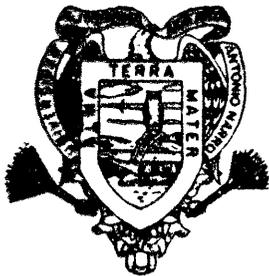


RESPUESTA DEL ZACATE BUFFEL A DOS AMBIENTES
DE SUELO PROVENIENTE DE ISLA DE FERTILIDAD
Y AREA ADYACENTE DE Larrea

FRANCISCO ANTONIO RUBIO AGUIRRE

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1997

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
MANEJO DE PASTIZALES**

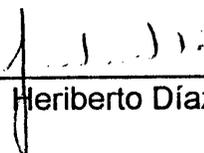
COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:



MSc. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor:



Dr. Heriberto Díaz Solís

Asesor:



MC. Regino Morones Reza



Ph. D. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Diciembre de 1997

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, por permitirme llegar con bien y felicidad al término de mis estudios de Maestría y por darme la oportunidad de entender un poco más, de su magnífica obra.

Un especial reconocimiento al Maestro y amigo Juan Ricardo Reynaga Valdés, por su ayuda, y todo el cúmulo de conocimientos y nuevas ideas (conoceres) que me ofreció durante mi estancia en ésta Universidad, GRACIAS.

Al Dr. Heriberto Díaz Solís, al Maestro Regino Morones Reza, al MC Guillermo Medina García y al Ing. Salvador Trejo Reyes por su apoyo desinteresado y sugerencias para realizar el presente trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, quien a través de sus directivos confiaron en mi persona y me facilitaron el camino para superarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio, quien a través del Departamento de Recursos Naturales Renovables, me permitió conocer excelentes maestros con una profunda calidad humana y profesional, los cuales en conjunto me brindaron la oportunidad de entender mejor el complejo mundo de las zonas áridas de México. A todos mis compañeros del Postgrado, al personal administrativo, especialmente a Don Manuel Ramírez Cepeda, por toda su ayuda y confianza. Se reconoce el apoyo del personal del Laboratorio del Dpto. de Suelos, con énfasis a la amabilidad de la gente del Laboratorio de Física. Asimismo, quiero agradecer de manera particular al Ing. José Ángel del la Cruz Bretón y su personal, por su apoyo en el área del invernadero número uno.

DEDICATORIA

**Con todo cariño para mi esposa Ma del Rosario Trejo Acuña
y nuestro hijo Carlos Antonio**

Para mis padres:

Manuel Rubio López y Manuela Aguirre López

Mis hermanos, que tanto aprecio por igual:

Manuel, Mercedes, José, Pedro, Angela, Juan, Samuel y David

Para toda la familia Rubio López con especial reconocimiento a mi tía Carmen Rubio L. y a la familia Aguirre López, con todo respeto para mis tías María y Calala Aguirre(†), así como para un gran hombre: mi tío Guerrero Aguirre L. y demás parientes y amigos que siempre me han apoyado.

Para la familia Trejo Acuña, por su ejemplo, esfuerzo y dedicación.

Para todos aquellos agricultores y ganaderos mexicanos que usan la fuerza de la razón para producir alimentos sin deteriorar el ambiente.

In memoria de dos apóstoles de la educación en México:

† Profra. Hortencia Trejo Acuña (Cuñada)

† Ph.D. Julián Gutiérrez Castillo (Maestro de Hidrología de Pastizales)

COMPENDIO

Respuesta del Zacate Buffel a Dos Ambientes de Suelo Proveniente de Isla de Fertilidad y Área Adyacente de *Larrea*.

por

Francisco Antonio Rubio Aguirre

MAESTRÍA EN MANEJO DE PASTIZALES
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE, 1997.

MSc. Juan Ricardo Reynaga Valdés. -Asesor-

Palabras clave: *Cenchrus ciliaris*, Buffel T-3686, *Larrea*, isla de fertilidad, área adyacente, propiedades físico-químicas del suelo, fitomasa, componentes morfológicos del rendimiento, índices productivos, tasa absoluta de crecimiento.

Los objetivos del presente estudio fueron: determinar las propiedades físico-químicas del suelo de la isla de fertilidad, el área adyacente de un matorral de gobernadora y evaluar la respuesta productiva que tiene el zacate buffel T-3686, en ambos tipos de ambiente.

Se colectaron muestras de 0 - 10 y de 10 - 25 cm de profundidad, tanto en la isla de fertilidad como en el área adyacente, posteriormente se realizaron pruebas de laboratorio antes y después de la siembra del pasto con la finalidad de conocer la propiedades físico-químicas de cada ambiente de suelo.

Los resultados obtenidos antes de la siembra del pasto indicaron que los valores de materia orgánica (MO), nitrógeno total (N), fósforo aprovechable (P) y la conductividad eléctrica (CE) fueron más altos en la profundidad de 0 - 10 cm del suelo proveniente de la isla de fertilidad, mientras que los contenidos de potasio intercambiable (K), pH y textura fueron similares en la profundidad de 0 - 10 cm en ambos ambientes de suelo. En el suelo después de la siembra del zacate, los valores de MO y N resultaron iguales, encontrando un descenso del P, K y la CE, en tanto que el pH aumentó en la profundidad de 0 - 10 cm en la isla de fertilidad. Por otra parte bajó el contenido de limo, a la vez que el porcentaje de arcilla aumentó, mientras que la proporción de arena permaneció igual.

Por otro lado, en los dos tipos de suelo mencionados, la respuesta productiva del pasto buffel a nivel de invernadero durante tres etapas fenológicas, mostró que el peso total de la fitomasa y de los componentes morfológicos del rendimiento, resultaron diferentes solamente en la etapa de madurez fisiológica, a excepción del peso de la raíz el cual fue igual entre la isla de fertilidad y el área adyacente durante las tres etapas bajo estudio. Por

su parte, el peso de cariósides fue mayor en las plantas desarrolladas en la isla de fertilidad.

El número de vástagos principales fue igual entre ambos ambientes de suelo, mientras que el número de vástagos laterales y hojas verdes fueron mucho mayores en el ambiente de suelo de la "isla". La relación parte aérea/parte subterránea fue mayor en la etapa de excursión, en tanto que la relación hojas/culmos fue mayor en la etapa de ahijamiento. El índice de área foliar fue más alto en las plantas que crecieron en la isla de fertilidad durante la etapa de madurez fisiológica.

En general, los índices de cosecha fueron similares entre ambientes, resultando mayor el índice de cosecha de semilla de las plantas de zacate que crecieron en el suelo de la isla de fertilidad. La tasa de crecimiento absoluto (TCA) del total de hojas mostró una tendencia ascendente hasta la etapa de excursión, disminuyendo en la etapa de madurez fisiológica, mientras que la TCA de culmos, fue mayor durante la etapa de madurez, encontrando en general que la TCA fue más elevada en las plantas que crecieron en suelo proveniente de la isla de fertilidad.

ABSTRACT

Buffelgrass Response to Two Soil Environments from Fertile Island and Adjacent Area of Creosotebush.

By

Francisco Antonio Rubio Aguirre

**MASTER SCIENCE
RANGE MANAGEMENT**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER 1997.

MSc. Juan Ricardo Reynaga Valdés. - Adviser -

Key words: *Cenchrus ciliaris* T-3686, buffelgrass, creosotebush, fertility island, adjacent area, physical and chemical soil properties, phytomass, yield components, productive index, absolute growth rate of phytomass.

The objectives of this study were determined the physical and chemical soil properties from the island fertility and adjacent area of the creosotebush communities, and to evaluate the response of yield components of buffelgrass T-3686 from both soil environments.

From each soil environment, two set of soil samples were taken (0 - 10 cm and 10 -25 cm soil depth) and their physical and chemical soil properties were analyzed before the buffelgrass was at the end of this research.

The results before buffelgrass was seeded shown that the organic matter (OM), total nitrogen (N), available phosphorus (P) and electrical conductivity (EC) get the higher values at 0 - 10 cm soil depth in the island fertility; however exchangeable potash (K^+), pH and texture get similar results in the 0 - 10 cm soil depth in both soil environments. The soil set samples taken at the end of this research shown that the concentrate ion of OM and total N values were the same, however available P, exchangeable K^+ and EC values decreased while pH increased at 0 - 10 cm soil depth from island fertile. On the other hand, the loam content was lower, while clay was higher, in the meantime the content of sand was not modified.

Buffelgrass yield responded in greenhouse to the soil environment during three phenological phases shown that dry matter partitioning and total dry matter were different only at physiological maturity phase of the buffelgrass, but root weight was the same between island fertility and adjacent area on the three phenological phases. On the other hand, buffelgrass grown in the island fertility increased the caryopsis weight.

The mean tillers number was the same in both soil environments, while lateral tillers number and green leaves were greater in the island fertility

than the adjacent area. The above ground/below ground ratio was greater in the panicle release phase, while leaves/culms ratio was greater in the tillering phase than any other. The leaf area index was greater in the plants grown in the fertile island during the physiological maturity phase.

In the overall harvest index (HI) were the same in both soil environments, nevertheless seed harvest index was greater in fertile island than in the soil adjacent area. The absolute growth rate (AGR) of total leaves showed an ascendent tendency until panicle release phase, but this decreased during the physiological maturity phase, while culms AGR was greater during physiological maturity phase. In general the AGR was higher in plants grown in the soil fertile island than from soil the adjacent area.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	6
Origen e Importancia del Zacate Buffel	6
Buffel T-3686.....	7
Islas de Fertilidad y Áreas Adyacentes.....	8
Propiedades Físico-Químicas de Islas de Fertilidad y Áreas Adyacentes.....	11
Respuesta de Plantas a Condiciones de Islas de Fertilidad y Áreas Adyacentes.....	16
Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto.....	18
Índices Derivados de los Componentes Morfológicos.....	22
Tasa de Crecimiento Absoluto	26
MATERIALES Y MÉTODOS	28
Condiciones y Localización del Sitio de Estudio.....	28
Características del Sitio donde se Colectó el Suelo.....	28
Toma de Muestras y Análisis de Suelo.....	29
Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Datos de Suelo ..	30
Siembra y Manejo del Pasto	32
Datos Iniciales	35
Número de Plántulas del Banco de Semillas en el Suelo	36
Muestreo del Número y Altura de Plántulas por Maceta....	36
Longitud de Plantas y Número de Hojas Verdaderas	36
Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Datos Iniciales.....	37
Datos Formales	37
Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto	37
Índices Derivados de los Componentes Morfológicos del Pasto.....	38

Relación Fitomasa Aérea/Fitomasa Subterránea...	39
Relación hojas/Culmos.....	39
Índice de Área Foliar Efectiva/Planta (IAF).....	39
Índices de Cosecha.....	40
Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA).....	40
Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Datos Formales.....	41
RESULTADOS	43
Variables del Suelo.....	43
Materia Orgánica	43
Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K).....	47
Reacción del Suelo (pH)	53
Conductividad Eléctrica	55
Textura	58
Variables de la Planta	59
Datos Iniciales	59
Número de Plántulas del Banco de Semillas en el Suelo	59
Muestreo del Número y Altura de Plántulas por Maceta	59
Longitud de Plantas y Número de Hojas Verdaderas	60
Datos Formales	60
Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto.....	60
Índices Derivados de los Componentes Morfológicos del Pasto.....	72
Relación Fitomasa Aérea/Fitomasa Subterránea..	72
Relación Hojas/Culmos	73
Índice de Área Foliar Efectiva/planta (IAF).....	74
Índices de Cosecha	76
Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)	77
DISCUSIÓN	82
Variables del Suelo.....	82
Materia Orgánica	82
Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)	84
Reacción del Suelo (pH)	91
Conductividad Eléctrica	93
Textura	94
Variables de la Planta.....	95

	Página
Datos Iniciales	95
Número de Plántulas del Banco de Semillas en el Suelo	95
Muestreo del Número y Altura de Plántulas por Maceta	96
Longitud de Plantas y Número de Hojas Verdaderas.....	96
Datos Formales	97
Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto	97
Índices Derivados de los Componentes Morfológicos del Pasto.....	102
Relación Fitomasa Aérea/Fitomasa Subterránea.	102
Relación Hojas/Culmos	103
Índice de Área Foliar Efectiva/planta (IAF).....	105
Índices de Cosecha (IC)	107
Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)	108
CONCLUSIONES	110
RESUMEN	114
LITERATURA CITADA	117
APÉNDICE A	130
APÉNDICE B	134
APÉNDICE C	149

