

ESTABLECIMIENTO, PRODUCCION Y VALOR  
NUTRITIVO DEL FORRAJE DE OCHO VARIEDADES  
DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO EN  
GÜEMEZ, TAMAULIPAS

**PEDRO ZARATE FORTUNA**

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



**T E S I S**

**B I B L I O T E C A**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION ANIMAL

**Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista, Saltillo, Coah.**

**DICIEMBRE DE 1995**

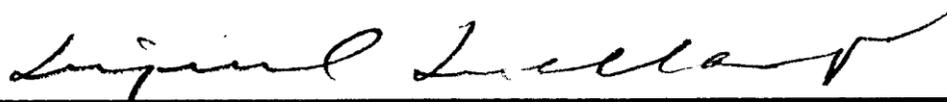


**Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar  
al grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION ANIMAL**

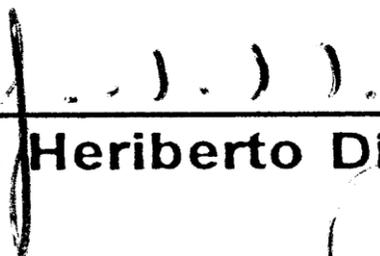
**COMITE PARTICULAR**

**Asesor Principal :**



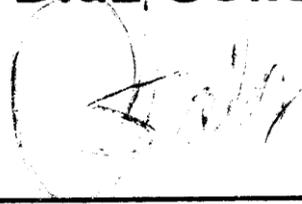
**Dr. Miguel Mellado Bosque**

**Asesor :**



**Dr. Heriberto Díaz Solís**

**Asesor Externo :**



**Dr. Abelardo Saldivar Fitzmaurice**



**Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Posgrado**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre, 1995.**

## AGRADECIMIENTOS

- A dios, por ser creador de todo.
- A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", particularmente a la Subdirección de Posgrado, por haberme proporcionado la oportunidad de superarme académicamente.
- A la Universidad Autónoma de Tamaulipas, especialmente a los directivos de la Facultad de Agronomía-Victoria, que me han permitido desarrollar gran parte de mi vida profesional.
- Al Dr. Abelardo Saldivar Fitzmaurice, por su invaluable apoyo para la concepción y desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Dr. Miguel Mellado Bosque, por la paciente labor de asesoramiento en el quehacer académico y en la elaboración de la presente investigación.
- Al Dr. Heriberto Díaz Solís, por el asesoramiento en la conformación de la presente tesis.
- A los C. Rubén Darío Garza Cedillo, Gilberto García Morales, Ramón García Alvizo, Juan Carlos Hernández Zurita y Guillermo Carreón Ibarra, estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por su valiosa participación en el desarrollo del trabajo de campo.
- A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron, directa o indirectamente, en este trabajo de investigación y en la elaboración del presente documento.

## DEDICATORIA

- A la memoria de mi abuela materna, Doña Belén (Q.E.P.D.), por haberme proporcionado lo más maravilloso de mi vida: su amor.
- A mis padres, Oscar Lorenzo Zárate Carranco (Q.E.P.D.) y Ramona Fortuna Avalos, con respeto y cariño por haberme dado el ser.
- A mi esposa Dora Elia y nuestro hijo Pedro, cuyo amor y respeto han sido el soporte de mi vida.
- A todos mis hermanos, por el cariño y respeto que siempre nos ha unido.
- A mis compañeros: Orlando Vallejo Figueroa, Juan Cedillo de la Peña y Ricardo Gómez Olivera, por las experiencias compartidas.
- A todos mis maestros, por su orientación hacia mi formación profesional.

# COMPENDIO

**"Establecimiento, producción y valor nutritivo del forraje de ocho variedades de zacate bermuda bajo riego en Güemez, Tamaulipas"**

**POR**

**PEDRO ZARATE FORTUNA**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
PRODUCCION ANIMAL**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE, 1995.**

**Dr. Miguel Mellado Bosque - Asesor -**

**Palabras clave: Zacate bermuda, Variedades, Establecimiento, Crecimiento,  
Producción, Valor nutritivo.**

El presente estudio comprendió la evaluación de ocho variedades de zacate bermuda (Cynodon sp.) bajo riego, en el municipio de Güemez, Tamaulipas (zona centro del estado). Se midió el establecimiento, producción y el valor nutritivo del forraje de los bermudas Coastal, Brazos, Cruza uno, Gigante o NK-37 y los Tifton 44, 68, 78 y 85. También se valoraron las relaciones entre

las características de establecimiento (crecimiento inicial) y la producción, así como entre estas y el valor nutritivo del forraje.

Se determinó que las variedades estoloníferas de zacate bermuda (Tifton 68, Tifton 85, Cruza uno y Brazos) mostraron un mejor establecimiento que las rizomatosas (Coastal, NK-37, Tifton 44 y Tifton 78). Por otro lado, las mayores producciones de forraje se presentaron en las variedades con mejor capacidad para establecerse (crecimiento inicial rápido), sobresaliendo Tifton 68, mientras que los menores rendimientos se obtuvieron en los Tifton 78 y 44. En relación con el contenido nutritivo del forraje, se encontró que la mayor proporción de hojas y contenido porcentual de proteína cruda se presentaron en las variedades rizomatosas (NK-37, Coastal y los Tifton 44 y 78), mientras que la digestibilidad in situ de la materia seca fue mayor en Tifton 68 y Tifton 78. La época de corte influyó la producción y el valor nutritivo del forraje de todas las variedades de zacate bermuda; se obtuvieron los mayores rendimientos en el verano, aunque la relación hoja-tallo, contenido porcentual de proteína cruda y la digestibilidad, presentaron los valores más bajos. También se manifestó que el comportamiento de las características del crecimiento fueron determinantes para establecer la magnitud de las producciones de forraje, pero no para las características de calidad.

# ABSTRACT

**"Establishment, yield and nutritive value of eight bermudagrass varieties under irrigation in Guemez, Tamaulipas"**

**BY**

**PEDRO ZARATE FORTUNA**

**MASTER OF SCIENCE  
ANIMAL PRODUCTION**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER, 1995.**

**Ph.D. Miguel Mellado Bosque - Advisor -**

Key words: Bermudagrass, Varieties, Establishment, Growth, Yield, Nutritive value..

This study involved the evaluation of eight varieties of bermudagrass (Cynodon sp.) under irrigation, in Guemez, Tamaulipas (Central Tamaulipas, México). The establishment, yield and forage nutritive value was measured on the bermudagrasses, Coastal, Brazos, Coastcross-1, NK-37 and the Tiftons 44,

68, 78 and 85. The relationships among growth characteristics and yield, as well as those and forage nutritive value were also evaluated.

It was determined that the stoloniferous bermudagrass varieties (Tifton 68, Tifton 85, Coastcross-1 and Brazos) were easier to establish than the rhizomatous types (Coastal, NK-37, Tifton 78 and Tifton 44). Also highest yields were obtained in the varieties with fastest establishment (rapid initial growth), and Tifton 68 was showed highest yield while the lowest yields were Tifton 78 and Tifton 44. In regard to forage nutritive value it was found that the rhizomatous varieties had highest dry matter in situ digestibility. Season affected yield and nutritive value in all bermudagrass varieties; highest yields were found in the summer, however, leaf-stem ratio , % crude protein and digestibility were lowest. It was also found that growth characteristics explained forage yield but not forage nutritive value.

# INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	5
ANTECEDENTES.....	5
ORIGEN DEL ZACATE BERMUDA.....	6
CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL ZACATE BERMUDA COMUN.....	6
MEJORAMIENTO GENETICO DEL ZACATE BERMUDA.....	9
VARIETADES MEJORADAS.....	10
BERMUDA DE LA COSTA.....	11
BERMUDA CRUZA UNO.....	12
BERMUDA TIFTON 44.....	13
BERMUDA TIFTON 68 ( <u>Cynodon nlemfuensis</u> Vanderyst).....	13
BERMUDA TIFTON 78.....	15
BERMUDA TIFTON 85.....	16
OTROS GENOTIPOS DE ZACATE BERMUDA.....	16
REPRODUCCION DEL ZACATE BERMUDA.....	17
FACTORES QUE AFECTAN LA SOBREVIVENCIA DEL MATERIAL VEGETATIVO DESPUES DE LA SIEMBRA..	18
METODOS DE SIEMBRA.....	20
ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS.....	21
UTILIZACION DEL FORRAJE DEL ZACATE BERMUDA.....	23
PRODUCCION FORRAJERA DEL ZACATE BERMUDA.....	24
PRADERAS MIXTAS DE ZACATE BERMUDA Y LEGUMINOSAS.....	28
VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE DE ZACATE BERMUDA.....	30

	Página
CONTENIDO PROTEICO.....	32
DIGESTIBILIDAD DEL FORRAJE.....	34
CAMBIOS ESTACIONALES EN LA PRODUCCION Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE.....	36
RESPUESTA A LA DEFOLIACION EN EL ZACATE BERMUDA.....	38
EFECTO DE LA EDAD AL CORTE SOBRE LA PRODUCCION DE FORRAJE.....	39
EFECTO DE LA EDAD AL CORTE SOBRE EL CONTENIDO NUTRITIVO DEL FORRAJE.....	41
EFECTO DE LA EDAD AL CORTE SOBRE EL CONTENIDO MINERAL DEL FORRAJE.	43
RESPUESTA A LA FERTILIZACION.....	44
EFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE LA PRODUCCION DE FORRAJE.....	47
EFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL VALOR NUTRITIVO FORRAJE.....	49
PRADERAS DE USO INTENSIVO.....	50
PRODUCTIVIDAD DE LAS PRADERAS DE ZACATE BERMUDA.....	54
PRODUCCION DE CARNE.....	54
EFECTO DE LA SUPLEMENTACION SOBRE LOS INCREMENTOS DE PESO.....	56
PRODUCCION DE LECHE.....	58
MATERIALES Y METODOS.....	60
DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO.....	60
LOCALIZACION GEOGRAFICA.....	60
GEOMORFOLOGIA.....	62
CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS.....	64
CLASIFICACION DEL CLIMA.....	64
VIENTOS.....	64
HELADAS.....	65
GRANIZADAS.....	65
PRECIPITACION PLUVIAL Y TEMPERATURA.....	65
DESCRIPCION DEL SUELO EN EL SITIO EXPERIMENTAL.....	70
MATERIALES EXPERIMENTALES.....	73
GENOTIPOS UTILIZADOS.....	73
PRODUCCION DE PLANTAS.....	73
MANEJO DE MATERIALES EN INVERNADERO.....	75

	Página
ESTABLECIMIENTO DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	75
PRACTICAS DE MANEJO.....	77
RIEGOS.....	77
ELIMINACION DE MALEZAS.....	80
PARAMETROS MEDIDOS.....	80
CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO.....	80
PRODUCCION DE FORRAJE.....	81
VALOR NUTITIVO DEL FORRAJE.....	83
RELACION HOJA-TALLO.....	83
PROTEINA CRUDA.....	83
DIGESTIBILIDAD <u>in situ</u> DE LA MATERIA SECA.....	84
EVALUACION ESTADISTICA.....	86
RESULTADOS Y DISCUSION.....	87
CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO.....	87
NUMERO DE ESTOLONES POR PLANTA.....	87
LONGITUD DE ESTOLONES.....	89
NUMERO DE ENTRENUDOS POR ESTOLON.....	91
LONGITUD DE ENTRENUDOS.....	92
NUMERO DE VASTAGOS POR ESTOLON.....	94
PRODUCCION DE FORRAJE SECO.....	96
RENDIMIENTO POR CORTE.....	96
PRODUCCION ACUMULADA.....	99
PRODUCCION ESTACIONAL.....	102
INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO SOBRE LA PRODUCCION DE FORRAJE.....	106
VALOR NUTITIVO DEL FORRAJE PRODUCIDO.....	108
RELACION HOJA-TALLO.....	108
PROTEINA CRUDA.....	110
DIGESTIBILIDAD <u>in situ</u> DE LA MATERIA SECA.....	112
INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO SOBRE EL VALOR NUTIRIVO DEL FORRAJE.....	115
CONCLUSIONES.....	118
RESUMEN.....	120
LITERATURA CITADA.....	122
APENDICE.....	137

CUADRO 4.7. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA POR CORTE Y LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	106
CUADRO 4.8. RELACION HOJA-TALLO (en base a peso seco) EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	109
CUADRO 4.9. CONTENIDO PORCENTUAL DE PROTEINA CRUDA ( media $\pm$ EE) DE DIFERENTES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	111
CUADRO 4.10. DIGESTIBILIDAD <u>IN SITU</u> DE LA MATERIA SECA (%) EN DIFERENTES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	113
CUADRO 4.11. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DEL FORRAJE Y DE ESTABLECIMIENTO EN DIFERENTES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	117
CUADRO A.1. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE ESTOLONOS POR PLANTA EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	138
CUADRO A.2. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DE ESTOLONOS POR PLANTA EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	139

CUADRO A.3. ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE ENTRENUDOS POR ESTOLON EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	140
CUADRO A.4. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DE ENTRENUDOS EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	141
CUADRO A.5. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE VASTAGOS POR ESTOLON EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	142
CUADRO A.6. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS .....	143
CUADRO A.7. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA RELACION HOJA-TALLO EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	144
CUADRO A.8. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	145
CUADRO A.9. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DIGESTIBILIDAD <u>IN SITU</u> EN DIFERENTES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA BAJO RIEGO, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	146
CUADRO A.10. ANALISIS DE REGRESION DE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA /CORTE Y LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA, SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	147

CUADRO A.11. ANALISIS DE REGRESION ENTRE LA RELACION HOJA-TALLO Y LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA, SEMBRADOS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	148
CUADRO A.12. ANALISIS DE REGRESION ENTRE EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA Y LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA, SEMBRADOS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	149
CUADRO A.13. ANALISIS DE REGRESION ENTRE LA DIGESTIBILIDAD <u>IN SITU</u> DE LA MATERIA SECA Y LAS CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTO EN DIFERENTES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA, SEMBRADOS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	150

## INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 2.1. REPRESENTACION ESQUEMATICA DE UNA PLANTA DE ZACATE BERMUDA COMUN Y SU DISTRIBUCION EN NORTEAMERICA.....	8
FIGURA 3.1. LOCALIZACION DEL AREA DE TRABAJO DENTRO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS.....	61
FIGURA 3.2. LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	63
FIGURA 3.3. PRINCIPALES TIPOS DE CLIMA EN LA ZONA CENTRO DE TAMAULIPAS.....	67
FIGURA 3.4. PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL OBSERVADA EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE SAN JOSE DE LAS FLORES, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, DURANTE EL PERIODO 1993-94.....	68
FIGURA 3.5. TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS MENSUALES OBSERVADAS EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE SAN JOSE DE LAS FLORES, EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, DURANTE EL PERIODO 1993-94.....	69
FIGURA 3.6. PRINCIPALES TIPOS DE SUELO EN LA ZONA CENTRO DE TAMAULIPAS.....	72
FIGURA 3.7. DISTRIBUCION DE CAMPO DE LAS DIFERENTES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA EN EL SITIO EXPERIMENTAL "POSTA ZOOTECNICA" EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS.....	78
FIGURA 3.8. ESQUEMATIZACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS Y LA COLOCACION DEL MATERIAL VEGETATIVO (X's) EN LAS MISMAS.....	79

FIGURA 4.1. PRODUCCION ACUMULADA DE FORRAJE SECO DURANTE EL CRECIMIENTO ACTIVO DEL PASTO (ABRIL A NOVIEMBRE DE 1994) EN OCHO VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	101
FIGURA 4.2. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION ESTACIONAL DE FORRAJE SECO EN DISTINTAS VARIEDADES ESTOLONIFERAS DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	104
FIGURA 4.3. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION ESTACIONAL DE FORRAJE SECO EN DISTINTAS VARIEDADES RIZOMATOSAS DE ZACATE BERMUDA SEMBRADAS EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	105

## INTRODUCCION

En México, la producción de carne y/o leche de bovino se encuentra entre las actividades económicas de mayor importancia por su aporte a la economía nacional, adquiriendo esta actividad pecuaria mayor relevancia cuando la explotación se basa en el uso intensivo de los forrajes de pastoreo.

Lo anterior se debe a que con el pastoreo se reducen los costos de producción, pues el animal cosecha directamente su alimento y se eleva el número de animales alimentados por unidad de superficie, con lo que se incrementa la productividad obtenida.

Durante los últimos 25 años el zacate bermuda Cruza uno ha sido la fuente de forraje más importante en los sistemas pecuarios en los distritos de riego del Norte y Centro del Estado de Tamaulipas, permitiendo el pastoreo durante 215 días al año con la obtención de 1,500 kg de carne/ha/año ó 10,000 litros de leche/ha/año (Garza, 1977).

Asimismo, los híbridos del bermuda, diferentes al Cruza uno, que han mostrado características productivas sobresalientes, constituyen alternativas para incrementar el ingreso de las empresas ganaderas, al significarse como forrajes de gran utilidad para el establecimiento de praderas bajo condiciones de riego.

En los últimos años, uno de los pastos más sobresalientes que se han establecido al Norte de Tamaulipas y Nuevo León es el Tifton 68, el cual en praderas bajo riego produce abundante forraje de excelente calidad nutritiva, presentando además una gran agresividad en su establecimiento; asimismo, existen evidencias de que las ganancias de peso en los animales alimentados con este forraje son superiores a las obtenidas con otras variedades de bermuda.

Ante la situación anteriormente indicada, resulta necesario valorar el establecimiento, productividad y persistencia de la pradera y la calidad del forraje de estas nuevas especies en cada zona en particular, toda vez que de ello dependerá la selección adecuada de los forrajes con mayor potencial, y por lo tanto el avance de las explotaciones pecuarias fundamentadas en la producción forrajera.

## Objetivos

### General

En razón a lo anterior, el presente trabajo se planteó con la finalidad de evaluar el comportamiento de las características morfofisiológicas de establecimiento de los bermudas Cruza uno, Brazos, Coastal, NK-37 y los Tifton 44, 68, 78 y 85, y determinar la producción y el valor nutritivo del forraje de estos pastos bajo riego, en un suelo tipo migajón arcilloso de Güemez, Tamaulipas.

### Específicos

- Medir la capacidad de establecimiento de cada una de las variedades incluídas en el estudio, a través del número y longitud de estolones por planta, número y longitud de los entrenudos y el número de vástagos por estolón.
- Determinar la capacidad productiva de los zacates estudiados, a través de la producción de materia seca con 30 días de rebrote, acumulada y estacional durante la época de crecimiento activo (abril a noviembre) de las plantas en la zona de estudio.

- Determinar el valor nutritivo del forraje durante la época de mayor productividad forrajera (mayo a julio), a través de la relación tallo-hoja, contenido porcentual de proteína cruda y la digestibilidad in situ de la materia seca.

- Explicar las diferencias en la producción y el valor nutritivo del forraje de diferentes variedades de zacate bermuda, en función de las características morfofisiológicas de establecimiento.

# REVISION DE LITERATURA

## ➤ Antecedentes

Cada 15 ó 20 años aparecen especies forrajeras que por sus características productivas impactan a la ganadería, a veces regionalmente y otras veces, incluso, a nivel nacional. A principios del siglo, en las regiones tropicales y subtropicales de México, se difundieron los zacates Guinea, Elefante, Alemán y Jaragua; más tarde en los 40's y 50's se popularizó el zacate Pangola, que llegó a ser considerado como la solución para la ganadería de esos lugares. En los años 60 y 70 se abrieron paso diferentes variedades de zacate Estrella africana, específicamente los llamados "Común", "Mejorado" y el "Santo Domingo" y su popularidad fue tal que un gran número de ganaderos los han cultivado en una amplia diversidad de regiones, principalmente en las zonas tropicales. Por los mismos años, en regiones secas (áridas y semiáridas) se difundió el zacate Buffel y en las áreas con irrigación los bermudas, entre los que sobresalió el Cruza uno, que ha sido sembrado también en todas las áreas tropicales y subtropicales de México (Saldivar, 1992). Asimismo, autores como Burton (1974), Chamblee y Gooden (1981) y Hanna (1990) señalan que en el Sureste de los Estados Unidos, bajo condiciones de temporal, la variedad Coastal es el bermuda más difundido.

## **Origen del Zacate Bermuda**

McIlroy (1980) y Flores (1983) señalan que el pasto bermuda Común fue introducido a los Estados Unidos de Norteamérica (E.U.A.) en 1807, probablemente de la región Mediterránea, aunque también se considera nativo de la India, Pakistán y Turquía, de donde llegó a América Latina vía la Isla de las Bermudas, de ahí el nombre con el que actualmente se le conoce.

Hoy en día a este pasto se le conoce por todo el mundo, principalmente en las zonas tropicales. En Francia, es uno de los 24 zacates más frecuentemente presente en la zona Mediterránea (Volaire et al. 1992), mientras que en África los cultivares nativos de zacate Bermuda han sido desplazados por el uso de zacates introducidos, elevándose la producción animal al mejorarse la cantidad y el valor nutritivo del forraje disponible (Theron, 1991).

## **Características Botánicas del Bermuda Común**

Ackerman et al. (1991) describen al bermuda Común como un zacate con fuertes rizomas, culmos en su mayor parte rastreros y estoloníferos con entrenudos cortos, produciendo pedúnculos florales en intervalos frecuentes, erectos y tiesos; láminas en su mayor parte planas, cortas, estrechas, usualmente de 1 a 3 mm de ancho; lígula con un fleco de vellos cortos y lateralmente un penacho de vellos largos y tiesos. Asimismo, dichos autores indican que las ramificaciones de la inflorescencia son de 2 a 6 cm de largo por 1 a 2 mm de

ancho, con espigillas sésiles y apresadas en una o dos hileras, presentando un estrecho raquis algo triangular, y la espiguilla con un flósculo perfecto. La raquilla se prolonga atrás de la palea y algunas veces presenta una lemma rudimentaria. Las glumas son lanceoladas, sin arista, desiguales casi 2/3 del largo de la lemma, con una nervadura central gruesa y escabrosa sin nervaduras laterales. La lemma es de 2 a 2.5 mm de largo, fuertemente quillada, con su nervadura central ciliada o vellosa, acutada y sin arista.

La clasificación taxonómica del zacate bermuda según Stubbendieck et al. (1992), es la siguiente:

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsidae
Orden	Glumiflorales
Familia	Poaceae
Tribu	Chlorildeae
Género	Cynodon
Especie	dactylon (L) Pers

Flores (1983) menciona que el bermuda Común es un zacate perenne que se propaga por rizomas, estolones y por semilla, que alcanza una altura de hasta 40 cm, las hojas miden de 2.5 a 10 cm de largo y de 1 a 3 mm de ancho.

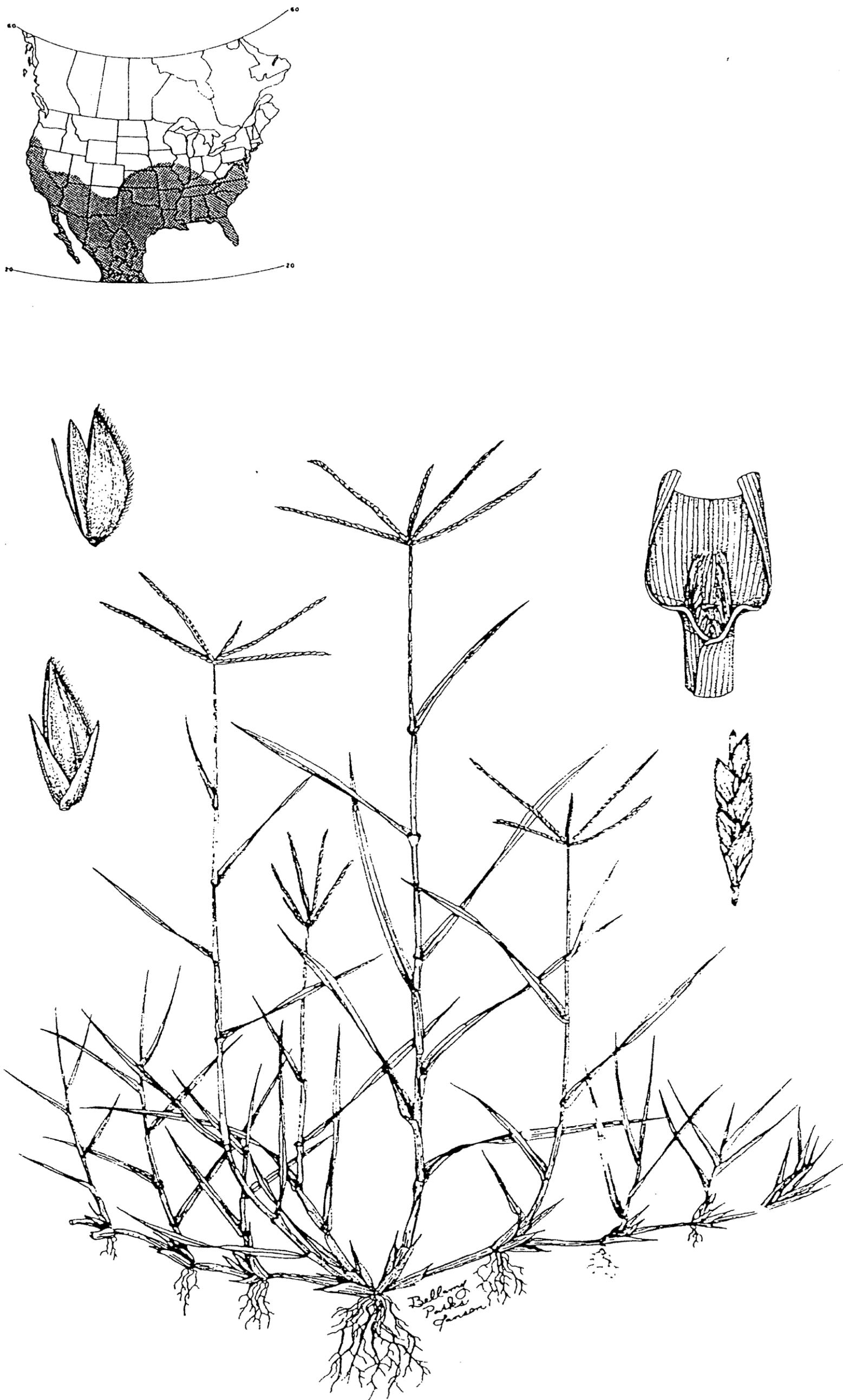


Figura 2.1.- Representación esquemática de una planta de zacate bermuda Común y su distribución en Norteamérica



Figura 2.1.- Representación esquemática de una planta de zacate bermuda Común y su distribución en Norteamérica

Asimismo, Flores (1983) señala que el bermuda crece bien en la mayoría de los suelos, menos en los arenosos o los demasiados húmedos, y que cuando se acama se extiende invadiendo lugares vecinos; si lo hace en terrenos agrícolas, prácticamente los inutiliza ya que éste es difícil de erradicar.

### **Mejoramiento Genético del Zacate Bermuda**

Con programas de mejoramiento genético de especies forrajeras, como el desarrollado por el Dr. Glenn Burton en Tifton, Georgia (EUA) a partir de 1936 (Burton, 1947), se ha obtenido un gran número de nuevas variedades de forrajes con características importantes para la ganadería moderna. En dicho programa, en un inicio fueron seleccionadas plantas progenitoras sobresalientes de bermuda Común de todo el mundo y se generaron 5,000 híbridos, de donde inicialmente provienen el Coastal y el Suwannee (Burton, 1974). A partir de los híbridos generados y de su cruzamiento con otras introducciones del mismo zacate se han seleccionado variedades con la finalidad de mejorar el valor nutritivo del forraje producido, como es el caso del Cruza uno (Lowery et al., 1968), el Tifton 68 (Burton y Monson, 1984) y el Tifton 85 (Burton et al., 1993); y la tolerancia al frío, como en el caso del Tifton 44 y el Tifton 78 (Burton y Monson, 1978; Mueller et al., 1992).

Asimismo, Hanna (1990), Mares (1984a) y Monson y Burton (1982), indican que cuando se generan cultivares e híbridos con alto potencial, estos deben ser evaluados por sus cualidades agronómicas tales como producción y valor nutritivo del forraje, persistencia de la pradera, la respuesta a distintas variables de manejo como fertilización, riego y frecuencia de corte, y la producción de carne y/o leche; además generalmente se requiere el establecimiento de experimentos diseñados para medir la producción estacional, rendimiento anual y la eficiencia de crecimiento.

### **\* Variedades Mejoradas**

Como resultado del mejoramiento genético del zacate bermuda, hoy en día se tiene una gran diversidad de variedades derivadas de este pasto, cuyas características permiten su establecimiento en distintos ambientes y sistemas de explotación.

A continuación se presenta una descripción de los aspectos más sobresalientes de la mayoría de las variedades incluídas en el presente trabajo de investigación:

## ✦ Bermuda de la Costa (Coastal)

Este zacate es llamado así por haber sido desarrollado, mediante hibridación, en la Estación Experimental de las Llanuras Costeras de Georgia en los Estados Unidos de Norteamérica y es el resultado de cruzamientos realizados entre variedades Africanas de bermuda y la variedad Tift, que prospera en el sitio donde se trabajó (Flores, 1983). Burton (1974) reporta que este zacate ocupa más de cinco millones de hectáreas en los Estados Unidos.

