos de corte: Después de haberse cosechado como heno en la madurez se dejó alcanzar 20 cm de altura y luego se cortó a 5 cm (heno); cuando alcanzó 10 cm se cortó a 5 cm (S50); cuando alcanzó 20 se cortó a 5 cm (T75); y cuando alcanzó 20 cm se cortó a 10 cm (T50). La TMC para el pasto bermuda cosechado como heno alcanzó $91 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, siendo significativamente

superior a los demás escenarios de corte en ambos años, pero el pasto bermuda alcanzó la TMC menor de las cuatro especies probadas.

2.5 Influencia de los cortes sobre la proporción del peso de las hojas en el forraje (% H).

De acuerdo con Parsons et al. (1988) y Parsons y Penning (1988), citados por Van Soest (1994), la pérdida física de hojas, tallos o ambos, representa un factor de estrés muy importante que presiona a la planta para que se active una movilización de reservas y haga crecer nuevas hojas para restaurar la capacidad fotosintética. Dado que este proceso impide la formación de tejido lignificado, el efecto de la defoliación sobre la calidad es siempre positivo. Es importante comprender que una mejoría en la calidad de forraje, como resultado de cualquier medio de defoliación (corte, pastoreo, fuego o insectos), es una función del tejido de rebrote, y no del material vegetal remanente (Van Soest, 1994).

Smart et al. (2001), reconocen a la relación hoja/tallo como un factor importante en la determinación de la calidad, selección de pastoreo e ingestión de forraje. Aunque la relación hoja/tallo es una variable importante en trabajos de investigación sobre pastoreo y selección genética de pastos, las praderas de pasto son rara vez definidas en términos de ésta debido a que la estimación de la relación hoja/tallo es un proceso laborioso de separación manual de las hojas de los tallos.

De acuerdo con Van Soest (1994), los intervalos largos entre cortes promueven una relación baja de hoja/tallo. Omaiko, 1980 y Mislevy 1989; citados por Chaparro et al. (1995), indican que una frecuencia moderadamente alta y menos intensa, usualmente promueve una mayor proporción del peso de las hojas en el forraje cosechado. Chaparro et al. (1995), estudiando a la especie *Pennisetum purpureum* Schum., variedad Mott, sujeta a cortes, donde se incluyeron 16 combinaciones de 4 frecuencias (3, 6, 9 y 12 semanas) y 4 alturas (10, 22, 34 y 46 cm), encontraron que la fracción de hojas en el total de MS cosechado varió de 63 a 100 % y pudo detectar una interacción entre los dos factores debido a que el porcentaje del peso de hojas aumentó más rápidamente con el incremento

de la altura de corte cuando la frecuencia fue de 9 a 12 semanas que cuando fue de 3 a 6 semanas. En los dos años de prueba se observó que con la mayor frecuencia (3 semanas), en combinación con la mayor altura de corte (46 cm) rindió la mayor proporción del peso de las hojas.

2.6 Efecto de los cortes sobre el número de tallos finales (NTF).

Holt y Lancaster (1968) destacan que el número de tallos en la pradera y la acumulación de biomasa radicular son importantes porque reflejan el vigor general y proveen de protección al suelo. Los cambios, ya sea en la densidad de la vegetación o acumulación de raíces pueden detectarse antes de que los rendimientos sean afectados y así, dictar una modificación en las prácticas de manejo antes de que aparezcan cambios irreversibles.

Se ha reconocido (Murphy y Briske, 1992) que la generación de nuevos tallos después de un evento de defoliación depende tanto de la planta como de las condiciones ambientales. Del ambiente se requieren determinados índices de calidad y cantidad de radiación lumínica, fotoperiodo, temperatura, agua y minerales; mientras que la planta debe cumplir con ciertos requerimientos hormonales y nutricionales, tanto de origen carbónico como nitrogenado. Una forma simplificada de medir indirectamente la influencia conjunta de todos éstos elementos, ambientales y vegetales, sobre el vigor de las parcelas es, entonces, la medición del número de tallos por unidad de área cuando han sido sometidas a regímenes de defoliación diferenciados.

Decker (1964), citado por Holt y Lancaster (1968), reportó que se observó alguna evidencia de la reducción de la sobrevivencia de las praderas de bermuda de la variedad "Midland" cuando se cortó durante 3 años a una altura de 2.5 y 5.0 cm. En una revisión de literatura sobre carbohidratos disponibles en pastos y leguminosas, Weinmann (1961), citado por Holt y Lancaster (1968), de alguna manera en controversia con el reporte de Decker (1964), indica que la especie *Cynodon dactylon* se caracteriza por una gran cantidad de reservas en forma de azúcares y almidón, y que a menudo no se detectan

diferencias significativas en la acumulación de reservas a lo largo de las temporadas de crecimiento, agregando que los cortes sólo pueden agotar las reservas cuando éstos son ejecutados severamente y con una frecuencia alta. El número de tallos por unidad de área fue favorecida con una mayor altura de cortes, pero fue afectada negativamente con ciclos de cortes infrecuentes, siendo los valores en promedio de 2350 y 2990 tallos m^2 para 5 y 13 cm, respectivamente. Como efecto acumulativo a largo plazo tanto de la frecuencia como de la altura de cortes, se pudo comprobar estadísticamente que el número de tallos por unidad de área disminuyó con los intervalos entre cortes mayores y el número aumentó con las alturas de corte no severas. También fue posible distinguir que aunque obtuvieron algunas diferencias como resultado de los tratamientos, tanto en peso de raíz como en el número de tallos, ninguna de estas diferencias fue reflejada en los rendimientos (Holt y Lancaster, 1968).

Ethredge et al. (1973) estudiaron el efecto de la frecuencia y la altura de cortes sobre el número de tallos producidos. El número de tallos por m^2 fue de 1230, 1290 y 1200, sin resultar estadísticamente significativo para las alturas de corte de 0, 7 y 14 cm, respectivamente. Los números de tallos por m^2 para las frecuencias de 3, 5 y 7 semanas fueron de 1220, 1430 y 1000, respectivamente. De acuerdo con los autores, todos los números de tallos presentes son adecuados para cubrir el área la siguiente temporada. La variedad "Coastal" se ha considerado como eficiente en la fijación de CO_2 y bajo condiciones normales, las reservas orgánicas son de poca importancia para el crecimiento vegetativo.

2.7 Efecto de los cortes sobre el peso de la raíz (PR).

En experimento realizado por Holt y Lancaster (1968), donde probaron tres frecuencias y dos alturas de cortes a bermuda var. "Coastal", encontraron que la frecuencia de cortes no había afectado el peso de la raíz pero sí la altura ($P < 0.05$), siendo el promedio de acumulación de raíz con una altura de corte de 13 cm $0.9 t ha^{-1}$ mayor que la de 5 cm, diferencia que resultó significativa estadísticamente. El efecto de la altura de corte fue mayor con cortes frecuentes y menor con cortes menos frecuentes.

En Gabes, Tunes (África del Norte), Chaieb et al. (1995) desarrollaron un experimento para estimar el impacto causado por cortes en el sistema radicular de tres pastos perennes. Los tratamientos probados, que intentaban simular diferentes regímenes de pastoreo, fueron: Severo (corte cada 10 días durante la primavera), intermedio (de dos a tres cortes durante la primavera) y ligero (un solo corte durante la primavera); todos los tratamientos de corte se realizaron hasta el nivel del suelo. Como resultado obtuvieron que, con el tratamiento severo, más del 65 % de las raíces de las tres especies se localizaron a 15 cm de la superficie del suelo; con el tratamiento intermedio se observó entre un 68-76 % a 30 cm de la superficie del suelo, mientras que con el tratamiento ligero, las tres especies se comportaron casi exactamente igual que si no hubiesen sido defoliadas en absoluto, con una acumulación de 85 % del volumen radicular en los primeros 50 cm del suelo y el resto (15%) en los siguientes 25 cm. En resumen, los resultados de este trabajo mostraron que, a mayor frecuencia de cortes, más superficial se localizó la raíz.

En estudio realizado con *Paspalum notatum* Flügge var. *saureae* Parodi, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de raíces entre los tratamientos de corte impuestos, los cuales incluían a las combinaciones de frecuencias, con 2, 4 y 8 semanas, así como alturas de 1.5 y 10 cm (Gates et al. 1999).

2.8 Influencia de los cortes sobre la composición botánica del forraje (CB).

Bouton (1992), citado por Pedreira et al. (2000), señaló que la persistencia es la característica más importante de las especies forrajeras. Una manera de estimar la persistencia es a través del monitoreo del vigor de rebrote después de eventos de corte continuos. Las plantas forrajeras que almacenan una alta proporción de carbohidratos no estructurales en la base de los tallos son generalmente poco competitivas contra las malezas y menos persistentes que aquellos que almacenan estos compuestos en la región de las coronas (estolones) o en órganos subterráneos como los rizomas (Pedreira et al. 2000).

Adjei et al. (1989), citados por Pedreira et al. (2000), encontraron 3 % de malezas en praderas de bermuda var. "Florakirk" pastorcadas cada 4 semanas durante dos años, mientras que las praderas de "Tifton 78" conformaron solamente un 11 % (89 % de malezas) con el mismo tratamiento de defoliación. La composición botánica del pasto bermuda var. "Florakirk" no fue afectada por los tratamientos de defoliación, en una combinación de tres alturas pastoreo 8, 16 y 24 cm, y tres frecuencias de corte: 7, 21 y 35 días (Pedreira et al. 2000).

2.9 La cantidad de nitrógeno cosechado en el forraje (RN).

Desde el punto de vista práctico, en los sistemas de producción comercial, la importancia del conocimiento del rendimiento de N cosechado en el forraje es valorada debido a dos causas principales: Primera, representa indirectamente la cantidad de PC que se obtiene para la formulación de raciones alimenticias y planeación de la adquisición de alimentos suplementarios. Segunda, conociendo la cantidad disponible de N, es posible hacerse una idea acerca de la eficiencia con la que la planta está absorbiendo, transportando y asimilando el N necesario para su crecimiento (Monson y Burton, 1982). Proveyendo así, un elemento de juicio que sirve para tomar decisiones acerca de la aplicación de fertilizante nitrogenado e identificar, si fuese el caso, que elementos del sistema es necesario modificar para una adecuada eficiencia de utilización del N por el cultivo.

Para la estimación del RN se requiere conocer dos elementos: La cantidad de biomasa cosechada y a la concentración de N. Mientras que la biomasa es esencialmente carbono (C), la concentración de N, evidentemente, depende de la cantidad de este mineral por unidad de tejido vegetal.

2.10 El efecto de la frecuencia sobre la concentración de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS).

Jolliff et al. (1979) reportan que la frecuencia de cortes en dos variedades de bermuda influyó en la PC, FDN y DIVMS cuando fueron sometidos a tratamientos de corte a 4, 8, 12, 16, 20 y 24 semanas. La PC disminuyó su concentración conforme se avanzó en el intervalo de cortes, siendo de 12.7, 10.0, 9.3, 7.0, 6.5 y 6.5 %, respectivamente. La FDN observó una tendencia en forma de campana durante el año, conteniendo el mayor valor alrededor de Agosto – Septiembre, el valor alcanzado fue en promedio de 73 % para el tratamiento a 4 semanas y 77 % para 12, 16, 20 ó 24 semanas. La DIVMS fue decreciendo con el aumento del intervalo entre cortes, siendo de 52, 48.7, 47.7, 47.0, 41.5 y 42.0 %, respectivamente. PC y DIVMS se correlacionaron positivamente ($r = 0.91$), PC y FDN lo hicieron negativamente ($r = - 0.89$), mientras que DIVMS y FDN se correlacionaron también negativamente pero en menor grado ($r = - 0.69$).

Griffin y Watson (1982) probaron 4 frecuencias de corte en 4 variedades de bermuda durante dos años, para evaluar su comportamiento cualitativo. Durante 1975 la PC observó una disminución gradual al extender la frecuencia de cortes, siendo 10.4, 8.9, 7.0 y 6.8 % para las frecuencias de 2, 4, 6 y 8 semanas, en ese orden. Durante 1976 el comportamiento fue ligeramente inestable ya que la frecuencia más alta de cortes (2 semanas) fue significativamente inferior que la siguiente frecuencia (4 semanas), reportándose 11.7, 14.1, 12.3 y 11.5 %, respectivamente. La FDN durante 1975 fue relativamente estable, reportándose 75.1, 75.4, 77.3 y 75.1 % y en 1976, 73.8, 71.4, 71.6 y 70.6, respectivamente.

La DIVMS fue medida por Holt y Conrad (1986) para 6 especies de bermuda sometidas a 4 frecuencias de corte (14, 28, 42 y 56 días), y los valores en promedio obtenidos fueron de: 63.8, 59.1, 56.6 y 54.9 % respectivamente, lo cual indica que la DIVMS fue decreciendo en forma lineal conforme se avanzó en la edad del pasto al momento del corte.

Monson y Burton (1982) evaluaron 8 variedades de pasto bermuda en sus características de DIVMS y PC, encontrando significancia para las dos variables por el efecto del intervalo entre cortes ($P = 0.05$). Ellos utilizaron 1, 2, 4 y 8 semanas entre intervalos de corte, y obtuvieron un coeficiente de correlación bastante alto ($r = 0.93$) entre ambas variables. Los valores de DIVMS fueron 64.6, 64.6, 63.9 y 57 % y de PC, 21.8, 19.6, 17.4 y 12.4 %, respectivamente, observándose un comportamiento más o menos estable entre ambos valores en las tres primeras frecuencias, pero una disminución importante en la última fecha.

Cuomo et al. (1996) trabajaron con 3 variedades de *Paspalum notatum* Flüggé. La proteína decreció significativamente con el tiempo, siendo de 123.66, 110 y 110.3 g kg⁻¹ para las frecuencias de 20, 30 y 40 días. La FDN también fue significativa ($P = 0.05$), acumulando 647.33, 648.66 y 645.33 g kg⁻¹, respectivamente. Las dos variables se correlacionaron negativamente con una $r = -0.71$.

Green y Detling condujeron una investigación en 1986 y encontraron que la concentración de N fue casi el doble en frecuencias de corte semanales y mensuales (2.5 %) comparadas con el testigo (1.3 %) en 5 gramíneas de clima templado.

Hall et al. (1996) reportan dos experimentos en un solo artículo cuando estimaron los efectos del manejo de la defoliación sobre las siguientes características nutritivas: PC, DIVMS, FDN y FDA de *Bromus catharticus* M. Vahl variedad "Matua". En el segundo experimento (los resultados del primer experimento se encuentran en el inciso 2.11 de este trabajo) probaron frecuencias de 20, 30, 40 y 80 días, y encontraron que los cortes menos frecuentes redujeron la concentración de PC, siendo 13.5 % menor con el intervalo de 80 días que con el de 20 días, al reducirse de 240.5 g kg⁻¹ a 208 g kg⁻¹; pero no observaron efecto significativo en FDN ni DIVMS, indicando que la PC declina más rápidamente que la digestibilidad a medida que madura.

Al probar intervalos de corte de 20, 40 y 60 días en *Paspalum atratum* Swallen var. “Suerte”, Kalmbacher et al. (1997) encontraron que la PC se presentó en mayor concentración en el tratamiento con intervalo de 20 días, promediando 9.7 %, las otras dos frecuencias fueron respectivamente de menor concentración. Todos, sin embargo observaron una tendencia similar por la influencia de la temporada de corte, observando los valores más altos en Abril y Noviembre, y una depresión en Julio-Agosto de 1992 y 1993. La DIVMS tuvo un comportamiento similar a la PC sólo que su repunte en la época fresca ya no se recuperó como la PC.