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
4.1. Propiedades físico-químicas del suelo proveniente de un matorral de <i>Larrea</i>	44
4.2. Datos iniciales respecto al número de plántulas de la flora local y número, altura, longitud y hojas verdaderas de plántulas de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo de <i>Larrea</i>	60
4.3. Peso seco (g / planta) de la fitomasa total y componentes morfológicos del rendimiento de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	62
4.4. Porcentaje del peso seco de los componentes morfológicos del rendimiento de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	70
4.5. Número de vástagos y hojas verdes de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	70
4.6. Índices de los componentes morfológicos y área foliar del zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas	73
4.7. Índices de cosecha promedio de peso seco (g) de componentes de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo en la etapa de madurez fisiológica.....	76
4.8. Tasa de crecimiento absoluto en peso seco (mg/día) de componentes de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	78
A.1. Altura y diámetros (cm) de plantas de gobernadora, en un sitio anexo al Campo Experimental Noria de Guadalupe, Mpio. de Concepción del Oro, Zac.....	131
A.2. Calendario de riegos de las plantas de pasto buffel T-3686...	132
B.1. Análisis de varianza para las propiedades físico-químicas del suelo	135

B.2	Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas para las propiedades físico-químicas del suelo.....	137
B.3	Análisis de varianza para los componentes morfológicos del pasto buffel T-3686	138
B.4	Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas de los componentes morfológicos del pasto buffel T-3686.....	140
B.5	Análisis de varianza para el número de vástagos y hojas verdes del pasto buffel T-3686.....	142
B.6	Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas para los componentes morfológicos del número de vástagos laterales y número de hojas verdes del pasto buffel T-3686.....	143
B.7	Análisis de varianza de la relación parte aérea / parte subterránea y la relación hojas / culmos de zacate buffel T-3686.....	144
B.8	Partición de la suma de cuadrados de la relación hojas/culmos de pasto buffel T-3686	145
B.9	Análisis de varianza y partición de la suma de cuadrados del área foliar e Índice de área foliar (IAF) del pasto buffel T-3686.....	146
B.10	Análisis de varianza para los componentes morfológicos de la tasa de crecimiento absoluto (TCA) del pasto buffel T-3686 ...	147
B.11	Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas de los componentes morfológicos para la Tasa de crecimiento absoluto (TCA) del pasto buffel T-3686	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
4.1	Materia orgánica (por ciento) en dos ambientes de suelo de un matorral de <i>Larrea</i>	46
4.2	Nitrógeno (kg/ha) en dos ambientes de suelo de un matorral de <i>Larrea</i>	48
4.3	Fósforo (ppm) en dos ambientes de suelo de un matorral de <i>Larrea</i>	50
4.4	Potasio intercambiable (kg/ha) en dos ambientes de suelo de un matorral de <i>Larrea</i>	54
4.5	Conductividad eléctrica (mmhos/cm) en dos ambientes de suelo de un matorral de <i>Larrea</i>	57
4.6	Peso seco (g) de fitomasa total de componentes de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo.....	63
4.7	Peso seco (g/planta) de componentes morfológicos del zacate buffel T-3686, en la etapa de madurez fisiológica.....	64
4.8	Peso de cariósides (mg) de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo.....	66
4.9	Peso de raíz (g) de zacate buffel T-3686, en dos profundidades de suelo en la etapa de madurez fisiológica ..	68
4.10	No. de vástagos laterales de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo, en tres etapas fenológicas.....	71
4.11	Índice de área foliar efectiva (IAF) del zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	75

Figura		Pág.
4.12	Tasa de crecimiento absoluto del total de hojas (mg/día) del zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	80
4.13	Tasa de crecimiento absoluto de raíz (mg/día) del zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.....	81
C.1	Interacción de los factores profundidad de suelo (factor A) y tipo de ambiente (factor C) en los contenidos de materia orgánica (por ciento) y nitrógeno total (kg/ha) de un matorral de <i>Larrea</i>	150
C.2	Interacción de los factores profundidad de suelo (factor A) y efecto del pasto buffel (factor B) en los contenidos de fósforo (ppm) de un matorral de <i>Larrea</i>	151
C.3	Interacción de los factores efecto del pasto buffel (factor B) y tipo de ambiente (factor C) en los valores de pH de un matorral de <i>Larrea</i>	151
C.4	Interacción de los factores profundidad de suelo (factor A) y efecto del pasto buffel (factor B) en la conductividad eléctrica (mmhos/cm) de un matorral de <i>Larrea</i>	152

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas de México, los matorrales de gobernadora *Larrea tridentata* (Ses. & Moc. ex DC.) Cov, son los más abundantes, ya que esta especie vegetal ocupa cerca de 21 millones de ha (Jaramillo, 1994). Lo anterior, puede ser atribuido por un lado, a las condiciones propias de clima y suelo, y por otro, al uso inadecuado que en los últimos 100 años el hombre ha hecho de estos ecosistemas.

Por una parte, algunas personas dedicadas al estudio de regiones áridas, argumentan que dicha planta es indeseable (Cox *et al.* 1986); sin embargo, bajo una óptica distinta, otros autores reportan que tiene una gran cantidad de usos tanto industriales como medicinales (Timmermann, 1979). También se considera que la gobernadora juega un rol importante en la retención del suelo y fomenta la vida biológica al interactuar con gran cantidad de organismos vegetales y animales (Mares y Hulse, 1977).

En este tipo de matorrales se ha intentado hacer producir la tierra para uso agrícola y ganadero, sin considerar en primer término el componente suelo, ya que en la mayoría de las veces, la atención se ha centrado en los aspectos productivos de interés antrópico de plantas y animales.

En la actualidad cabe hacer la pregunta ¿el estado actual de estas regiones es el adecuado? y si no es el adecuado ¿qué se tiene que hacer?. Nuevas formas que combinen la aplicación agronómica y biológica con un enfoque ecológico, deberán ser aplicadas a corto y mediano plazo para la recuperación y mejoramiento de estas zonas en México.

Debido a la pobre cubierta vegetal en la gran cantidad de espacios abiertos que se suceden entre dichos arbustos, la erosión hídrica y eólica es acelerada; sin embargo, bajo la copa de los mismos es conocido que existen condiciones adecuadas para el crecimiento de una gran cantidad de plantas tanto anuales como perennes, principalmente zacates de hoja ancha. Por lo que el conocimiento de estos dos tipos de ambientes, referidos en el presente trabajo, como "islas de fertilidad" y "áreas adyacentes" (áreas abiertas), es primordial para mejorar de una manera sostenida la producción de estos ecosistemas. Asimismo, mediante un punto de vista conceptual bajo un orden alterno, la presente investigación se ubica en la comparación de los dos ambientes antes mencionados.

A la fecha y considerando la gran extensión en que se encuentra distribuida la gobernadora, es relativamente poca la investigación que de manera específica se ha generado en torno a las propiedades que tiene el componente suelo en éstos dos tipos de ambientes, y es prácticamente nulo el conocimiento que se tiene sobre la influencia que estas propiedades tienen

sobre el componente vegetal de gramíneas con valor potencial para la producción forrajera.

El **objetivo general** del presente trabajo fue hacer un estudio de las propiedades físico-químicas del suelo de un matorral de gobernadora y conocer la respuesta productiva que tiene la especie de zacate *Cenchrus ciliaris* L. cv T-3686, a este tipo de ambientes.

Objetivos Específicos e Hipótesis

1). Determinar las propiedades físico-químicas de la isla de fertilidad y el área adyacente a dos profundidades de muestreo, de un suelo de *Larrea*.

Ho): Las propiedades físico-químicas del suelo de la isla de fertilidad y el área adyacente no cambian entre ambientes, ni con la profundidad del muestreo.

2). Determinar las propiedades físico-químicas de un suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente, antes y después de ser sembrado con pasto buffel.

Ho): Las propiedades físico-químicas del suelo de isla de fertilidad y área adyacente no cambian, antes y después de la siembra de pasto buffel.

3). Determinar la producción de los componentes morfológicos del rendimiento del zacate buffel, en suelo proveniente de islas de fertilidad y áreas adyacentes de un matorral de gobernadora en tres de sus etapas fenológicas.

Ho): La producción de los componentes morfológicos del zacate buffel no cambian en suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente, en tres de sus etapas fenológicas.

4). Medir el Índice de área foliar efectiva del zacate buffel en suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente en tres etapas fenológicas del pasto.

Ho): El Índice área foliar efectiva del zacate buffel no cambia en suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente, en tres de sus etapas fenológicas.

5). Determinar los índices de cosecha del zacate buffel en suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente durante la etapa de madurez fisiológica.

Ho): Los índices de cosecha del zacate buffel, no difieren en suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente durante la etapa de madurez fisiológica.

- » 6). Conocer la tasa de crecimiento absoluto del zacate buffel en suelo proveniente de isla de fertilidad y área adyacente durante tres etapas fenológicas del pasto.

Ho): La tasa de crecimiento absoluto del zacate buffel, no cambia entre los ambientes de suelo de isla de fertilidad y área adyacente, durante sus tres etapas fenológicas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Importancia del Zacate Buffel

El zacate buffel *C. ciliaris* es una planta perenne de crecimiento de verano, nativa del sur de África. Se introdujo a Texas en 1917, sin embargo, fue hasta mediados de la década de los 40's cuando se sembró con éxito al sur de San Antonio, Texas. En 1949 el Servicio de Conservación de Suelos informalmente liberó el buffel T-4464 conocido como Común Americano (Holt, 1985). De Texas pasó a México, su introducción la realizaron ganaderos de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en los años 50's; se estima que cubre una superficie de 2,000.000 ha, resaltando en importancia en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Sonora, Coahuila, Sinaloa y Yucatán (Saldivar, 1991).

El buffel presenta problemas de adaptación climática, siendo una de sus mayores desventajas la baja tolerancia a las heladas. A la fecha se han liberado algunas variedades entre las que destacan Nueces y Llano, con características de desarrollo rizomatoso más vigoroso que la variedad Común, lo que aparentemente le ha permitido una mayor tolerancia al frío (Bashaw, 1985). En México, datos de Rivera y Medina (1991) y Morales *et al.* (1990) así lo indican al encontrar que las bajas temperaturas afectaron menos a los

materiales de buffel con rizomas, obteniendo una mayor tasa de producción de materia seca y follaje.

Buffel T-3686

El zacate buffel número de entrada T-3686, es un material rizomatoso, colectado en lugares altos, proveniente del Banco de Germoplasma de Texas A&M y fue introducido a México en el año de 1982, a través de personal investigador de la UAAAN, Saltillo, Coah. De ahí pasó al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de la SARH, bajo un convenio para llevar a cabo un proyecto de investigación denominado "Colección, introducción, evaluación, reproducción y conservación de especies forrajeras de zonas áridas y semiáridas". Los estudios se han llevado a cabo en el Campo Experimental Calera, Zac. INIFAP-SAGAR, dentro del programa de Forrajes. En el estado de Zacatecas, el pasto se ha probado bajo estudios de caracterización inicial de 1983 a 1987 junto con otros 71 materiales de la misma especie; en forma posterior el presente material fue seleccionado por sus buenas características de adaptación y producción forrajera en trabajos realizados bajo condiciones de temporal de 1987 a 1992 en diferentes localidades (Rubio, 1990; Rubio 1993a).

En estudios realizados con 22 materiales de zacate buffel en Arizona, reportan que los pastos números de entrada PI-409221 y el T-3686, fueron los que exhibieron mayor tolerancia al frío (Plant Materials Center, 1986).

Debido a la adecuada respuesta del pasto buffel T-3686 en el altiplano de Zacatecas, así como para lograr tener un mayor conocimiento del mismo, se incluyó en la presente investigación.

Islas de Fertilidad y Áreas Adyacentes

La gobernadora *L. tridentata* es una especie con una amplia distribución ecológica en los desiertos Chihuahuense, Sonorense y Mojave ubicados en el sudoeste de los Estados Unidos y norte de México (Beatley, 1974), dicha planta al igual que muchos otros arbustos, intervienen de una manera importante entre otros muchos beneficios en la estabilización y cubrimiento del suelo; sin embargo, es necesario tener un conocimiento más extenso del papel que desempeña en los terrenos dedicados al apacentamiento (García, 1993).

Pérez *et al.* (1992) mencionan que la gran mayoría de los pastizales degradados, se encuentran dominados por comunidades de *Larrea* y en las últimas décadas existe interés por la restauración de éstos ecosistemas, sin embargo, dichos esfuerzos en la mayoría de los casos han fracasado. No obstante, dentro de las características que pueden producir un cambio más dinámico las reúnen las "islas de fertilidad", generadas debajo de éstos arbustos.