Esta variedad logra su mayor desarrollo a una temperatura igual o mayor de 24°C, reduciéndose su crecimiento cuando la temperatura baja a menos de 8°C, pudiendo tolerar heladas de hasta -3°C, sin morir. Puede adaptarse hasta altitudes de 1800 msnm, pero sus mejores rendimientos se alcanzan en el trópico, y aunque resiste bien la sequía, prospera con humedad. Flores (1983) señala que crece vigorosamente y que en pruebas de engorda realizadas en la Estación Experimental de Tifton, Georgia, el bermuda Coastal ha superado ampliamente al bermuda Común.

Como produce poca semilla y ésta es de baja fertilidad, la siembra de este pasto se efectúa por partes vegetativas, ya sean estolones o rizomas, las cuales se caracterizan por ser más grandes y largos que los del bermuda Común (Flores, 1983).

## Bermuda Cruza uno ✓

Este es un zacate perenne que solamente se reproduce por material vegetativo y presenta hábitos de crecimiento rastreros, además es altamente resistente a las enfermedades y al ataque de nemátodos (Flores, 1983).

Burton (1972) indica que este pasto es producto de la hibridación entre los bermudas Coastal y el Kenia 59 No. 14, obtenido en la Estación Experimental de Tifton, Georgia (E.U.A.), y que puede adaptarse bien a suelos fértiles, bien drenados y con alta disponibilidad de agua. En algunas zonas de México se le conoce como zacate Ferrer, llamado así en honor Mario Ferrer, que posiblemente lo introdujo a Veracruz (Flores, 1983).

Por otro lado, la SARH (1984) menciona que el Cruza uno es un pasto que ha sido ampliamente utilizado en los últimos 30 años en los distritos de riego de México, aunque no se puede precisar con exactitud la cantidad de hectáreas ocupadas por este pasto actualmente. Para Tamaulipas, dicha Secretaría reporta que existen aproximadamente 5,000 ha de praderas de este zacate.

### **Bermuda Tifton 44** ✓

Burton y Monson (1978) mencionan que este zacate se originó en la Estación Experimental de Georgia Mountain, en Blairsville, Ga. Proviene del cruzamiento entre el Coastal y un bermuda procedente de Berlín, Alemania, colectado en 1966, y que resultó altamente resistente al frío, característica que le fue ampliamente transmitida. Comparado con el Coastal, el Tifton 44 es más verde, con estolones finos, y posee mayor cantidad de rizomas; su altura es más baja y comienza su crecimiento más temprano que otros bermudas, al iniciar el año. En pruebas de digestibilidad este pasto ha mostrado ser de 5 a 6 por ciento más digestible que el Coastal, con valores del 65 por ciento. El Tifton 44 es agronómicamente similar al Coastal pero superior al Midland, ya que produce sólo 1,100 kg más de materia seca que el Coastal y 3,300 kg más que el Midland. En estudios realizados en Georgia (Estados Unidos) el Tifton 44 ha logrado producir incrementos diarios de 0.67 a 0.80 kg/animal, cuando se utiliza con pastoreo continuo.

### **Bermuda Tifton 68** (Cynodon nlemfuensis Vanderyst)

Esta variedad es un híbrido obtenido a partir de las introducciones PI 255450 y PI 293606, que son dos de los bermudas más digestibles obtenidos en diferentes partes del mundo (Burton y Monson, 1984).

Hanna (1990) indica que este zacate es de tipo gigante, con tallos y estolones largos que se extienden de manera rápida. Esto último fue observado por Burton y Monson (1984), quienes señalan que en este aspecto superó a otros 81 híbridos, aún durante el invierno.

En Tamaulipas es frecuente que con inviernos moderados continúe creciendo sin entrar en latencia, lo que le permite dominar incluso al Estrella "Santo Domingo" y producir más forraje que el Cruza uno (Saldivar, 1992).

Saldivar (1992) señala que este pasto tiene gran aceptación por el ganado, el cual consume el follaje y los tallos sin distinción, pues estos a pesar del grosor no se lignifican. Cuando no se le utiliza frecuentemente este zacate forma un colchón muy propicio para la presencia de la mosca pinta o salivazo (Aeneolamia sp.).

Actualmente con el Tifton 68 se observa un fenómeno similar al del Cruza uno, en relación a tener varios nombres. En Sonora, Tamaulipas y Nuevo León se le conoce como Bermuda Cruza II y como Tifton 68 (Saldivar, 1992).

A partir de los 80's este zacate se comenzó a cultivar en Sonora, a donde se considera que llegó por dos caminos: en el primero, un ganadero no identificado lo llevó directamente de Georgia, mientras que en el segundo el

INIFAP lo introdujo, procedente de Cuba, de donde a su vez había sido obtenido de Georgia. A Nuevo León y Tamaulipas llegó también como bermuda Cruza II, introducido por el INIFAP, y en el Norte de ambos estados ha encontrado un ambiente ideal bajo condiciones de riego, de manera que su popularidad crece de manera acelerada y actualmente se estima que este pasto se encuentra establecido en cerca de 5,000 ha y que en una cantidad similar se encuentra en proceso de establecimiento (Palomo, 1994; Saldivar, 1992).

### Bermuda Tifton 78

Burton y Monson (1988) señalan que esta variedad fue obtenida a partir del cruzamiento entre las bermudas Tifton 44 y el Callie. Es un híbrido estéril, que puede propagarse vegetativamente y que es similar a Coastal en altura y cantidad de rizomas producidos. Asimismo, es similar en el hábito de crecimiento a Callie. Es de fácil establecimiento y con buena producción de rizomas, además es resistente al hongo conocido como tizón o herrumbre (Puccinia cynodontis Lacroyx), al cual la variedad Callie es muy susceptible. En muchos estudios se ha mostrado como una planta altamente resistente al frío. En diversos estudios ha producido un 25 por ciento más forraje que el Coastal, el cual es un 7.4 por ciento más digestible. También, el Tifton 78 ha producido incrementos de peso superiores al Coastal en un 36.5 por ciento (0.77 kg/animal/día y 1,147 kg/ha, de abril a octubre).

### **Bermuda Tifton 85**

Burton et al. (1993) indica que este zacate fue desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados en coordinación con la Universidad de Georgia, en la Estación Experimental de Tifton, GA. y lo describen como uno de los mejores híbridos obtenidos a partir del PI 290884, procedente de Sudáfrica, y el Tifton 68. Es estéril y altamente digestible pero muy susceptible al frío; posee grandes tallos y estolones con hojas turgentes y de un verde más intenso que los demás híbridos de bermudas. De 1985 a 1989, produjo un 26 por ciento más de forraje que el Coastal, el que resultó un 11 por ciento más digestible y un 10 por ciento más succulento. Comparado con el Tifton 78, en tres años consecutivos produjo un 47 por ciento más en las ganancias de peso, pudiéndose pastorear de mediados de abril a octubre. Los incrementos de peso producidos por este pasto son de 0.670 kg/animal/día y de 1,160 kg de carne/ha (Burton et al., 1993).

### **Otros Genotipos de Zacate Bermuda**

Además de las ya descritas anteriormente, existe una gran cantidad de variedades o híbridos experimentales de bermudas, generados de acuerdo a requerimientos específicos de una región o tipo de producción determinada. De esta manera se tienen: Alicia (Gerardo y Oliva, 1978), Brazos R-3 (Croughan et

al., 1994), Callie (Monson y Burton, 1982), Grazer (Eichhorn et al., 1986), Hardie (Taliafierro y Richardson, 1980), NK-37 o Gigante (Hussey y Pinkerton, 1990), Oklan (Taliafierro y Richardson, 1980), RS-1 (Wright et al., 1984), S-16 y S-83 (Holt y Conrad, 1986), Tifton 67 (Rivero e Igarza, 1989) y Tifton 84 (Monson y Burton, 1982).

### **Reproducción del Zacate Bermuda**

El bermuda Común y algunas otras variedades realizan su reproducción por semilla y material vegetativo, mientras que los híbridos generados durante los últimos años sólo la realizan por partes vegetativas, ya sean estolones o rizomas, debido a que no producen semilla fértil (Hanna, 1990).

Normalmente la siembra de zacate bermuda con material vegetativo debe realizarse tratando de evitar las temporadas con altas temperaturas durante el año (Chamblee y Gooden, 1981). Así, para el Sureste de los Estados Unidos se recomienda que el establecimiento se realice de febrero a abril (Mueller et al., 1992), mientras que para Tamaulipas se ha definido dos épocas: de septiembre a octubre y de febrero a marzo (SARH, 1984).

## Factores que Afectan la Sobrevivencia del Material Vegetativo Después de la Siembra

Greene et al. (1992) señalan que los factores que determinan el éxito en el establecimiento del zacate bermuda son: (a) estado fenológico de la planta al corte, (b) tiempo entre cosecha y plantación, (c) contenido de humedad antes de la plantación, (d) relación entre plantas vivas y muertas en el material a plantar, (e) temperatura ambiental durante la siembra y los primeros días posteriores a la misma, y (f) el tamaño del material vegetativo utilizado.

Al comparar la capacidad de establecimiento de los bermudas Coastal, Midland y Común en Georgia (EUA), Beaty et al. (1972) determinaron que la sobrevivencia fue de 96, 92 y 100 por ciento, respectivamente. Por otro lado, Greene et al. (1992) reportan que el porcentaje de sobrevivencia cuando se utilizó material vegetativo para la implantación de lotes experimentales, fue de 49, 31, 24 y 41 por ciento para Coastal, Grazer, Tifton y Brazos, respectivamente.

Beaty (1966) indica que el material vegetativo en latencia puede ser almacenado a temperaturas frías durante 20 días, sin sufrir una reducción en las tasas de rebrote; aunque las temperaturas bajas, la dormancia prolongada y la presencia de heladas, reducen la capacidad del material para sobrevivir (Chamblee y Gooden, 1981).

En relación con el tiempo transcurrido entre el corte y siembra y la temperatura ambiental, el principal aspecto negativo es el desecamiento del material vegetativo utilizado para la siembra, en relación a lo cual Chamblee y Gooden (1981) observaron que la sobrevivencia del Coastal fue afectada de manera significativa cuando la temperatura fue de 34°C (en comparación con 20°C), obteniéndose solamente el 11 por ciento de sobrevivencia cuando el pasto fue sembrado 6 horas después de cortado.

Por otro lado, Hernández y Gómez (1978b) reportan que la germinación de la semilla agámica (partes vegetativas) en el Cruza uno, disminuyó con la edad de la planta al momento del corte. Dichos autores obtuvieron 89 y 51 por ciento de germinación para plantas jóvenes y viejas (47 días y 215 días). Al respecto, Corbea y Hernández (1978) indican que la germinación del material vegetativo de Cruza uno, Pangola y Estrella mejorada se redujo con la edad al corte, obteniendo 44, 23 y 22 por ciento con 45, 90 y 150 días de crecimiento. De manera similar, Greene et al. (1992) reportan valores promedio de 18, 40, 40, 46 y 58 por ciento para la sobrevivencia del bermuda cortado a 2, 4 6, 8 y 10 semanas, respectivamente.

Greene et al. (1992) indican que la longitud de los estolones y el número de nudos presentes en el material vegetativo cambian con la edad de rebrote, reportando 12, 23, 30, 34 y 42 cm y 0.5, 1.5, 2.3, 2.6 y 3.3 nudos/estolón para

2, 4, 6, 8 y 10 semanas. Asimismo, Chamblee y Gooden (1981) reportan que el mejor establecimiento del Coastal se logró con material vegetativo con una longitud de 15 a 20 cm (74 a 87 por ciento de sobrevivencia) y con 2 a 3 nudos.

También, Greene et al. (1992) reportan que el mejor desarrollo de estolones y longitud de los nudos se manifestó en Coastal (37 cm y 2.9 nudos) en comparación con Tifton 44 (30 y 2.2), Brazos (27 y 1.7) y Grazer (18 y 1.4).

### Métodos de Siembra ✍

Para el establecimiento del bermuda se han usado diferentes métodos. Algunos productores lo plantan introduciendo brotes en un suelo recién preparado, ya sea manualmente o con el uso de una pala o estaca (Hughes et al. 1981); otros esparcen el material sobre el terreno preparado y lo entierran de 10 a 20 cm con el paso de una rastra de discos (Bustamante, 1993), o con surcador o arado de discos (Palomo et al., 1985). Cuando no se tienen los anteriores medios, el material puede ser colocado en el terreno después de las lluvias y enterrarse por el pisoteo del ganado (SARH, 1984).

En los Estados Unidos, la siembra con material vegetativo se realiza utilizando "sprigs" o esquejes (rizomas con segmentos de estolón), para lo

cual la cosecha y la siembra se realizan en forma mecanizada (Mueller et al., 1992), colocando de 10 a 12 esquejes/m<sup>2</sup> (Burton y Hanna, 1985).

Para Tamaulipas, la SARH (1984) recomienda que, independientemente del método de siembra, se debe utilizar de 1,500 a 2,000 kg de material vegetativo recién cortado/ha.

### **Establecimiento de Praderas**

Juan et al. (1978), al estudiar el comportamiento del Cruza uno en suelos arenosos de Cuba, sembrado a diferentes distancias entre surcos, profundidad y sistema de siembra y la cantidad de material vegetativo, determinaron que la respuesta fue mejor a medida que la distancia entre surcos fue menor, observándose un mayor número de plantas/m<sup>2</sup> cuando se utilizaron 3.0 ton de material vegetativo/ha para la siembra, y cuando ésta se realizó tapando la semilla con surcador, con una separación entre surcos de 0.5 m. De igual manera, Palomo et al. (1985) reportan que con el método de surcado se lograron mejores resultados en el establecimiento del Cruza uno, comparado con la siembra con rastra o espeque, determinándose que cinco meses después de la siembra se dió una cobertura de 60.7 por ciento cuando se utilizó 1.5 toneladas de material vegetativo/ha.

En el mismo sentido, Bustamante (1993) evaluó el establecimiento del Tifton 68 en función de la densidad de siembra (1, 2, 3 y 4 ton de material vegetativo) utilizando el método de rastra, en un suelo arcilloso (Padilla, Tam.). Se observó que el número de plantas/m<sup>2</sup> fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) cuando la densidad fue igual o mayor a 2 ton/ha. El mayor valor observado fue 41.0 plantas/m<sup>2</sup> a los 182 días postsiembra, con 2.0 ton de material vegetativo/ha. El comportamiento anteriormente señalado fue similar para otras características de establecimiento como: número de estolones y entrenudos enraizados (82.0 y 36.3/m<sup>2</sup> a los 182 días, con 3 ton/ha, respectivamente).

En un estudio donde se comparó el establecimiento de las variedades Callie, Cruza uno y los Tifton 67 y 68 bajo condiciones de riego y fertilización (300 kg de N/ha/año), Machado (1980) reporta que el Callie cubrió más rápido el suelo disponible, en comparación con los otros materiales. Asimismo, Mueller *et al.* (1992) indican que en el Sur de los Estados Unidos, el establecimiento del Tifton 44 en suelos arcillosos ha resultado lento, tomando algunas veces de dos a tres años para lograr una cobertura total.

De León (1982) indica que el establecimiento del bermuda puede facilitarse mediante el control de maleza, lo que se logra con el uso de herbicidas selectivos, como el 2, 4-D, el cual reduce la competencia del pasto y las malezas de hoja ancha. Así mismo, se ha probado el uso de cubiertas de hule (negro y/o

transparente) en el establecimiento del bermuda con el objeto de extender la temporada de plantación al finalizar el año, eficientar el uso del agua y reducir la competencia con malas hierbas, aunque durante el verano resulta detrimental, ya que al elevarse la temperatura del suelo por encima de los límites tolerados, las plantas pueden llegar a morir (Sowers y Werterlen, 1988).

### **Utilización del Forraje de Zacate Bermuda**

El forraje producido por esta especie preferentemente es utilizado bajo condiciones de pastoreo, con la finalidad de aprovechar al máximo la resistencia al pisoteo. Al respecto, en secciones posteriores de este trabajo se presentan resultados obtenidos con el aprovechamiento de praderas de zacate bermuda, tanto para producción de carne como de leche.

Por otro lado, cuando se tienen excedentes de forraje, éste puede ser conservado por los medios tradicionalmente utilizados, como son el henificado y el ensilaje, aunque deberán tomarse en cuenta las características propias y los requerimientos para que ambos procesos se desarrollen en forma adecuada.

Respecto a la conservación de este pasto como heno, para el Tifton 68, Cáceres y Hernández (1981) indican que requiere tener del 74 al 81 por ciento de materia seca, lo que se obtiene al tercer día de exposición al sol en el campo,

conservando buenos contenidos de proteína cruda (8.4 por ciento) y fibra cruda (33 por ciento). Así también, Gutierrez et al. (1979) señalan que el Cruza uno puede ser cortado con silocosechadora o segadora, aunque para obtener 80 por ciento de materia seca se necesitaron 18 y 27 horas de secado al sol, presentándose mayores pérdidas de caroteno con silocosechadora.

El zacate bermuda puede ser preservado también como ensilaje, para lo cual deberá cortarse con 6 semanas de rebrote y tener al menos un 30 por ciento de materia seca (Rodríguez et al., 1989), recomendándose agregarle urea en niveles menores al 1 por ciento y melaza al 3 por ciento (Aguilera, 1980; Dominguez y Elías, 1981).

### **Producción Forrajera del Zacate Bermuda**

La producción de materia seca de una pradera, expresada en términos de la cantidad de pasto crecido que llega a ser cosechado, ya sea por el corte o por el animal al pastoreo, está determinada por una serie de procesos fisiológicos de signo opuesto, unos contribuyendo a la formación de material y otros retardando esta formación e impidiendo la acumulación de lo crecido (Mares, 1984a).

Los procesos de signo positivo, es decir aquellos formadores de biomasa, son el crecimiento no fotosintético a partir de las reservas del vegetal y la fotosíntesis, mientras que los de signo contrario se encuentran la respiración y la fotorespiración y la senescencia, ésta última acompañada de la muerte y la descomposición del material vegetal (Mares, 1984a).

Respecto a la producción forrajera de los genotipos del zacate bermuda, a continuación se presentan una serie de trabajos donde se manifiestan las diferencias entre las variedades e híbridos, en función de los distintos factores que inciden sobre ello.

Para el Cruza uno se reportan valores desde 13.3 ton MS/ha/año en condiciones de temporal y de 13.8 a 15.3 ton/ha/año con riego y fertilización (Funes, 1978; Hernández y Gómez, 1978a; Valdés et al., 1985; Gómez et al., 1989 y Williams, 1991). Por otro lado, Machado (1980) en un trabajo realizado en Cuba, reporta que este zacate produjo 14.5 ton MS/ha durante la época de lluvias, mientras que durante el período de seca sólo se obtuvieron 3.9 ton /ha.

Para zacate Ferrer, también llamado Cruza uno, sembrado en Hueytamalco (Puebla, México), Hernández et al. (1995) determinaron que su rendimiento por corte fue de 2.6 ton MS/ha/corte.

En el caso del Coastal, en trabajos realizados en Cuba, las producciones reportadas varían de 13.0 a 14.5 ton/ha/año en temporal (Hernández y Gómez, 1978a; Hernández et al., 1980; Machado y Pedraza, 1981; Valdés y Molina, 1992). Asimismo, Hernández et al. (1981) indican que con cortes cada 28-32 días la producción de materia seca fue de 15.7 ton/ha, mientras que Funes et al. (1978) reportan 19.8 ton de MS/ha, en la época lluviosa y con fertilización (400 kg de N/ha/año).

Del mismo modo, González y Heilman (1977) reportan que la producción y calidad del forraje del Coastal sin irrigación, en Texas (EUA), fue de 12.9 a 13.8 ton MS/ha/año y un contenido porcentual de proteína cruda de 8.5 y 9.8 para suelo salino y no salino, respectivamente. Burton et al. (1987) reportan producciones similares en un estudio realizado en Tifton, Georgia, donde se obtuvieron de 13.75 a 13.86 ton MS/ha/año en tres años consecutivos (23 cortes evaluativos).

Para el Tifton 68, en trabajos realizados en Cuba se reportan producciones de 6.8 y 21.2 ton MS/ha/año, en temporal y riego, respectivamente (Hernández et al., 1980; Hernández et al., 1981; Machado y Lamela, 1982), mientras que en Durango (México), Reyes (1995b) obtuvo 14.7 ton MS/ha/año cuando fue sembrado sólo y 19.5 ton MS/ha mezclado con ballico anual.

Asímismo, Adjei et al. (1989) indican que en Florida (EUA) el Tifton 78 produjo 8.7 ton MS/ha/año.

A continuación se presentan una serie de trabajos donde diferentes variedades del zacate bermuda fueron comparados entre sí.

Monson y Burton (1982), al evaluar los bermudas Coastal, Midland, Cruza Uno, Callie y los Tifton 44, 67, 68 y 84, en Tifton, Georgia (USA), determinaron que durante el primer año los mayores rendimientos de materia seca se presentaron en Callie, Tifton 67 y Tifton 68 (29.5, 26.7 y 26.5 ton/ha/año), mientras que en el segundo año los pastos más sobresalientes fueron Coastal y Tifton 44 (17.1 y 16.3 ton/ha). Para el tercer año de estudio, las variedades rizomatozas Coastal, Tifton 44 y Midland fueron las más persistentes, toda vez que las demás sólo produjeron del 56 al 57 por ciento de lo obtenido con el Coastal (5.82 ton/ha).

Chakroun et al. (1990) reportan un trabajo realizado en Oklahoma (EUA), donde al compararse las variedades Midland, Hardie y Tifton 44, se obtuvieron producciones anuales de 13.81, 15.28 y 13.88 ton MS/ha.

Zárate et al. (1993), en un trabajo realizado en la Zona Centro de Tamaulipas (Padilla), reportan producciones de 4.7, 3.4, 2.9, 2.9, 2.7, 2.1 y 0.9

ton MS/ha/corte, para las variedades Brazos, Tifton 68, Cruza uno, Tifton 78, Tifton 85, Coastal y Tifton 44, bajo condiciones de riego y cortes cada 30 días.

En Chihuahua (México), al evaluar siete variedades y líneas experimentales de zacate bermuda, Terrazas (1995) reporta que las más productivas fueron Cruza uno y Tifton Cruza dos (Tifton 68) con 24.5 y 23.6 ton de MS/ha, mientras que los menores rendimientos fueron para Okla 35-1 y LCB 84-16-72. El Cruza uno y el Cruza dos presentaron la distribución más uniforme de la producción de forraje (35, 50 y 15 por ciento en primavera, verano y otoño, respectivamente), los menores valores de material muerto y fueron los materiales con mayor tolerancia al ataque de la roya de la hoja (*P. cynodontys* Lacroyx).

### **Praderas Mixtas de Zacate Bermuda y Leguminosas**

La introducción de leguminosas en praderas de bermuda, normalmente acarrea beneficios, ya que estas: (a) proporcionan nitrógeno para el zacate, toda vez que presentan una alta capacidad para fijar nitrógeno atmosférico (b) extienden la estación de crecimiento de forraje, ya que muchas de ellas prosperan de mejor manera durante el invierno, y (c) mejoran el valor nutritivo de la mezcla, pues su forraje presenta un alto valor nutritivo (Brown y Byrd, 1990 y Harris y Zuberer, 1993). Asimismo, la presencia de leguminosas en la dieta mejora la calidad fermentativa del alimento consumido (Ojeda et al., 1990).

Cuando se utilizan praderas de gramíneas y leguminosas mezcladas, normalmente se presentan condiciones específicas para su manejo. Al respecto, Brown y Byrd (1990) indican que la alfalfa "Apolo" compitió ventajosamente con el Tifton 44 durante la primavera y el invierno, pero desventajosamente en verano y otoño, con menores producciones en agosto. Asimismo, Maraschin y Mott (1989) trabajando con mezclas de Cruza uno y leguminosas forrajeras (Siratro y Desmodium), determinaron que los períodos largos de descanso (56 días) favorecieron la recuperación de las leguminosas.

Para mezclas de alfalfa y zacate bermuda, Burton (1976) obtuvo de 8.7 a 9.9 ton MS/ha en el Sur de Georgia, mientras que Brown y Byrd (1990) reportan 8.7 ton MS/ha para alfalfa+Tifton 44.

En un estudio donde se evaluó el efecto de la carga animal en praderas mixtas de zacate bermuda y Desmodium uncinatum sobre los incrementos de peso, Clatworthy y Muyotoha (1981) reportan que la ganancia de peso fue de 260 y 426 kg/ha para 1.5 y 3.0 novillos/ha/año y que la proporción del D. uncinatum en el forraje fue del 33 por ciento. De manera similar, Fribourg et al. (1984) reportan incrementos de 390 a 720 kg/ha/año con mezclas de los bermudas Midland y Común, con trébol Ladino, Tall fescue y Orchardgrass.

Respecto al uso de leguminosas tropicales en praderas mixtas con zacate bermuda, Dunavin (1992) reporta que la mezcla de Tifton 44 y cacahuate forrajero (Arachis glabrata) variedad "Florigraze" produjo 1,020 kg de MS/ha, variando la proporción de la leguminosa del 71 por ciento en el segundo año de sembrada la pradera, hasta 16 por ciento en el séptimo año.

Puente et al. (1994) evaluaron el efecto de la densidad de siembra del huizachillo (Desmanthus virgathus var. *Depressus* (L) Willd) en una pradera de Tifton 68 o Cruza dos. En este trabajo se utilizaron 1, 2, 3 y 4 kg de semilla de huizachillo, sembrada primero que la gramínea. La mayor producción de forraje se dió en el primer corte, utilizando 4 kg de huizachillo (4.24 ton MS/ha), con una mayor aportación de la leguminosa, mientras que en el segundo corte el forraje producido fue aportado en su totalidad por el Tifton 68, toda vez que en la leguminosa se observó una pobre capacidad de rebrote.

### **Valor Nutritivo del Forraje del Zacate Bermuda**

Un factor determinante en la productividad animal es la calidad de los forrajes, la cual es resultante de factores dependientes de la planta, como la composición química y la digestibilidad de la materia seca, y de factores de la interacción entre el animal y los pastos, tales como el consumo voluntario y la eficiencia con que el rumiante utiliza la energía ingerida (Mares, 1984b).

En el caso de las especies forrajeras existen diferencias notables en la composición química y su digestibilidad, hecho atribuible a la variación existente en las características estructurales de la planta, dentro y entre especies (Hanna, 1990).

Según Flores (1983) la composición nutritiva del zacate bermuda Común es la que se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.1. Contenido nutritivo del zacate bermuda en base a materia seca.**

	(%)
Proteína cruda	7.2
Aminoácidos*	
Leucina	4.3
Ac. Glutámico	5.1
Ac. Aspártico	5.2
Alanina	alto
Arginina	alto
Serina	alto
Grasa cruda	1.8
Fibra cruda	25.9
Extracto no nitrogenado	58.1
Cenizas	7.0

\*Reportados por Coto y Herrera (1989)

## Contenido Protéico

En relación con el contenido protéico que manifiestan las distintas variedades de zacate bermuda, a continuación se presentan una serie de trabajos donde fue valorada dicha característica.

En el caso del Coastal, Funes et al. (1978) reportan que al ser fertilizado con 400 kg de N/ha/año, el contenido porcentual de proteína cruda fue de 10.9 y la fibra cruda de 34.9.

Así también, para Cruza uno, Valdés et al. (1985) reportan que con riego y fertilizante el forraje presentó un contenido protéico de 6.6 a 11.8 por ciento en el período no lluvioso y de 7.4 a 12.2 por ciento en el de lluvia. Por otro lado, García et al. (1981) indican que al ser cortado cada 28 días, la proteína en el pasto fue de 11.3 a 13.6 por ciento en muestras tomadas con animales fistulados del esófago.

En Cuba, Machado (1980) no encontró diferencia en los contenidos porcentuales de proteína, fibra cruda y fósforo en las variedades Callie, Cruza Uno y los Tifton 67 y 68. De igual manera, Griffin y Watson (1982) reportan valores similares para Coastal, Alicia, Callie y Común (11.4, 11.1, 14.5 y 12.5 por ciento, respectivamente). Por el contrario, Monson y Burton (1982), al estudiar el

comportamiento de distintos materiales genéticos de zacate bermuda en Tifton, Georgia (USA), reportan que los contenidos porcentuales de proteína cruda fueron diferentes en Coastal, Midland, Tifton 84, Tifton 67, Callie, Cruza Uno y Tifton 68 (15.6, 16.0, 16.4, 17.2, 17.6 18.0, 18.9 y 19.0, respectivamente) cuando los pastos fueron cortados cada cuatro semanas y fertilizados con 672 kg de N/año.

En otros trabajos también se reportan respuestas diferentes para el contenido protéico de distintas variedades de bermuda, como en el realizado por Rivero e Igarza (1989), quienes obtuvieron de 7.6 a 9.3 por ciento para Callie y de 11.1 a 12.5 en Tifton 67, mientras que Belesky et al. (1991) determinaron un 15.31 por ciento para el genotipo RS-1.

Asimismo, en un trabajo realizado en Padilla, Tam., Zárate et al. (1993) reportan diferencias en los valores de proteína cruda de Tifton 85, Coastal, Cruza uno, Brazos, y los Tifton 68, 44 y 78 (13.6, 12.4, 10.7, 10.3, 10.3, 9.07 y 8.3 por ciento), y producción de proteína/ha (0.370, 0.255, 0.310, 0.488, 0.337, 0.077 y 0.226 ton) cuando la cosecha se realizó con 30 días de rebrote.

## Digestibilidad del Forraje

Autores como Hanna et al. (1976), Ruitter y Burns (1987), Wilson y Mertens (1995) y Woodward et al. (1989), sugieren que la existencia de diferencias microanatómicas en la organización y estructura de las paredes celulares de tejidos similares afectan la magnitud de la degradación ruminal de la ingesta.