Pedreira et al. (1999) estudiaron el efecto de los la frecuencia y altura de cortes sobre el pasto bermuda variedad “Florakirk” en el rendimiento y calidad del forraje durante 1994 y 1995. Para la el caso de la PC, reportan que se observaron efectos lineales con un valor bajo de pendiente positiva desde la frecuencia de 7 días hasta la de 21; y cuadráticos a partir de 21 hasta 35 días. Aun así, el rango de variación de la concentración de PC en el forraje en los dos años de experimento fue menos de 1.8 %. Ecuaciones de predicción señalaron que la concentración máxima de PC ocurriría con el ciclo de 21 días, independientemente de la altura dejada después del pastoreo.

2.11 Efecto de la altura de corte sobre la PC, FDN y DIVMS.

La concentración de PC en *Agropyron smithii*, Rydb. aumentó conforme la altura de corte se hizo más severa, siendo de 22.9, 18.9, 16.2, 15.1 y 6.8% para 2.5, 5.0, 7.5, 10 cm y el testigo (no defoliado), respectivamente (Everson, 1966).

Para evaluar el comportamiento del rendimiento, la PC y la FDA, Dovel (1996) probó alturas de 5, 10 y 15 cm en tres combinaciones de plantas de gramíneas y una leguminosa, a mencionar: *Poa* spp. con *Trifolium* spp.; *Poa* spp. con *Carex* spp. y *Carex* spp. sola. La PC bajó linealmente conforme se redujo la altura de corte desde 14 hasta 13 % para las mezclas de *Poa* spp. con *Carex* spp. y de 12.5 a 11.5 % para *Poa* spp. con *Trifolium* spp. siendo estadísticamente significativo el efecto de la altura de corte sobre la

PC para *Poa* spp. con *Trifolium* spp. y para *Poa* spp. con *Carex* spp. y no significativo para *Carex* spp.

Hall et al. (1996), cuyo trabajo con la especie *Bromus catharticus* M. Vahl variedad “Matua” se detalla en el punto 2.10 de este trabajo, encontraron en su Experimento 1, en el que se probaron dos alturas de corte (7.5 y 12.5 cm.), que la altura de corte fue significativamente diferente en todos los parámetros evaluados, siendo para PC 19.4 vs. 20.7 %, para FDN: 53.8 vs. 52.8 % y para DIVMS: 67.9 vs. 69.2 %, para 7.5 y 12.5 cm, respectivamente, durante el otoño. En primavera, ni la PC ni la DIVMS fueron diferentes estadísticamente entre las dos alturas de corte, solo la FDN fue significativa

Mislevy y Everett (1981) probaron alturas de 5 y 10 cm, y encontraron consistentemente, en dos diferentes épocas (Septiembre y Diciembre), mayor concentración de PC con la menor altura de cortes en cuatro géneros distintos, donde uno fue el de *Cynodon* spp.

Pedreira et al. (1999) utilizando un diseño de tratamientos factorial completo de tres frecuencias (7, 21 y 35 días) y tres alturas de corte (8, 16 y 24 cm), reportaron no haber encontrado diferencias significativas por la altura de cortes a pasto bermuda variedad “Florakirk” en ninguno de dos años de prueba sobre la concentración de PC. Para la DIVMS solo fue detectada estadísticamente significativa durante el primer año y no en el segundo. Similarmente Spitaleri et al. (1994) no observaron diferencia significativa entre dos alturas de corte, 15 y 30 cm, sobre la concentración de PC en *Paspalum* spp.

Turner et al. (1996) en experimento realizado con las siguientes especies: Un híbrido de *Festuca arudinacea* Schreb. × *Lolium perenne* L.; *Dactylis glomerata* L. y *Bromus catharticus* M. Vahl; reportan para PC a dos intensidades de corte (75 y 50% removido), una relación consistentemente inversa entre al altura de corte y la concentración de PC en tres especies y años distintos. La FDN fue menos clara en su tendencia, aunque prevaleció un aumento en la concentración de fibra con un aumento en la intensidad de la defoliación.

Holden et. al (2000) estudiaron el efecto de tres intensidades de corte (25, 37 y 50 cm) sobre *Cichorium intybus* L. y *Dactylis glomerata* L., durante dos años consecutivos, y obtuvo que la FDN no fue significativa por el manejo de la defoliación. La PC fue significativamente afectada por los cortes y fue mayor al defoliar más intensamente.

2.12 Hipótesis general de trabajo

Se espera que, cuando las condiciones ambientales no sean limitantes para el crecimiento, la influencia individual de la frecuencia y la altura de cortes, y no la interacción de estos factores, sean los responsables de modificar las respuestas del rendimiento, el crecimiento y la calidad del pasto bermuda var. NK-37.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento y características climáticas y edáficas.

El experimento se desarrolló en la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicada en el Km 17 de la carretera Zuazua-Marín, en Marín, N.L. México, con coordenadas geográficas en los 25° 53' de latitud norte y 100° 03' de longitud oeste, a una altura de 367 msnm. El clima de acuerdo a la clasificación de García (1973), citado por Martínez Medina (1995) es **BS₁ (h) h x'(e')**, en donde:

- BS₁** Comprende a un clima seco, siendo el menos seco de los BS, con régimen de lluvias de verano, con un cociente de P/T mayor que 22.9.
- (h) h** La temperatura media anual sobre los 22° C, y menor a 18 °C en el mes más frío.
- x'** Régimen de lluvias que ocurren entre verano e invierno, con porcentaje de lluvias invernal mayor de 13.
- (e')** Temperatura muy extremosa, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 14 °C.

La precipitación anual en promedio, del 1 de Enero de 1978 al 31 de Diciembre de 2002, fue de 504.5 mm, de acuerdo con datos de la Estación Meteorológica de la FAUANL, Marín, N. L., México.

El suelo del lugar del experimento fue de textura arcillosa, pH de 8.0, M. O. de 2.35 %, contenido de nitrógeno total 0.14 %, fósforo 214.4 ppm, 1.8 meq 100 g⁻¹ de potasio, conductividad eléctrica 3.88 mmhos cm⁻¹ a 25 °C y PSI de 0.34.

3.2 Tratamientos.

Para evaluar las alturas y frecuencias de cortes de pasto bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] variedad NK-37, los tratamientos se diseñaron mediante una matriz "San Cristóbal" (Olivares, 1996) que marca 7 combinaciones representativas de 16 posibles, las cuales resultaron al considerar cuatro frecuencias y cuatro alturas residuales de cortes (Figura 3.1). Los diseños factoriales completos son de gran utilidad en trabajos exploratorios donde no existen antecedentes acerca de los niveles óptimos de los factores (Steel y Torrie, 1960). Por su parte, los diseños factoriales incompletos ofrecen ventajas económicas, al reducir el número de tratamientos ensayados.

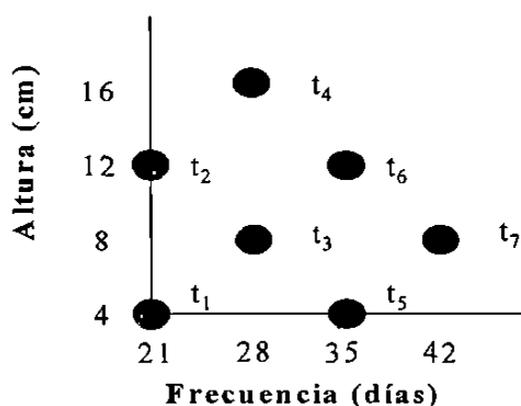


Figura 3.1. Tratamientos indicados por el diseño San Cristóbal

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de las unidades experimentales fue de 1 m² y el de las parcelas útiles 0.125 m², las cuales estaban ubicadas en el centro de las unidades experimentales, con el objeto de reducir la variación por efecto de orilla.

Para el análisis de los datos se utilizaron análisis de varianza. Cabe hacer mención de que originalmente se pensó en utilizar la técnica de Superficies de Respuesta para un diseño San Cristóbal (Olivares, 1996), sin embargo, los datos obtenidos no se ajustaron al modelo cuadrático requerido para el uso de ésta técnica, por lo cual se decidió a analizar los

datos por contrastes. Los contrastes realizados fueron los indicados en el Cuadro 3.1. La interacción pudo ser medida al considerar que el diseño de tratamientos incluyó a un factorial completo (2^2), formado por los tratamientos: 1, 2, 5 y 6 (Figura 3.1), y además tres tratamientos adicionales: 3, 4 y 7. La interacción pudo medirse con el contraste número 9.

En los casos donde se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, se compararon por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a un nivel de probabilidad de 0.05.

Cuadro 3.1. Comparaciones por contrastes realizadas en pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Contrastes	Tratamientos	Efecto a comparar
1	1 vs. 2	Altura
2	3 vs. 4	Altura
3	5 vs. 6	Altura
4	1 + 5 vs. 2 + 6	Altura
5	1 vs. 5	Frecuencia
6	3 vs. 7	Frecuencia
7	2 vs. 6	Frecuencia
8	1 + 2 vs. 5 + 6	Frecuencia
9	1 + 6 vs. 2 + 5	Interacción

3.3 Establecimiento y manejo del experimento.

El pasto fue establecido en una primera siembra el 21 de abril de 2002, usándose una densidad de 10 kg ha^{-1} de semilla pura y viable. Debido a que la emergencia no fue la deseada, se resembró con 15 kg ha^{-1} 17 días después. La cantidad de agua suministrada al cultivo a partir del inicio de los tratamientos fue de 210 mm con riego y 460 mm con lluvia, sumando una lámina total de 670 mm. Ver Figura 3.2, para distribución de agua y

temperaturas vigentes durante el experimento. El criterio utilizado para la aplicación de riego, consistió en una inspección visual y táctil del suelo del perfil entre 0-15 cm.

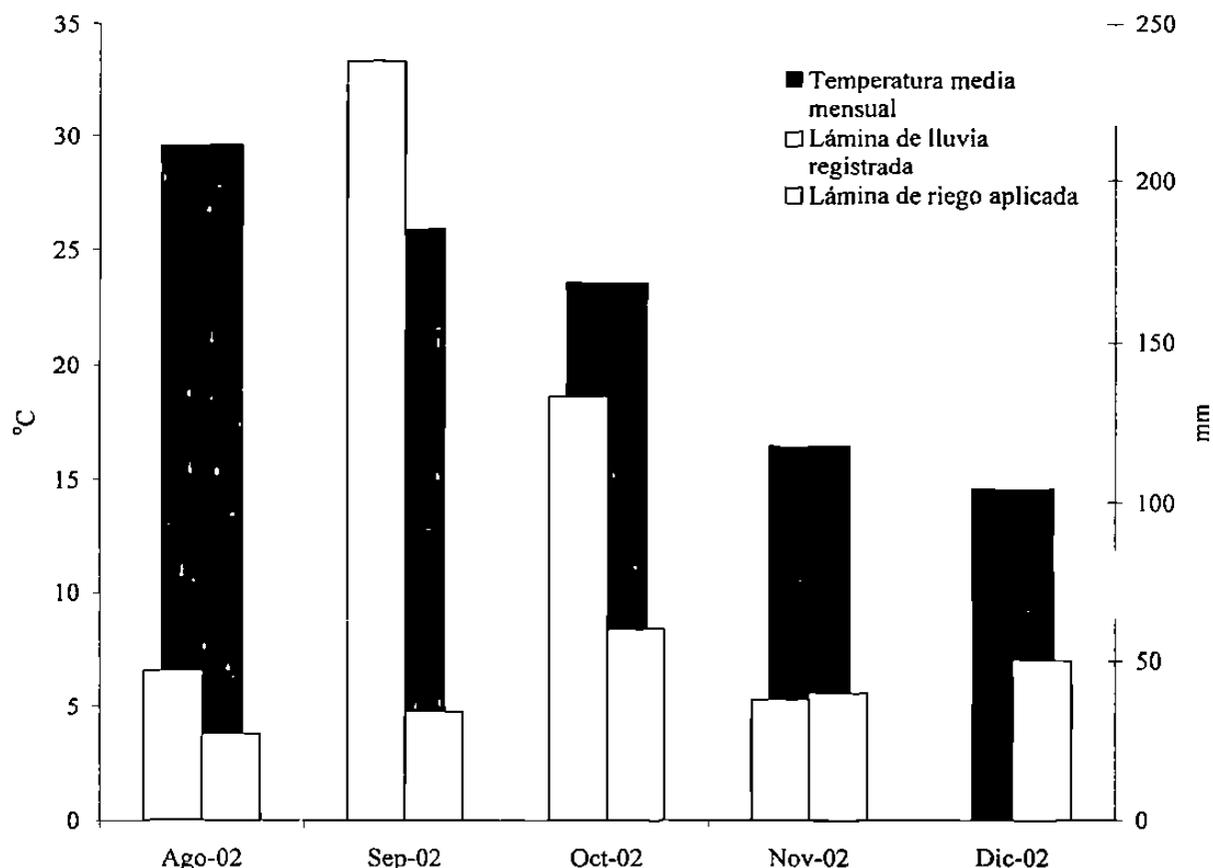


Figura 3.2. Distribución de agua de riego, lluvia y temperaturas medias mensuales durante el desarrollo de un cultivo de pasto bermuda NK-37, cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, 2002.

La fertilización al momento de la siembra fue equivalente a 60-300-200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Los fertilizantes químicos utilizados fueron fosfato monoamónico (11-52-00) y sulfato de potasio (00-00-50). Durante el desarrollo del experimento se agregaron 100 kg ha⁻¹ de N adicionales en dos aplicaciones de 50 kg ha⁻¹ cada una, la primera el 29 de Septiembre y la segunda el 17 de Noviembre de 2002; el fertilizante químico usado fue urea.

El corte inicial a todas las parcelas se realizó el día 23 de Agosto de 2002, fecha en la cual todas las parcelas fueron tratadas de acuerdo a la altura indicada por los tratamientos. La fecha de finalización de aplicación de tratamientos a todas las parcelas fue el día 15 de Diciembre de 2002. En el Cuadro 3.2 se presentan exclusivamente las fechas y también el número de cortes efectivos para cada tratamiento.

Cuadro 3.2. Fechas y número de cortes totales que fueron aplicados a un cultivo de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Trat.	Frec. (días)	Altura (cm)	Total cortes	<u>Fechas de cortes después del corte inicial</u>					
				Corte inicial	1	2	3	4	5
1	21	4	5	23 Ago.	13 Sep.	4 Oct.	25 Oct.	15 Nov.	6 Dic.
2	21	12	5	23 Ago.	13 Sep.	4 Oct.	25 Oct.	15 Nov.	6 Dic.
3	28	8	4	23 Ago.	20 Sep.	18 Oct.	15 Nov.	13 Dic.	-
4	28	16	4	23 Ago.	20 Sep.	18 Oct.	15 Nov.	13 Dic.	-
5	35	4	3	23 Ago.	27 Sep.	1 Nov.	6 Dic.	-	-
6	35	12	3	23 Ago.	27 Sep.	1 Nov.	6 Dic.	-	-
7	42	8	3	23 Ago.	4 Oct.	15 Nov.	15 Dic.	-	-

3.4 Variables de estudio.

Las variables de estudio fueron las siguientes:

1. Rendimiento de materia seca (MS).
2. Tasa media de crecimiento (TMC).
3. Proporción del peso de las hojas en el forraje (% H).
4. Número de tallos finales (NTF).
5. Peso de la raíz (PR).
6. Composición botánica (CB).
7. Rendimiento de nitrógeno (RN).
8. Concentración de proteína cruda (% PC).
9. Concentración de fibra detergente neutro (% FDN).
10. Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS).