Los primeros estudios referentes a la acumulación de mantillo se realizaron en ecosistemas de arbóreas (Jenny *et al.* 1949). Por su parte, Zinke

(1962) en árboles de pino, encontró que el contenido de nitrógeno en el suelo disminuye con la distancia del tronco del árbol hacia la periferia, reportando valores de 0.0286 por ciento de nitrógeno cerca del árbol y bajando a 0.0025 por ciento en el área abierta, la razón principal la atribuyó el autor a la presencia de mantillo orgánico (corteza y hojas) y a la falta de éste en el área abierta entre árboles.

Mendoza y Jurado (1989) en una comunidad forestal de *Quercus*, *Juniperus* y *Pinus*, indican la probable existencia de diferentes condiciones microambientales, bajo y fuera de la copa de los árboles lo cual afecta la distribución de herbáceas, lo anterior fue atribuido al realizar cortes para conocer el rendimiento máximo del zacate *Piptochaetium fimbriatum*, el cual produjo entre el 50 y 85 por ciento más debajo de la copa arbórea.

En áreas desérticas Wallace y Romney (1972) al estudiar la edad aproximada de grupos de arbustos en Nevada, encontraron que la estructura de la superficie del suelo que ha permanecido por décadas o centurias, da como resultado que los suelos debajo de los arbustos se conviertan en áreas muy fértiles que se comparan favorablemente con los suelos agrícolas, de zacatales y de ecosistemas forestales.

Algunas de las especies que forman grupos individuales de dos o más plantas dando origen a islas de fertilidad son: *Acacia gregii* Gray, *Cassia armata* Wats, *Larrea divaricata* Cav (García y Mckell, 1970); los mismos autores mencionan el proceso de formación de las islas de fertilidad, al referir

como la acumulación de partes de la planta y partículas finas de suelo adicionan de manera significativa materia orgánica al arbusto; así, la acumulación adicional de mantillo proveniente de hierbas y zacates anuales que se desarrollan bajo la protección del arbusto contribuyen a la acumulación superficial de materia orgánica y a elevar el nitrógeno del suelo bajo la cubierta de cada arbusto creando las "islas de fertilidad".

Por su parte, Garner y Steinberger (1989) opinan que hay mucha evidencia que indica que las islas de fertilidad no solamente son el punto de concentración de nitrógeno, ya que también en estos sitios la concentración de humedad es más elevada por el automulcheo que el suelo desnudo no tiene, y debido al mayor contenido de materia orgánica la cual reduce el escurrimiento y la pérdida de nitrógeno del suelo, también se aumenta el sombreado, reduce la temperatura diurna y además, mejora la fuente de alimento para herbívoros y otros animales con una importante interacción entre la micro, meso y macro fauna.

Respecto a las altas concentraciones de nitrógeno en las islas de fertilidad, Charley (1977) propone que puedan ser atribuidas a un aumento en la fijación de este elemento por los microorganismos que viven en y bajo el mantillo; además de cierta actividad de animales y la captura del suelo por el dosel de la planta cuando este es transportado por el viento.

Aggarwal y Kumar (1990) apuntan que el mayor consumo de fósforo y azufre por plantas de *Pennisetum typhoides* fue en el suelo tomado de la isla

de fertilidad de *Prosopis cineraria* que es donde se encontró una mayor concentración de éstos elementos, por otro lado los autores mencionan que una mayor disponibilidad de los mismos, podría ser debido a una favorable actividad microbial.

Existen diferentes términos de acuerdo al origen de las islas, cuando en los procesos de formación intervienen acumulaciones de mantillo, hojarasca, materia orgánica, suelo de textura fina, restos de insectos y otros seres en proceso de descomposición debajo de la copa de plantas, se conocen como "islas de fertilidad"; en cambio, cuando en su formación en gran parte es debido a efectos eólicos, algunos autores las llaman "dunas de matorral" o "coppice dunes" (Stuart *et al.* 1971; Wood *et al.* 1978), las cuales son depósitos eólicos formados debajo y alrededor de los arbustos y zacates amacollados por acumulación de partículas finas de cieno y arena.

Propiedades Físico-Químicas de Islas de Fertilidad y Áreas Adyacentes

Es conocido que la producción de materia orgánica, es mayor en ambientes húmedos y tropicales que en regiones templadas (Jenny *et al.* 1949). Kellman (1979) encontró que el enriquecimiento de un mismo sitio de suelo por árboles de sabana, es debido a su capacidad para establecerse en amplio ciclo de nutrientes en los que intervienen el suelo, mantillo orgánico y planta, dando como resultado diversas acumulaciones biológicas de nutrientes minerales.

En praderas establecidas en áreas forestales al oeste de Australia, Wilson *et al.* (1990) al comparar el rendimiento del zacate *Paspalum notatum* bajo la cubierta de árboles de eucalipto contra el área adyacente, encontraron que el rendimiento de materia seca acumulada fue un 35 por ciento mayor en la sombra de los árboles que en la luz solar. Bajo los árboles el pasto presentó mayor proporción de hojas verdes, nitrógeno, fósforo y humedad que el pasto que creció en el área adyacente, las posibles razones las atribuyen a que el dosel de los árboles está ligado a un efecto de sombra sobre la disponibilidad del nitrógeno; el posible beneficio adicional bajo los árboles por las hojas que caen y periodos más largos de humedad bajo la copa. Sin embargo, un trabajo realizado por Robinson (1991) en una pradera de *Chloris gayana* entre árboles de eucalipto, no encontró diferencias entre los límites de la plantación y en el área abierta, atribuyendo sus resultados al compararlos con los autores antes mencionados, que esto se debe al efecto de la densidad de 1000 árboles/ha en el terreno, en comparación con 237 árboles/ha existentes en el trabajo con pasto *Paspalum notatum*.

En áreas de matorral desértico los efectos del mantillo han sido observados por Schlatterer y Tisdale (1969) mencionando que ciertas especies de plantas tales como *Tortulas ruralis* y *Chrysanthamnus viscidiflorus* tienen efectos sobre el crecimiento de gramíneas y esto se lo atribuyen al contenido de nitrógeno en este material. García y Mckell (1970) encontraron que el contenido de nitrógeno de hojas y raíces de *Larrea* fue significativamente mayor al ser comparadas con dos especies de leguminosas y aparentemente

superior que en cualquiera de las especies bajo estudio. Los mismos autores, al efectuar un análisis por componentes de esta especie en base a raíces, tallos y hojas encontraron una proporción de un 25, 53 y 22 por ciento, con un contenido de nitrógeno de 1.6, 1.2 y 2.2 por ciento, respectivamente. Mientras que Romney *et al.* (1980) encontraron que los contenidos de NPK en hojas de *Larrea* fue de 2.56, 0.16 y 2.13 por ciento, respectivamente, con una biomasa de 162 kg/ha, en una densidad de 561 individuos / ha, concluyendo que el reservorio anual disponible de NPK en nuevas hojas de *Larrea* para la deposición y mineralización fueron de 0.34, 0.021 y 0.28 por ciento, respectivamente.

Tiedemann y Klemmedson (1973) al investigar el efecto del mezquite sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, reportan modificaciones de la densidad de volumen, siendo menor en el área bajo las plantas de mezquite, aumentando ésta con la profundidad del sitio; la materia orgánica, el total de nitrógeno, el total de azufre y el total de sales solubles, fue hasta tres veces mayor en la capa superficial de 0 a 4.5 cm de suelo de mezquite que en el suelo abierto. Sin embargo, el pH fue igual entre ambientes de suelo, concluyendo que los árboles funcionan para mejorar las condiciones de suelo bajo sus coberturas aéreas, haciendo una mejor redistribución de iones nutritivos desde áreas distantes de la cobertura aérea, hasta áreas debajo de la misma.

En suelos desérticos, el nitrógeno y sus formas varía con la profundidad del terreno y entre ambientes, Nishita y Haug (1973) encontraron

marcadas diferencias en la concentración de nitrógeno total bajo *Larrea* y en suelo desnudo, a una profundidad de 0 - 7.6 cm fue de 13.0 y 2.4 por ciento, respectivamente; mientras que en la profundidad de 15.2 - 22.9 cm fue de 3.0 y 2.6 por ciento, respectivamente; encontrándose en la mayoría de los casos en forma de nitrógeno orgánico.

Charley y West (1975), al estudiar los efectos de los arbustos sobre los patrones químicos del suelo, reportan que el contenido de fósforo total se reduce conforme la profundidad del suelo es mayor, por otro lado, el nitrógeno total en por ciento encontrado a una profundidad de suelo de 7.5 cm fue diferente bajo y entre los espacios abiertos de arbustos.

Romney *et al.* (1980) en un trabajo realizado en 62 sitios encontraron diferencias altamente significativas entre áreas bajo arbustos y suelo desnudo en base a diferentes propiedades químicas del suelo entre ellas la conductividad eléctrica, potasio intercambiable, carbón, nitrógeno orgánico y disponibilidad de fósforo; afirmando que la descomposición y mineralización del mantillo depositado en la parte inferior de la vegetación puede explicar estas diferencias, las cuales colectivamente incrementan la fertilidad del suelo debajo de la cubierta de la vegetación, sin observar cambios en el pH a diferentes profundidades del suelo y entre ambientes.

Fairchild y Brotherson (1980) al evaluar la concentración de minerales en seis especies arbustivas, reportan en promedio para el área adyacente 347.4, 6.58 y 80.0 ppm de N, P, y K, mientras que debajo de los

arbustos la concentración fue de 565.8, 9.21 y 183.0 ppm de éstos, respectivamente. En cuanto a los valores de textura y pH, los datos encontrados fueron muy parecidos entre áreas adyacente e islas de fertilidad.

El nitrógeno en sus diferentes formas es el elemento más estudiado en los trabajos encaminados a caracterizar las islas de fertilidad, Hunter *et al.* (1982) reportan que la concentración de N-nitrato ($\mu\text{g NO}_3^- \text{ N/g}$ de suelo), bajo arbustos fue de 33 $\mu\text{g/g}$ y en áreas desnudas fue de 3 $\mu\text{g/g}$.

Olivares *et al.* (1988) encontraron que la presencia del dosel de *Acacia caven* determinó condiciones de fertilidad de suelo favorables a un mayor desarrollo de la pradera, atribuyendo ésto a una mayor cantidad de materia orgánica, lo anterior se debió a una mayor acumulación de hojas en el suelo, ya que ésta especie es de hábito deciduo.

Aggarwal y Kumar (1990) reportan una mayor cantidad de materia orgánica y nitrógeno bajo la copa de *Prosopis cineraria* en una profundidad de suelo de 0 - 15 cm, respecto a el área abierta.

Sierra y Reynaga (1993) en un matorral desértico en Zacatecas, al estudiar las características químicas del suelo ocupado por mariola, encontraron en el horizonte Ah_1 (3-5 cm de espesor) un mayor contenido de N, MO, P y K en comparación con el horizonte Ah_2 . En base a el contenido de pH y textura los datos fueron similares, sin embargo reportan diferencias en la conductividad eléctrica señalando al horizonte Ah_1 con los valores más altos,

no encontrando diferencias entre los horizontes Ah₂ de islas de fertilidad bajo y fuera de la copa de mariola.

Amésquita *et al.* (1994); Frías y Olalde (1994 y 1995) reportan que algunas características físico-químicas de ambientes edáficos bajo el dosel de mezquite y áreas adyacentes en un matorral espinoso del norte de Guanajuato, fueron diferentes en cuanto al porcentaje de materia orgánica, fósforo y fierro, lo cual le confiere al suelo bajo el dosel del mezquite condiciones edáficas favorables para otros componentes del ecosistema como plantas, microorganismos y animales superiores.

En base a lo anterior, la acumulación de nutrientes en el suelo bajo diferentes tipos de arbustos, como se demuestra en los trabajos antes citados; somete a consideración un principio basado en la eliminación de cationes, en donde se establece que la producción vegetal que no es cosechada no agota el suelo, debido a que los nutrientes vuelven a él con los residuos (Cepeda, 1985).

Respuesta de Plantas a Condiciones de Islas de Fertilidad y Áreas Adyacentes

Wood *et al.* (1982) encontraron diferencias en el contenido de materia orgánica debajo y entre arbustos, reportando que más plántulas emergieron y se establecieron en suelo proveniente de las islas de fertilidad. Por su parte, Cox *et al.* (1984) al evaluar el contenido de NO₃⁻ - N encontraron diferencias significativas entre sitios y entre el suelo del centro del arbusto y el área

adyacente, dando por resultado que la altura y fitomasa de plantas de *Panicum antidotale* fuese mayor en islas de fertilidad.