En el caso particular de los valores de digestibilidad en las distintas variedades de *C. dactylon*, según Akin et al. (1990) y Hanna (1990), estas se deben a peculiares formaciones celulares en el tejido vegetal de las variedades menos digeribles, preferentemente por la acumulación de lignina y de procesos ontogénicos como floración, y una disminución de la relación hoja/tallo.

En relación con lo anterior, Guerrero et al. (1984) indican que los forrajes pueden ser clasificados por la digestibilidad de la materia seca como de: (a) calidad alta cuando presentan valores mayores a 60 por ciento, (b) media cuando presentan de 53 a 60 por ciento, y (c) baja cuando presenta menos del 53 por ciento. Al respecto, dichos autores señalan que existe una estrecha relación entre el comportamiento animal y la cantidad y digestibilidad del forraje disponible, y reportan incrementos de peso de 0.940, 0.740 y 0.310 kg/animal/día para bovinos alimentados con dietas de alta, mediana y baja digestibilidad, respectivamente.

Respecto a la digestibilidad in vitro de la materia seca, Burton y Monson (1988) y Williams (1991) determinaron que el Tifton 78 presentó valores de 48.5 hasta 64.3 por ciento, superando al Coastal, mientras que Woodward (1988) indica que el Tifton 44 manifiesta menor digestibilidad que el Tifton 78.

Burton y Monson (1984) y Monson y Burton (1982) señalan que el Tifton 68 es el híbrido con más alta calidad de los producidos en Georgia (EUA), presentando una digestibilidad in vitro de la materia seca de 57.3 a 64.3 por ciento, aunque Fribourgh et al. (1971) reportan una digestibilidad de hasta un 68 por ciento. Para Tifton 84, Monson y Burton (1982) reportan una digestibilidad de 61.4 por ciento.

Para el Cruza uno, Milera et al. (1987) reportan valores de digestibilidad in vitro de la materia seca de 48.6 hasta 61.4 por ciento en muestras tomadas a mano. Resultados similares fueron obtenidos por García et al. (1981) en muestras tomadas con vacas fístuladas del esófago (61.8, 62.6 y 55.9 por ciento para presiones de pastoreo de 2, 3 y 4 vacas/ha).

Monson y Burton (1982) observaron que los valores de digestibilidad de la materia seca más altos fueron obtenidos con cortes cada cuatro semanas, reportando que los mejores resultados se observaron en los Tifton 68, 67 y 84

(68.4, 67.2 y 65.8 por ciento), respecto a Cruza uno, Callie, Tifton 44, Midland y Coastal (64.8, 63.2, 61.4, 61.1 y 58.9 por ciento).

### **Cambios Estacionales en la Producción y Valor Nutritivo del Forraje**

Al considerar el ambiente que prevalece en un lugar o época determinada, como factor que tiene influencia sobre la producción forrajera, se deben tomar en cuenta: el suelo, la precipitación (cantidad y distribución durante el año), temperatura, luz, vientos, etc.

En particular, en las zonas tropicales una fuente importante en los cambios existentes en la producción y el valor nutritivo de los forrajes es la época del año, toda vez que ésta determina la longitud del día, la intensidad lumínica, la temperatura y la disponibilidad de agua (Hanna, 1990 e Iturbide, 1984); asimismo, este factor es el responsable de la baja en la productividad durante el otoño e invierno (Burton et al., 1988).

Con relación a lo anteriormente indicado, Hussey y Pinkerton (1990) señalan que en los bermudas Brazos, Coastal, NK-37 y los Tifton 44 y 68 bajo condiciones de riego, los cambios estacionales respecto a la época del año, causan diferencias importantes en la producción y la calidad del forraje.

Respecto al contenido de materia seca en el forraje, Cáceres et al. (1989a) reportan que ésta fue mayor para el Cruza uno en la estación seca, que en la época de lluvias (25.1 y 29.8 por ciento, respectivamente).

Mislevy y Everett (1981) indican que el zacate bermuda produjo mayor cantidad de forraje durante el invierno (27 por ciento de la producción total) cuando se compararon Paspalum notatum, Digitaria decumbens y Brachiaria humidicola. Así mismo, Serrano y Vázquez (1980) señalan que en Cuba, la mayor disponibilidad de forraje se manifestó en agosto-octubre (37.6 por ciento del total) y las menores de febrero a abril (17.4 por ciento). En el mismo sentido, Hernández et al. (1980) observaron que el Tifton 68 produjo el 32.9 por ciento de su rendimiento anual durante la época seca.

En relación con los cambios en el valor nutritivo del forraje, Beaty et al. (1982) indican que el efecto de la estación es el aspecto más importante que determina su reducción, causado por la declinación en la relación hoja/tallo y el incremento de hojas muertas que se observa durante la época de rápido crecimiento. Por el contrario, durante el invierno el mayor crecimiento registrado consiste en una mayor proporción de hojas, por lo que se registran altos valores de proteína cruda (Mislevy y Everett, 1981) y digestibilidad de la materia seca (Rumball, 1991).

Mislevy y Everett (1981), al estudiar 16 gramíneas, reportan que la digestibilidad de la materia orgánica fue menor en el forraje cosechado durante el verano (46 por ciento), en comparación con el de invierno (57 a 61 por ciento), mientras que las producciones de materia seca fueron de dos a tres veces mayores en el verano (11.9 ton/ha de abril a septiembre).

### **Respuesta a la Frecuencia de Defoliación en el Zacate Bermuda**

Youngner (1972) indica que la defoliación significa remoción de cantidades variables de crecimiento aéreo incluyendo porciones de hojas, vainas foliares y tallos, en un tiempo determinado, ésta tiene influencia directa sobre el crecimiento y desarrollo de todos los tejidos y órganos de la planta, y en consecuencia su productividad y persistencia son afectados por ella.

Por otro lado, la frecuencia de defoliación puede definirse como la periodicidad con que las plantas son defoliadas por el animal durante el pastoreo o son sometidas a corte mecánico y se encuentra íntimamente ligado con la intensidad del pastoreo o corte, que se refiere al grado en que las plantas son defoliadas o cortadas, y el efecto que se ejerce sobre la pradera es generalmente resultante de la interacción entre ambos factores (Mares, 1984b).

De esta manera, defoliaciones muy intensas, muy frecuentes o muy tempranas durante el crecimiento, determinan disminuciones en el rendimiento, toda vez que el crecimiento durante el rebrote subsecuente a una defoliación, cuando el tejido fotosintético remanente no es suficiente para cubrir las demandas de crecimiento, es soportado por los carbohidratos de reserva (Herrera, 1981). En relación con lo anterior, Hirose (1973) indica que en gramíneas tropicales las reservas están constituidas por almidón y sucrosa, mientras que en las de clima templado por fructosa, principalmente.

### **Efecto de la Edad al Corte sobre la Producción de Forraje**

A medida que la planta crece y madura existe un aumento en el rendimiento de la materia seca, fibra cruda, celulosa y lignina; asimismo, ocurre una disminución en la relación hoja/tallo, y por lo tanto en el contenido de proteína y la digestibilidad (Mares, 1984b).

En razón a lo anterior, al igual que en la mayoría de las especies forrajeras, los bermudas presentan cambios en su respuesta en función de su capacidad de rebrote, lo que se pone de manifiesto en los trabajos que se describen a continuación:

A medida que crece la planta se acumula una mayor cantidad de biomasa, y por lo tanto de peso seco (Mares, 1984a), lo que se pone de manifiesto en el trabajo de Holt y Conrad (1986), quienes observaron que las producciones de forraje se incrementaron con la edad al corte (cada 14, 28, 42 y 56 días) en distintas variedades de zacate bermuda, reportando valores de 11.5 a 19.6 ton de MS/ha para Coastal, de 10 a 13.2 ton para Callie, de 12.1 a 15.7 ton para S-16, de 10.3 a 16.3 ton para T-68 y de 8.5 a 18.0 ton para S-83.

Igualmente, Palomo y Méndez (1994) reportan que el Tifton 68 sembrado en el Norte de Tamaulipas, en tres años de estudio, mostró una producción ascendente a medida que se aumentó el número de días al corte, obteniéndose los mayores rendimientos con 63 días de rebrote (34.2 ton MS/ha/año y 9.1 ton MS/corte).

Por otro lado, Ramos (1974) señala que la acumulación de materia seca se relaciona no sólo con el desarrollo del área foliar a intervalos largos de cosecha, sino también con la tasa de rebrote (crecimiento) del cultivo a intervalos cortos de cosecha. Esto último se pone de manifiesto en los trabajos que a continuación se presentan, realizados con la finalidad de determinar la mejor frecuencia de corte, para cada variedad en particular.

Montero et al. (1978), en un trabajo desarrollado en Cuba, reportan que el mayor rendimiento anual del Cruza uno con riego y fertilización (400-150-200), se obtuvo con un rebrote de 30 a 45 días (30.8 ton MS/ha). Así también, Funes (1978) indica que este pasto produjo 27.2 ton/ha/año, cuando fue fertilizado con 50 kg de N/ha y cortado cada cuatro o seis semanas.

Para el Coastal, Funes et al. (1980) señala que éste presenta un buen comportamiento al rebrote cuando se corta cada cuatro a seis semanas, lo que resulta similar a lo observado por Menéndez et al. (1980), quienes indican que para la henificación del bermuda durante la época lluviosa, el pasto deberá cortarse cada 32-35 días, y cada 42-45 días en la época de seca. Igualmente, Griffin y Watson (1982) determinaron que el Callie, Coastal, Alicia y Común manifestaron las más altas producciones de forraje cuando fueron cortados cada cuatro semanas, siendo ésta mayor en el Callie.

### Efecto de la Edad al Corte sobre el Contenido Nutritivo del Forraje

La edad fisiológica de los pastos es uno de los factores más importantes que determinan la composición química y la digestibilidad de las especies forrajeras. Este efecto se ejerce a través de los cambios ontogénicos, fisiológicos y morfológicos que acompañan el crecimiento y maduración de las plantas (Mares, 1984a).

Para los pastos tropicales el valor nutritivo está influenciado de manera importante por la edad del rebrote, lo que se pone de manifiesto en los trabajos que a continuación se presentan.

Herrera y Ramos (1978) reportan que los valores óptimos del contenido nutritivo en Cruza uno irrigado y fertilizado (100 kg de N/ha) se manifestaron entre la quinta y sexta semana de rebrote, toda vez que a partir de la quinta semana el contenido de nitrógeno en las hojas disminuyó, reduciéndose los valores de la proteína cruda, lo que no sucedió en las primeras cuatro semanas. De igual manera, Herrera y Hernández (1989) determinaron que la producción de proteína cruda y de hoja/ha no se incrementaron significativamente después de las cinco semanas de rebrote.

Geerken et al. (1980) observaron que en el Cruza uno el incremento de la edad al corte (3, 6, 9, 12 y 15 semanas) provocó un decremento en los contenidos porcentuales de proteína cruda (de 20 a 4) y digestibilidad in vitro de la materia seca (de 58 a 44), mientras que la fibra se aumentó (de 26 a 34). Al respecto, Gutierrez (1978) reporta que la digestibilidad fue de 62.0, 55.0, 45.0 y 48.0 por ciento cuando el pasto se cortó cada tres, cuatro, seis y ocho semanas; por su parte, Moura (1980) reporta que la digestibilidad se redujo de 57.1 por ciento a los 45 días, hasta 44.1 a los 135 días.

Holt y Conrad (1986) observaron que los valores porcentualizados de la digestibilidad in vitro de la materia seca declinaron con la edad al corte (cada 14, 28, 42 y 56 días) en diferentes variedades de zacate bermuda, reportando de 60.3 a 51.2 para Coastal, de 63.9 a 53.2 para Callie, de 63.5 a 52.3 para S-16, de 68.8 a 62.9 para T-68 y de 62.6 a 55.0 para S-83. Un comportamiento similar fue observado por Griffin y Watson (1982) para Coastal, Alicia, Callie y Común, indicando que el contenido de proteína cruda fue de 10.4, 8.9, 7.0 y 6.8 por ciento, mientras que la digestibilidad de la materia seca fue de 53.9, 53.4, 51.8 y 52.3 por ciento, para 2, 4, 6 y 8 semanas, respectivamente.

Ruiz y Cairo (1991) determinaron que el Cruza uno presentó una digestibilidad de la lignina del 17 al 28 por ciento, la que no fue afectada por la edad al corte (30-60 días).

### **Efecto de la Edad al Corte sobre el Contenido Mineral del Forraje**

Al igual que para la proteína cruda y la digestibilidad, el contenido de minerales varía con la edad de rebrote, lo cual es señalado por Ammerman et al. (1982), quienes observaron que el contenido de Mg, Ca, P, Na, K, Cu y Mn presentes en el zacate bermuda disminuyeron a medida que aumentó la edad de rebrote del pasto. La mayoría de los minerales llegó al límite de deficiencia para cubrir los requerimientos del ganado después de las 4 semanas. De igual manera, Monson y Burton (1982) indican que los bermudas Callie, Coastal, Cruza

uno, Midland y los Tifton 44, 67, 68 y 84 presentaron buena calidad con cortes cada cuatro semanas, pero deficientes cuando fueron cosechados cada ocho semanas, a excepción de Cruza uno y Tifton 68, los que mostraron altos contenidos de proteína cruda.

### **Respuesta a la Fertilización**

Otro de los factores que afectan el comportamiento y características de las plantas es la aplicación de dosificaciones adecuadas de fertilizante, toda vez que esto tiene efecto sobre el comportamiento fisiológico de las plantas, modificando características tales como la capacidad fotosintética, la acumulación de reservas y la capacidad de rebrote, que resulta determinante en la cantidad de forraje producido por hectárea (Mares, 1984b).

Lo antes indicado tiene gran importancia toda vez que los suelos de las regiones tropicales, generalmente oxisoles y ultisoles, son, por regla general, deficientes en varios minerales, principalmente N, P, K, S, B, Cu y Mo (Burton, 1974; Mares, 1984b).

Las gramíneas de alta capacidad productiva responden a aplicaciones intensivas de nitrógeno y fósforo (Reyes, 1995a). El primero afecta positivamente la fotosíntesis, incrementando el área foliar y reduciendo la cantidad de hojas

senescentes, mientras que el segundo interviene en los procesos de transferencia energética (Cooke, 1984). Dichos minerales son de gran importancia en los mecanismos de rebrote de los pastos, toda vez que su presencia o ausencia determina la cantidad de parte aérea sintetizada y la traslocación hacia las raíces y rizomas (Mares, 1984b).

Por su parte, el potasio ha mostrado tener un efecto positivo sobre la fotosíntesis y su deficiencia se refleja, a nivel bioquímico, con una disminución en la capacidad de producción de agentes reductores y un incremento de la tasa respiratoria. Asimismo, este elemento es importante en la translocación de los carbohidratos, y su deficiencia limita este proceso desde las hojas a los puntos de utilización (Brown y Ashley, 1974).

La cantidad de minerales que pueden estar disponibles en una pradera de Cruza uno, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, está determinada por: (a) aportes del suelo, (b) descomposición de raíces, (c) excretas y orina y (d) lluvia. Por el contrario, la cantidad de elementos extraídos depende principalmente de la cantidad incorporada al cuerpo del animal o extraído por la leche, a través del pasto consumido (Crespo y Oduardo, 1985).

Las deficiencias de nitrógeno y fósforo limitan severamente la productividad de las praderas, aunque en zacate bermuda se han observado respuestas positivas a partir de la primer cosecha (Freitas y Jorge, 1982), mientras que elementos menores como el Mo son importantes para el establecimiento de una eficiente asociación entre leguminosas y bacterias nitrificantes (Mares, 1984b).

En los pastos tropicales como el Cruza uno, Gutierrez (1978) indica que la disponibilidad de fósforo es elevada, con un elevado contenido porcentual de fósforo orgánico en la materia seca del pasto (0.17 a 0.40), altamente digestible (78 al 96 por ciento), el cual se incrementa cuando su nivel se eleva en el fertilizante (Thom et al., 1990), pero se reduce conforme se incrementa la edad de corte del pasto (Gutierrez et al., 1980), obteniéndose valores de 0.42 por ciento en la primer semana y 0.25 en la semana 11. Al respecto, González y Torriente (1981b) determinaron que el porcentaje crítico de fósforo en este pasto es de 0.31 por ciento.

Para el potasio, González y Torriente (1981a) indican que su nivel crítico en Cruza Uno es 2.60 por ciento y su mayor contenido se presenta entre las tres y cuatro semanas de rebrote (Herrera y Ramos, 1980).

Según Crespo (1978), en suelos con cantidades mayores de 15 ppm de fósforo y 90 de potasio, pueden economizarse importantes cantidades de fertilizantes fosfóricos y potásicos, sin afectar la respuesta a aplicaciones de 40 kg de N/ha.

### **Efecto de la Fertilización sobre la Producción de Forraje**

Dado que la fertilización de una pradera tiene como finalidad incrementar los rendimientos y el valor nutritivo del forraje, para obtener los máximos beneficios ésta debe llevarse a cabo adecuadamente, ya que la forma en que se realice y el tipo de fertilizante utilizado y su dosificación pueden ser determinantes en la productividad de la pradera (Jacob y Uexkull, 1973).

En términos generales se ha determinado que el pasto bermuda presenta una excelente respuesta a las aplicaciones de fertilizante, principalmente nitrógeno y fósforo, toda vez que extrae fuertes cantidades de estos elementos del suelo (Cooke, 1984; Day y Parker, 1985).

Al respecto, Herrera y Juan (1978) y Herrera y Ramos (1978) indican que el nivel de nitrógeno incrementa linealmente los rendimientos alcanzados. En praderas de Cruza uno con riego, Fernández et al. (1989) reportan que los mejores resultados se obtuvieron con 100 kg N/ha/corte, o con 300 kg en la

época seca y 100 en la lluviosa (con una eficiencia de utilización del nitrógeno del 31.9 y 64.4 por ciento) cuando el pasto se cortó cada 3 a 4 semanas en condiciones de temporal (Portieles y Aispolea, 1980).

Day y Parker (1985) reportan que las producciones anuales de forraje del Coastal se incrementaron con la aplicación de nitrógeno, obteniéndose 5.29, 9.30, 15.68 y 19.47 ton MS/ha para 84, 168, 336 y 676 kg de N/ha/año, mientras que Ramos (1974) reporta un rendimiento de 22.0 ton de MS/ha con riego y 100 kg de N/ha/mes.

En un estudio realizado en dos Municipios de la zona centro de Tamaulipas (Güemez y Padilla), donde se evaluó el efecto de la fertilización en Cruza uno y Tifton 68, Saldivar et al. (1994) reportan que el comportamiento de ambas variedades fue similar, obteniendo 4.6 y 5.0 ton MS/ha/corte para el Cruza uno y Tifton 68 en Padilla, y 3.5 y 3.2 ton/ha en Güemez. Para las dosificaciones de fertilizante (nitrógeno y fósforo), los mejores resultados se obtuvieron con 120-60 (6.0 y 5.3 ton MS/ha en Tifton 68 y Cruza uno en Padilla y 4.1 y 3.9 ton MS/ha en Tifton 68 y Cruza uno en Güemez).

Para el bermuda Callie, evaluado en Concordia, Sinaloa, Reyes (1995a) reporta que la producción más alta se presentó cuando el pasto fue fertilizado con 160-40-00 (9.3 ton MS/ha), mientras que la menor producción se dió cuando el pasto no se fertilizó (3.0 ton MS/ha).

### Efecto de la Fertilización sobre el Valor Nutritivo del Forraje

Ramos (1974) indica que la digestibilidad in vitro de la materia seca del Coastal aumentó de 58 a 65 por ciento al incrementarse la aplicación de nitrógeno de 20 a 100 kg/ha/mes, con cortes cada 4 semanas, mientras que a las 8 semanas el nivel de nitrógeno no afectó la digestibilidad.

Cáceres et al. (1989b) determinaron que el contenido de proteína cruda y la digestibilidad in vivo de la materia orgánica y proteína cruda del Cruza uno se incrementaron con el nivel de nitrógeno (200 ó 400 kg/ha/año), mientras que Herrera (1981) indica que los contenidos porcentuales de pared celular y hemicelulosa disminuyeron con el incremento del nivel de nitrógeno en la fertilización (0 y 100 kg de N/ha, respectivamente).

## Praderas de Uso Intensivo

Las praderas con riego representan una gran capacidad de sostenimiento por unidad de superficie, alta productividad de carne y/o leche, una producción uniforme a lo largo del ciclo y mayores rendimientos de forraje, como consecuencia de mejores condiciones para la expresión de las características de las plantas, lo que debe ser conjugado con la estimación adecuada del potencial de carga animal y el sistema de pastoreo a utilizar (Hughes *et al.*, 1981).

Dentro del proceso de manejo de una pradera deben considerarse una serie de factores involucrados en la producción y utilización del pasto. Algunos tienen que ver con el crecimiento y la producción de biomasa, mientras que otros influyen sobre la productividad y el grado de utilización de los nutrimentos contenidos en la materia seca.

Una de las características más importantes de una pradera permanente es su persistencia, aspecto que depende de los factores de manejo y la interacción de estos con las características fisiológicas y los mecanismos de persistencia de las especies establecidas (Williams *et al.*, 1976).

En las zonas tropicales adquieren gran importancia los mecanismos de propagación basados en la elongación de tallos no reproductivos, con capacidad

de enraizamiento y generación de crecimiento aéreo. Los tallos elongados constituyen los estolones y son fundamentalmente homólogos de los macollos, siendo la elongación de los entrenudos basales la que da origen al hábito de crecimiento estolonífero (Spedding y Diekmahns, 1972).

Los estolones forman raíces en los nudos y dan origen a hijuelos o macollos, los que crecen erectos con un período corto de tiempo, convirtiéndose luego en nuevos estolones. El hábito de crecimiento por estolones no sólo pone todos los puntos de crecimiento axilares y muchos de los apicales debajo del nivel de defoliación, sino que también sirve como un eficiente método de propagación vegetativa, y de exploración de suelo por agua y nutrientes y permite la acumulación de carbohidratos de reserva en los rizomas (Mares, 1984b).

En el caso particular del zacate bermuda, se han generado materiales con una mayor capacidad de producir estolones y/o rizomas, lo que resulta importante para determinar su comportamiento. Las especies rizomatozas pueden no ser tan resistentes al pastoreo intenso como las estoloníferas, ya que el tejido remanente luego de la defoliación no es fotosintético y el rebrote dependerá básicamente del almidón y la sucrosa, presentes como reservas en las raíces de la planta (Mares, 1984a).

En relación con la capacidad de producir estolones durante la etapa de establecimiento inicial de la planta, en un trabajo realizado en Padilla, Tam., donde se evaluó el comportamiento de siete variedades de zacate bermuda bajo condiciones de riego, Zárate et al. (1993) reportan que 30 días después del transplante la presencia de estas estructuras de la planta solamente se manifestó en las variedades Cruza uno y Tifton 44 (9.7 y 6.7 estolones/planta), mientras que a los 60 días el mayor valor se obtuvo en la variedad Brazos (54.7) y los menores en Coastal (10.0). Así mismo, Limas et al. (1993), en un estudio de invernadero donde evaluaron las características fisiológicas de diferentes variedades de bermuda en suelo con distintos gradientes de salinidad (6, 14 y 26 mmhos/cm), reportan que el mejor comportamiento inicial se observó en el nivel de 6 mmhos/cm, para las variedades Tifton 44 y Tifton 78 (4.5 y 3.1 estolones/planta).

En un trabajo realizado en la zona centro de Tamaulipas, donde se comparó el establecimiento del Cruza uno y el Tifton 68, Saldivar et al. (1991a) reportan que éste último inició su crecimiento a partir de febrero, mientras que el Cruza uno lo hizo hasta marzo (en enero se presentó una helada).

Saldivar et al. (1991b), en un trabajo realizado en Güemez, Padilla y Victoria (Tamaulipas), evaluaron el establecimiento del Tifton 68 reportando que el número de rebrotes/planta fue mayor en los suelos arcillosos que en los

arenosos (13 vs. 9). Asimismo, determinaron que al final del primer año presentaron coberturas aéreas de 85, 76 y 69 por ciento para Güemez, Padilla y Victoria, mientras que para el segundo la cobertura fue total en todos los sitios. De manera similar Saldivar et al. (1991a) observaron que al final del primer año el Tifton 68 mostró una mayor cobertura que el Cruza uno (90 vs. 75 por ciento), mientras que en el segundo ésta fue completa: también, dichos autores indican que el primer año se caracterizó por el desarrollo de gruesos estolones, que fueron más largos en los suelos arcillosos, alcanzando 2.8 m, mientras que para el segundo año la longitud de estos se redujo, alcanzando 1.6 m en Güemez, 1.4 m en Padilla y 1.0 m en Victoria.

Por otro lado, un factor determinante en la digestibilidad de los forrajes tropicales es la proporción de hojas en relación al tallo. En el Cruza uno cortado cada 28 días, Jordan et al. (1981) mencionan que el porcentaje de hoja fue de 45, mientras que Herrera y Juan (1978) determinaron que éste fue el 62.5 por ciento en el primer año de implantación y 85.3 por ciento en el segundo. Por otro lado, Rivero e Igarza (1989) reportan que Callie y Tifton 67 presentaron de 25.1 a 34.8 por ciento, mientras que Holt y Conrad (1986) obtuvieron 59, 63, 62, 62 y 57 por ciento para Coastal, Callie, S-16, Tifton 68 y S-83, respectivamente.

## Productividad de las Praderas de Zacate Bermuda

En los últimos años se han realizado un gran número de trabajos buscando definir los potenciales de producción de leche y/o carne, tanto por animal como por unidad de superficie, en los principales sistemas de producción a base de pastos. Como ya se mencionó, entre las especies forrajeras más importantes para sostener la actividad ganadera en las zonas tropicales está el zacate bermuda, lo cual resulta de mayor importancia cuando se establecen praderas de uso intensivo, mediante la aplicación de insumos que permitan maximizar la respuesta del suelo y el animal.

A continuación se presentan una serie de trabajos realizados con el propósito de lograr lo anteriormente indicado.

### Producción de Carne

Para el Coastal, en Cuba, Gutierrez et al. (1978) reportan aumentos de peso de 0.501 kg/animal/día, mientras que Valdés et al. (1981) obtuvieron incrementos de 0.550, 0.360 y 0.300 kg/animal/día para 3, 4 y 5 becerros/ha, durante la época de lluvia. Por otro lado, Burns et al. (1984), en Estados Unidos, reporta que en praderas de Coastal se obtuvieron aumentos de peso de 0.420 kg/animal/día y 2,030 kg de carne/ha/año.

Utley et al. (1978) reportan que los novillos pastoreando Tifton 44 tuvieron incrementos de peso de 0.800 kg/anim/día, mientras que en Coastal se obtuvo una ganancia diaria de 0.670 kg. Asimismo, cuando los zacates fueron proporcionados en forma de pelets, los animales con Tifton 44 ganaron un 19 por ciento más que con el Coastal, y requirieron 15.9 por ciento menos alimento por unidad de incremento.

En Coahuila (México) se estudió la respuesta del Cruza uno a la aplicación de distintas cargas animal, cuando fue manejado con riego, fertilización (465-100-00, anualmente) y pastoreo controlado (7 días de pastoreo y 21 de descanso), obteniéndose incrementos de peso de 0.425, 0.390 y 0.283 kg/animal/día para las cargas de 12, 14 y 16 novillos/ha de 217 kg de peso inicial y la mejor respuesta por unidad de superficie se determinó para 12 novillos, con 808 kg/ha en 155 días de pastoreo (Lowry et al., 1979). Así también, Palomo y Vázquez (1979), en Chiapas, reportan que este pasto produjo incrementos de peso de 0.680, 0.628 y 0.476 kg/animal/día y 358, 539 y 583 kg/ha durante 175 días, para 3, 5 y 7 animales /ha. Para Tamaulipas, Garza (1977) reporta que el Cruza uno produjo 1,500 kg de carne en 215 días de pastoreo, con 10.9 novillos/ha.

Romero (1979), en Sinaloa, estudió la respuesta causada por diferentes niveles de fertilización nitrogenada (60, 90 y 120 kg/ha después de cada corte) en Cruza uno con riego y pastoreo controlado (7 días de pastoreo y 21 de descanso) y diferentes cargas animal (10.6, 13.6 y 16.0 novillos de 167 kg/ha) sobre los incrementos de peso, encontrando los mejores resultados con 90 kg de N/ha para las distintas cargas (1,240, 938 y 846 kg de carne/ha, respectivamente). Al respecto, Serrano (1978) reporta que los incrementos obtenidos en novillos pastoreados en Cruza uno fertilizado con 60 kg de N/ha después del corte, fueron mayores que los obtenidos con una pradera de Cruza uno mezclada con Clitoria, Siratro y Soya forrajera variedad Tinaroo (0.812 y 0.555 kg/animal/día y 2,040 y 1,398 kg de carne/ha en 210 días, respectivamente).

### **Efecto de la Suplementación sobre los Incrementos de Peso**

Debido a las condiciones que se dan en los pastos tropicales, normalmente estos no cubren los requerimientos de proteína cruda en los animales en crecimiento (Iturbide, 1984). En relación con esto, Wilson et al. (1977) indican que la suplementación con proteína de buena calidad mejora los incrementos de peso obtenidos. Al respecto, Phillips y Horn (1990) reportan que los novillos pastoreando en zacate bermuda mostraron mayores incrementos de peso cuando fueron suplementados con block protéico (0.623 kg/animal/día) y harinolina de algodón (0.664 kg).