3.5 Rendimiento de materia seca (MS).

La MS se estimó mediante la sumatoria de los rendimientos de forraje seco obtenidos de la parcela útil en cada una de las fechas de muestreo. El área de muestreo o parcela útil fue un rectángulo de 0.125 m^2 ($.25 \times .50 \text{ m}$) de la parte central de las parcelas, las cuales midieron 1 m^2 . Para fijar las alturas residuales de corte se usaron tijeras con una adaptación especial. El secado se realizó en una estufa de aire forzado a temperatura de $65 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar peso constante (48 horas). Los resultados se expresaron en t ha^{-1} .

3.6 Tasa media de crecimiento (TMC).

La TMC resultó de la utilización de la formula siguiente:

$$TMC = \mu T_{Ci}$$

Donde:

TMC = Tasa media de crecimiento,

μ = Promedio de las T_{Ci}

T_{Ci} = Tasa de crecimiento individual

La T_{Ci} representa la biomasa acumulada individualmente en cada fecha de muestreo, dividida por el número de días correspondientes a la frecuencia del tratamiento respectivo, es decir, 21, 28, 35 ó 42 días [T_{Ci} = Materia Seca / # de días entre cortes (frecuencia)]. La TMC se presenta en $\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

3.7 Proporción del peso de las hojas en el forraje (% H).

El % H se obtuvo a partir del peso seco promedio de las hojas en las submuestras cortadas del centro de las parcelas útiles desde la altura marcada por el tratamiento, una en cada fecha, se separaron del tallo las hojas con todo y vainas, los dos componentes se llevaron hasta peso constante; el peso seco de las hojas y vainas fue dividido por el peso seco total de la submuestra y cada uno de los dos componentes se expresó como porcentaje.

3.8 Número de tallos finales (NTF).

El NTF se obtuvo con una sola medición al final del experimento, y se calculó con el promedio de la contabilización de los tallos de un área rectangular de 78 cm^2 ($6 \times 13 \text{ cm}$) de dos sitios de muestreo, los cuales se fijaron sistemáticamente dentro de las parcelas útiles, (Figura 3.3). Los valores originales de NTF fueron transformados para su análisis con \sqrt{x} , debido a que se trata de una variable discreta.

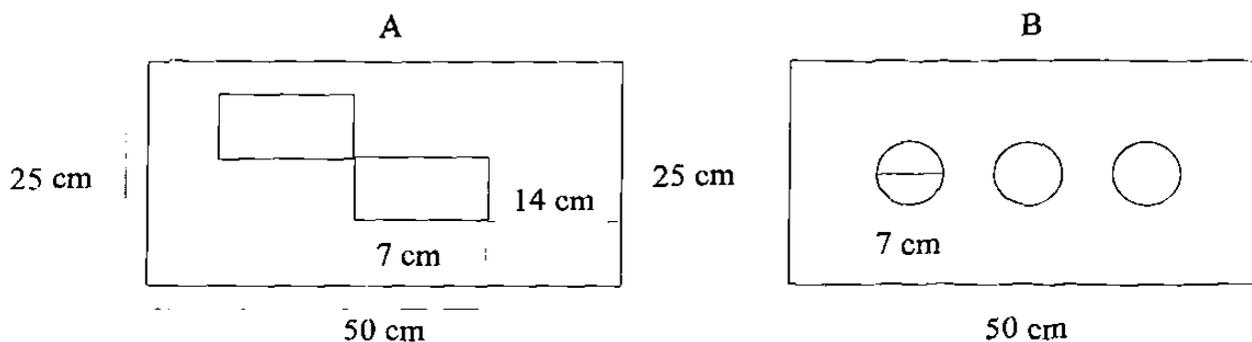


Figura 3.3. (A) Patrón de localización de áreas de muestreo dentro de las parcelas útiles para contabilización de tallos finales (NTF) y (B) para estimar los pesos de raíz.

3.9 Peso de la raíz (PR).

En el PR se incluyeron las raíces y también los rizomas, el PR se calculó mediante la extracción de muestras de suelo de las parcelas útiles (Figura 3.3) a una profundidad entre 0-20 cm mediante la utilización de un cilindro de dimensiones de 20 × 7 cm de longitud y diámetro, respectivamente. Las muestras fueron separadas del suelo manualmente con la ayuda de mallas de 0.5 mm, luego se llevaron para su secado a una estufa hasta alcanzar peso constante; la variable se expresó en $t\ ha^{-1}$ en el perfil de suelo entre 0-20 cm.

3.10 Composición botánica (CB).

La CB botánica del forraje fue la fracción relativa del peso de la biomasa seca hasta peso constante de la especie en estudio, con respecto a cualquier otra especie diferente dentro de las parcelas útiles. Cada fracción fue presentada en porcentaje.

3.11 Rendimiento de nitrógeno cosechado en el forraje (RN).

El RN fue calculado mediante la multiplicación del rendimiento de MS por la concentración de N en el forraje cortado, y se expresó en kg de N ha⁻¹.

3.12 Proteína cruda (% PC), Fibra detergente neutro (% FDN) y Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS).

Para estimar la PC, FDN y DIVMS se utilizaron submuestras del mismo forraje que había servido para calcular la MS. El pasto fue pulverizado en un molino de laboratorio (THOMAS-Wiley®, Mod. 4) provisto de una malla 2 mm. Cada muestra fue colocada en bolsas de plástico y almacenada en refrigeración a una temperatura aproximada de 4 °C. Al término de la aplicación de los tratamientos, se formaron muestras compuestas proporcionales al rendimiento obtenido en cada fecha de muestreo. El método utilizado para la PC fue el macro Kjeldahl ($N \times 6.25$). Para FDN se utilizó el método de Goering y Van Soest (1970) y para DIVMS el método de dos etapas de Tilley y Terry (1963), de acuerdo con los procedimientos estandarizados por la AOAC (1990). Todos los análisis se realizaron en el laboratorio de Bromatología de la FAUANL, en Marín, N. L. México.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de varianza indicaron diferencias significativas en el 50% de las variables estudiadas. Entre las variables que resultaron significativas a cualquier nivel de probabilidad, en ningún caso se detectó interacción significativa entre los efectos principales, por eso los resultados son referidos exclusivamente a la frecuencia y la altura (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Resumen del nivel de significancia de las variables analizadas en experimento realizado sobre un cultivo de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Variables	Frec.	Alt.	CMT†	C.V. (%)
Rendimiento de materia seca	**	NS	13.12	18.80
Tasa media de crecimiento	**	NS	787.44	19.05
Proporción del peso de las hojas en el forraje	***	*	165.42	3.23
Número de tallos finales	NS	NS	28.30	16.08
Peso de la raíz	NS	NS	12.08	44.77
Composición botánica	NS	NS	-	-
Rendimiento de nitrógeno	NS	NS	3514.10	19.21
Concentración de proteína cruda	***	NS	24.60	8.11
Concentración de fibra detergente neutro	**	*	9.87	1.96
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca	NS	NS	27.50	6.24

*P = 0.05, ** P = 0.01, *** P = 0.001, NS = No significativo*

† = Cuadrado medio de tratamientos

Los cuadros de: Datos, medias de los tratamientos, análisis de varianza, comparaciones de medias y contrastes, son presentados en el Anexo al final de este documento, sin embargo, algunos de esos cuadros son presentados también en el cuerpo de esta sección.

4.1 Rendimiento de materia seca (MS).

El rendimiento de materia seca (MS) presentó una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre los tratamientos, lo cual se corrobora en el Cuadro 4.2; correspondiendo a los tratamientos 5 y 7 la mayor producción. La diferencia máxima registrada entre el rendimiento más alto respecto al más bajo fue de 73%.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de la variable: Promedio de rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	MS t ha ⁻¹
21	4	1	7.6 <i>b</i>
	12	2	6.8 <i>b</i>
28	8	3	7.0 <i>b</i>
	16	4	6.6 <i>b</i>
35	4	5	11.4 <i>a</i>
	12	6	8.7 <i>a b</i>
42	8	7	11.3 <i>a</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.8421

Mientras que en la Figura 4.1 se aprecia que la producción tuvo una tendencia positiva en función de la frecuencia de cortes (mayores rendimientos con las menores frecuencias), en la Figura 4.2 queda manifiesta una relación negativa con la altura residual de corte (mayores rendimientos con las menores alturas residuales). Cuando se demoró la frecuencia de cortes de 21 a 28, de 28 a 35 y de 35 a 42 días se obtuvieron en promedio

diferencias en los rendimientos de 0.4, 3.25 y 1.3 t ha⁻¹, respectivamente. En el rango de frecuencias explorado, el rendimiento siguió respondiendo positivamente aún con el intervalo máximo (42 días), hecho evidente porque el rendimiento promediado de los tratamientos con la frecuencia de cortes a 35 días comparado con el rendimiento a 42 días, cuando la altura residual promedio fue igual en la comparación (8 cm), fue de 10 contra 11.3 t ha⁻¹, respectivamente. La diferencia en la producción que la altura de corte ejerció fue apreciable solamente cuando se extendió el periodo de descanso de 28 días en adelante (Figura 4.1).

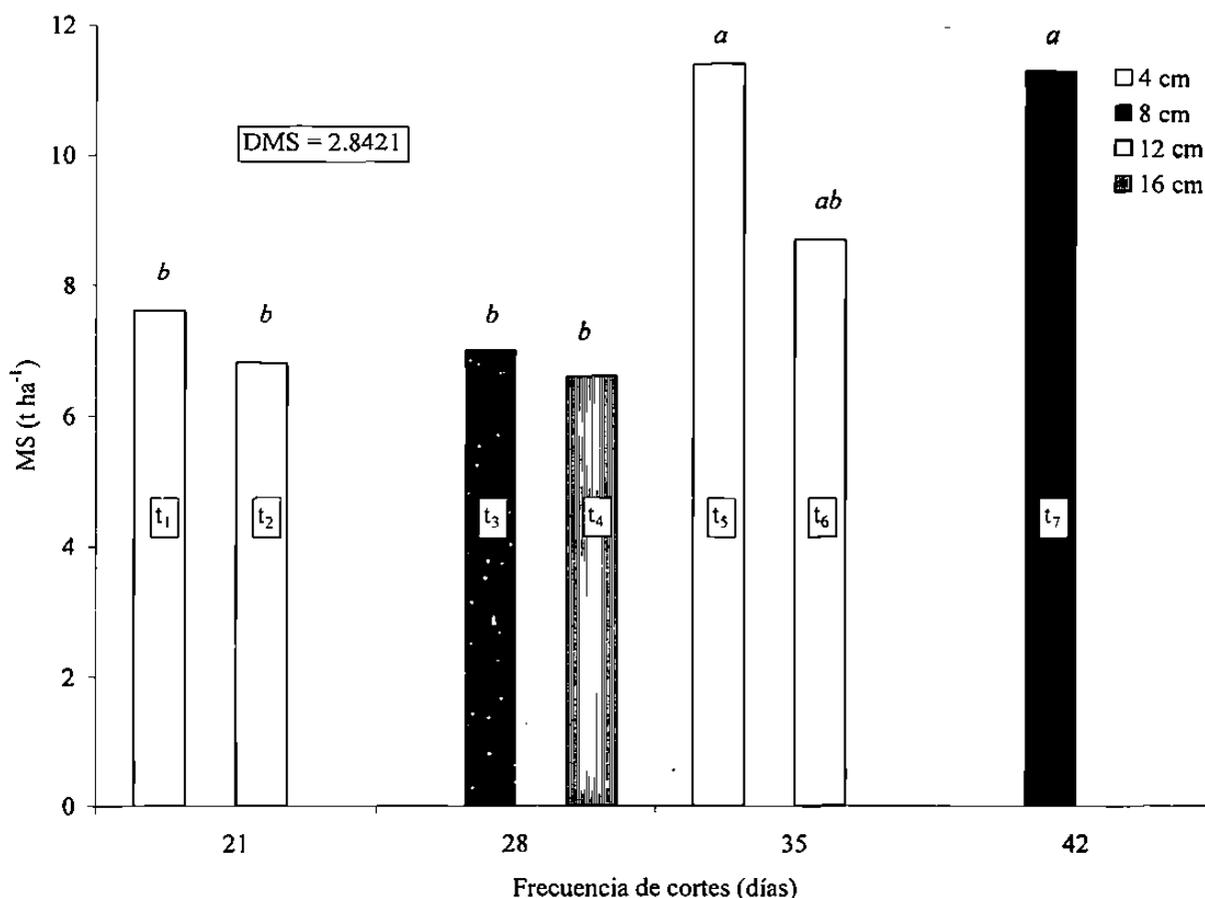


Figura 4.1. Promedio del rendimiento de MS en función de la frecuencia de cortes de pasto bermuda NK-37 en Marín, N. L. México, 2002.

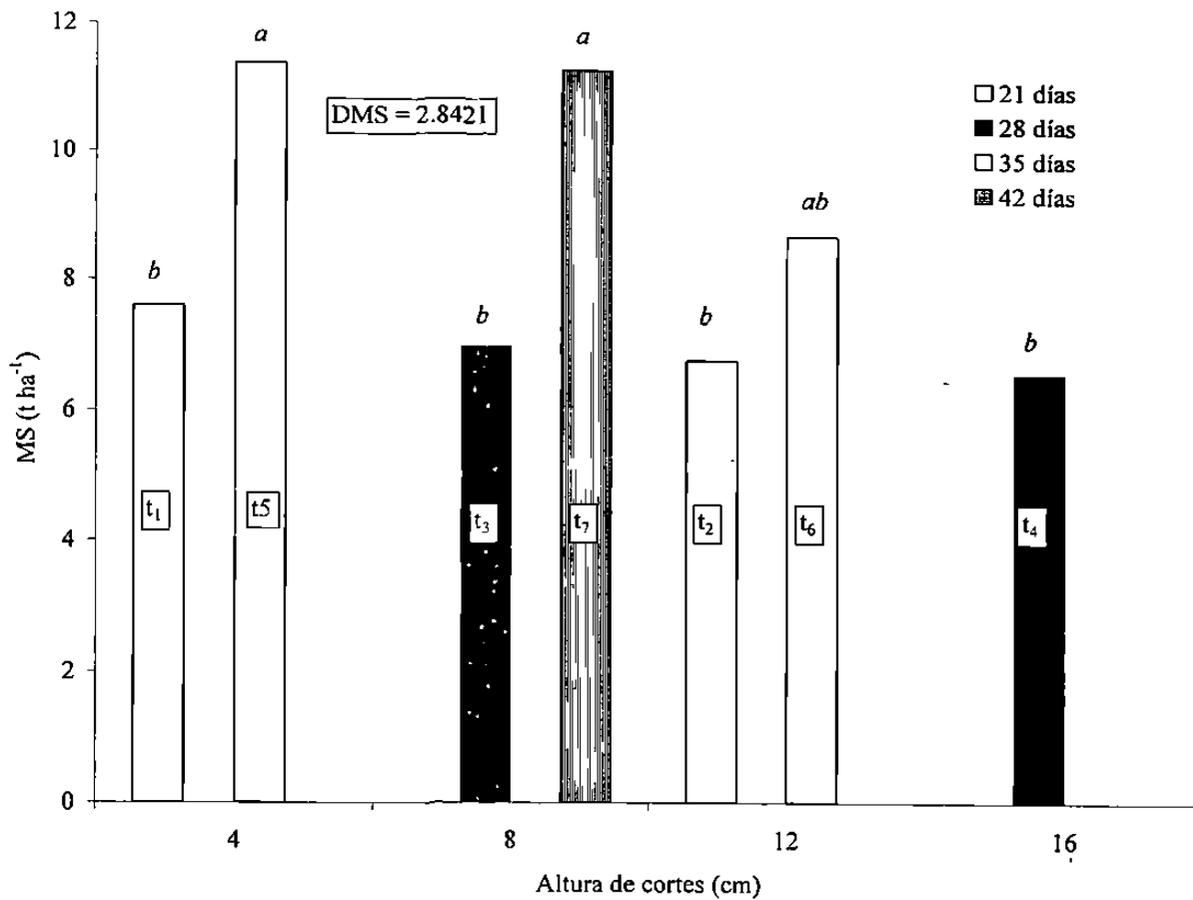


Figura 4.2. Promedio del rendimiento de MS en función de la altura residual de cortes de pasto bermuda NK-37 en Marín, N. L. México, 2002.