García (1988) al hacer una caracterización de islas de fertilidad y áreas adyacentes de mezquite y establecer gramíneas en un matorral Mediano espinoso en Múzquiz, Coah, encontró que los suelos de las islas de fertilidad son diferentes a los de las áreas adyacentes en cuanto a su contenido de materia orgánica, nitrógeno total, potasio intercambiable, humedad, capacidad de infiltración, resistencia a la penetración y textura; también encontró que la composición florística y la fitomasa aérea en pie de las especies nativas, fue mayor en islas de fertilidad que en las áreas adyacentes.

Pérez *et al.* (1992) reportan que el crecimiento de las plántulas de costilla de vaca en la isla de fertilidad de *Larrea* fue dos veces más productiva que cuando crece en el microambiente entre arbustos, por lo cual asientan que su estudio contribuye a demostrar que existen sitios seguros de crecimiento en ambientes áridos que impactan la transformación de ecosistemas degradados; siendo evidente que la isla de fertilidad tiene un rol interactivo con otros factores ambientales para los procesos de establecimiento de una especie.

En trabajos realizados dentro y fuera de la copa de árboles de mezquite y huizache, Márquez *et al.* (1994) encontraron marcadas diferencias entre ambientes, con un 146.0, 68.8, y 53.6 por ciento más de materia seca, cobertura basal total y mantillo, respectivamente, para áreas dentro y fuera de

los árboles, concluyendo que estos datos manifiestan el hábito favorable que se crea debajo de estas especies vegetales.

Por su parte Cruz *et al.* (1995) al realizar una evaluación bajo mezquites, reportan que bajo el dosel se presentó una mayor retención de humedad y mejores condiciones de fertilidad, y en la vegetación se observaron diferencias tanto a nivel de su composición como de su estructura; bajo los mezquites los zacates altos y amacollados (*Setaria macrostachya*, *Leptochloa dubia* y *Panicum obtusum*) tuvieron la mayor cobertura, mientras que en áreas abiertas la mayor cobertura la ocupan zacates cortos cespitosos como *Buchloë dactyloides* y *Aristida adscencionis*, concluyendo que los mezquites facilitan el establecimiento de diferentes especies, lo que incrementa la diversidad y complejidad de la vegetación.

Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto

El Range Inventory Standardization Committee (RISC, 1983), en las guías y terminología para inventariar y monitorear pastizales define los siguientes términos relacionados a producción:

Productividad. Es definido como la tasa de producción por unidad de área, usualmente expresado en términos de peso o energía.

Biomasa. Se refiere a la cantidad total de plantas y animales que viven arriba y bajo la superficie en un área en un tiempo dado.

• **Fitomasa.** Es la cantidad total de plantas (incluyendo partes muertas) arriba y bajo la superficie en un área en un tiempo dado.

Cosecha en pie. La cantidad total o el número de partes vivas en una situación particular en cualquier tiempo dado. También se refiere a la cantidad de material vegetal cosechado pudiendo ser tejido vivo y/o muerto.

Rendimiento. (a) la cantidad de un producto en un espacio o tiempo dado (sinónimo de producción) y (b) la porción cosechada de un producto.

Smith (1977) aclara que la productividad está influenciada por la disponibilidad de nutrientes, humedad (especialmente precipitación), temperatura, longitud de la estación de crecimiento, utilización animal, fuego y otros factores.

Loomis y Williams (1963) refieren que es útil tener una estimación de la productividad potencial, por ejemplo la habilidad total de las plantas para acumular materia seca.

Braun (1980) apunta que los valores medios de la producción anual por unidad de superficie de suelo, pueden ser estimados mediante mediciones del peso seco total y del área foliar total, realizadas a intervalos a través de la estación de crecimiento.

Patten (1978) en un estudio para conocer la productividad de plantas efímeras en el desierto Sonorense, encontró una eficiencia productiva del 5.0

por ciento de herbáceas bajo la cubierta del *Cercidium*, mientras que en los espacios abiertos la eficiencia fue de 0.1 por ciento, atribuyendo estos resultados a las buenas condiciones de humedad con una baja a moderada entrada de luz solar, dando a las plantas efímeras, óptimas condiciones para llevar a cabo altas tasas de eficiencia fotosintética.

Por su parte, Cox *et al.* (1983) reportan un aumento en la producción, y hojas de mayor longitud en vástagos de los zacates *Eragrostis lehmanniana* Nees y *Panicum antidotale* Retz, en suelos no fertilizados colectados en la base de plantas de *Larrea*, en comparación a las áreas abiertas.

Por otro lado, bajo condiciones controladas, Christie y Moorby (1975) al estudiar diferentes concentraciones de fósforo sobre zacate *Cenchrus ciliaris* cv. Biloela, reportan marcadas diferencias en cuanto al peso total de la planta, peso de vástagos, peso de raíces, número de vástagos, número total de hojas y diferencias en el área foliar en cm².

En cuanto al peso de vástagos, a los 24 días después de la siembra, Christie (1975) obtuvo 6.8 mg cuando agregó 0.003 ppm de fósforo, mientras que al agregar 3.0 ppm, obtuvo 288.9 mg; en cuanto al peso de raíces, el mismo autor reporta que con la primer dosis antes mencionada encontró un peso de 5.9 mg, mientras que con la segunda dosis obtuvo 86.7 mg, respectivamente.

Por su parte Black (1968) con aplicaciones de nitrógeno y fósforo encontró un mayor contenido de P en la planta, una mayor eficiencia en el uso

del agua y la fertilización fosforada estimuló en un 20 por ciento el consumo de N del suelo en pastos nativos, así como el N incrementó la producción de proteína cruda de los pastos bajo estudio.

En México para el pasto buffel la información referente al efecto de diferentes nutrientes que son acumulados o agregados bajo diferentes ambientes de suelo es escasa, ya que la mayoría de los trabajos realizados consideran sólo los rendimientos acumulados de forraje (Eguiarte *et al.* 1990; Saldivar, *et al.* 1996; García, 1992) y semilla (Medina y Osuna, 1989; Morales, 1995; Ibarra *et al.* 1996; Rubio, 1993b), sin realizar una partición de los componentes del rendimiento y sin tomar en cuenta las condiciones de fertilidad del suelo.

En relación al peso de carióspsides, Knipe (1970) manifestó que es posible que las semillas de mayor tamaño de zacatón alcalino contribuyan de una manera sustancial en la regeneración de éste tipo de pastizal bajo condiciones áridas y semiáridas.

Por su lado, Wilson *et al.* (1981) al estudiar clones de *Bouteloua gracilis*, encontraron diferencias entre el peso de los carióspsides, el cual varió de 25 a 70 mg/100 carióspsides.

Bajo condiciones de campo, la observación del reducido vigor de las plántulas al momento de su emergencia, causada en la mayoría de los casos por adversas condiciones de humedad y bajos niveles de fertilidad del suelo, ha originado desde tiempo atrás, que la investigación se haya enfocado hacia

el mejoramiento genético de diversos materiales de gramíneas con un mayor peso de cariósides (Rogler, 1954; Trupp y Carlson, 1971; Wright, 1977; Carren *et al.* 1987 y González y Zamora, 1988). Lo anterior, sólo ha estado atacando los efectos y no las causas, dicho de otra manera, si el problema está en la falta de humedad y baja fertilidad del suelo, por que no buscar la manera de mejorar el suelo, o producir en microambientes ya mejorados en forma natural por las propias plantas.

Desde el punto de vista agronómico, algunos autores han encontrado que los efectos del ambiente y las prácticas culturales como una adecuada humedad y buenos niveles de fertilidad en el suelo tienen influencia directa sobre el rendimiento de la semilla y el peso de los cariósides (Kneebone, 1957; Wright, 1964; Sminka y Newell, 1980). Sin embargo, son escasos los reportes que las islas de fertilidad tienen en relación al componente semilla, salvo la información de Tiedemann y Klemmedson (1973) quienes afirman que las plantas que crecieron en suelo de la isla de fertilidad de mezquite fueron más robustas, de apariencia saludable y produjeron espiguillas en contraste a las que crecieron en suelo del área adyacente, observándose un bajo crecimiento, cloróticas y sin producción de espiguillas. Lo anterior indica las bondades de la isla de fertilidad para producir semillas viables.

Índices Derivados de los Componentes Morfológicos

En cuanto a los índices relacionados con la partición de la fitomasa de las plantas forrajeras, es necesario tener un mejor conocimiento de como a

nivel planta se distribuyen las diferentes estructuras de mayor interés fisiológico y económico. Sin embargo, las investigaciones relacionadas al tema para el pasto buffel a nivel nacional son escasas; ya que la mayoría de los estudios se han encaminado a evaluar la respuesta del zacate a diferentes condiciones de ambiente climático, por lo cual son pocos los trabajos realizados sobre las características morfológicas y fisiológicas (López y Aranda, 1986). Al respecto, los autores antes mencionados encontraron que las variables producción de vástagos, altura, producción de materia verde y seca, y el diámetro de la corona, guardan una relación directa sobre la capacidad forrajera del buffel común.

Por otra parte, Morales y Valenzuela (1991) reportan una relación de tallos reproductivos y vegetativos, de 1.58 para la variedad Formidable y de 1.13 para el buffel Común.

En estudios sobre zacate buffel en Yucatán, Armendáriz y Castillo (1991) encontraron que durante el mes de mayo el pasto tuvo una proporción de hoja+tallo+material muerto de 51/47/2, cambiando para el mes de agosto a 45/ 45/10.

Gutiérrez (1991) con un abatimiento hídrico del 25 por ciento, reporta para el buffel común una producción de materia seca de 10.8, 7.23, 30.9, 11.7, 3.6 y 21.0 g, para los componentes peso seco de hojas, vainas, culmos, espiguillas, corona y raíz, respectivamente.

En estudios sobre otras gramíneas, se encontró que en una evaluación con pasto salado, García y Escalante (1986) reportan una proporción casi igual de parte aérea y parte subterránea con un 52 y 48 por ciento, respectivamente.

Coyne y Bradford (1985) al estudiar los componentes de la biomasa de diferentes plántulas de especies nativas e introducidas, reportan que una tercera parte de la biomasa total fue particionada entre hojas, vainas + tallos y raíces, respectivamente.

García y Pérez (1986) en un pastizal de navajita, encontraron que la biomasa subterránea fue diferente entre fechas de muestreo y profundidades del suelo, reportando una mayor producción en el perfil de 0 - 10 cm.

En cuanto al índice de área foliar (IAF), se conoce que la capacidad de intercepción de la luz es uno de los primeros factores que determinan la producción (Bonner, 1962) por lo tanto, en el establecimiento de las relaciones entre el crecimiento de la planta y los factores del ambiente es conveniente determinar la superficie de área de las hojas verdes (Kumar y Joshi, 1970).

Como las hojas son el principal portador de clorofila, el material esencial para la fotosíntesis, su número y tamaño debe de tener un profundo efecto sobre la producción de las plantas (Ashley *et al.* 1965).

Coyne y Bradford (1985) mencionan que la producción de materia seca depende de la cantidad de área foliar por planta (morfológica) y la tasa de asimilación neta por unidad de hoja (fisiológico).

El IAF, es definido como la proporción del área de la hoja en relación a la superficie de suelo que ésta ocupa (Brown y Blaser, 1968). Los mismos autores anticipan que el IAF al ser considerado en relación a la intercepción de la luz, parece ser una herramienta útil para el entendimiento del crecimiento del forraje y el desarrollo de mejores variedades y prácticas de manejo. Si las variedades son desarrolladas para la producción de una mayor área foliar después de la defoliación o durante su establecimiento, esto puede representar un importante avance en el uso de este término, sin embargo, es necesario investigar más sobre la fisiología de los forrajes, particularmente entre el área foliar y las reservas de nutrientes.

El total del área de follaje por planta depende del número de hojas vivas presentes en cualquier época y el tamaño de cada hoja y la influencia de la nutrición mineral es importante (Langer, 1966).

En cuanto al índice de cosecha de plantas de interés económico para la alimentación humana y animal, Jennings y Shibles (1968) apuntan que estos índices son una medida de la eficiencia de la translocación de la materia seca de los tejidos vegetativos de la planta hacia el grano. Por su parte, Allan (1983) menciona que el índice de cosecha, ha recibido gran atención en diversos programas de mejoramiento de granos pequeños.