Por otro lado, Romero (1978) reporta un estudio donde la suplementación con 0, 1 y 2 kg de melaza/animal/día produjo incrementos de peso de 0.545, 0.631 y 0.596 kg/animal/día y 854, 1,020 y 935 kg de carne/ha, cuando se utilizó una carga de 7 animales/ha en praderas de Cruza uno.

Así mismo, en Aldama, Tamaulipas, Monroy et al. (1980) reportan que en zacate Ferrer (Cruza uno), irrigado, fertilizado (240-80-00, fraccionado en 4 partes) y manejado con pastoreo rotacional (2 días de pastoreo y 28 de descanso), se obtuvieron 0.558 kg/animal/día (656 kg de carne/ha en 196 días de pastoreo) con una carga de 6 novillos/ha. En el anterior trabajo, todos los animales recibieron 1.0 kg de suplemento con 21% de proteína cruda/animal/día y 65 por ciento de nutrientes digestibles totales/animal/día. De igual manera, Benítez et al. (1987) observaron que las mejores respuestas se observaron cuando se dieron 1.3 ó 2.0 kg de suplemento/novillo/día, que con 0.6 kg.

Respecto a la época del año, Greene et al. (1990) observaron que los incrementos de peso en distintas variedades de zacate bermuda (Brazos, Grazer, Coastal y Tifton 44) fueron diferentes, indicando que ésta fue alta en mayo y baja en junio y agosto, para incrementarse nuevamente en septiembre. Los mayores incrementos se lograron en Grazer (1,183 kg de carne/ha/año).

## Producción de Leche

Vázquez y Serrano (1981) indican que en Cuba el Cruza uno es un pasto recomendable para animales con altos requerimientos, mientras que el Coastal puede ser explotado con animales de menores requerimientos nutricionales. En relación a lo anteriormente indicado, Pérez y Camejo (1978), Senra et al. (1989) y Vázquez y Serrano (1981) reportan que el Cruza uno puede soportar cargas de 3.4 a 6.3 vacas/ha y producir 10 kg de leche/vaca/ha, mientras el Coastal produjo solamente el 59.3 por ciento.

Para el Tifton 68, Machado y Lamela (1982) trabajaron bajo condiciones de riego y fertilización, utilizando una carga de 3 vacas/ha y rotaciones de 20 días en época seca y 15 en primavera, obteniendo una producción promedio por vaca de 9.0 litros de leche/día, utilizando solamente pasto.

En referencia con otras especies, Pereira et al. (1980), en Cuba, reportan producciones de leche similares en Pangola (6.9 l/vaca/día), Coastal (6.2 l), Rhodes (7.1 l) y Guinea (6.1 l) cuando se utilizaron 3 vacas/ha y las praderas fueron fertilizadas anualmente con 200-100-100. Asimismo, Portugal y Garza (1980), en Paso del Toro, Veracruz, reportan producciones de 6.0, 6.0 y 5.9 kg de leche/vaca/día, en 315 días, para Cruza uno, Guinea y Pangola, respectivamente. Las praderas fueron fertilizados con 100-60-00 y se utilizaron

vacas de doble propósito que recibieron 2 kg de suplemento (90, 3 y 7 por ciento de melaza, urea y agua)

## MATERIALES Y METODOS

Para el cumplimiento de los objetivos específicos marcados para esta investigación, las actividades de campo desarrolladas en este trabajo de investigación, que comprendieron dos años de estudio (1993 y 1994), se realizaron en dos fases. En la primera se estudió el establecimiento de ocho variedades de zacate bermuda, mientras que en la segunda se evaluó la producción y el valor nutritivo del forraje.

### Descripción del Area de Trabajo

#### Localización Geográfica

De acuerdo con el INEGI-SPP (1994), el área de estudio se localiza en la zona centro del Estado de Tamaulipas. Dicha entidad federativa se ubica entre los paralelos 22° 13' y 27° 40' de latitud Norte y los meridianos 97° 09' y 99° 40' de Longitud Oeste. Al Norte está limitado por los Estados Unidos de Norteamérica, al Sur con los estados de Veracruz y San Luis Potosí, al Este con el Golfo de México y al Oeste con el estado de Nuevo León (Figura 3.1).

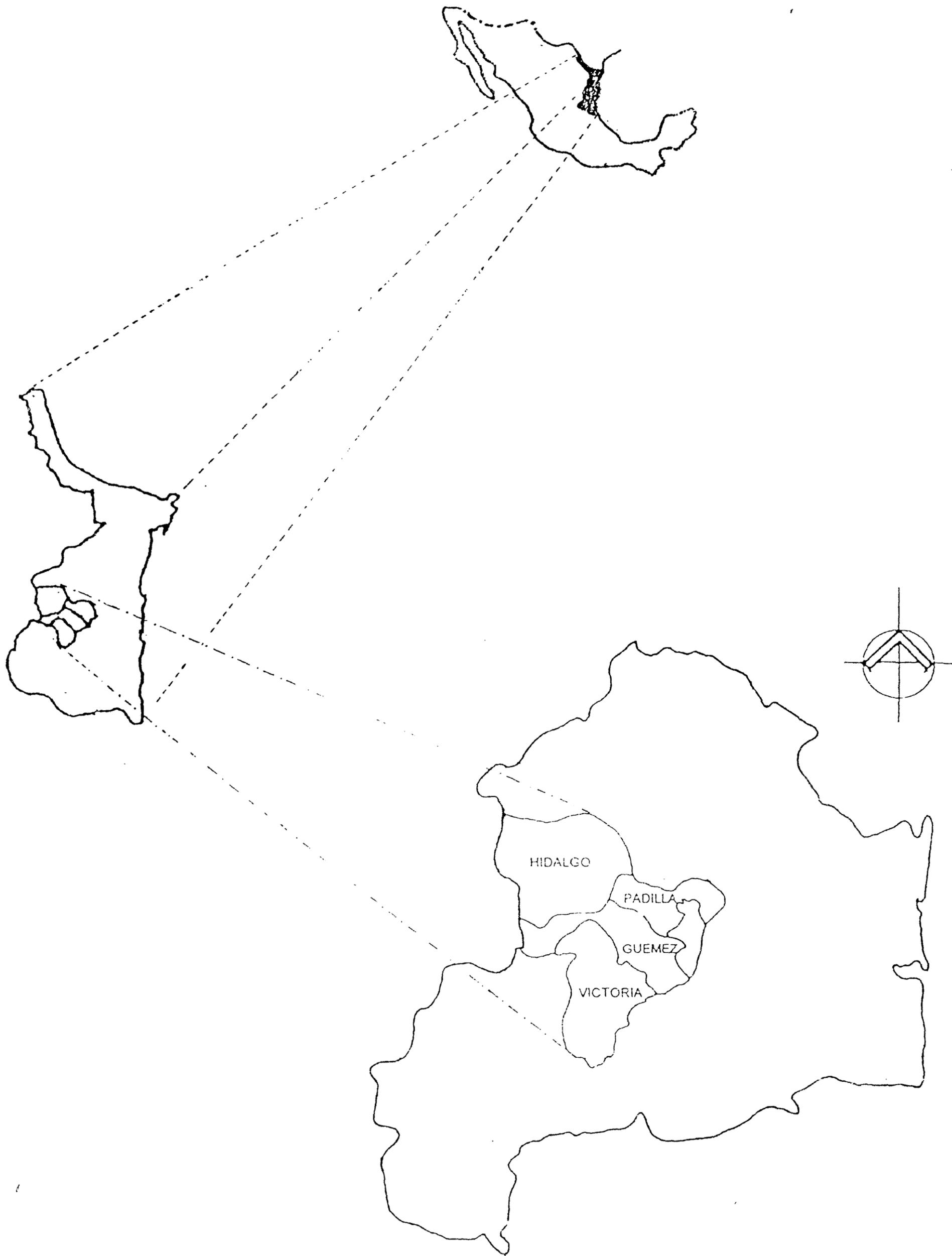


Figura 3.1. Localización del área de trabajo dentro del Estado de Tamaulipas.

En particular, el sitio experimental fue instalado en los campos de la Posta Zootécnica "Ing. Herminio García González", que es una unidad pecuaria perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, destinada a la producción de leche con vacas Jersey bajo condiciones de pastoreo en praderas irrigadas de zacate bermuda (Cruza uno y Tifton 68) en primavera-verano-otoño, y praderas invernales de avena forrajera (Avena sativa) y ballico anual (Lolium multiflorum) durante el invierno.

Dicha unidad de producción se encuentra ubicada en el Km. 23 de la carretera Cd. Victoria, Tam.-Monterrey, N.L. (Figura 3.2), y está localizada dentro del municipio de Güemez, Tam., entre los paralelos 23° 56' 33" de Latitud Norte y 98° 57' 15" del meridiano de Greenwich (INEGI-SPP, 1988).

### Geomorfología

El área donde se estableció el estudio se encuentra situada en la zona central del Estado de Tamaulipas. Dicha región se localiza en las inmediaciones de la planicie Costera del Golfo de México y la Sierra Madre Oriental, cuyos suelos, en general, presentan una formación por desintegración y acarreo de material calizo de las partes altas y depositado en las partes bajas.

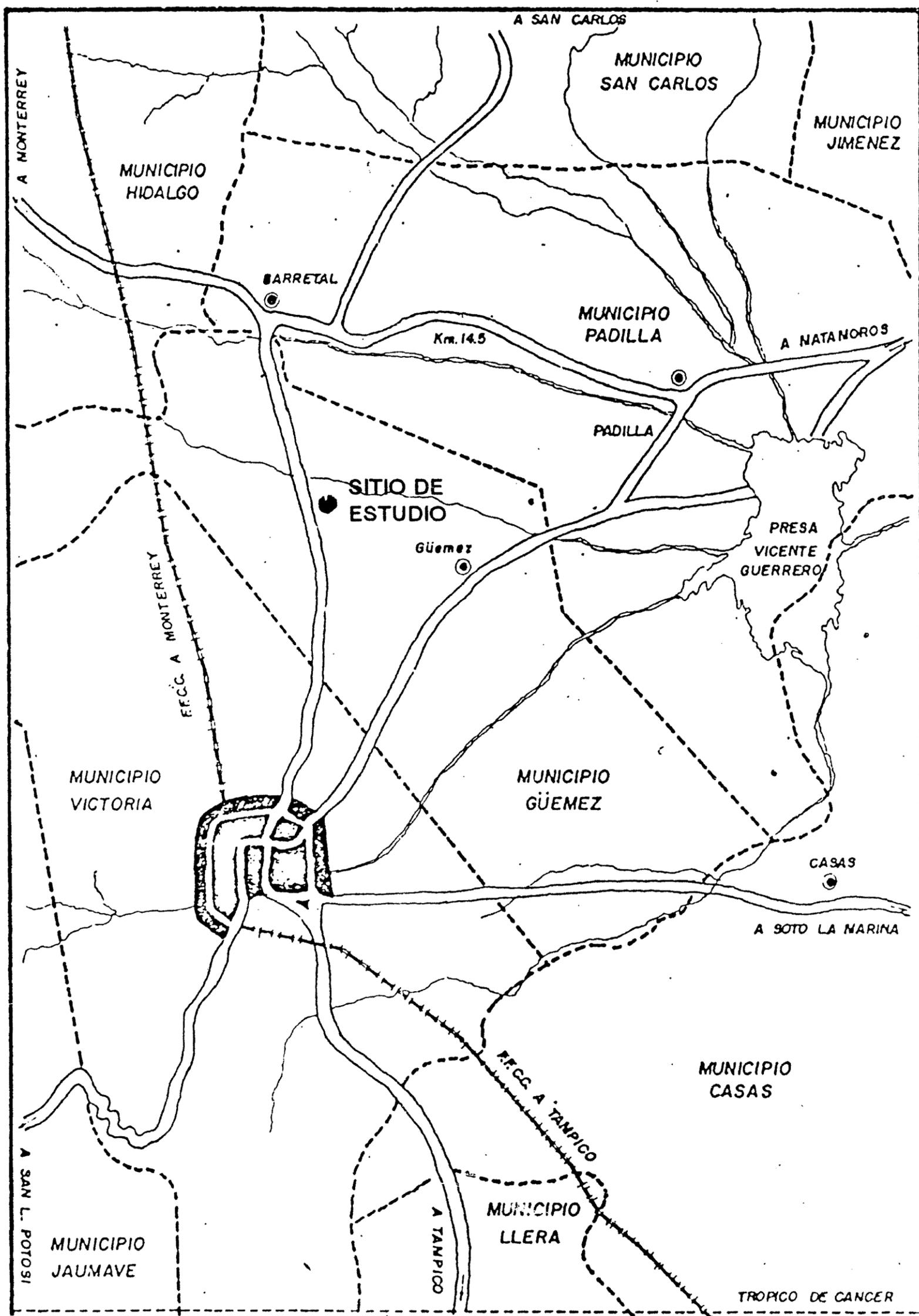


Figura 3.2. Localización del sitio experimental.

## **Características Climatológicas**

En la zona centro del Estado de Tamaulipas se manifiestan condiciones climáticas particulares, las cuales se presentan a continuación.

### **Clasificación del Clima**

El clima prevaleciente en el área de trabajo (Figura 3.3) es clasificado, según Koppen, como (A) C(Wo), que se caracteriza como semicálido, con temperatura media anual mayor de 18° C y la temperatura del mes frío está entre -3 y 18° C. Presenta lluvias en verano, con una precipitación del mes más seco de 40 mm y un porcentaje de lluvias invernales del 5 al 10.2 (García, 1981).

### **Vientos**

Según el INEGI-SPP (1988), en la zona del trabajo se presentan dos períodos. El primero de diciembre a febrero, cuyos vientos dominantes provienen del Norte y Noreste, y el segundo de marzo a noviembre, con vientos del Sureste ("Huasteco"). Asimismo, la influencia marítima ocasiona vientos húmedos que penetran en el continente y provocan gran parte de la precipitación anual, además durante los meses invernales llegan masas de aire polar o "nortes" que provocan precipitaciones y condiciones de alta humedad atmosférica.

## **Heladas**

Las heladas, como los vientos, responden a la influencia directa de la cercanía con el Golfo de México y para el área de estudio, el INEGI-SPP (1988) reporta un período de 20 días al año.

## **Granizadas**

Las granizadas no guardan un patrón de comportamiento definido, pero generalmente suceden en la época en que las precipitaciones son de tipo tempestuoso (verano). En el área de trabajo las granizadas no rebasan el promedio de dos días al año (INEGI-SPP, 1988).

## **Precipitación Pluvial y Temperatura**

Para tener referencia de la precipitación y la temperatura en el sitio experimental, se utilizaron datos climatológicos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua<sup>1</sup>, Agencia Victoria, obtenidos en la Estación Meteorológica de San José de las Flores (Güemez, Tamaulipas), distante 4 km al Sur del sitio de trabajo, durante 1993 y 1994.

---

<sup>1</sup>CNA (1994). Comunicación personal.

La precipitación pluvial presentada durante el presente trabajo, cuya distribución se muestra en la Figura 3.4, para ambos años de estudio, presentó dos épocas de lluvias. La primera, "el temprano", que comprendió de marzo a junio, la precipitación fue mayor en 1993. Para la segunda, "el tardío", de agosto a octubre, las lluvias fueron mayores en 1994, toda vez que aunque en ambos años la mayor precipitación se manifestó en septiembre, durante agosto y octubre del primero las lluvias fueron mínimas.

Para la temperatura, presentada en la Figura 3.5, se observa que en ambos años ésta se incrementó en forma gradual a partir de enero hasta junio, julio y agosto, donde se observaron los valores más altos, para posteriormente reducirse en la misma forma y presentar los menores valores en diciembre.

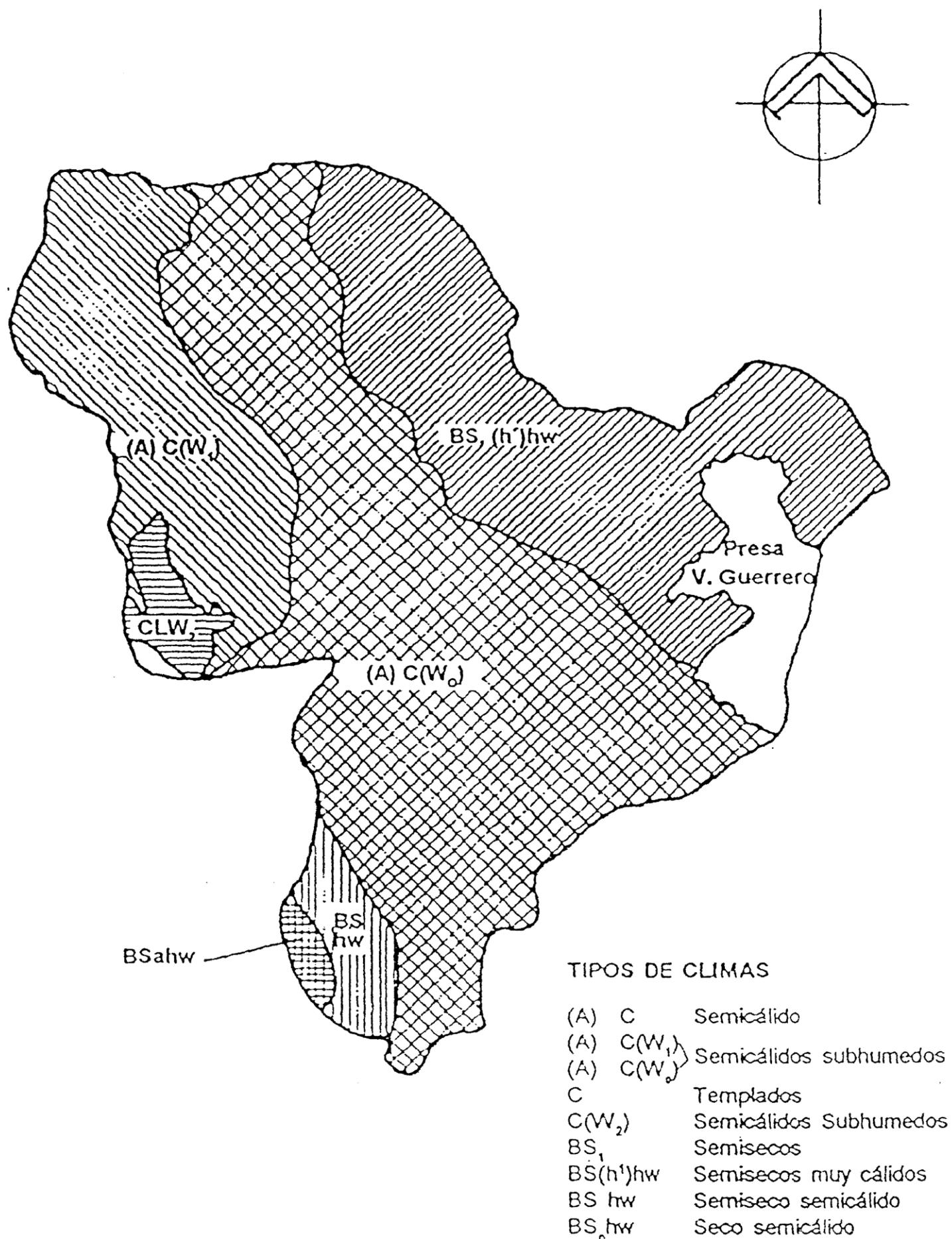


Figura 3.3. Principales tipos de clima en la zona centro de Tamaulipas.

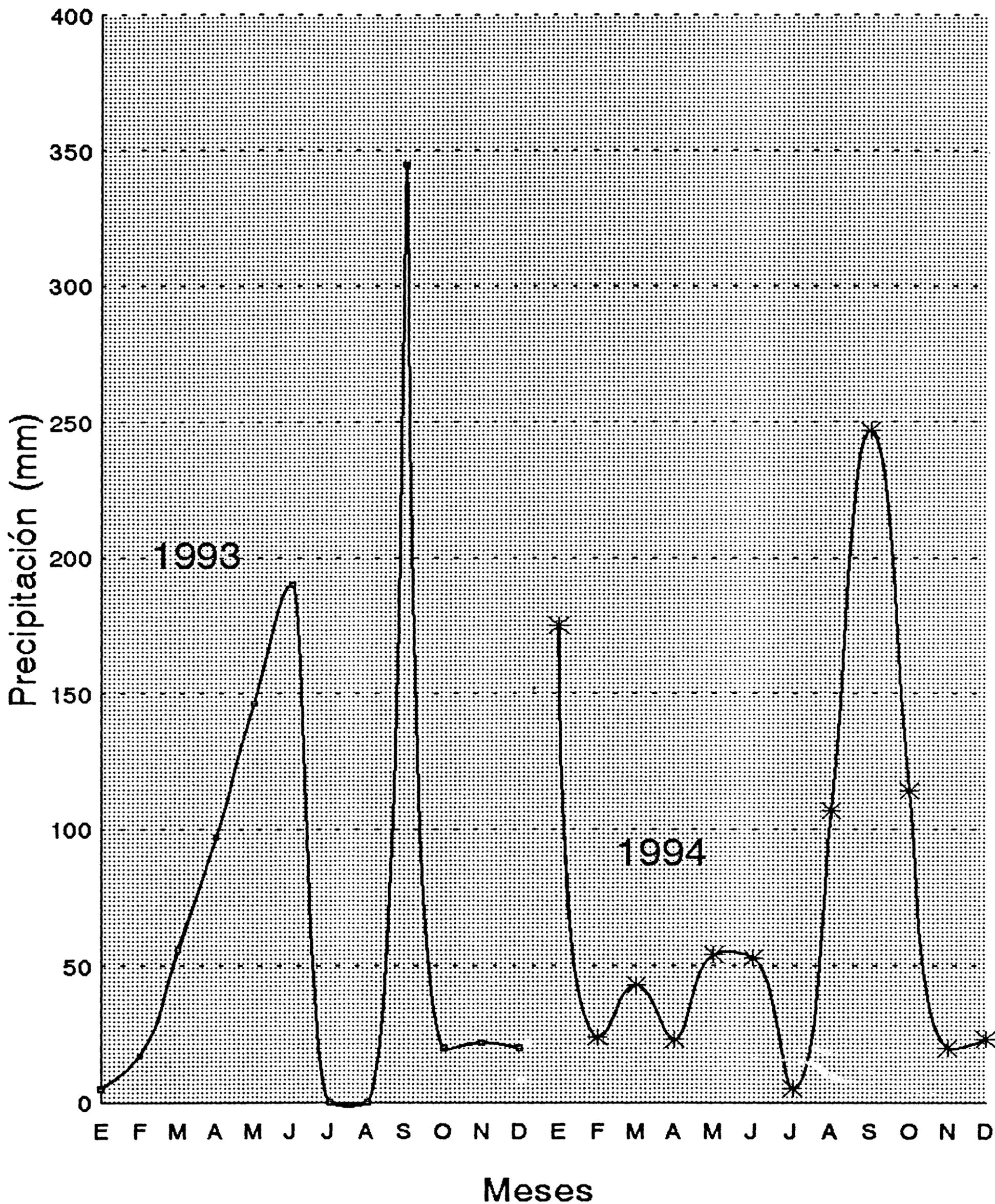
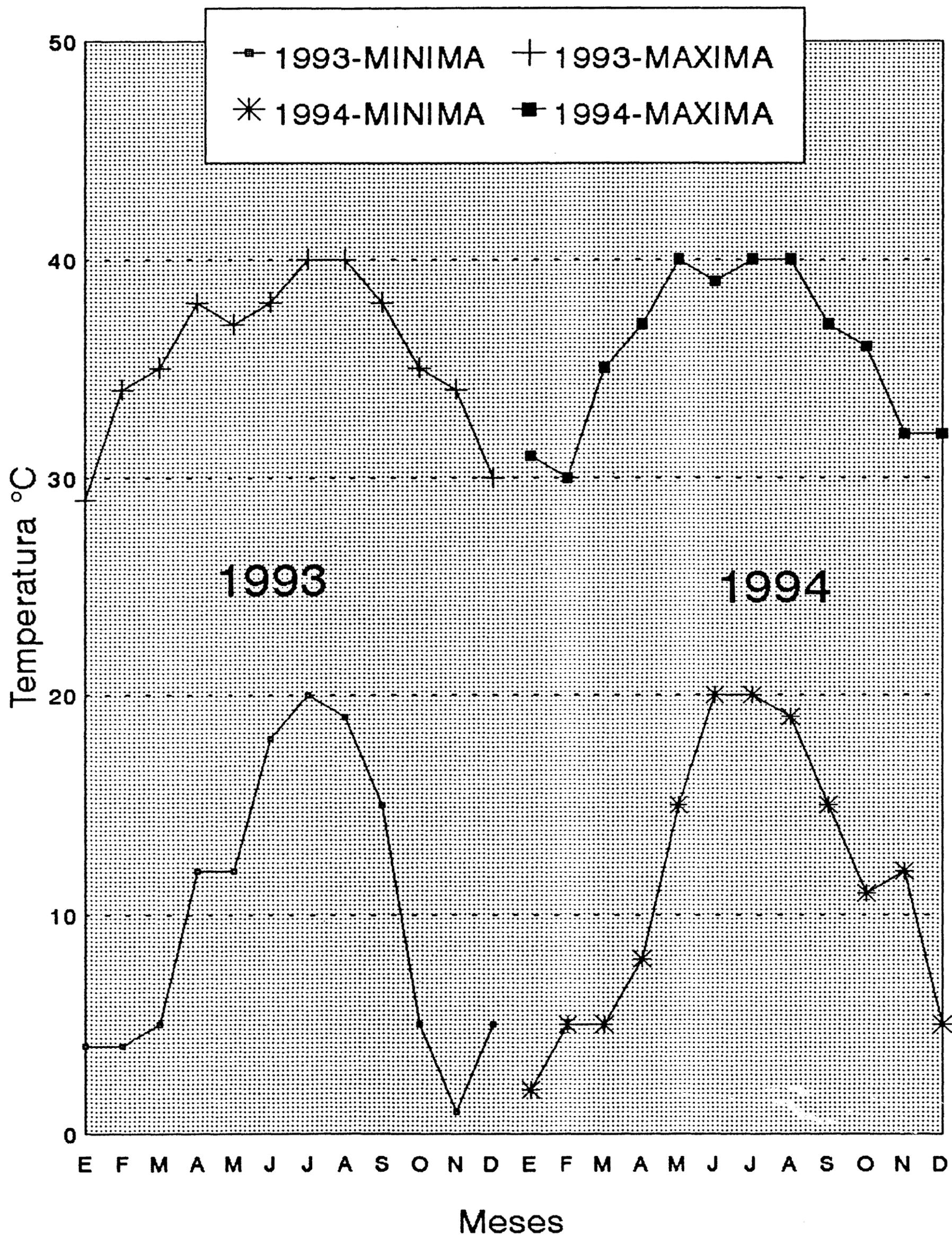


Figura 3.4. Precipitación promedio mensual observada en la Estación Climatológica de San José de las Flores, en Güemez, Tamaulipas, durante el período 1993-94.



**Figura 3.5. Temperaturas máximas y mínimas mensuales observadas en la Estación Climatológica de San José de las Flores, en Güemez, Tamaulipas, durante el período 1993-94.**

## Descripción del Suelo en el Sitio Experimental

De acuerdo a la clasificación de suelos de la FAO-UNESCO (1981), en el área de estudio se presentan suelos clasificados como Fluvisoles (Figura 3.6), los que presentan una textura fina franco-arcillosa en la superficie y franco-arenosa en el subsuelo, con pendientes planas (menor de 2 por ciento). Los suelos presentan depósitos aluviales recientes con sedimentos fluviales, marinos, lacustres o coluviales, caracterizados por un contenido de materia orgánica que disminuye en forma irregular o permanece arriba de 0.35 por ciento a una profundidad de 1.25 m.

Para corroborar lo expresado anteriormente, al inicio del trabajo de campo se realizó un muestreo del suelo a una profundidad de 0-30 cm y en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Agrícola de la Facultad de Agronomía de la U.A.T., se obtuvieron los resultados que se presentan en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1. Características físicas y químicas del suelo en el sitio experimental.**

Característica	%
Textura	
Limo	27.80
Arcilla	54.00
Arena	8.30
pH	8.00
CE (mmhos/cm)	0.89
% Saturación	45.00
% Nitrógeno	0.21
Relación C/N	9.00
% Materia orgánica	3.40
P (ppm)	0.50
K (meq/100 g)	0.59
Fe (ppm)	3.80
Zn (ppm)	0.60

De acuerdo con lo anterior, el suelo en el sitio experimental se clasifica como Migajón arcilloso, no presenta problemas de salinidad y con un pH medianamente alcalino. En dicho suelo se manifiesta una buena relación carbono/nitrógeno, con un buen contenido de materia orgánica y por ende de nitrógeno. Presenta además un bajo contenido de fósforo, potasio, fierro y zinc.