La inexistencia de la interacción puede comprobarse en el contraste número 9 del Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Contrastes de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 2.5518

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	0.960	0.960	0.376	4.75	9.33
Contraste 2	1	0.240	0.240	0.094	4.75	9.33
Contraste 3	1	10.935	10.935	4.285	4.75	9.33
Contraste 4	1	9.187	9.187	3.600	4.75	9.33
Contraste 5	1	21.660	21.660	8.488	4.75	9.33
Contraste 6	1	27.735	27.735	10.868	4.75	9.33
Contraste 7	1	5.415	5.415	2.122	4.75	9.33
Contraste 8	1	24.367	24.367	9.549	4.75	9.33
Contraste 9	1	3.000	3.000	1.176	4.75	9.33
Error	12	30.621	2.551			

Uno de los efectos causados por el paso del tiempo que contribuyen a explicar un incremento en la producción es la edad de la planta. Cuando las células son inmaduras, sus paredes primarias están constituidas por aproximadamente un 20% de celulosa y el resto de otros polisacáridos y pequeñas cantidades de proteína. La celulosa junto con los almidones, son moléculas complejas con peso molecular alto. A medida que las células maduran, nuevos materiales, también pesados, de origen polifenólico tales como la lignina, la suberina y la cutina, se acumulan para formar paredes secundarias en las que la celulosa llega a representar cerca del 43% de esas paredes (Devlin, 1975).

La altura residual de cortes influye sobre el rendimiento, no sólo por una mayor porción vertical removida, sino por una distribución diferenciada a lo largo del perfil vegetal. Está documentado que la densidad del material vegetal, definida como el peso por unidad de volumen ocupado, se distribuye dentro de un gradiente que va en aumento desde la superficie del dosel foliar hacia abajo (Westoby, 1986; Hodgson, 1990).

Como se ha señalado, la frecuencia y la altura de la defoliación tienen funciones muy bien definidas, las cuales, en resumen, son: A menor frecuencia y altura residual, mayor rendimiento.

Asumiendo una respuesta del rendimiento lineal y de la misma magnitud para cada uno de los dos factores, y considerando que no hubo diferencia significativa en el efecto de la interacción (Cuadro 4.3), se propuso un modelo teórico que intentó explicar el comportamiento de los tratamientos de cortes en este trabajo. Dicho modelo asignó una calificación en una escala del 1 al 4, siendo 4 para el nivel del factor que, según la teoría, mayormente promueve el rendimiento. Así, por ejemplo, a la frecuencia más alta entre cortes correspondió una calificación de 1, mientras que a la frecuencia menor se calificó con 4; así mismo, se calificó con 1 a la altura residual de corte más alta (menor porción de forraje removido) y 4 a la altura de cortes más severa. La matriz completa de 4×4 , aunque de los 16 tratamientos sólo se probaron 7, es mostrada en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Calificación teórica del rendimiento definido por la frecuencia y altura residual de cortes.

Frecuencia (días)	Altura residual (cm)			
	4	8	12	16
21	1 + 4 = 5	1 + 3 = 4	1 + 2 = 3	1 + 1 = 2
28	2 + 4 = 6	2 + 3 = 5	2 + 2 = 4	2 + 1 = 3
35	3 + 4 = 7	3 + 3 = 6	3 + 2 = 5	3 + 1 = 4
42	4 + 4 = 8	4 + 3 = 7	4 + 2 = 6	4 + 1 = 5

Las celdas marcadas con letra en negritas corresponden a los tratamientos probados en este reporte.

La calificación teórica que los tratamientos ensayados en el presente trabajo obtendrían, serían las siguientes: $t_1 = 5$, $t_2 = 3$, $t_3 = 5$, $t_4 = 3$, $t_5 = 7$, $t_6 = 5$ y $t_7 = 7$. Ordenados descendientemente por la calificación teórica otorgada quedarían de la siguiente forma: $t_5 = 7$, $t_7 = 7$, $t_6 = 5$, $t_1 = 5$, $t_3 = 5$, $t_2 = 3$ y $t_4 = 3$. Por su parte, el orden de los tratamientos con los datos reales del presente experimento, quedaron ordenados con una secuencia idéntica a la teórica (Cuadro 4.2). Confrontando los datos reales contra los del modelo teórico a través de análisis de correlación, se encontró un valor de $r = 0.91$.

Los tratamientos más productivos estadísticamente fueron los defoliados con las menores frecuencias (t_5 y t_7). El tratamiento 6, aunque estadísticamente fue similar a 5 y 7 no quedó completamente dentro de este rango debido a que la altura residual de su corte fue alta (no severa), hecho que es comprobado por el desempeño de los tratamientos menos productivos, 2 y 4, los cuales fueron defoliados a 12 y 16 cm respectivamente.

Las recomendaciones prácticas que se hacen van principalmente dirigidas a productores que tienen praderas de *Cynodon dactylon* variedad NK-37 o una variedad similar de bermuda cerca del área de experimentación, que disponen de riego y que manejan dosis de fertilizante de aproximadamente 100 kg de N, es decir, las recomendaciones deben tomarse con reserva tomando en cuenta las diferencias de manejo. Estas recomendaciones se circunscriben al rango de alturas residuales y

frecuencias probadas, aunque las mismas no se limitan exclusivamente a los resultados obtenidos en este experimento, sino que también se hacen con el sustento en un modelo teórico bastante sencillo emanado de este trabajo, el cual surgió como resultado de una amplia revisión de literatura (Belesky y Fedders, 1994; Belesky y Fedders, 1995; Bryan et al. 2000; Chaparro et al. 1995; Dovel, 1996; Ethredge et al. 1973; Griffin y Watson, 1982; Holt y Conrad, 1986; Holt y Lancaster, 1968; Jung et al. 1994; Kalmbacher et al. 1997; Lizarazo 2002; Pedreira et al. 1999) y los propios resultados obtenidos. El modelo probó ser confiable estadísticamente en un 91 %, además, el otro argumento que se presenta para que estas recomendaciones teóricas tengan la credibilidad necesaria, es la ya muy conocida relación antagónica y normalmente exacta entre el rendimiento y la concentración de PC y digestibilidad del forraje.

Recomendación para cosechar la mayor cantidad de forraje: Corte cada 35 días a una altura residual de 4 cm ó cada 42 días a una altura residual de 8 cm. Potencialmente el mayor rendimiento podría lograrse cortando cada 42 días a una altura residual de 4 cm (Cuadro 4.4). Cabe aclarar que siguiendo estas recomendaciones de corte o pastoreo, sin embargo, se obtendrían la menor relación hojas / tallos.

4.2 Tasa media de crecimiento (TMC).

La comparación de medias para la variables TMC, resultó estadísticamente significativa y es presentada en el Cuadro 4.5. La Figura 4.3 muestra como los tratamientos 5 y 7 con las menores frecuencias de corte (35 y 42 días) y menores alturas residuales (4 y 8 cm), mostraron la mayor TMC, correspondiendo promedios de 82 y 90 kg ha⁻¹ día⁻¹, respectivamente. En las comparaciones por contrastes (Cuadro 4.6) se aprecia una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos 3 vs. 7; sin embargo, en la comparación de medias (Cuadro 4.5) se detectaron diferencias significativas también entre los tratamientos 1 vs. 5 y 2 vs. 6; todas comparaciones válidas por ser de igual altura de corte pero diferente frecuencia. Se concluye también que la comparación por el método DMS es menos rigurosa en la detección de diferencias entre tratamientos, que el uso de contrastes.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	TMC kg ha ⁻¹ día ⁻¹
21	4	1	60 <i>b c</i>
	12	2	53 <i>c</i>
28	8	3	50 <i>c</i>
	16	4	47 <i>c</i>
35	4	5	82 <i>a b</i>
	12	6	62 <i>b c</i>
42	8	7	90 <i>a</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 21.5792

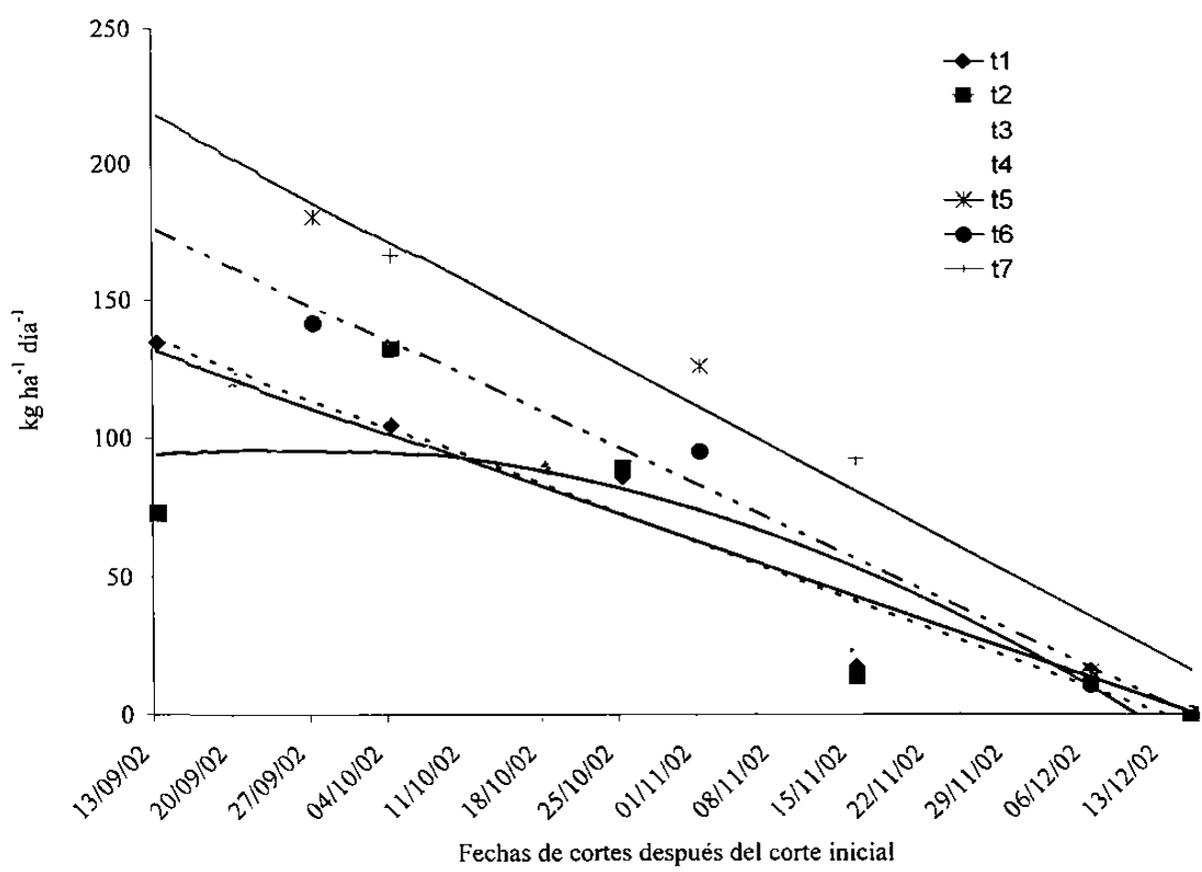


Figura 4.3. Tasas medias de crecimiento (TMC) en pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

El efecto de la interacción entre la frecuencia y la altura residual de cortes sobre la TMC, al igual que con el resto de las variables estudiadas, no fue significativo (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Contrastes de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 147.1113

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	54.000	54.000	0.367	4.75	9.33
Contraste 2	1	13.500	13.500	0.091	4.75	9.33
Contraste 3	1	541.500	541.500	3.680	4.75	9.33
Contraste 4	1	468.750	468.750	3.186	4.75	9.33
Contraste 5	1	661.500	661.500	4.496	4.75	9.33
Contraste 6	1	2400.000	2400.000	16.314	4.75	9.33
Contraste 7	1	96.000	96.000	0.652	4.75	9.33
Contraste 8	1	630.750	630.750	4.287	4.75	9.33
Contraste 9	1	147.000	147.000	0.999	4.75	9.33
Error	12	1765.335	147.111			

Aunque la TMC resultó ser altamente significativa (Cuadro 8A del Anexo), como variable funcional para monitorear la velocidad de crecimiento de la vegetación por el efecto de la defoliación, tuvo una utilidad limitada, debido, por lo menos, a tres factores: Aplicación de tratamientos conservadores de recursos; corta duración de aplicación de los mismos y a la prevalencia de dos ambientes muy contrastantes durante el periodo de aplicación de los tratamientos.

El pasto no manifestó ningún síntoma de disminución de su vigor debido a que los tratamientos de corte no resultaron un factor de disminución de los recursos disponibles de la planta, ni de los de origen carbónico (C) ni de los de origen nitrogenado (N), los primeros como proveedores de energía para mantenimiento y crecimiento, y los segundos para mantener la capacidad fotosintética. Relativamente altos niveles de rendimiento y proteína son indicadores indirectos del estatus de estos compuestos químicos.

Debido al tiempo limitado de exposición del pasto a los diferentes tratamientos, no fue posible detectar la manifestación de las consecuencias de la defoliación. Se esperaría que una práctica fija de manejo de la defoliación por un periodo relativamente largo, sobre todo si ésta fuese excesivamente demandante de recursos, terminaría por ejercer un efecto notorio sobre la planta en un momento determinado. Holt y Lancaster (1968) observaron que el efecto acumulativo de 4 años de manejo diferenciado de la defoliación sobre la densidad de praderas de *Cynodon* spp. ejerció al final un efecto claro sobre las parcelas experimentales.

Es razonable pensar que algunos de los tratamientos estarían ejerciendo una influencia nociva sobre el crecimiento de las plantas, ya sea por subutilización o por sobreutilización de recursos vegetales, durante la época de crecimiento rápido, y que esas consecuencias de la defoliación se hayan confundido con un efecto generalizado y desfavorable para el crecimiento ejercido por el ambiente y no por el estado de la vegetación. Este efecto drástico de disminución de la tasa de crecimiento fue observado hacia la segunda parte de la aplicación de los tratamientos. Las temperaturas medias durante Noviembre y Diciembre fueron de 17° y 15° C, respectivamente. De acuerdo con Burton (1973), el pasto bermuda crece mejor cuando las temperaturas medias son superiores a 24° C, temperaturas que, sin embargo, estuvieron presentes en la primera mitad del tiempo de aplicación de los tratamientos (Figura 3.2). Es posible que las condiciones ambientales prevalecientes en la segunda mitad del trabajo de campo, hayan influido más que el efecto de los cortes sobre la tasa de crecimiento (Figura 4.3).