Wallace *et al.* (1972) puntualizan que el índice de cosecha es un aspecto importante en la partición diferencial de la fotosíntesis y que el mejoramiento de éste representa un aumento en la capacidad fisiológica de la planta para movilizar fotosintatos y enviarlos a los órganos de interés económico.

Algunos autores establecen que mediante índices de cosecha es posible establecer criterios de selección de tratamientos y reportan que el índice de cosecha equivale al rendimiento de grano sobre el rendimiento biológico (peso en base seca), de ahí que es conveniente considerar el número de espigas, cariósides por gramo, cariósides por espiga y el peso en gramos de los cariósides (Fisher y Kertesz, 1976; Takeda y Frey, 1976).

Tasa de Crecimiento Absoluto

El crecimiento de las gramíneas, como de otras plantas, en una situación particular, depende de distintas condiciones físicas, químicas y biológicas en el suelo, las cuales afectan la habilidad del sistema de raíces para crecer y funcionar eficientemente (Russell, 1966). Por su parte, Hunt (1982) menciona que el crecimiento es un término que describe un cambio irreversible en tamaño, forma y ocasionalmente en número.

Larcher (1977) y Daubenmire (1982) establecen que la manera de iniciar la medición de la dinámica de crecimiento es evaluar su productividad a través del tiempo, considerando la velocidad con que cambian las estructuras,

e incluso la tasa de asimilación neta. El análisis de crecimiento permite determinar el efecto de los factores ambientales sobre la producción de forraje de zacate buffel, basado en lo anterior, Gutiérrez (1991) estimó los índices de eficiencia de crecimiento en la etapas de ahijamiento, excersión y madurez fisiológica, en donde para el componente hojas, los resultados fueron de 0.18, 0.10 y 0.79 mg de MS/cm² de hoja / día, mientras que para el componente vástagos fueron de 0.29, 12.07 y 21.56 mg de MS/cm² de hoja/día y para la raíz los valores fueron de 0.0006, 7.21 y 7.85 mg de MS/cm² de hoja/día, respectivamente, a un 25 por ciento del nivel de abatimiento hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones y Localización del Sitio de Estudio

El trabajo se realizó del 26 de marzo al 10 de septiembre de 1996, bajo condiciones de invernadero, el cual está construido en base a una estructura metálica y ventanales de cristal. Dentro de la instalación, la temperatura osciló en un rango de 14 a 38 °C, no teniendo control sobre la humedad relativa del ambiente y sólo un control parcial de la radiación solar al tener los vidrios del techo pintados de blanco. Las instalaciones se encuentran ubicadas dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Campus Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Características del Sitio donde se Colectó el Suelo

El lugar seleccionado para colectar el componente suelo, fue el mismo sitio caracterizado por Pérez (1990) en una área adjunta al Campo Experimental de Zonas Áridas "Noria de Guadalupe", Mpio. de Concepción del Oro, Zacatecas, sitio ubicado dentro de la zona reconocida ecológicamente como Desierto Chihuahuense, dentro de la parte baja de la Cuenca de San Tiburcio. El lugar es representativo de la comunidad de plantas conocida como Matorral de *Larrea-Flourensia*, distribuido en una amplia superficie y dominado

por arbustos como la gobernadora *L. tridentata* y hojasesn *Flourensia cernua*, asociados con algunos zacates como el navajita azul *Bouteloua gracilis*, banderita *Bouteloua curtipendula*, tempranero *Setaria leucopila*, gigante *Leptochloa dubia* y búfalo *Buchloë dactyloides*. Gutiérrez *et al.* (1979) indican que los suelos de la parte baja de la cuenca, son aluviales con profundidad mayor de 1.5 m y pendiente de 0 a 1 por ciento, presentando sus horizontes A, B y C, con coloración en seco de gris a claro en los horizontes superiores y un pardo claro en los profundos; su textura va de franco a franco-arcillosa, con estructura de bloques subangulares, su consistencia es dura en seco y adhesiva en húmedo con un pH entre 7.5 y 8.0.

Toma de Muestras y Análisis de Suelo

Para realizar el presente estudio y con la finalidad de obtener muestras homogéneas de suelo, éstas fueron tomadas de un solo arbusto de gobernadora seleccionado al azar dentro de la comunidad bajo estudio, considerando que tuviera características similares de altura y cobertura a la comunidad en general y a sus vecinos de la misma especie más cercanos (Cuadro A.1). El suelo fue colectado en las profundidades de 0 - 10 y de 10 - 25 cm, tanto dentro de la isla de fertilidad como entre arbustos o área adyacente; quedando los puntos de muestreo entre las direcciones NE y NW.

Para tomar las muestras se utilizó un talache y una pala; recogiendo en forma separada las muestras de acuerdo a la profundidad antes mencionada. Posteriormente, el suelo se depositó en costales de plástico, se

etiquetó de acuerdo a su origen y fue trasladado a las instalaciones de la UAAAN, en donde previamente fue mezclado con una pala, separando el material pedregoso (caliche) a mano. El suelo se depositó en bolsas de plástico negro de una capacidad total de 2.7 kg, correspondiendo 1.08 kg para suelo de la profundidad de 0 - 10 cm y 1.62 kg para suelo de la profundidad de 10 - 25 cm. Previo al análisis de laboratorio, el suelo se cribó en un tamiz de 2.0 mm, después para probar las hipótesis planteadas relacionadas a suelo, de acuerdo a cada tratamiento, se enviaron al laboratorio de Suelos de la UAAAN 1.5 kg de suelo por repetición, para conocer las siguientes propiedades físico-químicas: materia orgánica, que se realizó por la técnica de oxidación por el método de Walkley-Black (Allison, 1965) y se expresó en por ciento; el nitrógeno total se realizó por el método por Kjeldahl (1883) y se expresó en kg/ha; el fósforo asimilable, por el método de colorimetría (Olsen *et al.* 1954) y se reportó en partes por millón; el potasio intercambiable, se analizó por el método de cobaltinitrito de sodio (Bower y Wilcox, 1965) y se expresó en kg/ha; la reacción del suelo (pH) se midió con un potenciómetro (Bates, 1954); la conductividad eléctrica (Bower y Wilcox, 1965), y se expresó en mmhos/cm y la textura, en base a los contenidos de arcilla, limo y arena se realizó por el método de Boyucous (Day, 1965), expresando los valores en porcentaje.

Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Datos de Suelo

Para medir la respuesta de las propiedades del componente suelo se utilizaron ocho combinaciones de tratamientos de acuerdo al siguiente arreglo factorial:

Factor profundidad (factor A), con dos niveles, a_1 : suelo de profundidad 0 - 10 cm y a_2 : suelo de la profundidad 10 - 25 cm; factor presencia del pasto (factor B), con dos niveles, b_1 : suelo antes de la siembra del pasto y b_2 : suelo después de la siembra del pasto y factor ambiente de suelo (factor C), con dos niveles, c_1 : suelo de la isla de fertilidad y c_2 : suelo del área adyacente. Las combinaciones (tratamientos) fueron:

- 1) $a_1 b_1 c_1$ Profundidad de 0 - 10 cm, sin pasto e isla de fertilidad.
- 2) $a_1 b_1 c_2$ Profundidad de 0 - 10 cm, sin pasto y área adyacente.
- 3) $a_1 b_2 c_1$ Profundidad de 0 - 10 cm, con pasto e isla de fertilidad.
- 4) $a_1 b_2 c_2$ Profundidad de 0 - 10 cm, con pasto y área adyacente.
- 5) $a_2 b_1 c_1$ Profundidad de 10 - 25 cm, sin pasto e isla de fertilidad.
- 6) $a_2 b_1 c_2$ Profundidad de 10 - 25 cm, sin pasto y área adyacente.
- 7) $a_2 b_2 c_1$ Profundidad de 10 - 25 cm, con pasto e isla de fertilidad.
- 8) $a_2 b_2 c_2$ Profundidad de 10 - 25 cm, con pasto y área adyacente.

Los datos se agruparon en un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial 2^3 , con tres repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental la cantidad de suelo necesaria para medir cada característica edáfica de acuerdo a la prueba de laboratorio respectiva. El análisis de varianza (ANVA) se efectuó a los niveles de significancia del $p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$. La comparación de medias fue con la prueba de rangos múltiples de Tukey a un nivel de $p \leq 0.05$ de significancia. Cuando una interacción resultó significativa se interpretó la interrelación de los factores mediante una prueba de F al $p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$.

Las características físico-químicas (variables) evaluadas en base al componente suelo fueron la materia orgánica, el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el pH, la conductividad eléctrica y la textura.

Siembra y Manejo del Pasto

El trabajo del componente vegetación se llevó a cabo en colaboración con el Campo Experimental Calera, Zac. INIFAP-SAGAR, proporcionando de su Banco de Germoplasma la semilla del zacate buffel número de entrada T-3686.

Los cariósides (semillas enteras) de este material fueron previamente separados de sus envolturas con una licuadora comercial, con las aspas recubiertas con cinta aislante y posteriormente seleccionados en forma visual en tamaño y peso similar.

Para proceder a la siembra las bolsas con su respectivo suelo, fueron previamente identificadas y llevadas al invernadero, en donde recibieron un riego de pre-siembra el día 12 de marzo de 1996, de 1200 ml de agua cada una, con la finalidad de hacer la siembra en suelo húmedo. Posteriormente, el día 26 de marzo de 1996 se realizó la siembra depositando cinco cariósides por unidad experimental (maceta) en forma manual a una profundidad de 0.7 cm. Después de la siembra se regó cada maceta con 10 ml de agua y posteriormente, las plantas fueron regadas de acuerdo al calendario de riegos

expresado en el Cuadro A.2, procurando que durante el transcurso del trabajo el suelo siempre estuviera húmedo.

Las plántulas empezaron a emerger entre el primero y cinco de abril de 1996, posteriormente el día 24 de abril de 1996, se realizó un aclareo manual cortando las plántulas menos vigorosas con unas tijeras, dejando sólo dos por maceta y el día 13 de mayo de 1996, se realizó el último aclareo, dejando una sola planta por maceta. Debido a que el pasto buffel es de hábito indeterminado, para facilitar el seguimiento de las etapas fenológicas del zacate, el día 13 de mayo de 1996 se procedió a enumerar del primero al "n" vástago, con anillos hechos de alambre telefónico de diferentes colores. Las etapas fenológicas (fenofases) estudiadas fueron: Etapa de **ahijamiento**, identificándose cuando estuvieron presentes tres vástagos por individuo, etapa de **excursión**, considerada cuando fueron visibles las espigas del primero hasta el cuarto vástago y etapa de **madurez fisiológica**, cuando el cariósipide mostró dificultad para ser dividido manualmente.

Durante el estudio conforme las hojas inferiores entraron en senescencia, se recogieron por separado en bolsas de papel. Asimismo, conforme la semilla maduró fue cosechada a mano a nivel de cada vástago por cada planta, depositándose en bolsas de papel, anotando la fecha, número de vástago y tratamiento respectivo. Las plantas se cosecharon de acuerdo a sus etapas fenológicas; la etapa de ahijamiento se manifestó a los 71 días después de la siembra (5 de junio de 1996), la etapa de excursión a los 105 días (9 de julio del mismo año) y la etapa de madurez fisiológica a los 168 días (10 de

septiembre de ese mismo año). Durante las fechas de corte antes descritas se cosecharon las cuatro unidades experimentales por ambientes de suelo, trasladando las macetas al Laboratorio de Ecología del Departamento de Recursos Naturales Renovables de la UAAAN, procediéndose a cortar con tijeras cada vástago principal lo más cercano a la corona de la planta, desprendiendo en forma manual y en orden ascendente los vástagos laterales de su vástago principal. Un vástago principal se refiere a la estructura de la planta compuesta por el culmo, vainas, limbos y en ocasiones de estructuras reproductivas, que brota directamente de la corona de la planta y un vástago lateral es aquel que consta de las estructuras vegetales antes mencionadas, pero que se desarrolla a partir de un vástago principal. Un vástago principal puede contar con varios vástagos laterales, a la vez que un vástago lateral da origen a otro de ellos.

Primero se cortó el vástago principal identificado con el número uno, acto seguido fueron separadas en forma manual las hojas verdes, que después de cortadas se extendieron dentro de papel periódico y se colocaron en una prensa de madera; las hojas secas, vainas, culmos e inflorescencias, se depositaron por separado en bolsas de papel anotándose el número de planta, tratamiento, parte de la planta y fecha de corte; después se cortó el vástago identificado con el número dos y así sucesivamente, hasta el último vástago.