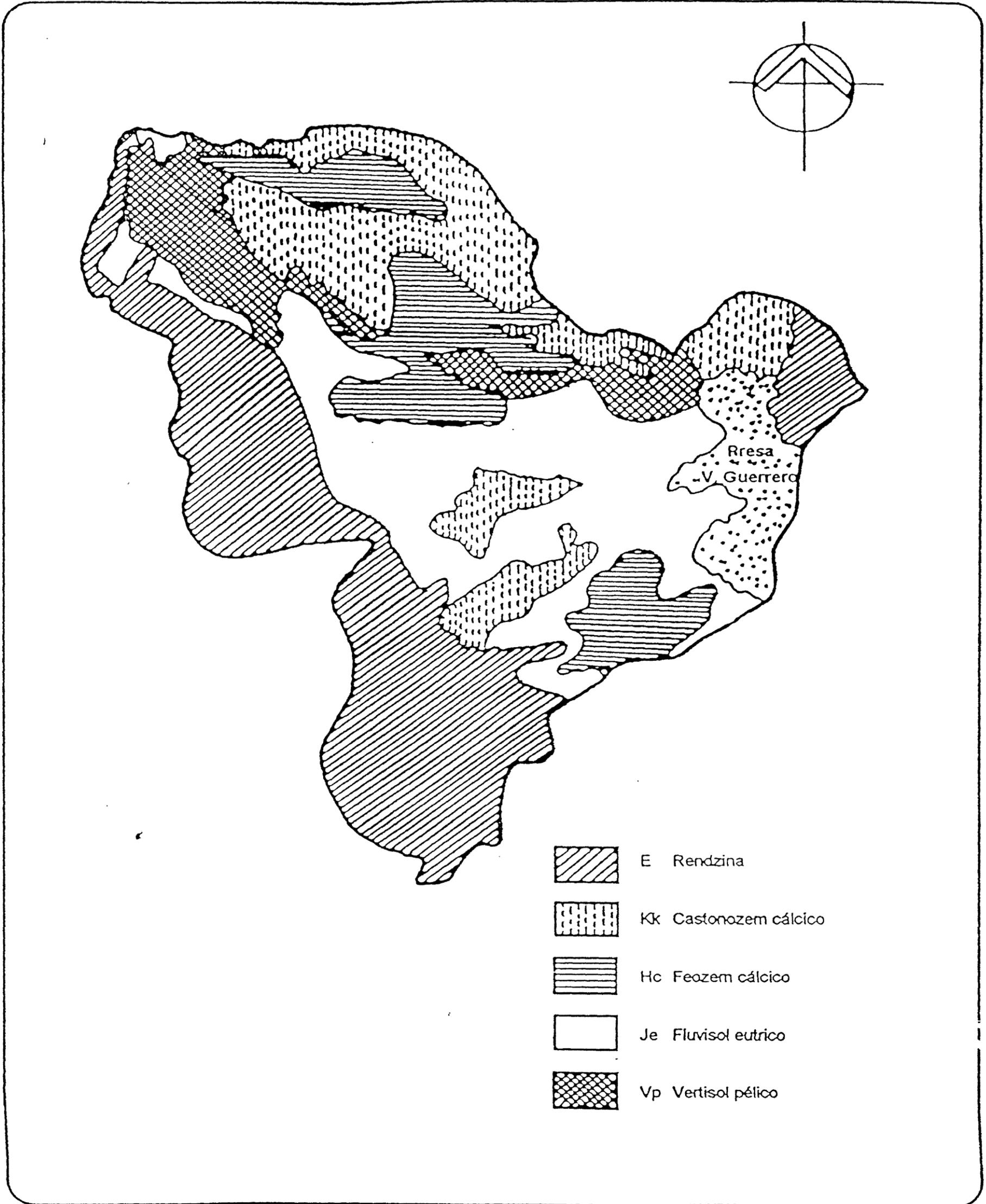


Figura 3.6. Principales tipos de suelo en la zona centro de Tamaulipas.

## **Materiales Experimentales**

### **Genotipos Utilizados**

Para este experimento fueron utilizados ocho genotipos de zacate bermuda, cuatro con características estoloníferas (Tifton 68, Tifton 85, Cruza uno y Brazos) y cuatro rizomatosas (Coastal, Gigante o NK-37, Tifton 44 y Tifton 78). A excepción de Cruza uno y Gigante o NK-37, que fueron obtenidos de praderas en explotación localizadas en la zona centro del Estado de Tamaulipas, las demás variedades se obtuvieron en la Estación Experimental de la Universidad de Texas A&M (Estados Unidos).

A partir de 1991, dichos materiales fueron propagados en el Rancho Experimental Pecuario "El Huasteco", perteneciente a la Facultad de Agronomía, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Padilla, Tamaulipas.

### **Producción de Plantas**

Durante diciembre de 1992, a nivel de invernadero, se realizó la preparación del material utilizado en la implantación del experimento, para lo cual se establecieron cada uno de los genotipos estudiados, en macetas.

Para las macetas se utilizaron bolsas de polietileno negro (para vivero), con una capacidad de 1.0 kg, conteniendo una mezcla de suelo negro, limo, estiércol de bovino y aserrín, en proporción de 6:2:2:1. Los elementos constituyentes de la mezcla fueron pasados a través de una malla (criba) de 0.5 cm, con el propósito de eliminar las partículas grandes, tales como piedras, terrones o grumos de estiércol. Asimismo, para eliminar la presencia de nemátodos, hongos, insectos del suelo y sus larvas y malas hierbas anuales y perennes, la mezcla utilizada se trató con Dazomet (Tetrahydro-3,5-Dimethyl-2H-1,3,5-Tiadiazin-2-Thione), para lo cual ésta se mezcló con el producto y se tapó con una lona durante siete días, después de lo cual el material fue utilizado para la elaboración de las macetas.

El material vegetativo de cada una de los genotipos fue obtenido a partir de los lotes de reproducción establecidos previamente en el R.E.P. "El Huasteco", seleccionando esquejes (rizomas con una sección del estolón) de 15 cm de longitud. Lo anterior fue realizado con la finalidad de asegurar el establecimiento de los materiales requeridos. En cada maceta se colocó un esqueje, dejando solamente descubierto el estolón.

## **Manejo de los Materiales en Invernadero**

A partir de su preparación, las macetas fueron identificadas con paletas de plástico y colocados en el invernadero, separándolas por genotipo, donde la temperatura mínima fue controlada a 30°C y fueron regados diariamente.

Como una práctica sistemática en el manejo del invernadero, periódicamente se realizó la desinfección completa de las instalaciones, con la finalidad de mantenerlas libres de insectos.

Asimismo, se realizaron fertilizaciones foliares, con un producto comercial, que contenía la fórmula 20-30-10, cuyo elevado nivel de fósforo es esencial para acelerar el enraizamiento de las plantas, y por lo tanto facilitar el establecimiento de los materiales.

### **Establecimiento del Sitio Experimental**

Durante enero de 1993 se procedió a localizar el lugar donde posteriormente fue establecido el sitio experimental, teniendo en cuenta la accesibilidad, la disponibilidad de agua de riego, topografía del terreno y características del suelo.

Una vez seleccionado el sitio del trabajo, el terreno fue barbechado utilizando tractor y arado, permaneciendo así durante dos meses, con la finalidad de favorecer la aereación y la eliminación de malezas y plagas en el suelo.

En abril se dieron dos pasos de rastra con el propósito de establecer una buena cama para favorecer el establecimiento de las plantas. En el sitio se delimitó un lote de 22 x 46 m y se conformaron 24 parcelas experimentales de 4 x 3 m (12 m<sup>2</sup> cada una), divididas en tres bloques completos. Entre cada parcela se dejó un corredor de 2 m, con la finalidad de evitar que durante el desarrollo del trabajo se presentasen mezclas de los pastos estudiados y posibles desplazamientos por parte de los más agresivos, al entrar en competencia.

La distribución de los tratamientos (variedades de zacate bermuda) en el campo se realizó de acuerdo a los lineamientos marcados para el diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, quedando conformado el sitio experimental de la manera que se presenta en la Figura 3.7.

El 15 de abril de 1993 se realizó el transplante, para lo cual en cada una de las parcelas experimentales fueron colocadas 12 macetas con plantas de la misma variedad, las cuales fueron sembradas utilizando palas para realizar el cavado de hoyos y cubrir los cepellones con tierra. Los hoyos se realizaron de

tal manera que las plantas quedaran separadas un metro, como se muestra en la Figura 3.8.

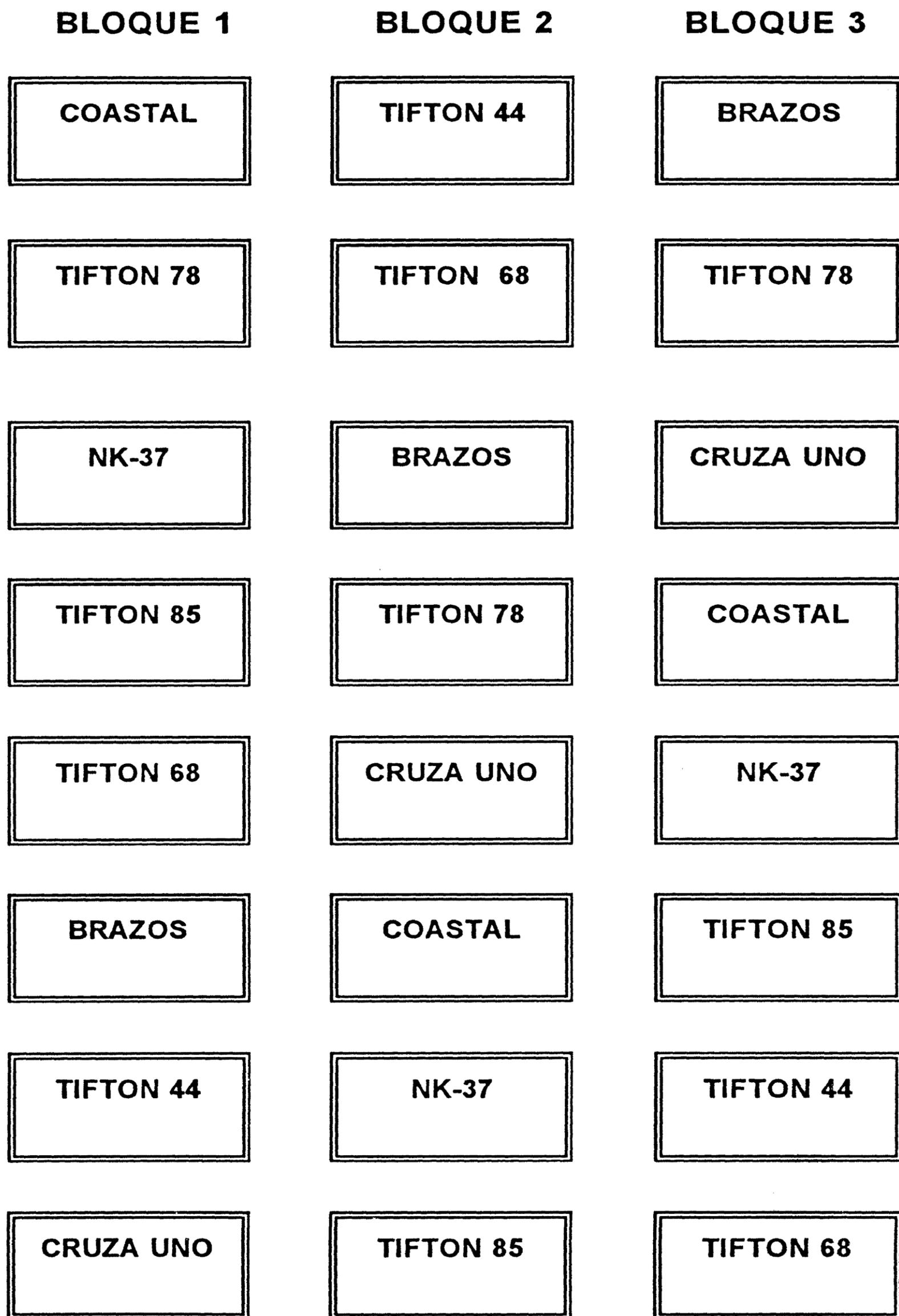
## **Prácticas de Manejo del Sitio Experimental**

### **Riegos**

Una vez terminado el transplante, todo el lote experimental fue regado utilizando un sistema por aspersores tipo cañón. Esta actividad se realizó hasta que en el suelo se comenzaron a presentar encharcamientos, aproximadamente a las 24 horas de iniciada esta actividad.

La finalidad de aplicar un riego pesado al momento del transplante fue para facilitar el establecimiento de las plantas, haciéndose incapié que el suelo se encontraba seco cuando se inició el trabajo. La lámina de agua aplicada fue aproximadamente de 25 cm, calculada en base a las especificaciones del equipo de riego utilizado y el tiempo de duración del mismo.

La aplicación del riego fue repetido durante todo el experimento con una frecuencia de 30 días, después de realizar la toma de datos en cada período, con una lámina de 12 cm.



**Figura 3.7. Distribución de campo de las diferentes variedades de zacate bermuda en el sitio experimental "Posta Zootécnica" en Güemez, Tamaulipas.**

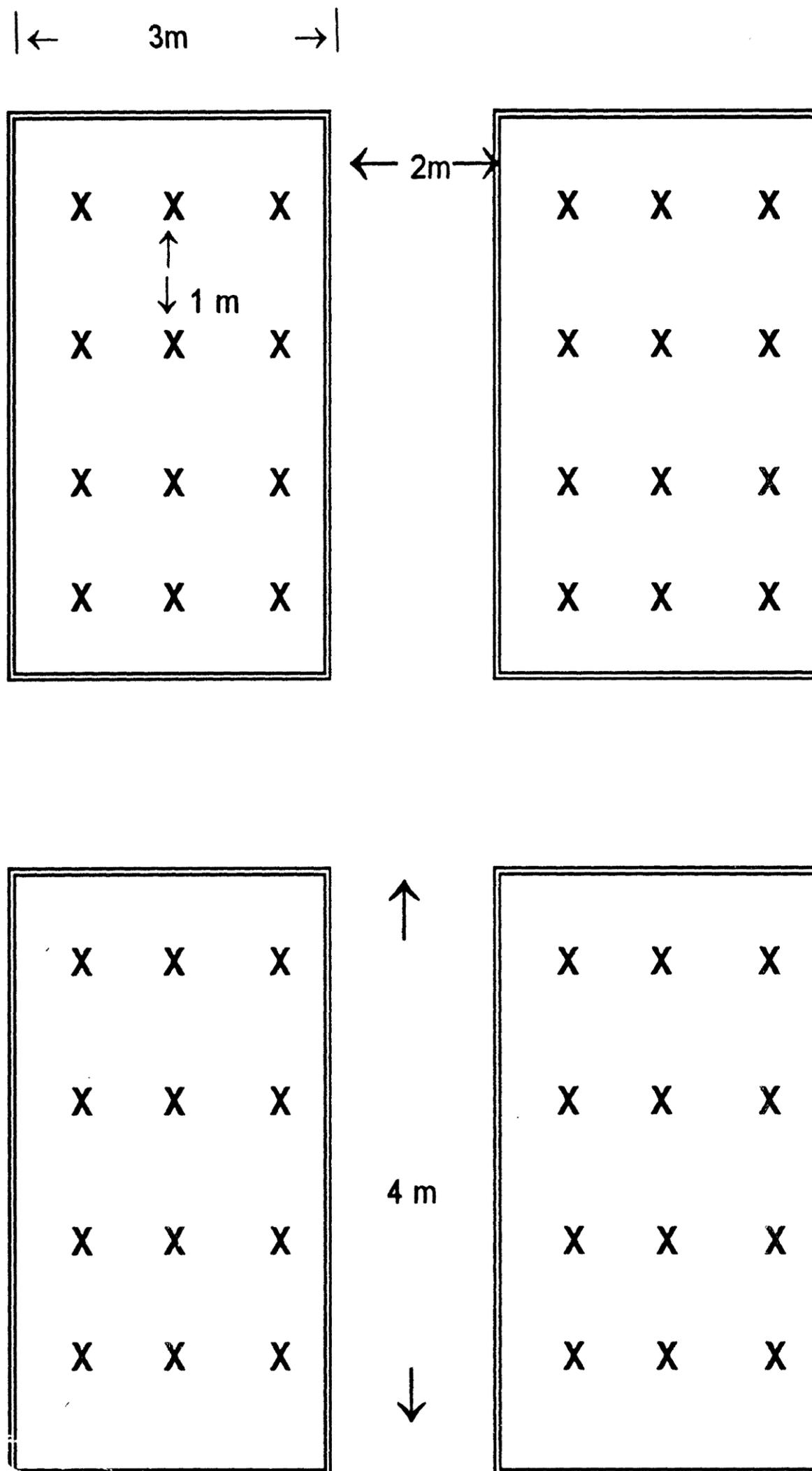


Figura 3.8. Esquematzación de las características de las parcelas y la colocacion del material vegetativo (X's) en las mismas.

## Eliminación de Malezas

La eliminación de malezas presentes en el sitio experimental se realizó mediante la aplicación de 2, 4-D, herbicida selectivo para plantas de hoja ancha y en forma manual para los zacates. Esta actividad se realizó durante los primeros tres meses de trabajo, una vez realizada la toma de datos y el riego (para facilitar la eliminación manual).

Las especies de hoja ancha presentes con mayor frecuencia fueron Huizache (Acacia farnesiana) y Amargoso (Momordica balsamina) mientras que de las gramíneas fue el zacate Bolillo o Maicillo (Brachiaria fasciculata).

## **Parámetros Medidos**

### Características de Establecimiento

Durante los primeros tres meses de trabajo, es decir 30, 60 y 90 días posteriores al transplante, se realizó la toma de datos que sirvieron para valorar la capacidad de establecimiento de las variedades de zacate bermuda, cuantificando el número y longitud de los estolones, el número y longitud de entrenudos/estolón y el número de vástagos/estolón. Las determinaciones anteriormente indicadas se realizaron en cada una de las dos plantas colocadas en el centro de la parcela experimental.

## Producción de forraje

A partir del quinto mes de iniciado el trabajo (septiembre de 1993) se inició la estimación del forraje producido mensualmente por cada uno de las variedades experimentales, lo cual se realizó tomando dos muestras, de 1 m<sup>2</sup> cada una, en cada parcela experimental. Para eliminar el "efecto de orilla" en la toma de muestras, en cada parcela se estableció una parcela útil de 3 x 2 m, eliminando 0.50 m en cada lado de la parcela.

La cosecha del forraje de cada muestra fue realizada cortándolo a 10 cm de altura, sobre el suelo, utilizando tijeras. Este criterio fue observado en todos los cortes realizados. Posteriormente, el forraje fue puesto en bolsas de manta identificadas, las cuales fueron colocadas en sombreaderos al aire libre durante una a dos semanas, con la finalidad de que la mayor cantidad de humedad fuera eliminado; para realizar una estandarización de la humedad, las muestras fueron puestas en bolsas de papel y colocadas en estufa eléctrica a una temperatura de 55° C, hasta peso constante.

Una vez que se realizaron los cortes evaluativos, el lote experimental fue pastoreado de manera total y uniformemente, utilizando un hato de vacas Jersey controlado con cercos energizados, hasta una altura de 10 cm.

En ambos años de estudio se tomó como criterio la realización de trabajos de campo durante la época de crecimiento activo de las plantas de zacate bermuda en la zona, es decir de abril a noviembre de cada año. Cabe mencionar que en función de lo anterior y de que en noviembre de 1993 y agosto de 1994 se registraron pastoreos fuera de programa y daño causado por gusano medidor (Mocis latipes.Guen) en octubre de 1993, durante el primer año sólo se realizaron dos cortes evaluativos (septiembre y octubre) y cinco en el segundo (mayo, junio, julio, septiembre y noviembre).

En cada caso, una vez que se determinó la pérdida de la evaluación correspondiente, el lote fue pastoreado y regado de la manera ya descrita, con la finalidad de tener un nuevo crecimiento a evaluar.

Con los datos obtenidos de cada uno de los muestreos realizados, se calcularon las producciones de materia seca por corte (PMScorte) y acumulada para el período evaluado durante 1994 (PMSacumulada).

## Valor Nutritivo del Forraje

Cada una de las muestras del forraje cosechado fueron separadas en dos porciones iguales. Una fue utilizada para determinar la relación tallo-hoja, mientras que de la otra se tomaron submuestras representativas, para determinar el contenido de proteína cruda y la digestibilidad in situ de la materia seca.

### **Relación hoja-tallo**

Esta variable fue calculada en todas las muestras de forraje tomadas durante la etapa de producción de forraje, mediante la relación entre el peso seco de las hojas y los tallos presentes en la muestra de forraje seleccionada, para lo cual primeramente fueron separadas ambas estructuras de la planta en forma manual y pesadas por separado. La relación fue determinada como el cociente de ambos valores:

$$\text{Relación hoja-tallo} = \text{Peso seco hoja/Peso seco tallo}$$

### **Proteína Cruda**

La determinación del contenido porcentual de proteína cruda se realizó en las muestras de forraje tomadas en el período de mayor productividad de la pradera (mayo, junio y julio de 1994).

Se utilizó el método de Kjeldall descrito por Zavala et al. (1979), el cual comprende la ebullición de una muestra del forraje en ácido sulfúrico, con lo que el nitrógeno protéico es convertido a sulfato ácido de amonio. La digestión se completa cuando la solución ácida de la muestra se vuelve básica con hidróxido de sodio concentrado, el cual libera el amonio que es entonces destilado como hidróxido de amonio dentro de un exceso de solución estandarizada de ácido. El ión amoniaco se combina con una parte del ácido y el exceso de este último es titulado con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, con lo que se determina la cantidad de nitrógeno. Para calcular el porcentaje de proteína cruda, la cantidad de nitrógeno determinada en la muestra se multiplica por 6.25 (100/16 por ciento de nitrógeno en la proteína).

### **Digestibilidad in situ de la Materia Seca**

Para la determinación de la digestibilidad fue utilizado un toro cebuino, fistulado ruminalmente, con una cánula de 10 cm de diámetro y que durante cuatro semanas previas a la fase de estudio fue alimentado con 8 kg/día de heno de Tifton 68.

Este parámetro sólo se determinó en muestras de seis de las variedades de zacate (bermuda Cruza uno, Brazos, Coastal y los Tifton 68, 78 y 85), debido a la insuficiente disponibilidad de bolsas de nylon. Las variedades Tifton 44 y el

NK-37 no se incluyeron en esta determinación debido a su pobre comportamiento para el establecimiento y producción de forraje.

Las muestras de forraje fueron cortadas en porciones de 2.0 cm aproximadamente, incubándose 5.0 g por cada bolsa. El tiempo de incubación en el rumen fue de 120 horas, utilizando bolsas de nylon de 10 x 20 cm y 53 micras de abertura en poro.

Una vez que se completó el tiempo de incubación, las bolsas con muestra fueron retiradas del rumen, para posteriormente ser lavadas con agua clara hasta quedar completamente limpias, después de lo cual se dejaron escurrir y luego fueron secadas en estufa eléctrica a 55°C hasta peso constante, lo que ocurrió a las 48 horas.

Una vez secas las muestras se pesó el material remanente, y con ello fue calculada la cantidad de materia seca desaparecida. Con los datos obtenidos fue calculada la digestibilidad in situ de la materia seca en el forraje producido en cada parcela, mediante la siguiente relación:

$$\%DISMS = (PM - PR/PM) \times 100$$

Donde:

- %DISMS** = Por ciento de digestibilidad in situ de la materia seca.  
**PM** = Peso de la muestra puesta en el rumen.  
**PR** = Peso del material remanente, una vez retirada, lavada y secada la bolsa.

## Evaluación Estadística

Los datos obtenidos para cada uno de los parámetros medidos se evaluaron estadísticamente mediante el análisis de varianza para el diseño experimental de parcelas divididas, colocando en la parcela grande a la variedad de bermuda y en la chica el corte o muestreo realizado y la diferenciación de medias de tratamientos con la prueba de Tukey.

Para determinar el grado de asociación entre las variables de establecimiento y la producción y el valor nutritivo del forraje (relación hoja-tallo, proteína cruda y digestibilidad in situ) se calcularon coeficientes de correlación. Asimismo, para la producción estacional durante el segundo año de estudio, las tendencias en cada variedad fueron determinadas mediante análisis de regresión.

El análisis estadístico de los datos obtenidos fue realizado en computadora, utilizando el procedimiento Anova del SAS (1987) y el paquete de Diseños Experimentales-FAUANL (Olivares, 1994).

# RESULTADOS Y DISCUSION

## Características de Establecimiento

### Número de Estolones

Para esta variable se determinó un efecto significativo en la interacción (Cuadro A.1) de los factores evaluados (variedades y días posteriores a la siembra), obteniéndose el mayor valor ( $P < 0.05$ ) en la variedad Coastal, 90 días después de la siembra.

Asimismo, como se observa en el Cuadro 4.1. tanto el Coastal como el Tifton 68 mostraron consistentemente a los 30, 60 y 90 días posteriores a la siembra un número de estolones marcadamente más alto ( $P < 0.05$ ) que el resto de las variedades, mientras que Tifton 44, NK-37 y Tifton 78, presentaron el menor número de estolones, aproximadamente la mitad de los observados en el Coastal.

Estos valores difieren de lo reportado por Zárate et al. (1993) en una zona cercana a la del presente estudio, quienes observaron que en el crecimiento inicial (30 días después de la siembra), solamente el Cruza uno y Tifton 44 (9.7

y 6.7 estolones/planta) de siete variedades de bermudas, manifestaron la presencia de dichas estructuras, mientras que en este trabajo los estolones se presentaron en gran número desde la primera evaluación. Asimismo, en el estudio de Zárate *et al.* (1993) a los 60 días después del transplante, las variedades estoloníferas como Brazos mostraron la mayor cantidad de estolones/planta, lo que resulta cercano a lo observado en el presente trabajo, donde a fechas iguales de siembra, dicha variedad presentó 34.3 estolones/planta.

**Cuadro 4.1. Número de estolones (media  $\pm$  E.E.) por planta en ocho variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Días después de la siembra		
	30	60	90
1) Tifton 68	32.5 $\pm$ 2.7 ab	42.8 $\pm$ 4.5 ab	50.8 $\pm$ 6.7 ab
2) Tifton 85	28.3 $\pm$ 2.5 abc	41.8 $\pm$ 3.8 ab	45.2 $\pm$ 5.2 bc
3) Cruza uno	27.3 $\pm$ 5.0 abc	32.3 $\pm$ 2.5 c	38.3 $\pm$ 5.3 c
4) Brazos	27.3 $\pm$ 3.2 abc	34.3 $\pm$ 1.7 bc	43.5 $\pm$ 4.4 bc
5) Coastal	35.5 $\pm$ 3.6 a	50.2 $\pm$ 2.7 a	54.3 $\pm$ 1.2 a
6) NK-37	23.8 $\pm$ 3.8 bc	25.8 $\pm$ 4.1 cd	26.8 $\pm$ 2.5 d
7) Tifton 78	19.8 $\pm$ 3.2 c	22.8 $\pm$ 1.2 d	24.0 $\pm$ 4.6 d
8) Tifton 44	25.3 $\pm$ 4.1 bc	30.7 $\pm$ 4.5 cd	37.8 $\pm$ 5.5 c
Promedio/ muestreos	27.5 c	35.1 b	40.1 a

\*Dentro de cada columna, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

La mayoría de las variedades mostraron un incremento de estolones, significativo ( $P < 0.05$ ) y sistemático, durante los 90 días posteriores a la siembra. La excepción a lo anteriormente indicado fue el comportamiento mostrado por las variedades NK-37 y Tifton 78, en las que el número de estolones presentó una variación reducida ( $P > 0.05$ ) a los 30, 60 y 90 días posteriores a la siembra.

### Longitud de Estolones

Referente a la longitud de los estolones, los valores obtenidos mostraron una amplia dispersión ( $P < 0.05$ ) entre las variedades estudiadas (Cuadro 4.2), observándose que los estolones del Tifton 68 fueron el doble de largos que los de los Tifton 44 y 78.

El comportamiento anterior concuerda con lo observado en otros estudios (Burton y Monson, 1984; Burton y Monson, 1988; Burton *et al.*, 1993), donde se indica que los Tifton 68 y 85 poseen estolones grandes y que en pruebas comparativas la longitud de dichas estructuras ha superado a otros híbridos. Asimismo, los datos de este estudio coinciden con lo reportado por Saldivar *et al.* (1991a), quienes reportan que el Tifton 68 sembrado en la zona centro de Tamaulipas, en su fase de establecimiento se caracterizó por el desarrollo de estolones gruesos, que fueron más largos en plantas sembradas en suelos arcillosos (Güemez y Padilla), con longitudes de 1.6 a 2.8 m.

Respecto a las variedades rizomatosas, y en especial para Tifton 44, los resultados obtenidos en el presente trabajo confirman lo reportado por Mueller *et al.* (1992), quienes señalan que en los suelos arcillosos, como el presente en el sitio experimental, el establecimiento de este pasto ha resultado lento, tomando algunas veces hasta dos años para lograr una cobertura total.