Integrando los argumentos anteriores, se puede afirmar que la planta y el ambiente mantienen una interacción muy estrecha. Por ejemplo, entre los distintos tratamientos de defoliación no es posible definir categóricamente cuales son considerados “severos”, “medios” o “ligeros”, ya que éstos niveles de intensidad de explotación son dinámicos a través del tiempo. Así, una intensidad de explotación “media” durante una época del año donde el nivel de suministro de los factores es suficiente para satisfacer las necesidades de crecimiento de la planta (luz, agua, temperatura, etc.), puede cambiar su estatus de “medio” a “severo” cuando los niveles de los insumos no son suficientes para cubrir las necesidades de la planta; y a la inversa, un manejo conservador durante la vigencia de condiciones ambientales favorables puede convertirse en una forma de manejo ineficiente e igualmente dañina para la vegetación (McNaughton, 1983; Richards, 1985; Murphy y Briske, 1992).

Consecuentemente, se plantea que la disponibilidad de recursos en el medio en el cual la vegetación crece, así como los síntomas que la vegetación presenta (bajos rendimientos, invasión de malezas, concentración de N en el follaje, proporción del peso de las hojas y tallos, etc.); podrían ser criterios principales que indiquen la forma de manejo de la defoliación para cada momento dado.

4.3 Proporción del peso de las hojas en el forraje (% H).

En el campo, la proporción del peso de las hojas presente en el total de los forrajes representa una medida aproximada de su calidad. En este estudio el % H fue altamente afectado por los tratamientos ($P < 0.001$), oscilando entre 68% para el tratamiento 5 y 87 % para 1 y 2 (Cuadro 4.7). El % H fue alterado por el intervalo entre defoliaciones, acumulando una mayor proporción con los tratamientos frecuentes.

Cuadro 4.7. Comparación de medias de proporción del peso de las hojas en el forraje (% H) en forraje de un cultivo de pasto bermuda NK-37 sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	% H
21	4	1	87 <i>a</i>
	12	2	87 <i>a</i>
28	8	3	80 <i>b</i>
	16	4	82 <i>b</i>
35	4	5	68 <i>d</i>
	12	6	73 <i>c</i>
42	8	7	74 <i>c</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 4.5357

El patrón de distribución de la proporción del peso de las hojas, y consecuentemente de tallos, es coincidente con la propuesta de Van Soest (1994), quien indica que la planta sacrifica recursos a cambio de reestablecer su aparato foliar, así, en un orden por nivel de significancia casi perfecto (Cuadro 4.7), los cortes más frecuentes influyeron para producir una mayor fracción de hojas. La eficacia del uso de la fracción de hojas como índice de calidad del forraje probó ser aceptable al encontrarse correlaciones altas con PC y DIVMS, siendo 0.88 y 0.89, respectivamente.

Los resultados de este trabajo coinciden con los reportados por Chaparro et al. (1995) en lo relativo a que los tratamientos cosechados en los intervalos más cortos fueron los que rindieron la mayor proporción del peso de las hojas en el forraje total. En cambio, los tratamientos defoliados con intervalos largos observaron una baja relación de hojas / tallos, pero fueron los más productivos, indicando que el forraje cosechado está compuesto por una alta proporción de tallos, los cuales son normalmente de menor calidad nutritiva.

El comportamiento observado en este trabajo coincide con el hecho de que la planta tiende a reestablecer su aparato fotosintético (hojas) después de un evento de defoliación (Murphy y Briske 1992; Richards, 1985). Se cree que las plantas cortadas un mayor número de veces promovieron que el rebrote foliar de la planta se estuviera dando de una manera más activa, que en las plantas cortadas a intervalos mayores. El protoplasma celular de las hojas más jóvenes (en crecimiento activo) está constituido por entre un 85-90 % de agua (Wilsie, 1966), hecho que les confiere un relativamente alto peso específico, además, se presume que por estar las hojas de estas plantas funcionando como un fuerte centro de demanda de recursos, podrían haber estado impidiendo la acumulación de tejido estructural en los tallos. El aspecto de estos tallos, posiblemente (variable no medida), era de constitución relativamente delgada y con un balance en su estructura celular favorable a los compuestos recuperables para la planta (carbohidratos solubles), sobre los no recuperables (carbohidratos estructurales); resultando de esta manera una relación favorable para el peso de las hojas y vainas sobre el de los tallos.

Por su parte, la altura residual de corte no figuró como un factor determinante en los componentes del rendimiento debido a que inclusive con la menor de las alturas residuales (4 cm) , probablemente no se alcanzó a tocar el estrato vertical donde se encontrarían los carbohidratos estructurales que hubiesen influido para que el peso de los tallos en el total de la biomasa cosechada fuese mayor que el de las hojas, sobre todo en la época de crecimiento rápido (cuando es posible la acumulación de tejido estructural).

Otro aspecto a considerar es el límite de tolerancia a los factores ambientales de la temperatura y la luz (Wilsie, 1966), ya que la especie tiene un límite de tolerancia estrecho, tanto para la temperatura como para la luz, lo que se cree que mantuvo a la planta haciendo uso de la energía obtenida para su mantenimiento y no para crecer durante la segunda mitad de las mediciones en este trabajo. Al no haber un crecimiento activo la planta normalmente tiene una consistencia tierna sin hacer mucha diferencia entre los diferentes estratos verticales (Van Soest, 1994).

4.4 Número de tallos finales (NTF).

El NTF no mostró diferencias significativas ($P = 0.654$) entre los tratamientos probados, el promedio de NTF fue de 1581 m². La ausencia de significancia estadística entre los tratamientos para la variable de NTF en el presente trabajo, es contraria a la reportada por Holt y Lancaster, (1968), pero consistente con los resultados obtenidos por Ethredge et al. (1973). Los resultados obtenidos en los dos estudios citados son comparables en lo relacionado a que ambos probaron la misma variedad de bermuda ("Coastal"), esencialmente los mismos tratamientos de corte y fueron evaluados durante 2 y 3 temporadas de crecimiento. Además, ambos trabajos comparten la omisión de reportar las condiciones climáticas vigentes durante el desarrollo de los experimentos (es preciso aclarar que ambos experimentos fueron desarrollados bajo temporal). Sería importante, por lo tanto, conocer bajo que condiciones ambientales fueron desarrollados los citados trabajos, para así, intentar plantear una hipótesis acerca de si dichas respuestas fueron imputables a los niveles de los factores climáticos vigentes.

El nivel de reservas de carbohidratos del pasto bermuda juega un papel definitivo en la generación de tallos. Bajo cualquiera de los regímenes de corte probados, no se esperaría que el estatus de carbohidratos disponibles fuese afectado, ya que esta especie está entre las más, o la más resistente a la defoliación, entre todas las gramíneas conocidas utilizadas para forraje (FAO, s/a; Weinmann, 1961 citado por Holt y Lancaster, 1968).

El hecho de que el estudio de Ethredge et al. (1973) se desarrolló en parcelas que antes del estudio habían estado sujetas a pastoreo, representa un mérito adicional a la capacidad de conservar la estabilidad del número de tallos. Por los resultados de Ethredge et al. (1973), la concepción difundida de la tolerancia a la defoliación [Weinmann, 1961, citado por Holt y Lancaster (1968); FAO, s/a; Pedreira et al. 2000] y los resultados encontrados en este trabajo; se opina que los resultados de Holt y Lancaster (1968) estuvieron sesgados, por causas no reportadas, con respecto del comportamiento normalmente estable para la variable de número de tallos por unidad de área.

4.5 Peso de la raíz (PR).

La variable PR no fue significativamente alterado por la defoliación ($P > 0.05$). El promedio de peso de la raíz fue de 7.8 t ha⁻¹ a una profundidad de 0.20 m. Los tres tratamientos que acumularon mayor masa radicular fueron, en primero y segundo lugar los dos sometidos a la altura residual de corte más severa (4 cm) y el tercer lugar fue ocupado por uno de los dos tratamientos cortados a la siguiente altura residual (8 cm), (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Medias de peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	PR t ha ⁻¹
21	4	1	8.3
	12	2	5.7
28	8	3	8.2
	16	4	7.3
35	4	5	11.8
	12	6	6.6
42	8	7	6.5

Diferencias significativas no fueron detectadas estadísticamente, probablemente debido a una alta variabilidad en esta medición, pero aún y cuando se reconoce que la metodología utilizada para medir el PR pudo mejorarse sustancialmente, desde el momento mismo en que se realizó la separación de las raíces y rizomas de las muestras de suelo, se observó un volumen evidentemente mayor de los rizomas para los tratamientos 1 y 5, los cuales fueron defoliados a la menor altura residual (4 cm). Dichos tratamientos consiguieron el primero y segundo lugar, respectivamente, en biomasa radicular, aunque en realidad se trató de biomasa radicular mas la biomasa de los rizomas.

Pedreira et al. (2000) midieron la biomasa y composición química de los rizomas de pasto bermuda var. "Florakirk" cuando la especie fue sometida a tratamientos de frecuencia y altura de pastoreo, utilizando frecuencias de 7, 21 y 35 días y alturas residuales de 8, 16 y 24 cm. Ellos encontraron que la biomasa de los rizomas disminuyó linealmente a medida que aumentó la altura residual de corte en dos años de experimentación, y señalan que este tipo de respuesta difiere a la reportada para otros muchos forrajes. En el trabajo de Pedreira et al. (2000), los mayores pesos de rizomas con cortes a alturas residuales menores, hacen pensar a los autores que el pasto bermuda var. "Florakirk" respondió a una altura residual de pastoreo baja mediante un mecanismo de tolerancia; esto es, la modificación de su hábito de crecimiento bajo defoliación severa y frecuente. Cuando este mecanismo actúa, el área foliar de las parcelas defoliadas a alturas residuales bajas se desarrolla a altas intensidades lumínicas y es posiblemente más eficiente fotosintéticamente que aquellas de praderas más altas (Hodgson, 1990). En praderas más altas, los asimilados de las partes subterráneas como los rizomas pueden ser exportados para mantenimiento de los tejidos si las hojas sombreadas se convierten en un fuerte centro de demanda de fotosintatos.

Se especula que la biomasa radicular, propiamente dicha, posiblemente no haya sido afectada debido a los argumentos propuestos para otras variables relacionadas con el vigor de las parcelas (CB y NTF), tales como: Tratamientos no excesivamente severos, buena adaptación de la especie al medio, duración de la aplicación de los tratamientos, etc. Sin embargo, dadas las observaciones realizadas en el laboratorio al momento de la extracción, la posición superior relativa de los tratamientos defoliados más severamente, y, sobre todo, lo reportado por Pedreira (2000), son elementos que hacen pensar que el pasto activó un mecanismo compensatorio para sobreponerse a la altura de la defoliación.

Se propone que en el caso de este trabajo, la teoría de Pedreira (2000) pudo aplicarse, ya que en la parte que el autor se refiere a la eficiencia fotosintética, fue posible detectar una mayor concentración de PC en el follaje de las parcelas con tratamientos alrededor de t_1 , el cual fue el más severo (tanto por frecuencia, como por altura). Lo anterior, de acuerdo con Chapin III et al. (1987), podría indicar, indirectamente, un mayor potencial fotosintético (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Comparación de medias de concentración de nitrógeno en el forraje residual de pasto bermuda var. NK-37 cuando fue sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	N (%)
21	4	1	2.49 <i>a b</i>
	12	2	2.52 <i>a b</i>
28	8	3	2.74 <i>a</i>
	16	4	1.64 <i>c</i>
35	4	5	2.52 <i>a b</i>
	12	6	2.24 <i>b</i>
42	8	7	2.27 <i>b</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.3640

4.6 Composición botánica (CB).

La composición botánica del forraje siempre estuvo compuesta en su totalidad por la especie cultivada. De acuerdo con Monson y Burton (1982), el hecho de que no se haya registrado la invasión de malezas dentro de las parcelas de pasto bermuda pudop haberse debido a ventajas inherentes a la especie y a las condiciones prevaletientes durante el experimento.

Entre las ventajas ofrecidas por la especie se mencionan las siguientes: Características morfológicas y fisiológicas de la especie tales como poseer un hábito de crecimiento rastrero, a través de rizomas y estolones (Gould, 1975); responder muy favorablemente a la aplicación de N [Burton y Jackson, 1962; Decker, 1964; Fisher y Caldwell, 1959; Holt et al. 1961; Prine y Burton, 1956, todos citados por Holt y Lancaster (1968)]; alta capacidad de intercepción lumínica (Pedreira et al. 2000) y un alto nivel de acumulación de reservas energéticas almacenadas cerca y por bajo el suelo (Weinmann, 1961, citado por Holt y Lancaster (1968); Pedreira, 2000).

Las ventajas climáticas de la región han sido bien documentadas (Holt y Conrad, 1986; Heath et al. 1973), pero por la ubicación del área del experimento, la cual es más meridional que las zonas donde tradicionalmente se ha tendido una buena adaptación del *Cynodon dactylon*, y de donde han surgido los trabajos que avalan el alto grado de adaptación ecológica de la especie; hace suponer que algunas regiones del Noreste de México serían inclusive más propicias para el crecimiento de este pasto que el sureste de EE.UU. dado su origen tropical.

4.7 Rendimiento de nitrógeno en el forraje cosechado (RN).

El RN fue estadísticamente igual para todos los tratamientos, siendo el promedio entre los tratamientos 253 kg ha^{-1} . La variable RN fue calculada a partir del rendimiento de MS y la concentración de N del forraje, cuyas diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas, por lo que la ausencia de diferencias significativas para RN, puede ser discutido de acuerdo a la propuesta siguiente:

Mientras que en esencia el rendimiento es una función de la acumulación de carbohidratos estructurales, en la planta la mayor parte del nitrógeno se encuentra como proteína, particularmente en la enzima rubisco (Salisbury y Ross, 1985). Las proteínas comprenden entre el 60-80 % del nitrógeno total, el resto, en su mayoría, es nitrógeno soluble no proteínico y nitrógeno lignificado (Van Soest, 1994). De acuerdo con Salisbury y Ross (1985), las proteínas son transformadas en diversos órganos de las plantas, esta transformación implica cambios en las cantidades de nitrógeno total en las raíces, tallos, hojas y semillas, a medida que la planta madura.

Por lo anterior, la dinámica de concentración de nitrógeno en el forraje tiende a disminuir con la edad de la planta, mientras que las paredes celulares tienden a acumularse, lo cual significa que son procesos antagónicos desde el punto de vista de producción de N (Chapin III, 1987). Así, es posible aseverar que la falta de significancia en el RN fue naturalmente definida por la maduración del pasto. Es de subrayarse, el grado de coordinación con el que los dos procesos, tanto el de movilización de nitrógeno como el de acumulación de carbohidratos estructurales, se desarrollaron en el follaje.

4.8. Concentración de proteína cruda (% PC).

El Cuadro 4.10 indica que la concentración de proteína en el forraje fue altamente significativa ($P = 0.001$), además mostró niveles relativamente altos, comparados con la mayoría de los reportes sobre bermuda expresados en base seca (Griffin y Watson, 1982; Monson y Burton, 1982; Pedreira et al. 1999). Los tratamientos que exhibieron mayor concentración fueron los defoliados con mayor frecuencia, es decir, cada 21 ó 28 días, los cuales fueron estadísticamente iguales y acumularon en promedio 21 %.