Para obtener la muestra de raíz en las dos primeras etapas fenológicas, después de separar la fitomasa aérea, las macetas fueron cortadas y mediante un manejo cuidadoso la raíz se separó manualmente con agua a presión, recogiendo la raíz completa en un doble tamiz (calibres 0.074 y

2.0 mm), posteriormente se procedió al secado. Para las muestras correspondientes a la etapa de madurez fisiológica, se siguió el mismo procedimiento, con la diferencia de que se obtuvo el peso de raíces para las dos profundidades de suelo (0 - 10 y de 10 - 25 cm). Las muestras de suelo obtenidas, se utilizaron para conocer el efecto del pasto sobre las propiedades físico-químicas, por lo cual después de cribadas, se enviaron al laboratorio, para determinar las propiedades físico-químicas descritas anteriormente. También durante esta fase del trabajo, fueron separados los rizomas y la corona por cada planta.

Todas las muestras vegetales, (a excepción de los cariósides), fueron secadas en una estufa de aire durante 72 horas a 65 °C y pesadas en balanzas electrónicas al 0.01 y al 0.001 g, según el tipo y peso de la muestra.

Para conocer el peso de cariósides, se escogieron al azar semillas de los vástagos principales, separando a mano cada uno de ellos de sus respectivas envolturas. Posteriormente dichas estructuras biológicas, se pesaron en una balanza analítica al mg más cercano, correspondiendo el valor promedio de 50 cariósides a una repetición.

Datos Iniciales

Este apartado se refiere a mediciones realizadas al inicio del trabajo de investigación y se incluye debido a que desde este momento se empiezan a

observar ciertos comportamientos biológicos los cuales son de interés en las fases sucesivas del estudio. Las mediciones efectuadas fueron:

Número de Plántulas del Banco de Semillas en el Suelo

El día 26 de marzo de 1996, con la finalidad de conocer la carga biológica en relación a las estructuras vegetativas vivas (semillas), en el transcurso del primer riego y la siembra del pasto, se estimó el banco de semillas contenidas en el suelo procedente del sitio de muestreo, para lo cual se contaron de manera directa en cada maceta todas la plántulas de hoja ancha y angosta que lograron emerger en un plazo de 14 días, sin identificar género ni especie.

Muestreo del Número y Altura de Plántulas por Maceta

El día 16 abril del mismo año, a 20 días después de efectuada la siembra, se realizó un conteo directo del número de plántulas de pasto buffel por maceta, también se midió la altura en centímetros con una cinta métrica, a la punta de la hoja más alta.

Longitud de Plantas y Número de Hojas Verdaderas

El día 26 de abril del mismo año, 30 días después de la siembra, se midió con una cinta métrica la longitud de las planta y se realizó un conteo directo del número de hojas verdaderas. La longitud se midió juntando las plantas entre los dedos de la mano, midiendo la planta desde la base de la corona, hasta la punta de la hoja más larga. El término hojas verdaderas, se

refiere a las estructuras foliares que conforman la planta sin considerar el coleóptilo.

Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Datos iniciales

La información anterior se agrupó en dos tratamientos, los cuales fueron las plantas de la isla de fertilidad y las plantas del área adyacente; siendo 12 repeticiones por cada uno. La comparación de medias fue con la prueba de t Student ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$). Las variables bajo estudio fueron el número de plántulas de la flora local/maceta, el número de plántulas de pasto buffel/maceta, la altura de plántulas de pasto buffel/maceta, la longitud de plantas de pasto buffel y el número de hojas verdaderas.

Datos Formales

Este apartado se refiere a las características biológicas evaluadas de acuerdo a las etapas fenológicas planteadas, estableciendo de acuerdo a éstas, los objetivos específicos referentes al componente vegetación.

Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto

Se refiere a todas aquellas partes que constituyen la planta y cuyas mediciones se realizaron de manera directa en peso o número durante las etapas fenológicas bajo estudio. Los componentes del pasto buffel T-3686, fueron el peso de fitomasa total de la planta, el cual se efectuó desde el vástago uno al "n", sumando el total de estructuras que conforman la planta, en

cada etapa fenológica y fue expresado en gramos/planta. Por su parte, el peso seco de estructuras por componentes de la planta fueron: hojas secas (láminas foliares senescentes), hojas verdes (láminas foliares fotosintéticamente activas), total de hojas (la suma de las hojas secas y hojas verdes), culmos (tallos sin hojas ni vainas), vainas (envolturas de los culmos), inflorescencias (espiguillas inmaduras), semillas (envolturas más cariósides), cariósides (estructuras reproductivas sin envolturas), corona (estructura que une a los culmos y raíces), rizomas y raíces. Cada componente de la planta mencionada, se midió en gramos, del vástago uno al "n" para cada una de las etapas fenológicas bajo estudio, a excepción del peso de las semillas, cariósides y rizomas, que sólo se manifestaron y midieron en la etapa de madurez fisiológica.

Además del peso seco, se contaron de manera directa el número de vástagos principales, número de vástagos laterales por cada vástago principal y número de hojas verdes.

Índices Derivados de los Componentes Morfológicos del Pasto

Se refiere a todos aquellos índices estimados a partir de las mediciones que se realizaron en forma directa en peso o número de los componentes morfológicos del pasto buffel T-3686, durante las etapas fenológicas bajo estudio, los cuales fueron:

Relación Fitomasa Aérea / Fitomasa Subterránea

Esta proporción se obtuvo en base a la suma del peso aéreo/la suma del peso subterráneo. El peso aéreo se obtuvo de la suma del peso de semillas, inflorescencias, culmos, vainas, hojas secas y hojas verdes; mientras que el peso subterráneo se obtuvo de la suma del peso de los componentes coronas, raíces y rizomas. La relación se expresó en gramos/planta.

Relación Hojas / Culmos

Esta relación se calculó con la suma del peso de hojas secas más hojas verdes, el producto resultante fue dividido entre el peso de los culmos. La relación se expresó en gramos/planta.

Índice de Área Foliar Efectiva / Planta (IAF)

Para poder calcular el IAF/planta, primero se midió el área foliar en cm^2 de hojas verdes con un medidor de área foliar modelo CI-202, CID, para cada una de las etapas fenológicas descritas. El índice de área foliar se expresa según Tanaka y Yamaguchi (1977) como: $\text{IAF} = S_1/P$, donde: S_1 = superficie foliar del dosel del cultivo, P = superficie del suelo donde se desarrolla el cultivo. Por lo que S_1 se consideró el área en cm^2 de hojas verdes y la P se midió con el uso de la fórmula del área: $A = \pi \times r^2 = 3.1416 \times 6^2 = 113.0934 \text{ cm}^2$. El diámetro de cada maceta fue de 12.0 cm y la profundidad de 20 cm.

Índices de Cosecha

Los cálculos de los índices de cosecha se efectuaron por medio del peso de los componentes estructurales, del vástago uno al "n", en la etapa fenológica de madurez fisiológica. Los índices se calcularon en función de la siguiente fórmula (Gutiérrez, 1991):

$$IC = \left(\sum_{i=1}^{n \text{ vástagos}} g \cdot \text{componente} \right) / \left(\sum_{i=1}^{n \text{ vástagos}} \cdot g \text{ totales componente}^{-1} \right)$$

donde:

IC = Índice de cosecha

$\sum_{i=1}^{n \text{ vástagos}}$ = Es la suma total (g) de componentes estructurales para:

Hojas secas, hojas verdes, total de hojas, culmos, vainas, inflorescencias, semillas, coronas, rizomas y raíces.

$\sum_{i=1}^{n \text{ vástagos}}$ = totales por componente⁻¹ = Es la suma total de la producción (g) de la planta

Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)

Para realizar el análisis de crecimiento absoluto en peso, se utilizó la técnica propuesta por Hunt (1990) utilizando los datos del peso seco de los componentes estructurales del total de hojas, culmos, vainas, coronas y raíces.

La TCA se calculó con el siguiente modelo matemático:

$$TCA = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$$

donde:

W = Unidad de peso de material presente de la planta.

T = Unidad de tiempo en días.

Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Datos Formales

Para medir la respuesta del componente planta se utilizaron seis combinaciones de tratamientos de acuerdo al siguiente arreglo factorial: Factor etapa fenológica (factor EF) con tres niveles, α_1 : etapa de ahijamiento, α_2 : etapa de excursión y α_3 : etapa de madurez fisiológica y el factor suelo (factor S) con dos niveles, β_1 : suelo de la isla de fertilidad y β_2 : suelo del área adyacente, las combinaciones (tratamientos) fueron:

- 1) $\alpha_1 \beta_1$ Etapa de ahijamiento e isla de fertilidad
- 2) $\alpha_2 \beta_1$ Etapa de excursión e isla de fertilidad
- 3) $\alpha_3 \beta_1$ Etapa de madurez fisiológica e isla de fertilidad
- 4) $\alpha_1 \beta_2$ Etapa de ahijamiento y área adyacente
- 2) $\alpha_2 \beta_2$ Etapa de excursión y área adyacente
- 3) $\alpha_3 \beta_2$ Etapa de madurez fisiológica y área adyacente

Los datos se agruparon en un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial 3 x 2, con cuatro repeticiones por tratamiento; a excepción del peso de cariósides, rizomas, semilla e índices de cosecha, las que por condiciones naturales, de medirse sólo en la etapa de madurez

fisiológica fueron comparadas con la prueba de t de Student, utilizando cuatro repeticiones por tratamiento. El resto de la información, se sometió a un análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias fue por la prueba de rangos múltiples de Tukey a un nivel de ($p \leq 0.05$) de significancia. Cuando una interacción resultó significativa se interpretó la interrelación de los factores mediante una prueba de F ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$).

Las características biológicas (variables) del componente planta consideradas fueron: el peso de la fitomasa total; los pesos de hojas secas, hojas verdes, total de hojas, culmos, vainas, inflorescencias, semilla, coronas, rizomas, raíces, cariósides; número de vástagos principales, número de vástagos laterales, número de hojas verdes; la relación parte aérea/parte subterránea, índice hojas/culmos, índice de área foliar efectiva / planta, índices de cosecha por componentes y la tasa de crecimiento absoluto por componentes.

RESULTADOS

Variables del suelo

Materia Orgánica

En base al contenido de **materia orgánica (MO)** de las muestras de suelo antes de la siembra del pasto (SASP), se encontró que bajo los arbustos que se desarrollan en ambientes desérticos, existe una serie de ambientes conferidos por la presencia de hojarasca y mantillo. Dicha información se muestra en el Cuadro 4.1, en donde al comparar el contenido de materia orgánica entre ambientes de suelo, se pone en claro que bajo el ambiente isla de fertilidad a una profundidad de 0 - 10 cm, se encontró un valor alto de este compuesto, siendo 1.64 veces superior con respecto al obtenido en el ambiente del área adyacente. De igual manera, en la profundidad de 10 - 25 cm tanto en suelo de la isla, como del área adyacente, se encontraron valores de 2.0 y 1.45 por ciento, respectivamente, encontrando diferencias ($p \leq 0.05$), entre ambientes a las profundidades bajo estudio.