**Cuadro 4.2. Longitud de estolones, expresada en cm (media  $\pm$ E.E.), en ocho variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Días después de la siembra		
	30	60	90
1) Tifton 68	46.9 $\pm$ 7.9 a	55.1 $\pm$ 5.5 a	61.5 $\pm$ 1.0 a
2) Tifton 85	37.5 $\pm$ 9.0 ab	51.1 $\pm$ 3.7 ab	53.7 $\pm$ 9.8 ab
3) Cruza uno	45.2 $\pm$ 4.0 a	43.7 $\pm$ 6.5 abc	57.2 $\pm$ 8.7 ab
4) Brazos	40.1 $\pm$ 8.4 ab	44.9 $\pm$ 7.0 abc	43.6 $\pm$ 9.8 bc
5) Coastal	30.8 $\pm$ 3.5 ab	30.5 $\pm$ 1.0 bc	35.1 $\pm$ 3.3 ab
6) NK-37	34.3 $\pm$ 7.0 ab	34.8 $\pm$ 6.9 abc	36.9 $\pm$ 9.4 ab
7) Tifton 78	26.2 $\pm$ 5.6 b	29.6 $\pm$ 7.2 bc	30.1 $\pm$ 4.1 b
8) Tifton 44	30.7 $\pm$ 4.4 ab	28.8 $\pm$ 2.8 c	29.6 $\pm$ 6.3 b
Promedio/ muestreos	36.5 c	39.8 b	43.4 a

\*Dentro de cada columna, valores con la distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Cabe mencionar que en las variedades de bermuda con características rizomatosas (NK-37, Tifton 44, Coastal y Tifton 78), la longitud de los estolones fue similar ( $P>0.05$ ) a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, mientras que en las variedades estoloníferas se presentó un incremento ( $P<0.05$ ) en la longitud de los estolones conforme transcurrió el tiempo después de la siembra.

### Número de Entrenudos

En el Cuadro 4.3 se presenta el número de entrenudos por estolón de ocho variedades de zacate bermuda durante los 90 días después de su siembra, donde no se detectaron diferencias ( $P>0.05$ ) entre variedades con respecto a esta variable.

Por otra parte, para los muestreos realizados a los 30, 60 y 90 días posteriores a la siembra e independientemente de las variedades, se observó que el número de entrenudos por estolón fue mayor ( $P<0.05$ ) después de los 60 días, comparado con los 30 días.

**Cuadro 4.3. Número de entrenudos por estolón (media  $\pm$  E.E.) en ocho variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Días posteriores a la siembra		
	30	60	90
1) Tifton 68	4.07 $\pm$ 0.57 a	6.47 $\pm$ 0.73 a	7.38 $\pm$ 1.05 a
2) Tifton 85	3.91 $\pm$ 0.63 a	6.82 $\pm$ 0.61 a	7.65 $\pm$ 1.42 a
3) Cruza uno	4.13 $\pm$ 0.56 a	5.98 $\pm$ 1.11 a	7.09 $\pm$ 0.76 a
4) Brazos	4.29 $\pm$ 0.53 a	5.74 $\pm$ 0.70 a	6.26 $\pm$ 2.64 a
5) Coastal	3.32 $\pm$ 0.23 a	5.12 $\pm$ 1.17 a	5.61 $\pm$ 0.73 a
6) NK-37	4.08 $\pm$ 0.87 a	5.71 $\pm$ 1.80 a	5.60 $\pm$ 0.93 a
7) Tifton 78	3.27 $\pm$ 0.19 a	5.01 $\pm$ 0.04 a	4.90 $\pm$ 0.56 a
8) Tifton 44	3.32 $\pm$ 0.60 a	5.28 $\pm$ 0.83 a	5.12 $\pm$ 0.96 a
Promedio/ muestreos	<u>3.80 b</u>	<u>5.77 a</u>	<u>6.20 a</u>

\*Dentro de cada columna, valores con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

### Longitud de Entrenudos

La longitud de los entrenudos fue similar ( $P > 0.05$ ) para todas las variedades de zacate bermuda a los 30 días de la siembra; sin embargo, después de los 60 y 90 días la mayor longitud ( $P < 0.05$ ) se presentó en Tifton 68, seguido de Cruza uno y Tifton 85. Por otro lado las variedades Tifton 44 y 78 mostraron los valores más reducidos a los 60 y 90 días posteriores a la siembra.

Lo anterior se apega a lo expresado por Spedding y Diekmahns (1972), quienes indican que la elongación (crecimiento) de los entrenudos da origen al crecimiento estolonífero, lo cual se pone de manifiesto en el hecho de que las variedades con mayor longitud de entrenudos mostraron las máximas longitudes en los estolones.

**Cuadro 4.4. Longitud de los entrenudos, expresada en cm (media  $\pm$  E.E.), en ocho variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Días posteriores a la siembra		
	30	60	90
1) Tifton 68	11.81 $\pm$ 1.39 a	8.53 $\pm$ 0.68 a	8.43 $\pm$ 1.28 a
2) Tifton 85	9.52 $\pm$ 0.88 a	7.50 $\pm$ 0.44 ab	7.00 $\pm$ 0.43 abc
3) Cruza uno	11.11 $\pm$ 1.99 a	7.43 $\pm$ 1.50 ab	8.08 $\pm$ 1.04 ab
4) Brazos	8.68 $\pm$ 2.02 a	7.50 $\pm$ 1.37 ab	6.87 $\pm$ 0.34 abc
5) Coastal	9.29 $\pm$ 1.26 a	6.17 $\pm$ 1.45 b	6.32 $\pm$ 1.07 bc
6) NK-37	9.48 $\pm$ 1.74 a	6.33 $\pm$ 1.42 b	6.57 $\pm$ 0.97 bc
7) Tifton 78	8.03 $\pm$ 1.99 a	5.90 $\pm$ 1.47 b	6.13 $\pm$ 0.36 c
8) Tifton 44	9.46 $\pm$ 2.38 a	5.50 $\pm$ 0.52 b	5.76 $\pm$ 0.66 c
Promedio/ muestreos	9.68 a	6.86 b	6.90 b

\*Dentro de cada columna, valores con la distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

Asimismo, independientemente de las variedades, la longitud de los entrenudos fue mayor ( $P < 0.05$ ) a los 30 días posteriores a la siembra, mientras que para los 60 y 90 días se redujo la longitud de estas estructuras. Lo anterior se debió a que la estructura presente al final de cada estolón y que en este trabajo fue considerada como entrenudo, presentan una mayor longitud en comparación con los que se manifiestan posteriormente.

### Número de Vástagos

Como se observa en el Cuadro A.5, la interacción de los factores en estudio resultó significativa, obteniéndose los mayores valores ( $P < 0.05$ ) para Tifton 68 y Cruza uno, 90 días después de la siembra. En el mismo sentido, cabe señalar que a los 30 y 60 días posteriores a la siembra el mayor número de vástagos/estolón ( $P < 0.05$ ) se presentó en Tifton 68 y Brazos, respectivamente.

Por otra parte, como se observa en el Cuadro 4.5 en todas las etapas de desarrollo (días posteriores a la siembra) el número de vástagos/estolón fue mayor en las variedades estoloníferas (Tifton 68, Tifton 85, Cruza uno y Brazos), comparadas con las rizomatozas (Coastal, NK-37, Tifton 78 y Tifton 44) .

Lo anterior se apega a lo expresado por Mares (1984b), quien indica que los estolones forman raíces en los nudos y dan origen a hijuelos o macollos, los que posteriormente se transforman en estolones. Cabe señalar que aunque el número de entrenudos no mostró diferencia entre las variedades estudiadas, los valores obtenidos fueron mayores en los materiales con características estoloníferas, lo que dio origen a que el número de rebrotes se manifestara con mayor intensidad en dichas variedades.

**Cuadro 4.5. Número de vástagos/estolón (media  $\pm$  E.E.) en ocho variedades de zacate bermuda, sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Días después de la siembra		
	30	60	90
1) Tifton 68	2.68 $\pm$ 0.13 a	3.65 $\pm$ 0.58 abc	4.44 $\pm$ 0.17 a
2) Tifton 85	2.02 $\pm$ 0.35 ab	3.79 $\pm$ 0.56 ab	3.96 $\pm$ 0.73 a
3) Cruza uno	1.92 $\pm$ 0.37 ab	4.03 $\pm$ 0.64 a	4.45 $\pm$ 0.66 a
4) Brazos	1.94 $\pm$ 0.05 ab	4.17 $\pm$ 0.72 a	3.46 $\pm$ 0.46 abc
5) Coastal	1.76 $\pm$ 0.08 ab	2.64 $\pm$ 0.11 cd	2.18 $\pm$ 0.35 d
6) NK-37	1.47 $\pm$ 0.14 b	2.46 $\pm$ 0.41 d	2.97 $\pm$ 0.45 bcd
7) Tifton 78	1.31 $\pm$ 0.01 b	2.86 $\pm$ 0.28 bcd	2.77 $\pm$ 0.42 cd
8) Tifton 44	1.32 $\pm$ 0.27 b	2.68 $\pm$ 0.57 cd	2.18 $\pm$ 0.29 d
Promedio/ muestreos	1.80 b	3.29 a	3.30 a

\*Dentro de cada columna, valores con la distinta literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

Asimismo, independientemente de la variedad, se observó que a medida que transcurre el tiempo posterior a la siembra, se dió un incremento significativo ( $P < 0.05$ ) en los vástagos presentes en cada estolón, sin mostrarse diferencia entre los 60 y 90 días después de la siembra. Cabe señalar que en las variedades Tifton 68 y Coastal los valores fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) para los tres muestreos, mientras que para el resto de las variedades la diferenciación ( $P < 0.05$ ), sólo se dió con relación al primero.

## **Producción de Forraje Seco**

### **Producción por Corte**

Como se observa en el Cuadro A.6 la interacción de los factores estudiados (variedades de zacate bermuda y días posteriores a la siembra en que se realizaron los muestreos evaluativos) fue significativa, presentándose los mayores rendimientos de forraje ( $P < 0.05$ ) en el Tifton 68, para el corte realizado en julio de 1994.

De la misma manera, en el Cuadro 4.6 se observa que para todos los cortes evaluativos realizados la mayor producción de forraje seco ( $P < 0.05$ ) se obtuvo en la variedad Tifton 68, seguida por Tifton 85, e inmediatamente después Cruza uno. La variedad Brazos mostró producciones de forraje intermedias, es decir, por debajo de las ya mencionadas, pero superiores ( $P < 0.05$ ) a las

variedades con características rizomatozas. Estas últimas variedades mostraron un comportamiento similar ( $P>0.05$ ) en las producciones obtenidas, donde los valores más altos se presentaron en NK-37, seguido de Coastal y Tifton 78, mientras que las menores se dieron en Tifton 44.

Para Cruza uno, las producciones de forraje en los primeros cortes evaluativos manifestaron ser menores que las obtenidas en Tifton 68 y Tifton 85, mientras que en los últimos dos cortes (septiembre y noviembre de 1994), éstas fueron similares en las tres variedades.

**Cuadro 4.6. Producción de forraje seco (ton/ha) en distintas variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Cortes							Prom. Corte
	1993		1994					
	Sept.	Oct.	Mayo	Junio	Julio	Sept	Nov.	
1) Tifton 68	2.8 a	3.6 a	3.5 a	4.1 a	5.1 a	3.9 a	2.8 a	3.7 a
2) Tifton 85	2.4 a	2.3 b	3.2 ab	3.7 a	3.4 b	3.8 a	3.2 a	3.1 b
3) Cruza Uno	1.5 b	1.9 bc	2.8 b	3.0 b	3.1 b	3.4 a	2.8 a	2.6 c
4) Brazos	1.3 b	1.4 cd	1.7 c	2.3 c	2.1 c	1.9 b	2.0 b	1.8 d
5) Coastal	0.5 c	0.3 e	1.3 cd	1.5 d	1.5 d	1.5 bc	1.4 bc	1.1 ef
6) NK-37	0.4 c	0.3 e	1.4 cd	1.5 d	2.2 d	1.2 c	1.4 bc	1.2 e
7) Tifton 78	0.2 c	0.3 e	0.8 d	1.2 d	1.8 d	1.4 bc	0.8 d	0.9 fg
8) Tifton 44	0.3 c	0.8 de	0.7 d	0.7 d	1.0 e	1.2 c	1.3 cd	0.8 g
Promedio/corte	1.2 c	1.3 c	1.9 b	2.3 a	2.6 a	2.3 a	1.9 b	

Para cada corte evaluativo, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

\*Primer corte evaluativo realizado a los 150 días posteriores a la siembra.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, son similares a lo observado por Zárate et al. (1993), quienes en un trabajo realizado en Padilla, Tamaulipas (zona centro del Estado), obtuvieron la mayor producción de forraje en las variedades Brazos, Tifton 68 y Cruza uno, mientras que los rendimientos más bajos se dieron para Coastal y Tifton 44. Igualmente, estos datos coinciden con lo observado por Terrazas (1995), quien reporta, en un estudio realizado en Chihuahua, Chih., que Cruza uno y Tifton 68 produjeron la mayor cantidad de forraje y presentaron la menor proporción de material muerto y mayor tolerancia a Puccinia cynodontis.

La magnitud de las producciones por corte obtenidas en este estudio para las variedades Tifton 68, Tifton 85, Cruza uno y Tifton 44 resultan similares a las obtenidas en Padilla, Tam. por Zárate et al. (1993), quienes reportan rendimientos de 3.4, 2.7, 2.9 y 0.9 ton MS/ha, respectivamente, con cortes cada 30 días. De la misma manera, la producción obtenida para Cruza uno fue igual a la reportada por Hernández et al. (1995) en Hueytamalco, Puebla (2.6 ton MS/ha/corte). Por el contrario, la producción de forraje seco en Brazos, Coastal y Tifton 78 fue menor a la reportada por Zárate et al. (1993) en Padilla, Tamaulipas (4.7, 2.1 y 2.9 ton MS/ha, respectivamente).

## Producción Acumulada

Para discutir la producción acumulada de forraje seco obtenida en el presente estudio, solamente se consideró el forraje cosechado durante el crecimiento activo del segundo año (Figura 4.1), donde sólo se realizaron cortes evaluativos correspondientes a los meses de mayo, junio, julio, septiembre y noviembre.

La producción acumulada de Tifton 68 (19.3 ton MS/ha) fue cercana a la obtenida por Terrazas (1995) en Chihuahua, Chih. (23.6 ton MS/ha/año), por Machado y Lamela (1982) en Cuba (21.2 ton MS/ha/año) y Monson y Burton (1982) en Tifton, GA. (26.7 ton MS/ha/año), pero superior a lo reportado por Reyes (1995b) en Durango (14.7 ton MS/ha/año).

Para Cruza uno, La producción acumulada obtenida (14.7 ton MS/ha) es superior a los resultados obtenidos, de 13.3 a 15.3 ton MS/ha/año, bajo condiciones de temporal en Cuba en diferentes trabajos de investigación (Funes, 1978; Hernández y Gómez, 1978a; Valdés et al., 1985; Gómez et al., 1989; Machado, 1980). Asimismo, dicha producción de forraje resulta inferior a lo reportado por Funes (1978) y Montero et al. (1978), quienes indican que la producción de forraje de este pasto fue de 27.2 a 30.8 ton MS/ha/año cuando fue manejado con riego y fertilizado con 400-150-00.

De la misma manera, las producciones acumuladas observadas para Coastal en el presente trabajo (7.1 ton MS/ha) son muy inferiores a lo obtenido por otros autores (Burton et al., 1987; Funes et al., 1978; González y Hellman, 1977; Hernández et al., 1981; Holt y Conrad, 1986), quienes han reportado rendimientos entre 11.5 y 19.8 ton MS/ha/año.

Para Tifton 78, las producciones acumuladas obtenidas (5.9 ton MS/ha) son inferiores a la reportada por Adjei et al. (1989), quienes reportan 8.7 ton MS/ha/año. Cabe señalar que el pasto en consideración presentó producciones reducidas si se toma en cuenta lo señalado por Burton y Monson (1988), quienes indican que éste produce un 25 por ciento más que el Coastal, mientras que en el presente trabajo, el Coastal superó a la producción del Tifton 78 en un 20.3 por ciento (7.1 vs 5.9 ton MS/ha).

Asimismo, la producción de forraje acumulada obtenida para Tifton 44 (4.6 ton MS/ha) fue inferior a la reportada por Chackroun et al. (1990), quienes obtuvieron 13.9 ton MS/ha/año.

Como se hizo manifiesto, las variedades con características rizomatozas (Coastal, NK-37 y los Tifton 78 y 44) mostraron producciones de forraje inferiores a las reportadas en la literatura, lo que se apega a lo expresado por Mares (1984a), quien señala que en el zacate bermuda las plantas rizomatozas

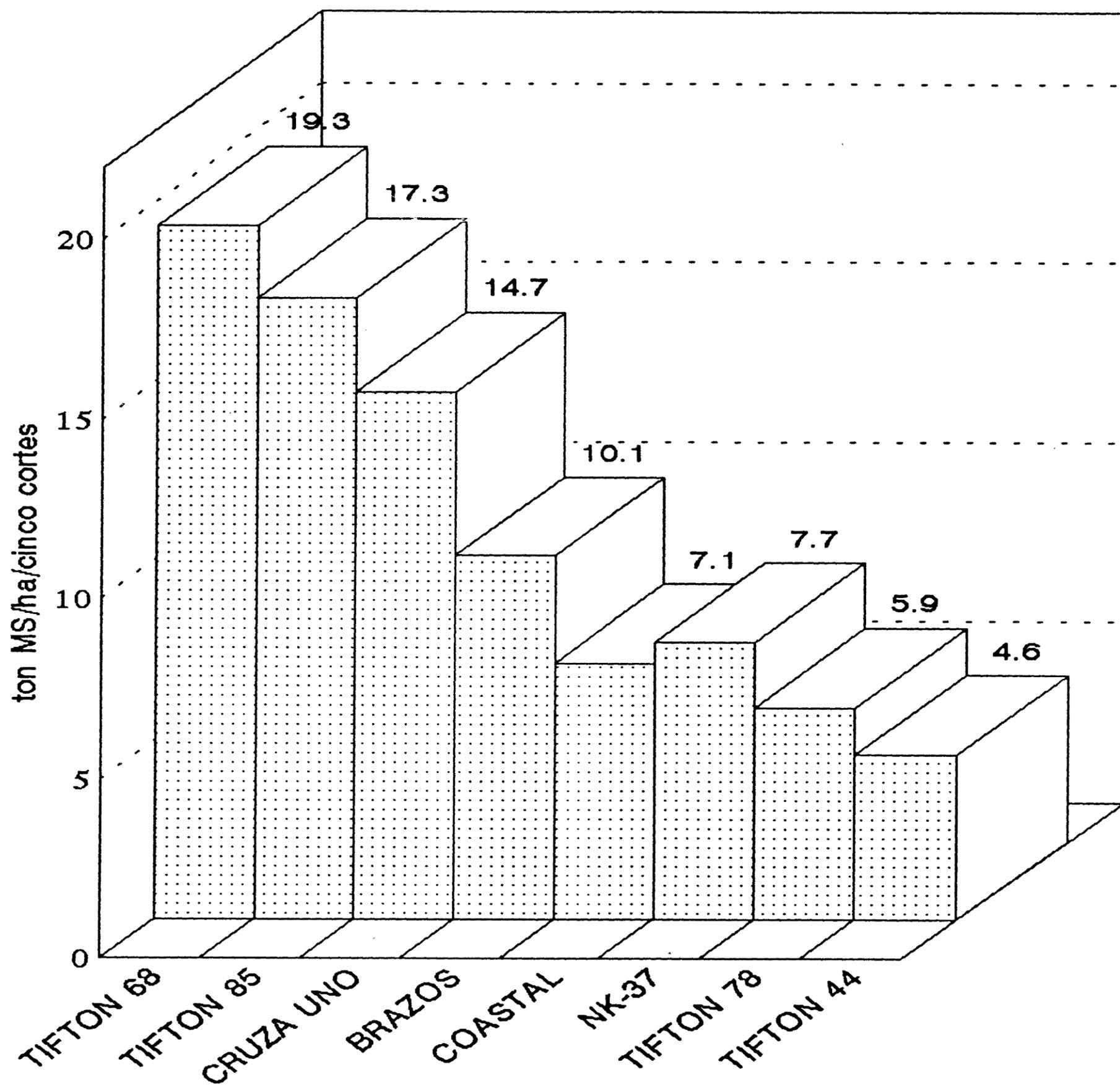


Figura 4.1. Producción acumulada de forraje seco durante el crecimiento activo del pasto (abril a noviembre de 1994) en ocho variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.

presentan desventajas en relación con las estoloníferas, ya que el tejido remanente después de la defoliación no es fotosintético y el rebrote dependerá básicamente de las reservas en el sistema radicular. Lo anterior resulta de gran importancia en los suelos arcillosos, como el presente en el sitio de este trabajo, donde la estructura de los mismos resulta detrimental para el desarrollo radicular, del cual depende la reproducción en las variedades rizomatosas.

### Producción Estacional

En el Cuadro 4.6 se observa que en general, para todas las variedades estudiadas se elevó la producción de forraje seco a medida que se incrementaban los cortes evaluativos. En septiembre y octubre de 1993 (primer año de establecimiento) se obtuvieron las menores producciones, para posteriormente incrementarse hasta alcanzar los mayores rendimientos de forraje en el corte realizado en julio de 1994. Después de lo anterior, las producciones obtenidas se redujeron paulatinamente, para manifestarse los rendimientos más bajos en el corte realizado en noviembre.

Las producciones de forraje obtenidas en las diferentes épocas del año (Figuras 4.3 y 4.4) confirman las apreciaciones hechas por Hanna (1990), quien indica que en las zonas tropicales una de las fuentes más importantes en la determinación de la productividad de una pradera es la época del año,

presentándose los mayores rendimientos durante los meses de mayor longitud del día y precipitación pluvial. Al respecto, Hussey y Pinkerton (1990) indican que dicho comportamiento se ha observado en los bermudas Brazos, Coastal, NK-37 y los Tifton 44 y 68 bajo riego, los que presentaron cambios en la producción y calidad del forraje de acuerdo a la estación del año.

En relación con lo anterior, la temperatura máxima diaria durante los períodos o estaciones de corte en el presente trabajo mostró un grado de asociación bajo ( $r = 0.24$ ) con la producción de materia seca, lo que resulta similar a lo determinado por Burton et al. (1988), quienes indican que la temperatura fue la variable climatológica medida con menor relación respecto a la producción de forraje ( $r = 0.46$ ) en praderas plenamente establecidas de bermuda Coastal, mientras que la presentación de altos valores de radiación solar y longitud del día, aspectos no cuantificados en el presente trabajo pero que se manifiestan durante el verano, determinaron ( $r^2 = 0.64$ ) altos rendimientos.

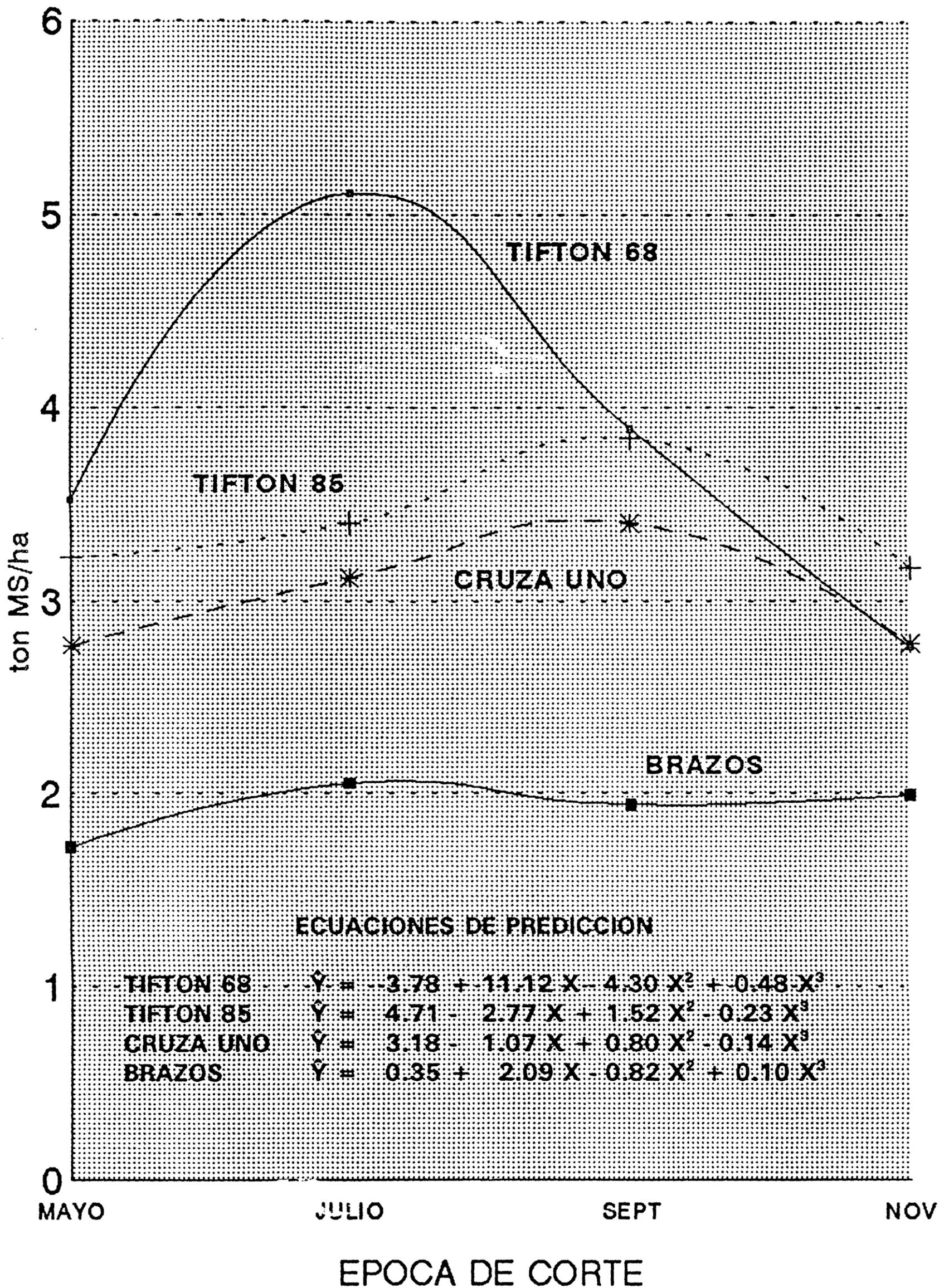


Figura 4.2. Comportamiento de la producción estacional de forraje seco en ocho variedades estoloníferas de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.

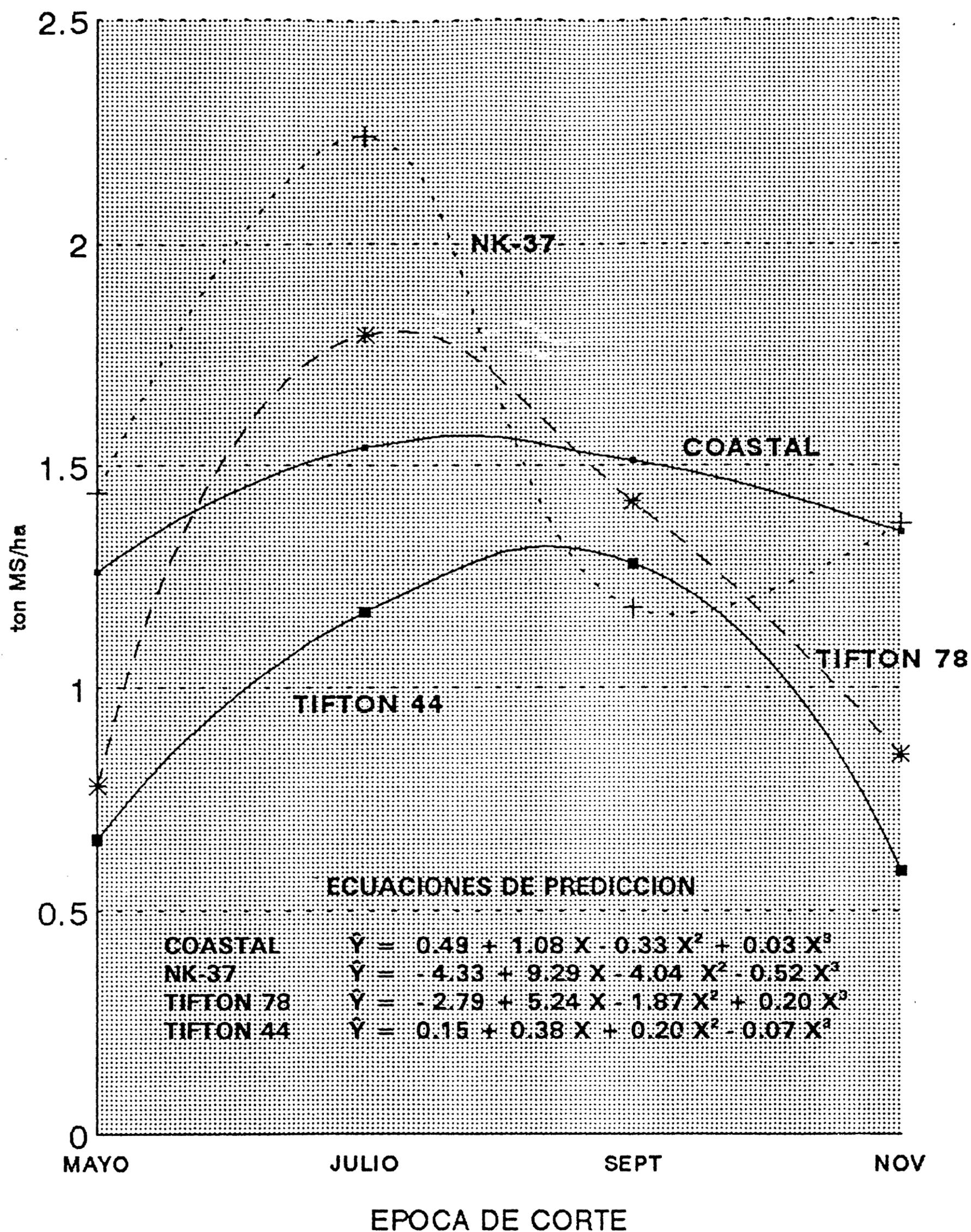


Figura 4.3. Comportamiento de la producción estacional de forraje seco en distintas variedades rizomatosas de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.