Cuadro 4.10. Comparación de medias de concentración de proteína cruda (% PC) en forraje de pasto bermuda NK-37 sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	PC (%)
21	4	1	21 <i>a</i>
	12	2	22 <i>a</i>
28	8	3	22 <i>a</i>
	16	4	20 <i>a</i>
35	4	5	16 <i>b</i>
	12	6	16 <i>b</i>
42	8	7	16 <i>b</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.7498

La concentración de PC no fue afectada por la interacción de los factores probados (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11. Contrastes de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7
 Número de repeticiones = 3
 Cuadrado medio del error = 2.3889
 Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	1.500	1.500	0.627	4.75	9.33
Contraste 2	1	6.000	6.000	2.511	4.75	9.33
Contraste 3	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 4	1	0.750	0.750	0.313	4.75	9.33
Contraste 5	1	37.500	37.500	15.697	4.75	9.33
Contraste 6	1	54.000	54.000	22.604	4.75	9.33
Contraste 7	1	54.000	54.000	22.604	4.75	9.33
Contraste 8	1	90.750	90.750	37.988	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.750	0.750	0.314	4.75	9.33
Error	12	28.666	2.388			

La dependencia de la concentración de proteína sobre la frecuencia de la defoliación fue de - 0.88, indicando que conforme se aumentó el intervalo entre cortes, el % PC declinó hasta alcanzar un 16 % para los tratamientos defoliados cada 35 ó 42 días. La PC y la MS se relacionaron negativamente ($r = - 0.86$), mientras que la PC y la TMC mostraron una relación negativa de - 0.79 (Figura 4.4).

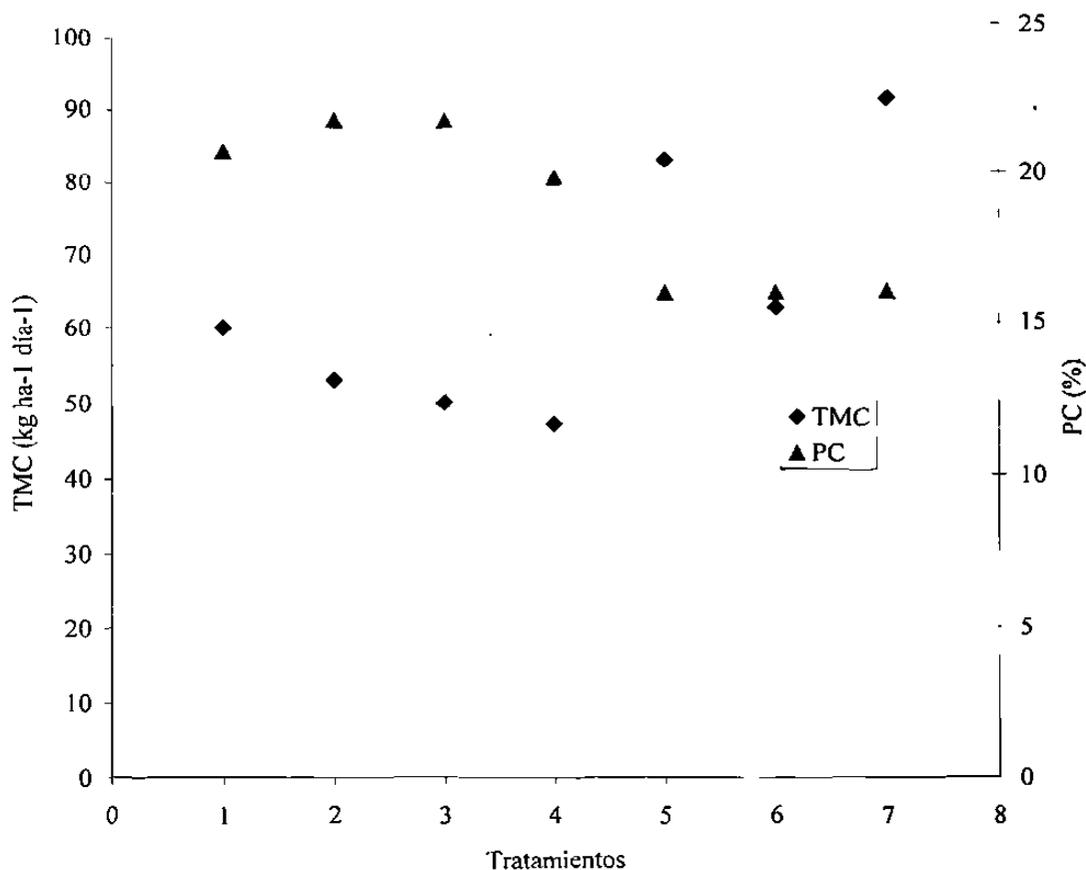


Figura 4.4. Relación entre la tasa media de crecimiento y el % PC de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

El género *Cynodon* spp. parece tener, según modelos de regresión ajustados, un contenido estable de PC durante las primeras 4 semanas, pero después entra en un periodo de disminución muy pronunciado. Lo anterior se desprende al indicar el modelo de regresión polinomial (cúbico con $R^2 = 0.95$), una insignificante disminución de menos de 0.5 puntos porcentuales de PC cuando se desplazó la fecha de corte de 21 a 28 días, pero al moverse de 28 a 35 días existió una reducción de 6 puntos porcentuales, luego, la tendencia se volvió a estabilizar al disminuir únicamente 1 punto porcentual cuando el intervalo entre cortes fue cambiado de 35 a 42 días, aún y cuando el valor de PC estaba relativamente alto.

El trabajo de Jolliff et al. (1979), realizando las primeras exploraciones del nivel de frecuencia óptimo de la defoliación de bermuda, coincide de alguna manera lo propuesto aquí. En ese trabajo fue seleccionado un rango de frecuencias cuyo valor menor fue el de 4 semanas. Cuando se avanzó de esta frecuencia a la siguiente de 8 semanas, aunque muy contrastante, la PC decreció desde 17 hasta 10 %, y cuando se avanzó desde 8 hasta 24 semanas, la diferencia fue sólo de 4 puntos porcentuales, esto es, de 10 a 6 %. Lo anterior significa que primero existió una reducción importante en un periodo de 28 días y luego hubo una disminución de menor magnitud en un intervalo de tiempo mucho mayor (112 días), semejante al comportamiento observado en el presente trabajo.

La baja del % PC durante las menores frecuencias pudo deberse a distintas causas, no obstante, a continuación son presentados dos escenarios, que se plantea que pueden ser complementarios, y que podrían explicar tal comportamiento de la PC:

a) Jaramillo y Detling (1988) encontraron diferencias altamente significativas cuando estudiaron el efecto de los cortes sobre el contenido de nitrógeno en la raíz, y reportaron un incremento de la acumulación de N a medida que la defoliación fue más intensa. Postulan que la toma de nitrógeno por unidad de masa radicular aumentó como respuesta a la defoliación y una posible causa responsable de este comportamiento fue atribuida al mecanismo fisiológico que controla la movilización de productos energéticos en función de centros de producción y demanda, y que es capaz de maximizar la tasa de la toma de nitrógeno por unidad de masa radicular.

En el presente trabajo no se encontró diferencia estadística en el contenido de N en las raíces, quizá debido al manejo de una metodología inadecuada para la determinación del peso de raíces (coeficiente de variación = 44.77 %). Sin embargo, los datos definitivamente señalan una tendencia en la cual el tratamiento 5 (cortado a una altura residual de 4 cm y a 21 días) acumuló una cantidad de N cuya diferencia absoluta comparado con el siguiente tratamiento (1), fue de 23% , y con respecto del tratamiento menor (2) 104 %. Es un hecho que el contenido de N en la raíz del tratamiento 5, coincidió con el intervalo de disminución severa de la PC. Es posible que la acumulación absoluta de N en la raíz del tratamiento 5 se

haya debido a que la raíz se adaptó morfológica y fisiológicamente para funcionar como centro de producción de compuestos nitrogenados y satisfacer así la demanda de acumulación de reservas para ser utilizadas en la etapa reproductiva.

Además, es poco probable que la morfología y funcionamiento de la raíz hayan sido modificados por efecto del forraje residual de los tratamientos (Cuadro 49A en el Anexo), dado que para la relación biomasa aérea / biomasa radicular, no existió diferencia significativa (Cuadro 56A en el Anexo), indicando que el patrón de acumulación de biomasa radicular se debió a efectos de largo plazo. Los análisis estadísticos para la variable de la concentración de N en el forraje residual final ubicaron al tratamiento 5 como el segundo tratamiento con mayor concentración de N. Este indicador fue totalmente contradictorio con la PC acumulada en el forraje cosechado, de hecho, el tratamiento 5 fue el de menor concentración de todos, señalando que el alto valor de N en raíz y de concentración en el FRF no fue para acumularlo en las hojas del forraje cortado, sino, quizá, para contribuir a satisfacer las necesidades futuras de la planta.

b) Aunque la savia que es conducida por el tejido del floema de las plantas comprende aproximadamente un 90% de azúcares solubles, también conduce compuestos nitrogenados orgánicos, los principales son glutamina, aspargina, glutamato y aspartato; las formas inorgánicas (NO_3^- y NH_4^+) son conducidas por el xilema. Esta forma de transporte de recursos dentro de la planta no obedece a la fuerza de gravedad, sino a la posición relativa que guardan los centros de producción con respecto de los centros de demanda de la planta (Salisbury y Ross, 1985).

Se propone que la concentración de proteína, a medida que el forraje maduró, una fracción del contenido proteínico en las hojas fue movilizada para iniciar la etapa reproductiva. El trigo, por ejemplo, puede absorber el 90 % del nitrógeno y fósforo necesario para la madurez antes de alcanzar la mitad de su desarrollo (Salisbury y Ross, 1985). Por eso, el forraje cortado en el intervalo de 35 días mostró una disminución en su contenido de PC. La estabilidad mostrada después de 35 días pudo deberse a que las

necesidades de reservas de nitrógeno para la madurez ya habían sido cubiertas, tanto por el N de las hojas, como por el abastecido por las raíces.

En síntesis, se cree que el funcionamiento tanto de la raíz como de las hojas fue modificado alrededor de los 35 días para atender una demanda de productos derivados del N que se plantea que podría ser la de acumulación de reservas para la etapa senil de la planta.

Para obtener la mayor concentración de PC se recomienda cortar cada 21 a 28 días, independientemente de la altura residual (4-16 cm), aunque teóricamente la mayor concentración de proteína sería cosechada con una frecuencia de 21 días y a una altura residual de 16 cm. Existe una tendencia de incremento en la concentración de la PC a medida que la altura de corte se hizo menos severa, siendo de 18.5, 19, 19 y 20 % para 4, 8, 12 y 16 cm, respectivamente. La menor concentración de fibra (mayor digestibilidad) también se lograría con el mismo manejo recomendado para la mayor concentración de PC.

4.9 Concentración de fibra detergente neutro (% FDN).

El % de FDN fue altamente afectado por la defoliación ($P < 0.01$), ésta fue en aumento paralelamente con la disminución de la frecuencia de la defoliación (Cuadro 4.12), aunque también fue detectado un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) cuando la intensidad de la defoliación se redujo de 8 a 16 cm (Cuadro 41A en el Anexo). La conexión entre esta variable FDN y la de % PC alcanzó un valor de $r = - 0.71$.

Cuadro 4.12. Comparación de medias de concentración de fibra neutro detergente (% FDN) en forraje de pasto bermuda NK-37 sometido a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Frecuencia (días)	Altura Resid. (cm)	Tratamiento	FDN (%)
21	4	1	65 <i>b</i>
	12	2	65 <i>b</i>
28	8	3	66 <i>b</i>
	16	4	69 <i>a</i>
35	4	5	67 <i>a b</i>
	12	6	69 <i>a</i>
42	8	7	69 <i>a</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.3400

La acumulación de material fibroso en las plantas puede abordarse desde dos puntos de vista, el fisiológico y nutritivo. Por la parte fisiológica, el tema fue ya tratado en esta discusión cuando se abordó el tema del rendimiento en el punto 4.1.

De acuerdo con Van Soest (1994), la calidad del forraje es el factor que más influye sobre la productividad ruminal. La fibra incluye la fracción voluminosa de la planta que debe ser procesada por el tracto digestivo, y es también la fuente de energía para los microbios del rumen, además es importante para promover la función ruminal. La calidad del forraje está estrechamente relacionada con la cantidad de fibra lignificada, no digestible. Al mismo tiempo, el forraje debe proveer la energía necesaria para el crecimiento microbiano. Así, la calidad del forraje está determinada por diversos factores contrastantes; tales como el contenido de pared celular (FDN) y su tasa de digestibilidad. Los forrajes que son muy altos en fibra total tienden a tener tasas de fermentación apenas adecuadas para alimentar a las bacterias del rumen, limitando así la producción de metabolitos ruminales importantes para el animal.

En el inciso 4.10 de este reporte se aborda a la constitución de las paredes celulares desde una perspectiva en la que se analiza el impacto sobre la calidad nutritiva de los forrajes, ya que la acumulación de material fibroso en el forraje tiene una influencia directa sobre la digestibilidad.

4.10 Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS).

Aunque con el uso de análisis de varianza (Cuadro 44A en el Anexo) no se detectó estadísticamente variación en DIVMS ($P = 0.092$), al comparar los tratamientos mediante contrastes, se encontró diferencia significativa en los contrastes números 5 y 8, los cuales establecen comparaciones entre tratamientos con frecuencias distintas pero alturas iguales (Cuadro 45A en el Anexo). Así, es posible observar que la digestibilidad del forraje se redujo a medida que el intervalo entre defoliaciones se extendió ($r = - 0.94$). Los coeficientes de correlación entre la DIVMS con PC y FDN, fueron de 0.94 y $- 0.82$, respectivamente. La Figura 4.5 muestra el comportamiento de la PC, FDN y DIVMS.