En el mismo Cuadro 4.1, se observa como la materia orgánica tiende a acumularse en forma vertical hacia el interior del suelo, bajo los arbustos de *Larrea*, datos que se aprecian al realizar una comparación entre los dos

Cuadro 4.1. Propiedades físico-químicas del suelo proveniente de un matorral de *Larrea*.

n=3 Variable /Trat.	Profundidad de 0 - 10 cm				Profundidad de 10 - 25 cm			
	SASP		SDSP		SASP		SDSP	
	Isla de fert	Área ady	Isla de fert	Área ady	Isla de fert	Área ady	Isla de fert	Área ady
	1	2	3	4	5	6	7	8
M. orgánica (%)	5.02 a	3.06 b	4.91 a	3.15 b	2.00 c	1.45 d	1.93 cd	1.44 d
Nitrógeno (kg/ha)	120.56 a	73.60 b	117.83 a	75.67 b	48.00 c	32.24 d	46.37 c	34.54 d
Fósforo (ppm)	28.83 a	17.66 b	16.63 b	14.06 b	1.30 c	1.56 c	1.23 c	1.23 c
Potasio ((kg/ha)	1024.79 a	1032.50 a	687.27 bc	882.03 ab	858.92 ab	966.90 a	587.00 c	795.27 abc
pH	7.88 b	8.19 ab	8.28 a	8.14 ab	8.07 ab	8.22 ab	8.29 a	8.26 a
C.E. (mmhos/cm)	5.03 a	3.06 b	3.10 b	3.03 b	3.16 b	2.96 b	2.90 b	2.90 b
Arena (%)	27.50 b	27.50 b	27.50 b	27.50 b	40.00 a	40.00 a	40.00 a	40.00 a
Limo (%)	55.00 a	55.00 a	48.40 b	49.23 b	57.50 a	55.00 a	50.06 b	48.40 b
Arcilla (%)	17.50 b	17.50 b	24.10 a	23.27 a	2.50 d	5.00 d	9.93 c	11.60 c

Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. Tukey($p \leq 0.05$)

SASP= Suelo antes de la siembra del pasto

SDSP= Suelo después de la siembra del pasto

estratos a que fue tomado el suelo; así se tiene que en la profundidad de 0 - 10 cm dentro de la isla de fertilidad (SASP), al obtener un valor de 5.02 por ciento, la cantidad es 2.51 veces mayor con respecto al valor encontrado dentro de la misma isla en el estrato de 10 - 25 cm (SASP). La misma situación fue encontrada en el ambiente del área adyacente, en donde esta propiedad fue 2.11 veces mayor en el estrato de 0 -10 cm, que en el estrato inmediato inferior (Figura 4.1). Los datos antes mencionados, según las guías para la interpretación de resultados del Laboratorio de Suelos de la UAAAN, indican valores extremadamente ricos de materia orgánica. El análisis de varianza (Cuadro B.1), para los valores de materia orgánica, mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los factores A y C, así como la interacción A*C. La partición de la suma de cuadrados A*C, mostró diferencias altamente significativas para todas las combinaciones (Cuadro B.2), encontrando que el factor profundidad del suelo (A), depende principalmente del nivel isla de fertilidad (c_1), y el factor ambiente de suelo (C), depende mayormente del nivel (a_1) el cual es la profundidad de 0 - 10 cm de suelo (Figura C.1).

En cuanto al efecto obtenido en el suelo después de la siembra del pasto (SDSP) sobre el contenido de materia orgánica (Cuadro B.1) representado como factor B, no se encontraron diferencias significativas, lo cual indica que dicho factor no tuvo ningún efecto sobre la cantidad de materia orgánica del suelo durante el tiempo y manejo del zacate buffel.

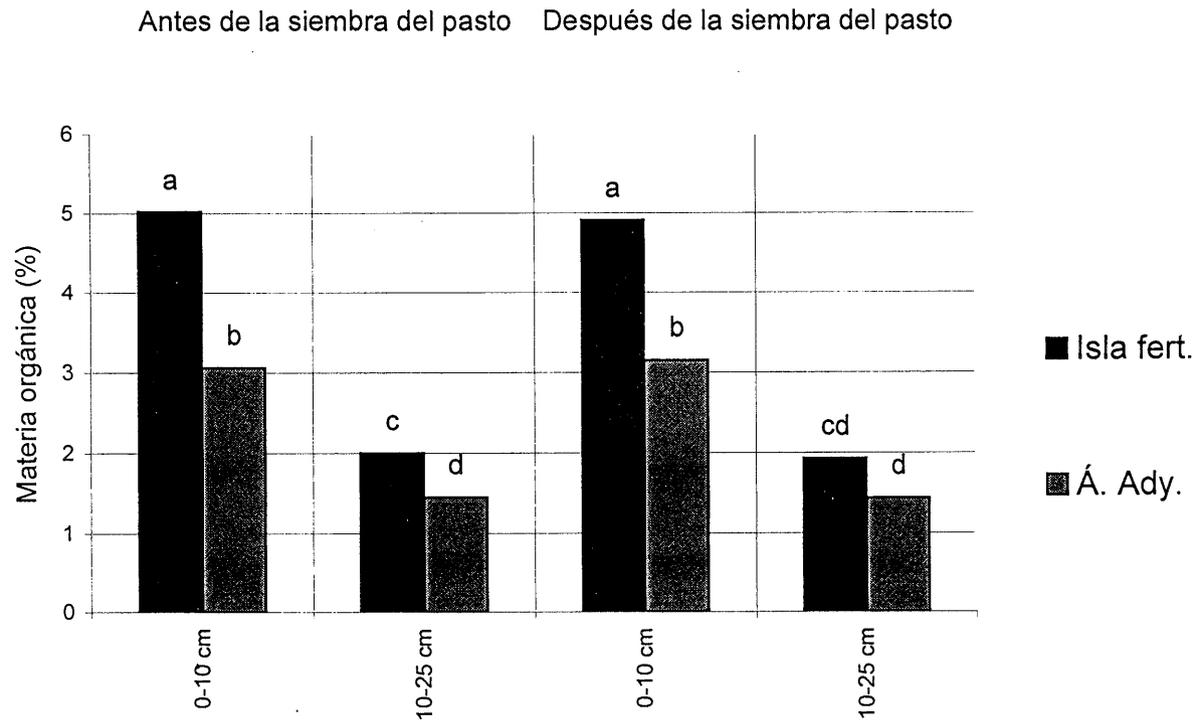


Figura 4.1. Materia orgánica (por ciento) en dos ambientes de suelo de un matorral de *Larrea*.

Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)

Los datos del Cuadro 4.1 indican que la mayor cantidad de **nitrógeno** en suelo antes de la siembra del pasto (SASP) se encontró en la isla de fertilidad, ésto se observa al comparar los datos entre ambientes de suelo, donde en la isla a una profundidad de 0 - 10 cm se obtuvieron 120.56 kg/ha de N, siendo 1.64 veces mayor en relación al tratamiento del área adyacente; mostrando una posible relación entre la materia orgánica depositada bajo la isla y el nitrógeno presente. Asimismo, en la profundidad de 10 - 25 cm tanto en suelo de la isla como del área adyacente, se encontraron valores de 48.0 y 32.2 kg/ha de N, respectivamente, encontrando diferencias significativas en los dos tipos de ambientes edáficos ($p \leq 0.05$). Al realizar la comparación entre ambas profundidades del suelo a nivel de la isla de fertilidad, se encontró que en la profundidad de 0 - 10 cm, se obtuvo un valor de 2.51 más alto con respecto al valor encontrado en el nivel de suelo de 10 - 25 cm (Figura 4.2 y Cuadro 4.1). De acuerdo a las guías del Laboratorio de Suelos, los valores de N entre los ambientes de isla de fertilidad y área adyacente en el perfil de 0 - 10 cm, sitúan al suelo en la clasificación de rico en este elemento; sin embargo, en la profundidad de 10 a 25 cm ubica al suelo en la clasificación de medianamente pobre. En relación al efecto del pasto (factor B) sobre el contenido de N en el suelo después de su siembra (SDSP), no se encontró diferencia significativa (Cuadro B.1), lo cual muestra que dicho factor no afectó de ninguna manera el contenido de este elemento en los suelos bajo estudio.

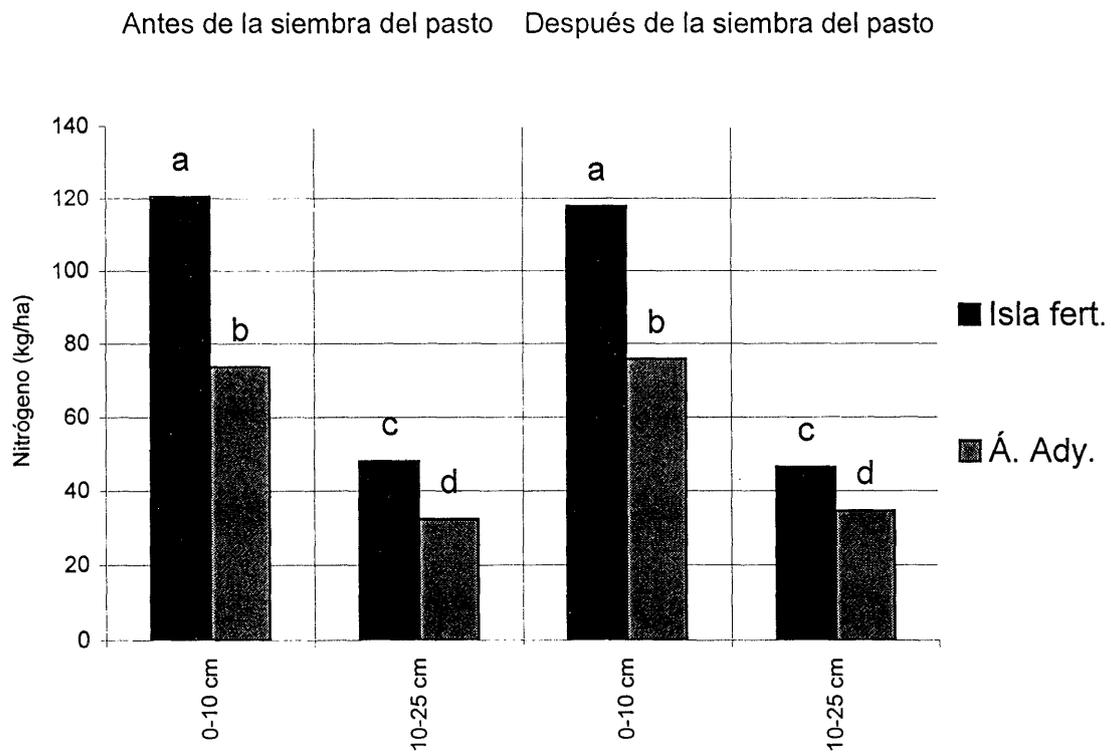


Figura 4.2. Nitrógeno total (kg/ha) en dos ambientes de suelo de un matorral de *Larrea*.

En cuanto a la partición de la suma de cuadrados de los factores A*C, al igual que la materia orgánica se encontraron diferencias altamente significativas para todas las combinaciones (Cuadro B.2), existiendo los mismos efectos entre los factores y niveles ya mencionados (Figura C.1).

Referente al contenido de **fósforo** se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre factores e interacciones (Cuadro B.1). En cuanto al contenido de este elemento, en el SASP (Cuadro 4.1) la isla de fertilidad en la profundidad de 0 - 10 cm obtuvo 1.63 veces más de P, en relación al tratamiento del área adyacente, lo cual mostró la bondad de la isla en la acumulación de este importante elemento en zonas áridas. Por otro lado, en la profundidad de 10 - 25 cm tanto en suelo de la isla, como del área adyacente, se encontraron valores de 1.30 y 1.56 ppm, respectivamente, siendo significativamente iguales entre ellos. Al realizar la comparación de acuerdo a la profundidad del suelo (SASP), se encontró que en el perfil del suelo de 0 - 10 cm se obtuvo un valor de 28.83 ppm de P, siendo 22.17 veces mayor con respecto al valor de 1.30 ppm del mismo elemento, encontrado en el nivel de suelo de 10 - 25 cm (Figura 4.3). Según las guías para la interpretación del suelo, los valores encontrados en el estrato superior del suelo, ubica a estos dos ambientes en la categoría de mediano a medianamente pobre en P; a la vez en la profundidad del suelo de entre 10 - 25 cm, los valores encontrados son extremadamente pobres de dicho elemento.