## Influencia de las Características de Establecimiento sobre la Producción de Forraje

El grado de asociación (coeficiente de correlación) entre las variables de establecimiento y la producción de materia seca por corte, en las diferentes variedades de zacate bermuda, se incrementó con los días posteriores a la siembra, obteniéndose los valores de mayor magnitud para el muestreo realizado 90 días después de la siembra.

**Cuadro 4.7. Coeficientes de correlación entre la producción de materia seca por corte y las características de establecimiento en ocho variedades de zacate bermuda en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Características	días después de la siembra		
	30	60	90
No. estolones/planta	0.33 ns	0.23 ns	0.41 ns
Longitud de estolones	0.70 **	0.81 **	0.83 **
No. entrenudos/estolón	0.42 *	0.54 **	0.69 **
Longitud de entrenudos	0.47 *	0.68 **	0.69 **
No. vástagos/estolón	0.83 **	0.62 **	0.84 **

ns = no significativo ( $P > 0.05$ ); \* = diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); \*\* = diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Como se observa en el Cuadro 4.7, a excepción del número de estolones/planta, las demás características de establecimiento presentaron coeficientes de correlación altos ( $P < 0.01$ ) y positivos al día 90, lo cual indica que estos son determinantes sobre la producción de materia seca por corte, obtenida en cada una de las variedades estudiadas durante el segundo año de estudio. Por el contrario, para el número de estolones/planta la manifestación de valores bajos ( $P > 0.05$ ), indica que dicha variable no ejerció influencia sobre los rendimientos de forraje. Lo anterior queda de manifiesto en la variedad Coastal, la cual aunque presentó el mayor valor para el número de estolones, sus valores para las otras variables fueron intermedios (longitud de estolones y número y longitud de entrenudos por estolón) o bajos (número de vástagos/estolón), lo cual se tradujo en rendimientos de forraje seco reducidos.

En razón al comportamiento anterior se estableció que la producción de forraje seco/ha en las distintas variedades de zacate bermuda estudiadas, se explica ( $r^2 = 0.80$ ) con la siguiente ecuación de predicción:

$$\hat{Y} = -3.035 + 0.018 (X_1) - 0.00005 (X_2) + 0.105 (X_3) + 0.224 (X_4) + 0.618 (X_5)$$

donde:

$\hat{Y}$  = Producción estimada de materia seca/corte.

$X_1$  = Número de entrenudos.

$X_2$  = Longitud de estolones (cm).

$X_3$  = Número de entrenudos/estolón.

$X_4$  = Longitud de entrenudos (cm).

$X_5$  = Número de vástagos/estolón.

## Valor Nutritivo del Forraje Producido

### Relación hoja-tallo

Para la relación hoja-tallo, la interacción de los factores estudiados (variedades de zacate bermuda y época o mes del corte evaluativo) fue significativa (Cuadro A-8), obteniéndose los mayores valores ( $P < 0.05$ ) en mayo y junio para Tifton 44 y Coastal, y en septiembre para Tifton 78.

Asimismo, de manera general, en el Cuadro 4.8 se observa que las variedades rizomatozas presentaron los valores de mayor magnitud, mientras que las estoloníferas manifestaron los valores más reducidos.

Para los cortes realizados en el primer año de estudio, no se presentó diferencia ( $P > 0.05$ ) entre las variedades de zacate bermuda, y los valores obtenidos para la relación hoja-tallo fueron los de menor magnitud. De igual manera, en noviembre del segundo año no se presentaron diferencias entre los valores obtenidos para las variedades, pero la magnitud de estos fue mayor que los observados en el primer año. Por el contrario, para los cortes realizados en junio, julio y septiembre del segundo año de trabajo se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), con valores de mayor magnitud en las variedades rizomatosas, en comparación con las estoloníferas.

**Cuadro 4.8. Relación hoja-tallo (en base a peso de MS) en ocho variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Cortes							Prom. Variedad	Proporción de hojas
	1993		1994						
	Sept.	Oct.	Mayo	Junio	Julio	Sept.	Nov.		
1) Tifton 68	1.7 a	1.8 a	1.3 b	1.7 b	3.6 a	1.2 c	1.8 a	1.5 c	60.0
2) Tifton 85	0.8 a	1.7 a	3.5 b	1.6 b	0.9 b	1.6 bc	1.1 a	1.6 c	61.5
3) Cruza Uno	1.1 a	1.1 a	2.4 b	2.0 b	1.3 ab	2.8 bc	2.3 a	1.9 bc	65.5
4) Brazos	0.9 a	1.2 a	1.6 b	1.6 b	2.2 ab	2.8 bc	1.8 a	1.7 c	63.0
5) Coastal	0.9 a	2.2 a	2.6 b	4.9 a	2.8 ab	4.1 ab	3.4 a	3.0 a	75.0
6) NK-37	1.7 a	2.2 a	3.2 b	4.1 ab	2.9 ab	3.4 ab	1.5 a	2.7 ab	73.0
7) Tifton 78	1.4 a	2.5 a	2.8 b	3.8 ab	2.4 ab	5.7 a	2.9 a	3.1 a	75.6
8) Tifton 44	1.8 a	2.3 a	6.4 a	4.8 a	3.6 a	2.9 bc	3.7 a	3.7 a	78.7
Promedio/corte	1.3 b	1.9 ab	3.0 a	3.1 a	2.2 ab	3.1 a	2.3 ab		

Para cada columna, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

La magnitud de los resultados obtenidos para las variedades estudiadas, donde se presentaron relaciones hoja-tallo desde 1.5 en Tifton 68 hasta 3.7 en Tifton 44, se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura. Así, para Cruza uno, Herrera y Juan (1978) reportan 62.5 por ciento de hoja lo que resulta muy similar al valor obtenido en este trabajo. De igual manera, para Tifton 68 el valor promedio obtenido resulta muy similar a lo reportado por Holt y Conrad (1986), quienes obtuvieron 62.0 por ciento de hojas en el forraje cosechado, mientras que la proporción de hojas en Coastal, que presentó una relación de 3.0 ó 75 por ciento de hojas, fue superior al 59 por ciento de hojas reportado por Holt y Conrad (1986).

## Proteína Cruda

El contenido porcentual de proteína cruda fue evaluado solamente en el período de mayo a julio de 1994, donde en todas las variedades estudiadas el contenido porcentual de proteína cruda en el forraje mostró valores iguales durante mayo y junio ( $P > 0.05$ ), mientras que en julio se observó una reducción significativa ( $P < 0.05$ ) en todas las variedades. Asimismo, aunque solamente para el corte realizado en junio se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las variedades de zacate bermuda, en el Cuadro 4.9 se observa que las variedades rizomatosas presentaron un mayor contenido de proteína cruda que las estoloníferas, sobresaliendo Tifton 78.

Al respecto, Beaty et al. (1982) sugieren que la estación del año es el aspecto más determinante en la reducción de la calidad del forraje, causándose un decremento en la relación hoja-tallo y el contenido de nitrógeno durante la época de rápido crecimiento, situación que en este trabajo se observó durante el mes de julio de 1994 (verano). Asimismo, la reducción indicada anteriormente se explica debido a que las hojas presentan una mayor proporción de los compuestos nitrogenados, en relación a los tallos (Hanna, 1990).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los valores reportados por Zárate et al. (1983) para un trabajo realizado en Padilla,

Tamaulipas, donde se evaluó el comportamiento de la mismas variedades utilizadas en el presente estudio, y donde el rango de variación de los resultados fue de 8.3 hasta 13.6 por ciento de proteína cruda. Por el contrario, dichos valores resultan inferiores a los obtenidos por Monson y Burton, quienes reportan un contenido porcentual de 15.6 en Coastal, hasta 19.0 por ciento en Cruza uno y Tifton 68, cuando los pastos fueron fertilizados con 672 kg de N/ha/año.

**Cuadro 4.9. Contenido porcentual de proteína cruda (media  $\pm$  E.E.) de diferentes variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Mes de corte		
	mayo	junio	julio
1) Tifton 68	10.3 $\pm$ 0.00 a	10.8 $\pm$ 0.89 ab	9.0 $\pm$ 0.19 a
2) Tifton 85	11.5 $\pm$ 1.33 a	9.6 $\pm$ 0.90 b	8.5 $\pm$ 0.45 a
3) Cruza uno	9.9 $\pm$ 1.76 a	11.1 $\pm$ 1.33 ab	8.9 $\pm$ 0.77 a
4) Brazos	9.9 $\pm$ 1.39 a	11.3 $\pm$ 0.45 ab	7.8 $\pm$ 0.23 a
5) Coastal	12.0 $\pm$ 0.22 a	13.0 $\pm$ 1.67 ab	10.4 $\pm$ 1.55 a
6) NK-37	12.3 $\pm$ 1.11 a	13.2 $\pm$ 0.97 ab	9.8 $\pm$ 1.44 a
7) Tifton 78	12.5 $\pm$ 1.55 a	13.9 $\pm$ 2.13 a	9.8 $\pm$ 1.56 a
8) Tifton 44	12.7 $\pm$ 1.24 a	12.6 $\pm$ 1.15 ab	10.4 $\pm$ 1.20 a
Promedio/ cortes	11.4 a	11.9 a	9.3 b

\*Para cada corte evaluativo, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

## Digestibilidad in situ de la Materia Seca

Para esta variable, donde solamente se evaluó el forraje obtenido de los cortes realizados en el período de mayor productividad de la pradera (mayo, junio y julio de 1994), los resultados mostraron que la digestibilidad en los Tifton 68, 78 y Coastal fue mayor ( $P < 0.05$ ) que en las demás variedades (Cuadro 4.10), presentándose los valores más reducidos en Cruza uno y Brazos.

Las diferencias en digestibilidad observadas entre las variedades estudiadas se explican por las diferencias microanatómicas en la organización y estructura de las paredes celulares de tejidos similares, las que son responsables de la magnitud en la degradación de la ingesta (Hanna *et al.*, 1976; Riuter y Burns, 1987; Wilson y Mertens, 1995; Woodward, 1989).

En el Cuadro 4.10, también se observa que la digestibilidad promedio de las seis variedades de bermuda fue similar ( $P > 0.05$ ) en mayo y junio, mientras que para el corte realizado en julio el valor obtenido fue menor. Asimismo, en mayo todas las variedades mostraron un comportamiento similar ( $P > 0.05$ ), mientras que en los cortes de junio y julio se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ), donde los valores más altos correspondieron a Tifton 68 y los más reducidos a Cruza uno.

La reducción en la digestibilidad in situ mostrada para el forraje colectado en julio de 1994, siguen la norma indicada por Akin et al. (1990) y Hanna (1990), los que mencionan que la reducción en los valores de digestibilidad durante las épocas de alta producción de forraje presentan su origen en un incremento en el contenido de fibra cruda y la acumulación de lignina en los tallos del forraje (aspecto no valorado en el presente trabajo) y en la disminución de los valores de la relación hoja-tallo (proporción de hojas) en el corte realizado en julio.

**Cuadro 4.10. Digestibilidad in situ de la materia seca (%) de diferentes variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Variedad	Mes de corte		
	mayo	junio	julio
1) Tifton 68	57.1 ± 5.04 a	66.9 ± 2.50 a	56.7 ± 3.35 a
2) Tifton 85	60.5 ± 5.73 a	57.2 ± 2.35 b	53.7 ± 0.88 ab
3) Cruza uno	59.8 ± 6.23 a	57.2 ± 6.65 b	48.3 ± 3.33 b
4) Brazos	54.8 ± 7.04 a	58.1 ± 1.08 b	54.3 ± 3.35 ab
5) Coastal	62.0 ± 1.73 a	60.5 ± 2.35 ab	52.5 ± 1.22 ab
6) Tifton 78	64.8 ± 5.63 a	62.7 ± 2.51 ab	54.0 ± 2.24 ab
Promedio/ cortes	<u>59.8 a</u>	<u>60.3 a</u>	<u>53.2 b</u>

Para cada corte evaluativo, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Asimismo, lo anterior resulta similar al comportamiento observado por Beaty et al. (1982) y Mislevy y Everett (1981), los que mencionan que la digestibilidad de la materia orgánica en 16 gramíneas se redujo durante el verano, cuando se incrementó la proporción de hojas muertas.

La magnitud de la digestibilidad observada en este trabajo para Tifton 68 (60.3 por ciento), es similar a los valores reportados por Burton y Monson (1984) y Holt y Conrad (1986), quienes señalan que este pasto es el híbrido con la más alta digestibilidad de los liberados en Georgia (EUA) y que presenta valores de 57.3 hasta 64.3 por ciento de digestibilidad, aunque puede alcanzar valores del 68 por ciento (Fribourgh et al., 1971; Monson y Burton, 1982), lo que se manifestó en este trabajo en el corte de junio de 1994, donde la digestibilidad alcanzó el 66.9 por ciento.

La digestibilidad de Tifton 78 fue cercana a la reportada por Burton y Monson (1988) y Williams (1991), quienes obtuvieron digestibilidades de 48.5 hasta 64.3 por ciento para este pasto.

Para Cruza uno, la digestibilidad in situ de la materia seca fue cercana a los resultados obtenidos por García et al. (1981), Milera et al. (1987) y Monson y Burton (1982), quienes reportan un rango de valores desde 48.6 hasta 64.8 por ciento.

Asimismo, en base a los coeficientes de digestibilidad obtenidos en este trabajo por las diferentes variedades en estudio, estas se consideran como de buena calidad nutritiva, toda vez que dichos valores se encuentran dentro del rango indicado por Guerrero et al. (1984) para los forrajes de mediana a alta calidad nutritiva, que comprende digestibilidades del 53 a 60 por ciento.

### **Influencia de las Características de Establecimiento sobre el Valor Nutritivo del Forraje**

La relación entre el valor nutritivo del forraje con las características de establecimiento presentó valores negativos, lo cual indica que la expresión de las características nutritivas del forraje se redujo en las variedades con un mayor establecimiento. Lo anterior se presentó en las estoloníferas (Tifton 68, Tifton 85, Cruza uno y Brazos), que manifestaron una gran capacidad para establecerse (crecimiento inicial rápido), pero menor proporción hoja-tallo y contenido protéico que las rizomatosas, toda vez que al incrementarse la longitud de los estolones, se eleva la proporción de materia seca que dicha estructura aporta a la parte aérea de la planta, en comparación con las hojas. Por lo anterior, como se observa en el Cuadro 4.11, la relación hoja-tallo y el contenido de proteína cruda presentaron valores de correlación sobresalientes ( $P < 0.01$ ) con el número de vástagos/estolón y longitud de estolones, pero bajos con las demás características de establecimiento.

Para la digestibilidad in situ de la materia seca todas las correlaciones presentaron valores bajos, lo que indica que tuvieron reducida influencia sobre la magnitud de la degradación de la materia seca de los pastos en el rumen.

Como consecuencia de lo anterior, se estableció que las características nutritivas del forraje se explican en una baja proporción por el comportamiento de las características de establecimiento, obteniéndose valores de  $r^2 = 0.53$  para la relación hoja-tallo, de  $r^2 = 0.47$  para el contenido porcentual de proteína cruda y  $r^2 = 0.38$  para la digestibilidad in situ de la materia seca.

En razón a lo ya descrito, la relación hoja-tallo, proteína cruda y digestibilidad in situ del forraje en las variedades de zacate bermuda incluídas en el presente trabajo, están determinadas por las siguientes ecuaciones de predicción:

$$\hat{Y}_A = 7.820 + 0.019 (X_1) - 0.054 (X_2) + 0.405 (X_3) + 0.446 (X_4) + 0.470 (X_5)$$

$$\hat{Y}_B = 0.105 + 0.023 (X_1) - 0.359 (X_2) + 2.218 (X_3) + 2.106 (X_4) + 0.243 (X_5)$$

$$\hat{Y}_C = 112.3 - 0.087 (X_1) + 1.146 (X_2) - 7.920 (X_3) + 6.910 (X_4) - 1.090 (X_5)$$

donde:

$\hat{Y}_A$  = Relación hoja-tallo.

$\hat{Y}_B$  = % Proteína cruda en el forraje.

$\hat{Y}_C$  = % Digestibilidad in situ de la materia seca.

$X_1$  = Número de entrenudos.

$X_2$  = Longitud de estolones.

$X_3$  = Número de entrenudos/estolón.

$X_4$  = Longitud de entrenudos.

$X_5$  = Número de vástagos/estolón.

**Cuadro 4.11. Coeficientes de correlación entre las características de calidad nutritivas y de establecimiento en diferentes variedades de zacate bermuda sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Características de establecimiento	Características nutritivas del forraje								
	Relación Hoja-Tallo			% Proteína cruda			% Digestibilidad <u>in situ</u> MS		
	30+	60	90	30	60	90	30	60	90
1) Número de estolones/planta	-0.22 ns	-0.16 ns	-0.33 ns	-0.17 ns	-0.15 ns	-0.35 ns	-0.18 ns	-0.14 ns	-0.04 ns
2) Longitud de estolones	-0.50 **	-0.68 **	-0.65 **	-0.60 **	-0.60 **	-0.63 **	0.05 ns	0.13 ns	-0.05 ns
3) Número de entrenudos/estolón	-0.53 *	-0.40 *	-0.56 **	-0.52 *	-0.51 *	-0.57 **	-0.32 ns	-0.22 ns	-0.19 ns
4) Longitud de entrenudos	-0.10 ns	-0.58 **	-0.52 **	-0.24 ns	-0.38 *	-0.44 *	0.36 ns	0.34 ns	0.13 ns
5) Número de vástagos/estolón	-0.79 **	-0.65 **	-0.78 **	-0.59 **	-0.72 **	-0.67 **	-0.20 ns	-0.11 ns	-0.13 ns

ns = Correlación no significativa (P>0.05).

\* = Correlación significativa a P<0.05.

\*\* = Correlación significativa a P<0.01.

+Días después de la siembra

## CONCLUSIONES

En relación a los objetivos marcados para el presente trabajo, donde se evaluó el comportamiento de distintas variedades de zacate bermuda con riego, en un suelo caracterizado como migajón arcilloso en Güemez, Tam., y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. Las variedades estoloníferas presentaron un mejor establecimiento que las rizomatosas, donde las variedades Tifton 68 y 85 y Cruza uno mostraron una mayor capacidad de establecimiento, mientras que las variedades Tifton 78 y 44 presentaron las mayores dificultades para establecerse.
2. Las variedades con mayor capacidad de establecimiento en el sitio de trabajo mostraron las mayores producciones de forraje seco, observándose que la variedad Tifton 68 presentó la mayor producción de forraje/ha/año, superando a Tifton 85 y Cruza uno.
  - Las variedades rizomatosas produjeron la menor cantidad de forraje, sobresaliendo Tifton 78 y Tifton 44 por su pobre producción de forraje (cuatro veces menos que el Tifton 68).

-La producción de forraje de todas las variedades fue mayor durante el verano.

3. Referente al valor nutritivo del forraje producido, las variedades Tifton 78 y Tifton 68 presentaron la mayor digestibilidad in situ, que puede ser considerada como excelente, mientras que Cruza uno y Brazos mostraron los menores coeficientes de digestibilidad.

- La mayor proporción de hojas y contenido porcentual de proteína cruda se presentaron en las variedades rizomatosas.

- La proporción de hojas creció en el segundo año de estudio, mostrándose los menores valores al inicio del verano (julio) y al final del otoño, donde la digestibilidad de la materia seca y el contenido de proteína cruda en todas las variedades fue afectada negativamente por la reducción en la proporción de hojas en la planta.

4. El comportamiento de las características de establecimiento fue determinante para establecer la magnitud de la producción de materia seca, pero no para el valor nutritivo del forraje.

## RESUMEN

En este trabajo se evaluó el establecimiento, producción y valor nutritivo del forraje de ocho variedades de bermuda en la zona centro de Tamaulipas. Las variedades evaluadas fueron: Cruza uno, Coastal, Brazos, NK-37, y los Tifton 44, 68, 78 y 85. Se establecieron 24 parcelas de 4x3 m, lotificadas en bloques completamente al azar, con 12 plantas por parcela y una distancia de un metro entre plantas, las que fueron sembradas en Abril de 1993. Se dieron riegos cada 30 días, utilizando un sistema de aspersión. Durante los primeros tres meses se midió la capacidad de establecimiento de las bermudas, observándose que las variedades con características estoloníferas (Tifton 68, Tifton 85, Cruza uno y Brazos) presentaron valores mayores ( $P < 0.05$ ) que las rizomatosas (Coastal, NK-37, Tifton 78 y Tifton 44) en esta característica. Para el número de estolones/planta, longitud de estolón, número de entrenudos/estolón y número de vástagos, se observó que los valores de respuesta fueron más altos ( $P < 0.05$ ) a medida que avanzaba el tiempo después de la siembra, mientras que para la longitud de entrenudos se presentaron mayores valores ( $P < 0.05$ ) a los 30 días, para después comportarse de manera similar ( $P > 0.05$ ). El mayor número de estolones se presentó en Coastal junto con Tifton 68 ( $P < 0.05$ ). Para determinar la producción de forraje se realizaron cortes evaluativos con 30 días de rebrote

del pasto a partir de septiembre de 1993, donde las variedades estoloníferas de bermuda mostraron las mayores producciones por corte ( $P < 0.05$ ), sobresaliendo Tifton 68 (3.7 ton MS/ha) seguida de Tifton 85 (3.1 ton MS/ha), mientras que Cruza uno obtuvo producciones inmediatamente inferiores (2.6 ton MS/ha). En todas las variedades la producción de forraje se incrementó durante el segundo año de estudio, con un mayor rendimiento en el verano. La mayor digestibilidad in situ ( $P < 0.05$ ) se presentó en Tifton 78 y Tifton 68 (60.3 y 60.5 por ciento), mientras que Cruza uno y Brazos manifestaron los menores valores (54.9 y 55.7 por ciento). La relación hoja-tallo fue más alta en el segundo año, con menores valores en el verano (2.2), lo que se tradujo en una reducción en los valores de proteína cruda y digestibilidad in situ de todas las variedades ( $P < 0.05$ ). Las características de establecimiento explicaron de mejor manera ( $r^2 = 0.80$ ) la producción de forraje seco/ha que el valor nutritivo del mismo, sobresaliendo los coeficientes de correlación con la longitud de estolones ( $r = 0.83$ ) y el número de vástagos/estolón ( $r = 0.84$ ). Se concluye que las variedades Tifton 68 y 85 y Cruza uno se mostraron como alternativas importantes para el establecimiento de praderas de uso intensivo en suelos arcillosos de Tamaulipas.

## LITERATURA CITADA

- Ackerman, A., J. Gordon, A. Navarro y R. Alcaráz. 1991. Gramíneas en Sonora. COTECOCA-SARH. Sonora, México. p 56.
- Adjei, M.B., P. Mislevy, R.S. Kaimbacher and P. Busey. 1989. Production, quality, and persistence of tropical grasses as influenced by grazing frequency. Procc. Soil and Crop Sci. Soc. of Florida. 48:1-6
- Aguilera, G.R. 1980. Dinámica de la fermentación de los pastos tropicales. 3. Bermuda de la Costa con y sin adición del 4% de miel. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Forrajes. 3: 309-319.
- Akin, D.E., N. Ames-Gottfred, R.D. Hartley, R.G. Fulcher and L.L. Rigsby. 1990. Microspectrophotometry of phenolic compounds in bermudagrass cell walls in relation to rumen microbial digestion. Crop Sci. 30:396-401.
- Ammerman, C.B., J.E. Moore and P.R. Henry. 1982. Mineral content of bermudagrass forage as influenced by regrowth interval. (In) Florida University. Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida Beef Cattle Rese. Report. Dept., Gainesville-Fl., USA.
- Beaty, E.R. 1966. Sprouting of Coastal bermudagrass. Agron. J. 55:555-556.
- \_\_\_\_\_, A.E. Smith and E.E. Worley. 1972. Growth and survival of perennial tropical grasses in North Georgia. J. Range Manage. 26:204-206.
- \_\_\_\_\_, G.V. Calvert and J.E. Engle. 1982. Forage good enough for cattle production: when?. J. Range Manage. 35:133-134.
- Belesky, D.P., H.D. Perry, W.R. Windham, E.L. Mathias and J.M. Fedders. 1991. Productivity and quality of bermudagrass in a cool temperate environment. Agron. J. 83:810-813.
- Benitez, D., F. González y V. Torres. 1987. Efecto del nivel de suplementación sobre el comportamiento de los terneros en pastoreo de bermuda Cruzada 1 (Cynodon dactylon). Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes 31:112-119

- Brown, R.H. and D.A. Ashley. 1974. Fertilizer effects on fotosynthesis, organic reserves and regrowth mechanisms of forage. p 455-479. (in) D.A. Mays (Ed.). Forage Fertilization. American Soc. of Agr. Madison, Wisconsin.
- \_\_\_\_\_ and G.T. Byrd. 1990. Yield and botanical composition of alfalfa bermudagrass mixtures. Agron. J. 82:1074-1079
- Burns, J.C., R.D. Mochrie and D.H. Timothy. 1984. Steer performance from two perennial Pennisetum species, switchgrass and fescue-coastal bermudagrass system. Agron. J. 76:795-800.
- Burton, G.W. 1947. Breeding bermudagrass for the Southeastern United States. J. Am. Soc. Agron. 39:551-569
- \_\_\_\_\_. 1972. Registration of Coastcross-1 bermudagrass. Crop Sci. 12:125
- \_\_\_\_\_. 1974. Filosofía del mejoramiento genético de gramíneas forrajeras. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 9: 219-234.
- \_\_\_\_\_. 1976. Legume nitrogen versus fertilizer nitrogen for warm season grasses. p 55-72 (in) C.S. Hoveland (Ed.). Biological N fixation in forage livestock systems. ASA Spec. Publ. Madison WI.
- \_\_\_\_\_ and W. Monson. 1978. Registration of Tifton 44 bermudagrass. Crop Sci. 18:911.
- \_\_\_\_\_. 1984. Registration of Tifton 68 bermudagrass. Crop. Sci. 24:1211
- \_\_\_\_\_. 1988. Registration of Tifton 78 bermudagrass. Crop Sci. 28:187-188.
- \_\_\_\_\_ and W.W. Hanna. 1985. Bermudagrass. p 247-254 (in) M.E. Heat, R.F. Garnes and D.S. Metcalfe (Ed.). Forages. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
- \_\_\_\_\_, J.E. Hook, J.L. Butler and R.E. Hellwing. 1988. Effect of temperature, daylength, and solar radiation on production of Coastal bermudagrass. Agron. J. 80: 557-560.
- \_\_\_\_\_, J.L. Butler and R.E. Hellwing. 1987. Effect of supplemental irrigation on yield of Coastal bermudagrass in the southeastern United States. Agron. J. 79:423-424.

- \_\_\_\_\_, R.N. Gates and M. Hill. 1993. Registration of Tifton 85 bermudagrass. *Crop Sci.* 644-645
- Bustamante G., J.F. 1993. Densidad de siembra en zacate Tifton 68 con el método de rastra. Seminario de Investigación II. Facultad de Agronomía, UAT. Cd. Victoria, Tam. 22p.
- Cáceres, O. y J.L. Hernández. 1981. Características henificativas de seis pastos destacados. *Ciencia y Técnica en la agricultura: Pastos y Forrajes.* 4:359-371
- \_\_\_\_\_, H. Santana y L. Rivero. 1989a. Influencia de la época sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de tres gramíneas forrajeras. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 12:71-76
- \_\_\_\_\_ y R. Delgado. 1989b. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 12:189-195
- Chakroun, M., C.M. Taliaferro and R.W. McNew. 1990. Genotype-environmental interactions of bermudagrass forage yields. *Crop Sci.* 30:49-53.
- Chamblee, D.S. and D.T. Gooden. 1981. Desiccation, temperature, and degree of dormancy of sprigs influence on establishment of Coastal bermudagrass. *Agron. J.* 73:872-876
- Clayworthy, J.N. and M.J. Muyotoha. 1981. Effect of stocking rate and grazing procedure on animal production and botanical composition of silverleaf desmodium/Stargrass pasture. Department of Research and Specialist Services. Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1980-81.
- Cooke, G.W. 1984. *Fertilizantes y sus Usos.* Editorial CECOSA. México. P 180.
- Corbea, L.A. y R. Hernández. 1978. Influencia de la edad de la planta y los días de cortada en la germinación del material vegetativo. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13:134.
- Coto, G. and R.S. Herrera. 1989. A note on the aminoacid composition of Coastcross 1 bermudagrass (Cynodon dactylon) forage. *Cuban J. Agr. Sci.* 23:329-332
- Crespo, G. 1978. Respuesta de pastos a la fertilización nitrogenada según el contenido de PK en diferentes suelos. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13: 121.