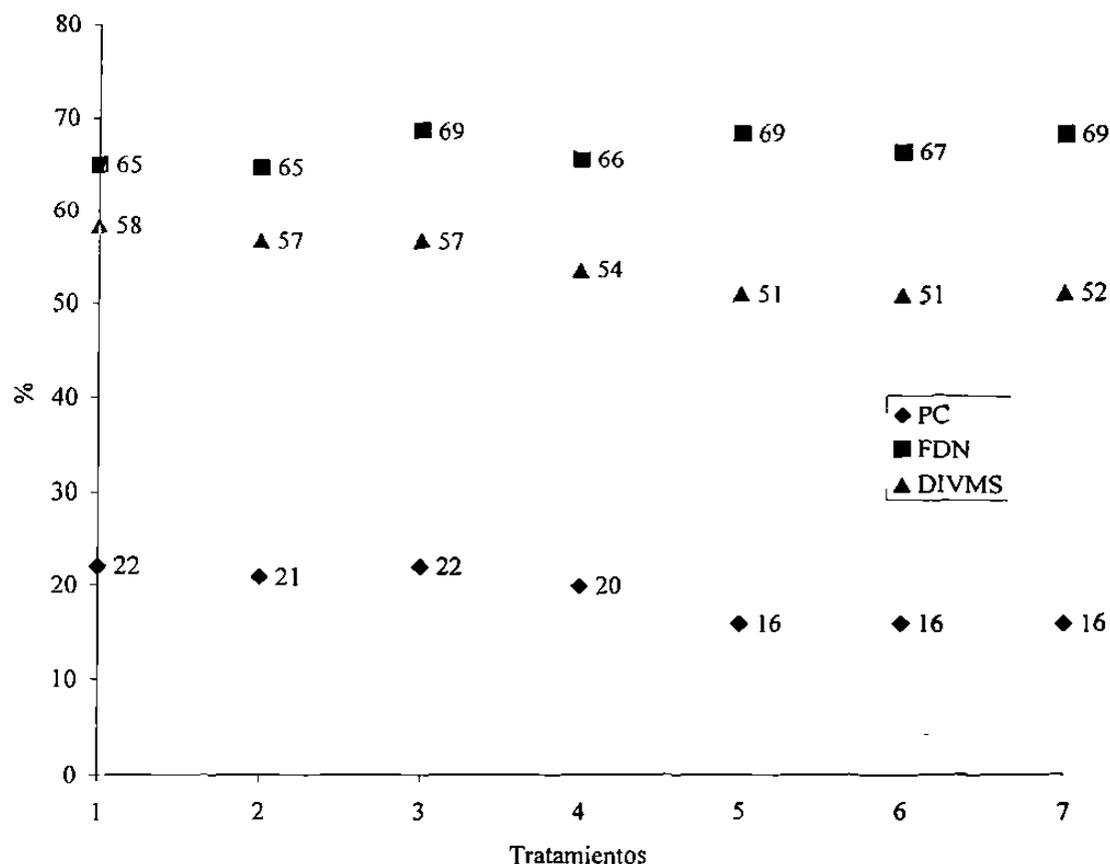


Figura 4.5. Comportamiento de los % de PC, FDN y DIVMS de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

El efecto del proceso de senescencia de tallos y hojas había sido considerado ser el causante de la baja digestibilidad (Miller et al. 1965, citado por Ethredge et al. 1973). Otros científicos, entre ellos Pitman y Holt (1982), atribuían a los factores ambientales tal comportamiento. Sin embargo, la interacción entre el proceso natural de maduración y la variedad de condiciones climáticas que la planta enfrenta durante esta evolución, ha sido la causa más convincente que explica la proporción relativa de los contenidos celulares, los cuales son clasificados por Van Soest (1994) entre sustancias de “reserva” y sustancias de “defensa” de las plantas. Los primeros compuestos son altamente digestibles, mientras que en los últimos, se incluyen a la celulosa, hemicelulosa, lignina, cutina, fenoles, terpenos y alcaloides, los cuales son parcial o totalmente indigestibles para los animales mayores. Una

distribución espacial de la concentración de carbohidratos estructurales es explicada en el punto 4.1 de esta discusión. Este patrón de acumulación de materiales relativamente insolubles, en un gradiente de mayor a menor (desde la proximidad del suelo hasta la superficie del dosel foliar) para explicarlo, se propone considerar que las células de las secciones de los tallos vegetativos próximos a la hoja bandera de las gramíneas, son casi tan jóvenes como las de la propia hoja, a diferencia de las secciones viejas de la base del tallo.

Contrario al trabajo de Monson y Burton (1982), quienes reportaron significancia en la DIVMS por efecto de la frecuencia de cortes, en la presente investigación no fue así. Esta respuesta fue posiblemente causada debido a que la mitad del tiempo de aplicación de tratamientos transcurrió bajo condiciones ambientales que propiciaron una tasa lenta de crecimiento, y consecuentemente de bajos rendimientos. Al haber poco crecimiento, la mayor parte del forraje cortado estuvo constituido mayormente de hojas, y éstas son menos sensibles en la disminución de digestibilidad que los tallos (Van Soest, 1994). El contenido de productos poco digestibles o indigestibles como la celulosa y la lignina, se acumulan en los tallos, los cuales entre otras, cumplen con una función de soporte para la planta (Van Soest, 1994).

El tratamiento más balanceado en el presenta trabajo resultó ser el número 5, ya que logró la mayor producción, PC y menor FDN, a diferencia del tratamiento 7, el cual mostró una diferencia estadísticamente significativa con respecto al tratamiento 5, en la variable de FDN (Cuadros 4.2, 4.10 y 4.12). Sin embargo, en un sistema donde se pondere más el aspecto nutritivo, el tratamiento 1, el cual fue defoliado cada 21 días a 4 cm de altura residual, sería el más deseable por ser el más alto en PC, menor en FDN y el más alto dentro de la categoría de los menos productivos.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, se concluye que la frecuencia y la altura de cortes aplicadas durante el periodo de crecimiento del pasto bermuda NK-37, en Marín, N. L., México, modificaron significativamente el rendimiento, el crecimiento y la calidad del forraje cosechado, produciéndose el mayor rendimiento y crecimiento con el uso de las frecuencias menores y en combinación con alturas de corte severas (las alturas de corte más próximas al nivel del suelo). Contrariamente, la calidad del forraje decreció con las menores frecuencias y la altura de cortes fue menos clara en su influencia, aunque se pudo encontrar una tendencia a disminuir la calidad al cortar más severamente. No se encontró que la interacción de estos factores fuera significativa para la producción, crecimiento o calidad del forraje, lo cual, de acuerdo con Van Soest (1994), se debió a que el pasto tuvo un ambiente favorable durante la mayor parte de su crecimiento. En consecuencia, se acepta la hipótesis planteada al inicio del presente trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC, Washington, DC.
- Belesky, D. P., and J. M. Fedders. 1994. Defoliation effects on seasonal production and growth rate of cool-season grasses. *Agron. J.* 86:38-45.
- Belesky, D. P., and J. M. Fedders. 1995. Warm-season grass productivity and growth rate as influenced by canopy management. *Agron. J.* 87:42-48.
- Bryan, W. B., E. C. Prigge, M. Lasat, T. Pasha, D. J. Flaherty, and John Lozier. 2000. Productivity of Kentucky Bluegrass pasture grazed at three heights and two intensities. *Agron. J.* 92:30-35.
- Burton, G. W. Bermudagrass. (*In*) Heath, M. E., D. S. Metcalfe, and R. E. Barnes. 1973. Forages, the science of grassland agriculture, third edition. The Iowa State University Press. U. S. A. 321-332 pp.
- Cuomo, G. J., D. C. Blouin, D. L. Corkern, J. E. McCoy, and R. Walz. 1996. Plant morphology and forage nutritive value of three bahiagrass as affected by harvest frequency. *Agron. J.* 88:85-89.
- Chaieb, M., B. Henchi, and M. Boukhris. 1995. Impact of clipping on root systems of 3 grasses species in Tunisia. *Journal of Range Management.* 49(4):336-339.
- Chaparro, C. J., L. E. Sollenberger, and C. S. Jones, Jr. 1995. Defoliation effects on "Mott" Elephantgrass productivity and leaf percentage. *Agron. J.* 87:981-985.
- Chapin III, F. S., A. J. Bloom, C. B. Field, and R. H. Waring. 1987. Plant response to multiple environmental factors. *BioScience.* 37:49-57.
- Devlin, R. M. 1975. *Plant Physiology*, Third edition. D. Van Nostrand Company. U. S. A. 128-155 pp.
- Dovel, R. L. 1996. Cutting height effects on wetland meadow forage yield and quality. *J. of Range Management.* 49(2):151-156.
- Ethredge, J., E. R. Beaty, and R. M. Lawrence. 1973. Effects of height, clipping frequency and rates of nitrogen on yield and energy content of Coastal bermudagrass. *Agron. J.* 65:717-719.
- Everson, A. C. 1966. Effect of frequent clipping at different stubble heights on western wheatgrass (*Agropyron smithii*, Rydb.). *Agron. J.* 58:33-35.
- Gates, R. N., G. M. Hill, and G. W. Burton. 1999. Response of selected and unselected bahiagrass populations to defoliation. *Agron. J.* 91:787-795.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses. USDA Agric. Handb. 379.

-
- Gould, F. W. 1975. The grasses of Texas. Texas A & M University Press. U. S. A. 316 p.
- Green, R. A. and J. K. Detling. 1990. Defoliation-induced enhancement of total aboveground nitrogen yield of grasses. Natural Resource Ecology and Department of Biology, Fort Collins Colorado. No publicado.
- Griffin, J. L., and V. H. Watson. 1982. Production and quality of bermudagrass as influenced by rainfall patterns. Agron. J. 74:1044-1047.
- Hall, M. H., G. A. Jung, J. A. Shaffer, and J. R. Everhart. 1996. Fall harvest management effects on "Grasslands Matua" Prairie grass quality. Agron. J. 88:971-975.
- Hodgson, J. 1990. Grazing management: Science into practice. Longman Scientific & Technical. UK.
- Holden, L. A., G. A. Varga, G. A. Jung, and John A. Shaffer. 2000. Comparison of "Grasslands Puna" Chicory and Orchardgrass for multiple harvests at different management levels. Agron. J. 92:191-194.
- Holt, E. C., and B. E. Conrad. 1986. Influence of harvest frequency and season on bermudagrass cultivar yield and forage quality. Agron. J. 78:433-436.
- Holt, E. C., and J. A. Lancaster. 1968. Yield and stand survival of "Coastal" bermudagrass as influenced by management practices. Agron. J. 60:7-11.
- <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/GBASE/Data/pf000208.HTM>
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. Unwin Hyman Ltd. UK. 1-14 pp.
- Jaramillo, V. J., and J. K. Detling. 1988. Grazing history, defoliation, and competition: Effects on shortgrass production and nitrogen accumulation. Ecology. 69:1599-1608.
- Jolliff, G. D., A. Garza, and J. M. Hertel. 1979. Seasonal forage nutritive value variation of Coastal and Coastcross-1 bermudagrass. Agron. J. 71:91-94.
- Jung, G. A., J. A. Shaffer, and John R. Everhart. 1994. Fall management effects on "Grassland Matua" prairie grass production and sward characteristics. Agron. J. 86:1032-1039.
- Kalmbacher, R. S., J. J. Mullahey, F. G. Martin, and A. E. Krestchmer, Jr. 1997. Effect of clipping on yield and nutritive value of "Suerte" *Paspalum atratum*. Agron. J. 89:476-481.
- Lizarazo Ortega, C. 2002. Efecto del tipo e intensidad de utilización y del nivel de humedad en la producción y calidad nutricional de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* cv Nueces) en Marín, Nuevo León. Tesis de Maestría. FAUANL. Marín, N. L. , México. 92 pp.

-
- Martínez Medina, J. 1995. Estimación de la eficiencia en el uso del agua mediante mediciones de intercambio de gases y análisis de crecimiento en tres especies cultivadas. Tesis de Maestría. FAUANL. N. L. , México. 217 pp.
- McNaughton, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos*. 40:329-336.
- Mislevy P., and P. H. Everett. 1981. Subtropical grass species response to different irrigation and harvest regimes. *Agron. J.* 73:601-604.
- Monson, W. G., and G. W. Burton. 1982. Harvest frequency and fertilizer effects on yield, quality, and persistence of eight bermudagrasses. *Agron. J.* 74:371-374.
- Murphy, J. S., and D. Briske. 1992. Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretive value, and current perspectives. *Journal of range management*. 45 (5):419-429.
- Olivares Sáenz, E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. FAUANL. Marín, N. L. , México. 247-254 pp.
- Pedreira, C. G. S., L. E. Sollenberger, and P. Mislevy. 1999. Productivity and nutritive value of "Florakirk" bermudagrass as affected by grazing management. *Agron. J.* 91:796-801.
- Pedreira, C. G. S., L. E. Sollenberger, and P. Mislevy. 2000. Botanical composition, light interception, and carbohydrate reserve status of grazed "Florakirk" bermudagrass. *Agron. J.* 92:194-199.
- Pitman, W.D., and E. C. Holt. 1982. Environmental relationships with forage quality of warm-season perennial grasses. *Crop Sci.* 22:1012-1016.
- Richards, J. H. 1985. Plant response to grazing: The role of photosynthetic capacity and stored carbon reserves. *Ecophysiology of rangeland plants*.428-430.
- Salisbury, F. B., and C. W. Ross. 1985. *Plant Physiology*, Third edition. Wadsworth Publishing Company. U. S. A. 540 pp.
- Smart, A. J., W. H. Schacht, and L. E. Moser. 2001. Predicting leaf/stem ratio and nutritive value in grazed and nongrazed big bluestem. *Agron. J.* 93:1243-1249.
- Spitaleri, R. F., L. E. Sollenberger, S. C. Schank, and C. R. Staples. 1994. Defoliation effects on agronomic performance of seeded *Pennisetum* Hexaploid hybrids. *Agron. J.* 86:695-698.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1960. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill Book Company, Inc. 195 p.
- Tesar, M.B. 1984. *Physiological Basis of Crop Growth and Development*. American Society of Agronomy Crop Science of America, Madison Wisconsin.

- Tilley, J. A., and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique of the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18:104-111.
- Turner, K. E., D. P. Belesky, J. M. Fedders, and E. B. Rayburn. 1996. Canopy management influences on cool-season grass quality and simulated livestock performance. *Agron. J.* 88:199-205.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*, Second edition. Cornell University Press. U. S. A. 373 pp.
- Westoby, M. 1986. Mechanisms influencing grazing success for livestock and wild herbivores. *The American Naturalist.* 128: 940-941.
- Wilsie, C. P. *Cultivos: Aclimatación y distribución*. 1966. Ed. Acribia. España. 143-369 pp.

7. APÉNDICE

Cuadro 1A. Datos de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	6.5	9.0	7.1
2	6.7	7.8	5.8
3	6.4	6.6	8.1
4	5.1	7.4	7.4
5	12.6	12.6	9.0
6	7.6	8.6	10.0
7	8.3	14.9	10.9

Cuadro 2A. Medias de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	7.5
2	6.8
3	7.0
4	6.6
5	11.4
6	8.7
7	11.4

Cuadro 3A. Análisis de varianza de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	78.769	13.128	5.144	0.008
Bloques	2	13.698	6.849	2.684	0.108
Error	12	30.621	2.551		
Total	20	123.089			

C.V. = 18.80%

Cuadro 4A. Comparación de medias de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
5	11.4 <i>a</i>
7	11.3 <i>a</i>
6	8.7 <i>a b</i>
1	7.6 <i>b</i>
3	7.0 <i>b</i>
2	6.8 <i>b</i>
4	6.6 <i>b</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.8421

Cuadro 5A. Contrastes de la variable: Promedio del rendimiento de materia seca (MS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 2.5518

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	0.960	0.960	0.376	4.75	9.33
Contraste 2	1	0.240	0.240	0.094	4.75	9.33
Contraste 3	1	10.935	10.935	4.285	4.75	9.33
Contraste 4	1	9.187	9.187	3.600	4.75	9.33
Contraste 5	1	21.660	21.660	8.488	4.75	9.33
Contraste 6	1	27.735	27.735	10.868	4.75	9.33
Contraste 7	1	5.415	5.415	2.122	4.75	9.33
Contraste 8	1	24.367	24.367	9.549	4.75	9.33
Contraste 9	1	3.000	3.000	1.176	4.75	9.33
Error	12	30.621	2.551			

Cuadro 6A. Datos de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	52	72	57
2	53	62	46
3	46	47	58
4	36	53	53
5	90	90	65
6	54	61	72
7	66	118	86

Cuadro 7A. Medias de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	60
2	54
3	50
4	47
5	82
6	62
7	90

Cuadro 8A. Análisis de varianza de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	4724.664	787.444	5.352	0.007
Bloques	2	818.664	409.332	2.782	0.101
Error	12	1765.335	147.111		
Total	20	7308.664			

C.V. = 19.05%

Cuadro 9A. Comparación de medias de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
7	90 <i>a</i>
5	82 <i>a b</i>
6	62 <i>b c</i>
1	60 <i>b c</i>
2	53 <i>c</i>
3	50 <i>c</i>
4	47 <i>c</i>

Nivel de significancia = 0,05

DMS = 21.5792

Cuadro 10A. Contrastes de la variable: Tasa media de crecimiento (TMC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 147.1113

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	54.000	54.000	0.367	4.75	9.33
Contraste 2	1	13.500	13.500	0.091	4.75	9.33
Contraste 3	1	541.500	541.500	3.680	4.75	9.33
Contraste 4	1	468.750	468.750	3.186	4.75	9.33
Contraste 5	1	661.500	661.500	4.496	4.75	9.33
Contraste 6	1	2400.000	2400.000	16.314	4.75	9.33
Contraste 7	1	96.000	96.000	0.652	4.75	9.33
Contraste 8	1	630.750	630.750	4.287	4.75	9.33
Contraste 9	1	147.000	147.000	0.999	4.75	9.33
Error	12	1765.335	147.111			

Cuadro 11A. Datos de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	87	88	87
2	87	86	88
3	84	78	78
4	85	80	82
5	64	71	68
6	77	71	72
7	75	72	75

Cuadro 12A. Medias de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	87
2	87
3	80
4	82
5	68
6	73
7	74

Cuadro 13A. Análisis de varianza de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	992.578	165.429	25.453	0.000
Bloques	2	12.6640	6.332	0.974	0.592
Error	12	77.9921	6.499		
Total	20	1083.234			

C.V. = 3.23%

Cuadro 14A. Comparación de medias de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	87 <i>a</i>
2	87 <i>a</i>
4	82 <i>b</i>
3	80 <i>b</i>
7	74 <i>c</i>
6	73 <i>c</i>
5	67 <i>d</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 4.5357

Cuadro 15A. Contrastes de la variable: Proporción promedio del peso de las hojas en el forraje (% H) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 6.4993

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	0.163	0.163	0.025	4.75	9.33
Contraste 2	1	8.143	8.143	1.252	4.75	9.33
Contraste 3	1	48.223	48.223	7.419	4.75	9.33
Contraste 4	1	21.386	21.386	3.290	4.75	9.33
Contraste 5	1	580.363	580.363	89.296	4.75	9.33
Contraste 6	1	54.000	54.000	8.308	4.75	9.33
Contraste 7	1	280.303	280.303	43.128	4.75	9.33
Contraste 8	1	833.666	833.666	128.270	4.75	9.33
Contraste 9	1	18.750	18.750	2.885	4.75	9.33
Error	12	77.991	6.499			

Cuadro 16A. Datos de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	1538	1667	1538
2	1282	2564	897
3	1538	2564	2308
4	1410	1282	1667
5	769	2051	1410
6	1282	897	2051
7	1410	1410	1667

Cuadro 17A. Medias de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	1581
2	1581
3	2137
4	1453
5	1410
6	1410
7	1496

Cuadro 18A. Análisis de varianza de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	1172740	195456.67	0.7933	0.593
Bloques	2	781644	390822	1.5863	0.244
Error	12	2956472	246372.67		
Total	20	4910856			

C.V. = 31.39%

Cuadro 19A. Contrastes de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos originales de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 246372.6719

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 2	1	701168.437	701168.437	2.845	4.75	9.33
Contraste 3	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 4	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 5	1	43861.500	43861.500	0.178	4.75	9.33
Contraste 6	1	616321.500	616321.500	2.501	4.75	9.33
Contraste 7	1	43861.500	43861.500	0.178	4.75	9.33
Contraste 8	1	87723.000	87723.000	0.356	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Error	12	2956472.062	246372.671			

Cuadro 20A. Datos de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	39.2	40.8	39.2
2	35.8	50.6	29.9
3	39.2	50.6	48.0
4	37.5	35.8	40.8
5	27.7	45.3	37.5
6	35.8	29.9	45.3
7	37.5	37.5	40.8

Cuadro 21A. Medias de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	39.7
2	39.0
3	46.0
4	38.3
5	37.0
6	37.0
7	39.0

Cuadro 22A. Análisis de varianza de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	169.810	28.301	0.703	0.654
Bloques	2	110.857	55.428	1.378	0.289
Error	12	482.474	40.206		
Total	20	763.142			

C.V. = 16.08%

Cuadro 23A. Contrastes de la variable: Número promedio de tallos finales (NTF) con datos transformados de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7
 Número de repeticiones = 3
 Cuadrado medio del error = 40.2062
 Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	1.50000	1.50000	0.03731	4.75	9.33
Contraste 2	1	93.61504	93.61504	2.32837	4.75	9.33
Contraste 3	1	0.01500	0.01500	0.00037	4.75	9.33
Contraste 4	1	0.60750	0.60750	0.01511	4.75	9.33
Contraste 5	1	12.61498	12.61498	0.31376	4.75	9.33
Contraste 6	1	82.14004	82.14004	2.04297	4.75	9.33
Contraste 7	1	4.86000	4.86000	0.12088	4.75	9.33
Contraste 8	1	16.56748	16.56748	0.41206	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.367	0.367	0.009	4.75	9.33
Error	12	482.47440	40.20620			

Cuadro 24A. Datos de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	4.3	6.9	13.7
2	4.1	9.4	3.7
3	11.2	7.7	5.7
4	6.7	8.0	7.1
5	6.8	11.5	17.1
6	5.0	5.6	9.1
7	6.7	9.4	3.4

Cuadro 25A. Medias de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	8.3
2	5.7
3	8.2
4	7.3
5	11.8
6	6.6
7	6.5

Cuadro 26A. Análisis de varianza de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	72.506	12.084	0.999	0.531
Bloques	2	19.732	9.866	0.816	0.531
Error	12	145.067	12.088		
Total	20	237.306			

C.V. = 44.77%

Cuadro 27A. Contrastes de la variable: Peso de la raíz (PR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 12.0890

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	9.375	9.375	0.775	4.75	9.33
Contraste 2	1	1.215	1.215	0.100	4.75	9.33
Contraste 3	1	40.560	40.560	3.355	4.75	9.33
Contraste 4	1	44.467	44.467	3.678	4.75	9.33
Contraste 5	1	18.375	18.375	1.519	4.75	9.33
Contraste 6	1	4.335	4.335	0.358	4.75	9.33
Contraste 7	1	0.960	0.960	0.079	4.75	9.33
Contraste 8	1	13.867	13.867	1.147	4.75	9.33
Contraste 9	1	5.070	5.070	0.419	4.75	9.33
Error	12	145.068	12.089			

Cuadro 28A. Datos de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	200	336	251
2	243	279	206
3	229	234	270
4	170	248	202
5	366	326	199
6	208	229	230
7	225	362	297

Cuadro 29A. Medias de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	262
2	243
3	244
4	207
5	297
6	222
7	295

Cuadro 30A. Análisis de varianza de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	21084.625	3514.104	1.489	0.262
Bloques	2	12771.75	6385.875	2.706	0.106
Error	12	28316.25	2359.687		
Total	20	62172.625			

C.V. = 19.21%

Cuadro 31A. Contrastes de la variable: Rendimiento de N (RN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 2359.6875

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	606.015	606.015	0.256	4.75	9.33
Contraste 2	1	2109.375	2109.375	0.893	4.75	9.33
Contraste 3	1	8370.134	8370.134	3.547	4.75	9.33
Contraste 4	1	6740.280	6740.280	2.856	4.75	9.33
Contraste 5	1	1785.375	1785.375	0.756	4.75	9.33
Contraste 6	1	3825.372	3825.372	1.621	4.75	9.33
Contraste 7	1	606.014	606.014	0.256	4.75	9.33
Contraste 8	1	155.520	155.520	0.065	4.75	9.33
Contraste 9	1	2352.000	2352.000	0.996	4.75	9.33
Error	12	28316.250	2359.687			

Cuadro 32A. Datos de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	19	23	22
2	23	22	22
3	22	22	21
4	21	21	17
5	18	16	14
6	17	17	14
7	17	15	17

Cuadro 33A. Medias de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	21
2	22
3	22
4	20
5	16
6	16
7	16

Cuadro 34A. Análisis de varianza de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	147.619	24.603	10.299	0.001
Bloques	2	8.666	4.333	1.813	0.204
Error	12	28.666	2.388		
Total	20	184.952			

C.V. = 8.11%

Cuadro 35A. Comparación de medias de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
2	22 <i>a</i>
3	22 <i>a</i>
1	21 <i>a</i>
4	20 <i>a</i>
7	16 <i>b</i>
6	16 <i>b</i>
5	16 <i>b</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.7498

Cuadro 36A. Contrastes de la variable: Concentración de proteína cruda (% PC) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 2.3889

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	1.500	1.500	0.627	4.75	9.33
Contraste 2	1	6.000	6.000	2.511	4.75	9.33
Contraste 3	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 4	1	0.750	0.750	0.313	4.75	9.33
Contraste 5	1	37.500	37.500	15.697	4.75	9.33
Contraste 6	1	54.000	54.000	22.604	4.75	9.33
Contraste 7	1	54.000	54.000	22.604	4.75	9.33
Contraste 8	1	90.750	90.750	37.988	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.750	0.750	0.314	4.75	9.33
Error	12	28.666	2.388			

Cuadro 37A. Datos de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	65	64	66
2	65	66	65
3	67	65	66
4	69	69	70
5	67	68	66
6	68	70	69
7	71	69	66

Cuadro 38A. Medias de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	65
2	65
3	66
4	69
5	67
6	69
7	69

Cuadro 39A. Análisis de varianza de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	59.242	9.873	5.707	0.006
Bloques	2	1.234	0.617	0.356	0.711
Error	12	20.757	1.729		
Total	20	81.234			

C.V. = 1.96%

Cuadro 40A. Comparación de medias de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
4	69 <i>a</i>
6	69 <i>a</i>
7	69 <i>a</i>
5	67 <i>a b</i>
3	66 <i>b</i>
2	65 <i>b</i>
1	65 <i>b</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.3400

Cuadro 41A. Contrastes de la variable: Concentración de fibra detergente neutro (% FDN) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 1.7298

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 2	1	13.500	13.500	7.804	4.75	9.33
Contraste 3	1	6.000	6.000	3.468	4.75	9.33
Contraste 4	1	3.000	3.000	1.734	4.75	9.33
Contraste 5	1	6.000	6.000	3.468	4.75	9.33
Contraste 6	1	13.500	13.500	7.804	4.75	9.33
Contraste 7	1	24.000	24.000	13.874	4.75	9.33
Contraste 8	1	27.000	27.000	15.608	4.75	9.33
Contraste 9	1	3.000	3.000	1.735	4.75	9.33
Error	12	20.757	1.729			

Cuadro 42A. Datos de la variable: Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	57	61	57
2	57	57	57
3	54	59	58
4	51	55	56
5	50	50	54
6	53	43	58
7	51	52	52

Cuadro 43A. Medias de la variable: Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	58
2	57
3	57
4	54
5	51
6	51
7	52

Cuadro 44A. Análisis de varianza de la variable: Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	166.281	27.713	2.409	0.092
Bloques	2	28.667	14.333	1.246	0.323
Error	12	138.003	11.500		
Total	20	332.953			

C.V. = 6.24%

Cuadro 45A. Contrastes de la variable: Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 11.5003

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	1.500	1.500	0.130	4.75	9.33
Contraste 2	1	13.500	13.500	1.173	4.75	9.33
Contraste 3	1	0.000	0.000	0.000	4.75	9.33
Contraste 4	1	0.750	0.750	0.065	4.75	9.33
Contraste 5	1	73.500	73.500	6.391	4.75	9.33
Contraste 6	1	37.500	37.500	3.260	4.75	9.33
Contraste 7	1	54.000	54.000	4.695	4.75	9.33
Contraste 8	1	126.750	126.750	11.021	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.750	0.750	0.065	4.75	9.33
Error	12	138.003	11.500			

Cuadro 46A. Datos de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	1.7	1.8	1.5
2	2.1	3.3	2.8
3	1.5	2.1	2.3
4	3.3	3.1	4.4
5	1.3	1.7	1.4
6	2.5	2.5	3.4
7	1.0	2.3	2.9

Cuadro 47A. Medias de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	1.7
2	2.7
3	2.0
4	3.6
5	1.5
6	2.8
7	2.1

Cuadro 48A. Análisis de varianza de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	10.149	1.691	7.949	0.002
Bloques	2	2.059	1.0299	4.840	0.028
Error	12	2.553	0.212		
Total	20	14.762			

C.V. = 19.81%

Cuadro 49A. Comparación de medias de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
4	3.6 <i>a</i>
6	2.8 <i>a b</i>
2	2.7 <i>b c</i>
7	2.0 <i>b c d</i>
3	1.9 <i>c d</i>
1	1.7 <i>d</i>
5	1.5 <i>d</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.8207

Cuadro 50A. Contrastes de la variable: Forraje residual final (FRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 0.2128

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	1.500	1.500	7.048	4.75	9.33
Contraste 2	1	4.335	4.335	20.371	4.75	9.33
Contraste 3	1	2.535	2.535	11.912	4.75	9.33
Contraste 4	1	3.967	3.967	18.644	4.75	9.33
Contraste 5	1	0.060	0.060	0.281	4.75	9.33
Contraste 6	1	0.015	0.015	0.070	4.75	9.33
Contraste 7	1	0.015	0.015	0.070	4.75	9.33
Contraste 8	1	0.007	0.007	0.035	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.067	0.067	0.318	4.75	9.33
Error	12	2.553	0.212			

Cuadro 51A. Datos de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Bloques		
	1	2	3
1	2.71	2.57	2.18
2	2.72	2.36	2.49
3	3.22	2.91	2.09
4	1.89	1.81	1.21
5	3.09	2.43	2.05
6	2.66	2.19	1.86
7	2.71	2.05	2.04

Cuadro 52A. Medias de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
1	2.5
2	2.5
3	2.7
4	1.6
5	2.5
6	2.2
7	2.3

Cuadro 53A. Análisis de varianza de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	2.277	0.379	9.071	0.001
Bloques	2	1.845	0.922	22.045	0.000
Error	12	0.502	0.041		
Total	20	4.625			

C.V. = 8.72%

Cuadro 54A. Comparación de medias de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Tratamientos	Media
3	2.74 <i>a</i>
2	2.52 <i>a b</i>
5	2.52 <i>a b</i>
1	2.49 <i>a b</i>
7	2.27 <i>b</i>
6	2.24 <i>b</i>
4	1.64 <i>c</i>

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.3640

Cuadro 55A. Contrastes de la variable: Concentración de N en forraje residual final (% NFRF) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

Número de tratamientos = 7

Número de repeticiones = 3

Cuadrado medio del error = 0.0419

Grados de libertad del error = 12

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F (0.05)	F (0.01)
Contraste 1	1	0.001	0.001	0.032	4.75	9.33
Contraste 2	1	1.815	1.815	43.317	4.75	9.33
Contraste 3	1	0.117	0.117	2.806	4.75	9.33
Contraste 4	1	0.046	0.046	1.118	4.75	9.33
Contraste 5	1	0.001	0.001	0.032	4.75	9.33
Contraste 6	1	0.331	0.331	7.908	4.75	9.33
Contraste 7	1	0.117	0.117	2.806	4.75	9.33
Contraste 8	1	0.046	0.046	1.118	4.75	9.33
Contraste 9	1	0.067	0.067	1.646	4.75	9.33
Error	12	0.502	0.041			

Cuadro 56A. Análisis de varianza de la variable: Relación biomasa aérea / biomasa radicular (RBABR) de pasto bermuda NK-37 cuando se le sometió a tratamientos de corte en Marín, N. L. México, durante 2002.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P>F
Tratamientos	6	85.183	14.197	2.131	0.125
Bloques	2	1.452	0.726	0.109	0.897
Error	12	79.934	6.661		
Total	20	166.569			

C.V. = 63.91%