- \_\_\_\_\_ y M. Oduardo. 1985. Balance NPK en un pastizal de bermuda Cruzada. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 20:88.
- Croughan, S.S., S.S. Quisenberry, M.M. Eichhorn, P.D. Colyer and T.F. Brown. 1994. Registration of Brazos-R3 bermudagrass germoplasm. Crop Sci. 34:542
- Day, J.L. and M.B. Parker. 1985. Fertilizer effects on crop removal of P and K in "Coastal" bermudagrass forage. Agron. J. 77:110-114.
- De León, M.A. 1982. Evaluación de tres densidades de siembra y control de malezas en el establecimiento del pasto bermuda Callie (Cynodon dactylon) en Nueva Concepción Escuintla. Tesis Licenciatura en Agronomía. Universidad de San Carlos, Guatemala. p 37.
- Dominguez, G.H. y A. Elías. 1981. Efectos de la edad de corte, la adición de urea y diferentes niveles de miel final en la calidad del ensilado de bermuda Cruzada no.1 (Cynodon dactylon L. Pers). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 15:77-82
- Dunavin, L.S. 1992. Florigraze rhizoma peanut in association with season perennial grasses. Agron. J. 84:148-151
- Eichhorn, M.M., W.M. Oliver, W.B. Hallmark, W.A. Young, A.V. Davis and B.D. Nelson. 1986. Registration of grazer bermudagrass. Crop. Sci. 26:835.
- FAO-UNESCO. 1981. Soil Map of the World. Report No. 60. FAO. Rome, Italia.
- Fernández, D., J.J. Paretas y E. Fonseca. 1989. Influencia de la fertilización con nitrógeno y la frecuencia de corte en bermuda Cruzada 1 (Coastcross 1) con riego y sin el. I.- Rendimiento y economía. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 12:41-55.
- Flores M., J. 1983. Bromatología Animal. 3a. edición. Editorial LIMUSA. México. p 299-307.
- Freitas, L.M. e J. Jorge. 1982. Resposta de campim-swannee-bermuda a aplicao de nitrogenio, fósforo e enxofre em regio de Cerrado. Revista Brasileira de Ciencia do Solo. 6:195-202
- Fribourgh, H.A., N.C. Edwards and K.M. Barth. 1971. In vitro dry matter digestibility of midland bermudagrass grown several levels of N fertilization. Agron J. 63:329-332.

- \_\_\_\_\_, R.J. Carlisle and J.B. McLaren. 1984. Bermudagrass, tall fescue and orchardgrass pasture combinations with clover or N fertilization for grazing steers. II. The species composition index and variability in forage growth and consumption and animal performance. *Agron. J.* 76:615-619
- Funes, F. 1978. Evaluación inicial de gramíneas introducidas en condiciones de corte y pastoreo. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13:112
- \_\_\_\_\_, L. Pérez y A. Ronda. 1980. Crecimiento y desarrollo de las gramíneas en Cuba. 2. Efecto de tres intervalos de corte en el rendimiento de ocho gramíneas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 14:175-181
- \_\_\_\_\_, J. Valdés, E. Chongo y L.E. Díaz. 1978. Comparaciones de gramíneas bajo pastoreo intermitente en Isla de Pinos. I. Con riego. *Seminario Científico Técnico. Memorias. La Habana, Cuba.* p. 71-74
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. *Off Set Larios. México.*
- \_\_\_\_\_, S., M.L. Mederos y I. Rodríguez. 1981. Influencia de la carga sobre la calidad del material seleccionado en cuatro pastos tropicales. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 4:15-22
- Garza Q., H. 1977. Determinación de la carga animal óptima y capacidad del zacate bermuda cruzado para producir carne en praderas bajo condiciones de riego y fertilización. *Informe del Programa de Forrajes de Riego. C.A.E. Las Adjuntas. CIAGON-INIA, Abasolo, Tam.*
- Geerken, C.M., F. Funes y R. González. 1980. Producción ruminal de metano in vitro con hierba bermuda Cruzada no.1 (Cynodon dactylon). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 14:279-285.
- Gerardo, J. y O. Oliva. 1978. Evaluación de pastos tropicales introducidos en Cuba. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13: 111.
- Gómez, I., R. Espinosa y J.L. Fernández. 1989. Evaluación de gramíneas bajo pastoreo rotacional simulado en suelo montmorillonítico. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 12:45-55.

- Gonzalez, C.L. and M.D. Heilman. 1977. Yield and chemical composition of coastal bermudagrass, rhodesgrass and volunteer species grown on saline and no saline soils. *J. Range Manage.* 30:227-230
- \_\_\_\_\_, Y. y S.O. Torriente. 1981a. Niveles críticos de K en guinea Común. IH 127, buffel Biloela y bermuda cv. Coastcross-1. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 5(1):49-57.
- \_\_\_\_\_. 1981b. Niveles críticos de P en guinea Común. IH 127, buffel Biloela y bermuda Cruzada I. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 4:63-72.
- Greene, B.B., M.M. Elchhorn, W.M. Oliver, B.D. Nelson and W.A. Young. 1990. Comparison of four hybrid bermudagrass cultivars for stocker steer production. *J. Produc. Agr.* 3:253-255
- \_\_\_\_\_, D.M. Lancaster, K.C. Pee, J.M. Turpin and M.M. Eichhorn. 1992. Propagation on hybrid bermudagrasses from harvested culms. *Agron. J.* 84:31-33.
- Griffinn, J.L. and V.H. Watson. 1982. Production and quality of four bermudagrasses as influenced by rainfall patterns. *Agron. J.* 74:1044-1047
- Guerrero, J.N., B.E. Conrad, E.C. Holt and H. Wu. 1984. Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. *Agron. J.* 76:577-580.
- Gutierrez, O. 1978. Contenido y disponibilidad de fósforo en pastos tropicales. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13:120.
- \_\_\_\_\_, C.M. Geerken, F. Funes y A. Díaz. 1980. Contenido y digestibilidad del fósforo y la materia seca en los pastos tropicales (*Digitaria decumbens* Stent y *Cynodon dactylon*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 14:153-157
- \_\_\_\_\_, A., E. Pereira y R. Cruz. 1978. Evaluación de cuatro gramíneas tropicales bajo condiciones de pastoreo. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13:112.
- \_\_\_\_\_, M. Esperance y R. Hernández. 1979. Efecto del tipo de máquina de corte sobre la velocidad de desecación y pérdida de nutrientes de las especies bermuda Cruzada-1, P. común, PA-32. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 2:311-321.

- Hanna, W.W. 1990. Mejoramiento genético de zacates tropicales. Memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Ganadería Tropical. Variedades forrajeras para Tamaulipas. Fac. de Agronomía, UAT. Cd. Victoria, Tam.
- \_\_\_\_\_, W.G. Monson and G.W. Burton. 1976. Histological and *in vitro* digestion study of 1 and 4 week stems and leaves from high and low quality bermudagrass genotypes. Agron. J. 68:219-222.
- Harris, P.A. and D.A. Zuberer. 1993. Subterranean clover enhances production of Coastal bermudagrass in the revegetation of lignite mine spoil. Agron. J. 85:236-241
- Hernández, R. y A. Gómez. 1978a. Evaluación de variedades destacadas de pastos en suelos calcáreos. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13:113.
- \_\_\_\_\_. 1978b. Germinación de estolones de bermuda cruzada 1 (Cynodon dactylon x C. nmfluensis). Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13:133.
- \_\_\_\_\_, N. Hernández y A. Gómez. 1980. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. 4. Seibabo. Secano y con fertilización. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 3:229-239
- \_\_\_\_\_, R. Machado y \_\_\_\_\_. 1981. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. 3. Cascajal. Secano con fertilización. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 4:23-39
- \_\_\_\_\_, V., J.O., G.M. Ramírez, L.J. Lagúnes y M.V. Vega. 1995. Producción de forraje en seis gramíneas de crecimiento estolonífero en la región de Hueytamalco, Pue. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. Acapulco, México. p 253.
- Herrera, J. y R. Juan. 1978. Respuesta a la bermuda Cruzada 1 (Cynodon dactylon x C. nmfluensis) a diferentes regímenes de riego y niveles de nitrógeno. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13: 120.
- \_\_\_\_\_, R.S. 1981. Influencia del N y la edad en el contenido de carbohidratos solubles y estructurales de bermuda Cruzada No.1 (Cynodon dactylon cv. Coast cross) en Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 15:335-344

- \_\_\_\_\_ y N. Ramos. 1978. Respuesta de la bermuda cruzada a la fertilización nitrogenada y edad de rebrote. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13:119.
- \_\_\_\_\_. 1980. Respuesta de la bermuda Cruzada a la fertilización nitrogenada y edad de rebrote. 1. Composición mineral en la época de seca. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 14(1): 75-82
- \_\_\_\_\_ e Y. Hernández. 1989. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda Cruzada 1. III.- Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína cruda. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 12:77-81.
- Hirose, M. 1973. Comparison of physiological and ecological characteristics between tropical and temperate grass species. ASCAP Food and Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin 26. Taipei, Taiwan.
- 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
- Hughes, H.D., M.E. Heath y D.S. Metcalfe. 1981. Forrajes. Segunda edición. Editorial Continental, S.A. México. 758p.
- Hussey, M.A. and B.W. Pinkerton. 1990. Performance of bermudagrass and stargrass under irrigated subtropical conditions. J. of Produc. Agri. 3:425-428
- INEGI-SPP. 1988. Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. p 23.
- \_\_\_\_\_. 1994. Anuario Estadístico del Estado de Tamaulipas. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. p 25.
- Jacob, A. y H.V. Uexkull. 1973. Fertilización, Nutrición y Abonos de los Cultivos Tropicales y Subtropicales. 2a. ed. Ed. Euroamericana. México. p 338.
- Jerez, I., M.A. Menchaca, H. Jordan, T.R. Garcia. L. Gonzalez, M. Sosa, J.L. Rivero and E. De La Rosa. 1992. Contribution to the study of tropical pasture mangement for intensive milk production. Nutr. Abstr. and Reviews 54:1974.

- Jordan, H., A. Elías, A. Caballero, I. Pérez y F. Vázquez. 1981. Relación entre la proteína y la digestibilidad de la materia seca de la bermuda Cruzada-1. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 15:187-193.
- Juan, R., M. Peña y R. Camejo. 1978. Métodos de establecimiento para bermuda Cruza no.1 (Cynodon dactylon x Cynodon nmfluensis) en suelos arenosos. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 13:133.
- Limas M., A., A. Saldivar F., H. Silva E., P. Rivera y A. Rodríguez. 1993. Comportamiento de siete variedades de zacate bermuda a diferentes niveles de salinidad. IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. *Memorias*. Hermosillo, Son. p 4
- Lowery, R.S., G.W. Burton, J.C. Jhonson. W.H. Marchant and W.C. McCormick. 1968. In vitro studies with Coastcross-1 and other bermudas. *Univ. of Georgia. Coll. of Agric. Exp. Sta. Bull.* 55:22.
- Lowry, W.H., R.J. González, J.J. Garza y R. Claverán. 1979. Carga animal óptima en praderas bajo riego de bermuda Cruza-1 (Cynodon dactylon x C. nmfluensis) bajo pastoreo rotacional. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias* 14:87.
- Machado, R. 1980. Comportamiento de cuatro cultivares mejorados de C. dactylon y Brachiaria brizantha. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes*. 3:25-40
- \_\_\_\_\_ y J. Pedraza. 1981. Comportamiento inicial de gramíneas y leguminosas en la provincia de la Habana. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes*. 4:279-289
- \_\_\_\_\_ y L. Lamela. 1982. Bermuda 68 (Cynodon dactylon L. Pers). *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes*. 5:1-23
- Maraschini, G.E. e G.O. Mott. 1989. Resposta de uma complexa mistura de pastagem tropical a diferentes sistemas de pastejo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 24:221-227.
- Mares M., V.M. 1984a. Bases Fisiológicas para el Manejo de Praderas Tropicales. p 7-24. (in) A. Novoa. *Aspectos de la Utilización y Producción de Forrajes en el Trópico*. CIAT. Turrialba, Costa Rica.

- Mares M., V.M. 1984b. Aspectos de Manejo en Praderas. p 33-54. (in) A. Novoa. Aspectos de la Utilización y Producción de Forrajes en el Trópico. CIAT. Turrialba, Costa Rica.
- Mc Ilroy, R.J. 1980. Introducción al Cultivo de los Pastos Tropicales. 2a. ed. Ed. Limusa. México. p 73-91.
- Menéndez, J., E.Cordovi y J.F. Martínez. 1980. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. 3 Bayamo. Suelo vertisol. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Forrajes 3:41-56.
- Milera, M., J. Martínez, O. Cáceres y J. Hernández. 1987. Efecto de diferentes ofertas del pasto Cynodon dactylon (L.) Pers. cv. Coastcross-1 sobre la estructura y el valor nutritivo de la planta en pastoreo. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes 10:239-245.
- Mislevy, P. and P.H. Everett. 1981. Subtropical grass species response to different irrigation and harvest regimenes. Agron. J. 73:601-604
- Monroy L.J., T.R. Garza y G. Martínez. 1980. Producción de carne con ganado bovino en zacate Ferrer utilizando un sistema de pastoreo rotacional intensivo en Aldama, Tam. Tec. Pec. en México. 39:44-47
- 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
- Montero, O., J. Herrera e I. Izquierdo. 1978. Frecuencias de corte, rendimiento y variación de la composición botánica en pastos tropicales. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13:117.
- Moura, J.C. 1980. Efeito de diferentes estádios de crescimento sobre a digestibilidades em sacos de nylon nas gramíneas Braquiaria decumbens, Cynodon dactylon e Chloris gayana. Tese Mag. Sc. Piracicaba-SP, Brasil. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidades de Sao Paulo. 69 p.
- Mueller, J.P., J.T. Green, L.A. Nelson and J.V. Hall. 1992. Establishment of two bermudagrasses in three soil environments. Agron. J. 84:38-43.
- Ojeda, F., M. Esperance y D. Díaz. 1990. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 13:189-196.

- Olivares S., E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
- Palomo, J. y A. Méndez. 1994. Nuevos pastos para establecer praderas bajo riego en el Norte de Tamaulipas. Tercera Reunión Científica y Tecnológica, Forestal y Agropecuaria del Estado de Tamaulipas. INIFAP. Memorias 1:57.
- \_\_\_\_\_ y J. Vázquez. 1979. Producción de carne en el trópico húmedo en praderas de bermuda Cruza-1 (Cynodon dactylon x C. nmfluensis) con fertilización y con tres cargas animal. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 14:87-88.
- \_\_\_\_\_, A. de Aquino y J.F. Aguirre. 1985. Determinación de un método y densidad de siembra con material vegetativo sobre el establecimiento de tres pastos tropicales. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 20:84.
- Pereira, E., A. Gutierrez y J.L. Ripoll. 1980. Evaluación de gramíneas para la producción de leche. 1. Pangola Común, bermuda de la Costa, rhodes Común y guinea Común. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 3:127-136.
- Pérez I., F. y R. Carnejo. 1978. Producción de leche con gramíneas tropicales y mezclas con leguminosas. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13: 104.
- Phillips, W.A. and G.W. Horn. 1990. Voluntary consumption of a lasalocid containing compressed protein block by stocker cattle grazing bermudagrass. Anim. Sci. Rese. Report No 129, 251-255.
- Portieles, M. y J.L. Aspiolea. 1980. Frecuencias de corte y dosis de N en Cynodon dactylon (bermuda Cruzada no. 1). Ciencia Técnica en la Agricultura: Suelos y Agroquímica. 3(2):21-30
- Portugal G., A. y T.R. Garza. 1980. Producción láctea de vacas criollas encastadas de Cebú en pastoreo en el trópico subhúmedo (Aw). Tec. Pec. en México. 39:31-37
- Puente T., S., E. Olivares S. y M. Puente T. 1994. Asociación de huizachillo (Desmanthus virgathus) con bermuda Cruza 2 bajo condiciones de riego. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. Memorias de la X Reunión. p 87.

- Ramos V., M. 1974. Growth and nutritive quality of coastal bermudagrass (Cynodon dactylon L. Pers) as influenced by nitrogen fertilization, defoliation and water management. Ph. D. Thesis. Texas A&M University. p 140.
- Remy, V.A. y J. Martínez. 1982. Comparación de cuatro cvs. de Cynodon dactylon con niveles de N. 1. Componentes del rendimiento. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 5:59-70
- Reyes J., J.E. 1995a. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el mantenimiento del pasto Callie bajo temporal. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. Acapulco, México. pp 256.
- \_\_\_\_\_, M., F.E. 1995b. Evaluación de zacates de verano e invierno bajo riego en Durango. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. Acapulco, México. pp 260.
- Rivero, R. y E. Igarza. 1989. Evaluación de cultivares de Panicum maximum y Cynodon dactylon en suelos pardos alomados. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Forrajes. 12:57-64
- Rodriguez, J.A. S. Poppe and H. Meier. 1989. The influence of wilting on the quality of tropical grass silage in Cuba. IV.- Bermudagrass cv. Coastcross 1 (Cynodon dactylon). Archives of Anim. Nutr. 39:851-857
- Romero F., J.M. 1978. Engorda de toretes en praderas irrigadas de bermuda Cruza uno (Cynodon dactylon x C. nmfluensis) suplementados con melaza en invierno. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13:109.
- \_\_\_\_\_, J.M. 1979. Cargas animal con diferentes niveles de nitrógeno aplicado a praderas de bermuda Cruza-1 bajo riego. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 14:88.
- Ruiter, J.M. and J.C. Burns. 1987. Digestible and indigestible cell wall carbohydrates of flaccidgrass, tall fescue and coastal bermudagrass. Crop Sci. 27:132-138
- Ruiz, R. and J. Cairo. 1991. Consumption and digestibility of Coast cross bermuda grass no.1 (Cynodon dactylon coast cross no.1) and pangola grass (Digitaria decumbens Stent) by calves. Cuban J. Agr. Sci.25(1):37-44.

- Rumball, P.J. 1991. Performance of several subtropical grasses in Northland hill pastures. *New Zealand J. Agr. Res.* 34:375-382.
- Saldivar F., A.J. 1992. Tifton 68, el zacate del año 2000. *El pastizal. Boletín de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales.* 1:5
- \_\_\_\_\_, F. Briones y M. Ibarra. 1991a. Establecimiento de los zacates bermuda Cruza uno y Tifton 68. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Tamaulipas 91. Memorias. Cd. Victoria, Tam. p 312.
- \_\_\_\_\_, J. Salinas E. y F. Briones E. 1991b. Efecto del suelo sobre el crecimiento del zacate Tifton 68. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tamaulipas 91. Memorias. Cd. Victoria, Tam. p 310.
- \_\_\_\_\_, P. Zárate F., M. Ibarra y J.C. Hernández. 1994. Fertilización nitrogenada y fosfatada en dos variedades de zacate bermuda (Cynodon dactylon) en la zona centro de Tamaulipas. X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. Memorias. Monterrey, N.L. p 86.
- SARH. 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. SARH-INIA. Campo Agrícola Experimental "Las Adjuntas". Abasolo, Tam., México. p 123.
- SAS. 1987. Institute Statical Analysis Sistem. Carey. North Carolina, E.U.A.
- Senra, A., J. Ugarte, M.A. Menchaca and J. Galindo. 1989. Determination of the number of paddocks necessary for the rotation of grazing dairy cows. Proceedings of the XVI International Grassland Congress. Nice, France. 1137-1138.
- Serrano, D. 1978. Producción de carne en praderas irrigadas de bermuda Cruza uno (Cynodon dactylon x C. nmfluensis) y bell rhodes (Chloris gayana) con fertilización y leguminosas asociadas. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 13:110.
- \_\_\_\_\_ y C.M. Vázquez. 1980. Algunas características morfológicas y químicas de cuatro gramíneas tropicales. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes.* 3:71-81
- Sowers, R.S. and M.S. Welterlen. 1988. Seasonal establishment of bermudagrass using plastic and straw mulches. *Agron. J.* 80:144-148

- Speeding, C.R. and E.L. Diekmahns. 1972. Grasses and legumes in British Agriculture. Bull 49. Commonwealth Bureau of Pastures and Forage Crops. CAB. England.
- Stubbendieck, J., S. Hatch and CH. Butterfield. 1992. North American Range Plant. Fourth edition. University of Nebraska. USA. p 94-95.
- Taliafierro, C.M. and W.L. Richardson. 1980. Registration of Hardie bermudagrass. Crop Sci. 20:413.
- Terrazas, P.G. 1995. Adaptación y producción de pastos del género Cynodon con riego en el desierto Chihuahuense. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. Acapulco, México. p 261.
- Theron, E.P. 1991. Livestock production from marginal and abandoned crop in grasslands. Bull. Grassl. Soc. of Southern Africa. Sup. 2, 2-12.
- Thom, W.O., H.B. Rice, M. Collins and R.M. Morrison. 1990. Effect to applied fertilizer on Tifton 44 bermudagrass. J. Prod. Agr. 3:498-501
- Utley, P.R., W.G. Monson, G.W. Burton, R.E. Hellwig and W.C. McCormic. 1978. Comparison of Tifton 44 and Coastal bermudagrasses as pastures and as harvested forages. J. Anim. Sci. 47:800-804
- Valdes, G.A. y A. Molina. 1992. Management systems for growing fattening bovine cattle in Coastcross bermudagrass No 1 without irrigation. Herbage Abst. 62:1966.
- \_\_\_\_\_ y A. Elías. 1981. Efecto de la carga y el método de pastoreo en la ceba de toros con bermuda Cruzada No.1 sin riego. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 15:265-274
- \_\_\_\_\_ y R. Báez. 1985. Estrategia de utilización del fertilizante nitrogenado y la carga para la ceba de bovinos en pasto bermuda Cruzada (C. dactylon var. Coast cross 1) sin riego. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias 20:115.
- Vázquez, C.M. y D. Serrano. 1981. Producción de leche y ganancias de peso vivo en cinco gramíneas con tres cargas (informe preliminar). Ciencia y Técnica en la Agricultura: Pastos y Forrajes. 4:7-14
- Volaire, F., F. Lelievre and M. Gordon. 1992. Distribution of main grass and legume species in native grassland of Corsica. Herbage Abstr. 62:1277

- Williams, M.J. 1991. Productivity and nutritive value of Cynodon spp. in Northcentral Florida. *Proceedings of Soil and Crop Sci.* 50: 55-58
- \_\_\_\_\_, R.L. Burt and R.W. Stickland. 1976. Plant Introduction. p 77-100. (in) N.H. Shaw and W.W. Bryan (Ed.). *Tropical Pasture Research. Principles and Methods.* Bull. 51. Commonwealth Bureau of Pastures and Crops. CAB. England.
- Wilson, B.R., G.W. Horn and W.E. McMurphy. 1977. Summer performance and forage intake of stockers grazed on bermudagrass. Stillwater, Oklahoma Agr. Exp. Stat. Anim. Sci. Rese. Report No. MP-101:22-25
- \_\_\_\_\_, J.R. and D.R. Mertens. 1995. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. *Crop Sci.* 35:251-259
- Woodward, J.E.H. 1988. Ultrastructural techniques to investigate cell wall degradation in two bermudagrass cultivars by enzymes and rumen bacteria. *Sci. and Engin.* 49:8.
- \_\_\_\_\_, D.E. Akin and C.S. Hoveland. 1989. Ultrastructural techniques to investigate cell wall degradation and antiquality factors in two bermudagrasses cultivars. *Crop Sci.* 29:440-447.
- Wright, R.J., H.D. Perry, M.C. Carter and O.L. Bennet. 1984. Influence of temperature on the growth of bermudagrass selections from the Appalachian region. *Soil Sci. Plant. Annal.* 15:861-877.
- Youngner, V.B. 1972. Physiology of Defoliation and Regrowth. p 292-303. (in) V.B. Youngner and C.M. Mc Kell. *The Biology and Utilization of Grasses.* Academic Press. New York.
- Zárate, P. M. Ibarra y A. Saldivar. 1993. Comportamiento de siete variedades de zacate bermuda sembradas en la zona centro de Tamaulipas. IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Memorias. Hermosillo, Son. p 2 y 3.
- Zavala, M.A., M.H. Butterworth, O. Fresnillo y J.B.M. Kronenburg. 1979. Un curso de laboratorio de Nutrición Animal. Instituto de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L. p 21.

# APENDICE

**Cuadro A.1. Análisis de varianza para el número de estolones por planta en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	185.98	92.98	5.31	0.019
Parcela grande	7	4193.20	598.03	34.23	0.000
Error en parcela grande	14	244.99	17.50		
Parcela chica	2	1933.51	966.75	96.87	0.000
Interacción	14	491.46	35.10	3.52	0.002
Error en parcela chica	32	319.36	9.98		
Total	71	7368.48			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestreos realizados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 9.23 %

**Cuadro A.2. Análisis de varianza para la longitud de estolones por planta en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	344.20	172.10	1.14	0.347
Parcela grande	7	6011.99	898.85	5.72	0.003
Error en parcela grande	14	21.03.68	150.26		
Parcela chica	2	587.15	293.57	13.66	0.000
Interacción	14	637.44	45.53	2.12	0.039
Error en parcela chica	32	687.60	21.49		
Total	71	10372.05			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestreros realizados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 11.62 %

**Cuadro A.3. Análisis de varianza para el número de entrenudos por estolón en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	1.41	0.71	0.35	0.715
Parcela grande	7	27.69	3.96	1.96	0.135
Error en parcela grande	14	28.27	2.02		
Parcela chica	2	78.64	39.32	70.03	0.000
Interacción	14	8.26	0.59	1.05	0.433
Error en parcela chica	32	17.97	0.56		
Total	71	162.24			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestras realizadas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 14.25 %

**Cuadro A.4. Análisis de varianza para la longitud de entrenudos en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	28.94	14.48	7.43	0.006
Parcela grande	7	61.81	8.83	4.54	0.008
Error en parcela grande	14	27.26	1.94		
Parcela chica	2	125.19	62.60	71.64	0.000
Interacción	14	10.59	0.76	0.87	0.600
Error en parcela chica	32	27.96	0.87		
Total	71	281.78			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestras realizados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 11.79 %

**Cuadro A.5. Análisis de varianza para el número vástagos por estolón en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	1.54	0.77	3.81	0.047
Parcela grande	7	25.45	3.64	17.99	0.000
Error en parcela grande	14	2.83	0.20		
Parcela chica	2	35.51	17.76	129.80	0.000
Interacción	14	6.86	0.49	3.58	0.002
Error en parcela chica	32	4.38	0.14		
Total	71	76.57			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestreos realizados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 13.22 %

**Cuadro A.6. Análisis de varianza para la producción de materia seca en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	0.07	0.04	0.67	0.530
Parcela grande	7	179.03	25.58	463.35	0.000
Error en parcela grande	14	0.77	0.06		
Parcela chica	6	38.77	6.46	97.17	0.000
Interacción	42	12.84	0.31	4.59	0.000
Error en parcela chica	96	6.38	0.07		
Total	167	237.88			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Cortes evaluativos realizados con 30 días de rebrote en el pasto.

Coefficiente de variación = 13.45 %

**Cuadro A.7. Análisis de varianza para la relación hoja-tallo en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	3.19	1.59	3.81	0.047
Parcela grande	7	97.61	13.94	17.99	0.000
Error en parcela grande	14	30.44	2.17		
Parcela chica	6	67.14	11.19	129.80	0.000
Interacción	42	90.56	2.16	3.58	0.002
Error en parcela chica	96	90.53	0.94		
Total	167	379.47			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Cortes evaluativos realizados con 30 días de rebrote en el pasto.

Coefficiente de variación = 40.61 %

**Cuadro A.8. Análisis de varianza para el contenido de proteína cruda en ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	6.00	3.00	1.72	0.214
Parcela grande	7	73.49	10.50	6.02	0.003
Error en parcela grande	14	24.41	1.74		
Parcela chica	2	95.05	47.52	38.88	0.000
Interacción	14	17.84	1.27	1.04	0.441
Error en parcela chica	32	39.12	1.22		
Total	71	255.92			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestras realizadas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 10.18 %

**Cuadro A.9. Análisis de varianza para la digestibilidad in situ en diferentes variedades de zacate bermuda bajo riego, en Güemez, Tamaulipas.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Bloques	2	14.73	7.37	0.46	0.651
Parcela grande	5	240.92	48.18	2.97	0.037
Error en parcela grande	10	161.97	16.20		
Parcela chica	2	564.80	282.40	16.74	0.000
Interacción	10	296.25	29.63	1.76	0.125
Error en parcela chica	24	404.83	16.87		
Total	53	1683.50			

Parcela grande = Variedades de zacate bermuda.

Parcela chica = Muestras realizados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Coefficiente de variación = 7.11 %

**Cuadro A.10. Análisis de regresión de la producción de materia seca/corte y las características de establecimiento en ocho variedades de zacate bermuda, sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Regresión	5	21.02	4.20	14.78	0.000
Error	18	5.12	0.28		
Total	23	26.14			

Coefficiente de determinación ( $r^2$ ) = 0.8042

**Cuadro A.11. Análisis de regresión entre la relación hoja-tallo y las características de establecimiento en ocho variedades de zacate bermuda, sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Regresión	5	9.62	1.92	4.05	0.012
Error	18	8.55	0.47		
Total	23	18.17			

Coeficiente de determinación ( $r^2$ ) = 0.5296

**Cuadro A.12. Análisis de regresión entre el contenido de proteína cruda y las características de establecimiento en ocho variedades de zacate bermuda, sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Regresión	5	13.86	4.62	4.54	0.014
Error	18	20.34	1.02		
Total	23	34.19			

Coefficiente de determinación ( $r^2$ ) = 0.4052

**Cuadro A.13. Análisis de regresión entre la digestibilidad in situ de la materia seca y las características de establecimiento en ocho variedades de zacate bermuda, sembradas en Güemez, Tamaulipas, bajo condiciones de riego.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F
Regresión	5	52.81	10.56	1.47	0.270
Error	12	86.34	7.20		
Total	17	139.16			

Coefficiente de determinación ( $r^2$ ) = 0.3795