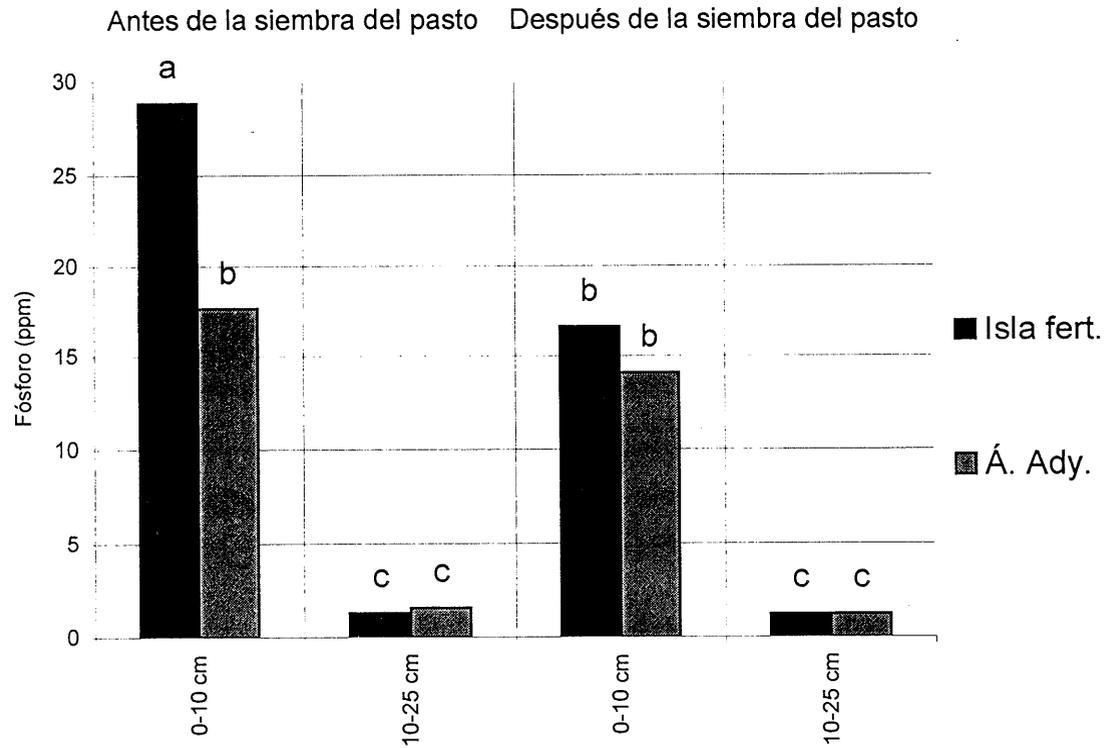


Figura 4.3. Fósforo aprovechable (ppm) en dos ambientes de suelo de un matorral de *Larrea*.

En cuanto al efecto del pasto sobre el contenido de fósforo en el SDSP (Cuadro B.1), como se mencionó anteriormente hubo diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) para este factor (B), lo cual indica una influencia de la permanencia y manejo del zacate buffel sobre el contenido de fósforo. La partición de la suma de cuadrados de la interacción A*B (Cuadro B.2) mostró que el factor A, depende tanto de los niveles b_1 , como b_2 ; mientras que el factor B, depende del nivel a_1 correspondiente al estrato de 0 - 10 cm de profundidad (Figura C.2). Por su parte, la interacción B*C indica que el factor B, depende del nivel c_1 o isla de fertilidad, en tanto que el factor C, esta influenciado por el nivel b_1 o suelo virgen (sin pasto). En el Cuadro 4.1, se observa como en la isla a una profundidad de 0 - 10 cm el valor fue de 28.83 ppm y al finalizar el estudio bajo a 16.63 ppm, indicando un consumo o pérdida de 1.73 veces del presente elemento. Respecto a la situación ocurrida dentro del ambiente área adyacente, antes y después de la siembra de la gramínea, aunque no se encontraron diferencias estadísticas sí se observó una disminución desde el punto de vista biológico de 17.66 a 14.06 ppm, respectivamente (Cuadro 4.1). Por otro lado, los valores de P en la profundidad de 10 - 25 cm, permanecen prácticamente iguales, dentro y entre ambientes de suelo, antes y después de la siembra.

En cuanto al **potasio**, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los factores A, B y C (Cuadro B.1), actuando en forma independiente. En el Cuadro 4.1 se muestra como el contenido de potasio en el SASP, a la profundidad de 0 - 10 cm en la isla de

fertilidad fue de 1024.79 kg/ha y en el tratamiento del área adyacente fue de 1032.50 kg/ha, mientras que los valores encontrados en la profundidad de 10 - 25 cm tanto en suelo de la isla, como del área adyacente, fueron similares. Situación muy parecida al comparar la profundidad del suelo de 0 - 10 cm, contra la profundidad de 10 - 25 cm. Los datos encontrados, muestran como este elemento se encuentra en gran cantidad y distribuido dentro y entre ambientes. Según las guías para la interpretación en el suelo, estos valores ubican a estos ambientes como extremadamente ricos en potasio.

En relación al efecto del pasto sobre los valores de potasio en el SDSP, en el Cuadro 4.1 se indica como dentro de los ambientes de suelo los datos son diferentes ($p \leq 0.05$), obteniendo en la profundidad de 0 - 10 cm de suelo un valor de 1024.79 kg/ha en suelo de isla de fertilidad antes de la siembra, el cual se reduce a 687.27 kg/ha, después de que la gramínea permanece bajo estudio; respecto a lo ocurrido dentro del ambiente área adyacente antes y después de la siembra del pasto a la misma profundidad, se observó que de 1032.5 kg/ha, los valores se reducen a 882.03 kg/ha, respectivamente.

Al considerar lo ocurrido en la profundidad de 10 - 25 cm, el potasio disminuyó dentro del ambiente isla de fertilidad un total de 271.92 kg/ha, después de que la gramínea permanece bajo estudio ($p \leq 0.05$). Lo antes expuesto revela como las sales de potasio previa satisfacción de las demandas de este elemento por las plantas, tendieron a disminuir en términos reales en

los ambientes de suelo bajo estudio, en las dos profundidades de suelo sujetas a evaluación (Figura 4.4).

Reacción del Suelo (pH)

Referente a los valores de pH entre ambientes de SASP (Cuadro 4.1) en la profundidad de 0 - 10 cm, no se encontraron diferencias entre la isla de fertilidad y el área adyacente las cuales mostraron valores de 7.88 y 8.19, respectivamente, la misma situación ocurrió en la profundidad de 10 - 25 cm entre los dos tipos de ambientes. Al comparar la profundidad a que fueron realizadas las muestras de suelo, sucedió la misma cosa, lo cual muestra que la reacción del suelo fue similar dentro y entre ambientes. Las guías para la interpretación del suelo, indican de acuerdo al pH encontrado que el suelo bajo estudio tiene una alcalinidad media.

En relación al efecto sobre el SDSP, el pH cambió (Cuadro B.1), presentándose una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) para el factor (B), encontrando que esta propiedad química fue influenciada por el pasto o su manejo. En el Cuadro 4.1, se indica como dentro de los ambientes de suelo los datos son diferentes ($p \leq 0.05$), obteniendo en la profundidad de 0 - 10 cm de suelo un valor de 7.88 en suelo de isla de fertilidad antes de la siembra, valor que aumentó a 8.28, después de que la gramínea permanece bajo estudio; respecto a lo ocurrido dentro del ambiente área adyacente antes y después de la siembra del pasto a la misma profundidad, se observó que los valores son

Antes de la siembra del pasto Después de la siembra del pasto

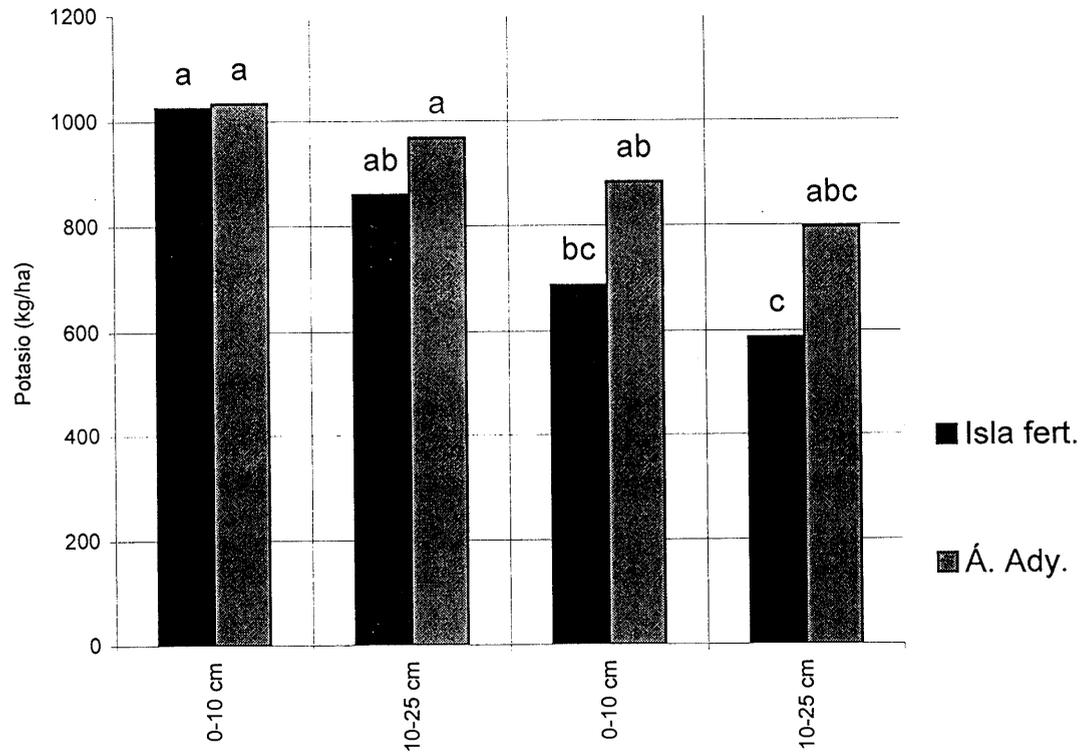


Figura 4.4. Potasio intercambiable (kg/ha) en dos ambientes de suelo de un matorral de *Larrea*.

estadísticamente iguales. Al considerar lo ocurrido en la profundidad de 10 - 25 cm, el pH en la isla de fertilidad fue igual al área adyacente; respecto a lo ocurrido dentro del ambiente área adyacente antes y después de la siembra del pasto a esta misma profundidad, se observó la misma situación. La partición de la suma de cuadrados de la interacción B*C (Cuadro B.2) muestra como el factor B depende del nivel c_1 o isla de fertilidad y el factor C, tiene relación con el nivel b_1 , referente al suelo antes de la siembra del pasto (Figura C.3).

Conductividad Eléctrica

En cuanto a la **conductividad eléctrica** en suelo sin pasto, el análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para factores y todas las interacciones (Cuadro B.1) En el Cuadro 4.1, se apunta como en la isla de fertilidad en la profundidad de 0 - 10 cm en el SASP se obtuvo un 1.64 veces más mmhos/cm, en relación al tratamiento del área adyacente, indicando con lo anterior la tendencia a una mayor acumulación de sales bajo la copa de arbustos de *Larrea*. Por otro lado, en la profundidad de 10 - 25 cm tanto en suelo de la isla, como del área adyacente, se encontraron valores de 3.16 y 2.96 mmhos/cm, respectivamente, siendo significativamente iguales entre ellos. Los datos encontrados muestran que el contenido de sales ya no cambia a esta profundidad del suelo. Las guías para la interpretación del suelo, indican que existe una salinidad media en el perfil de 0-10 cm dentro de la isla de fertilidad.

En la comparación entre profundidad del suelo, se encontró que en el estrato de 0 - 10 cm, obtuvo un valor de 5.03 mmhos/cm, siendo 1.59 veces

mayor con respecto al valor de 3.16 mmhos/cm, encontrado en el nivel de suelo de 10 - 25 cm. En relación al efecto del pasto sobre los valores de conductividad eléctrica en el suelo antes y después de su siembra (Cuadro B.1), se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) para este factor (B), encontrando que esta propiedad del suelo fue influenciada por el pasto o su manejo. En el Cuadro 4.1, se indica como dentro de los ambiente de suelo los datos son diferentes ($p \leq 0.05$), obteniendo en la profundidad de 0 - 10 cm de suelo un valor de 5.03 en la isla de fertilidad del SASP, el cual disminuyó a 3.10 en el SDSP; respecto a lo ocurrido dentro del ambiente área adyacente en el SASP y SDPS a esta misma profundidad, se observó que los valores son estadísticamente iguales. Al considerar lo ocurrido en la profundidad de 10 - 25 cm, la conductividad eléctrica en la isla de fertilidad fue estadísticamente igual al área adyacente; respecto a lo ocurrido dentro del ambiente área adyacente antes y después de la siembra del pasto a esta misma profundidad de 10 - 25 cm, se observó la misma situación (Figura 4.5).

En la partición de la suma de cuadrados (Cuadro B.2), se encontró diferencia para la interacción A*B en donde se observó como el factor A, depende del nivel b_1 y el factor B, tiene relación con el nivel a_1 o profundidad de suelo de 0 - 10 cm (Figura C.4); la interacción A*C indicó un efecto conjunto entre el factor A el cual es dependiente del nivel c_1 o isla de fertilidad, en tanto que el factor C tiene una estrecha relación con el nivel a_1 referente a la profundidad del suelo de 0 - 10 cm; mientras que en la interacción B*C, el factor B depende del nivel c_1 o isla de fertilidad.

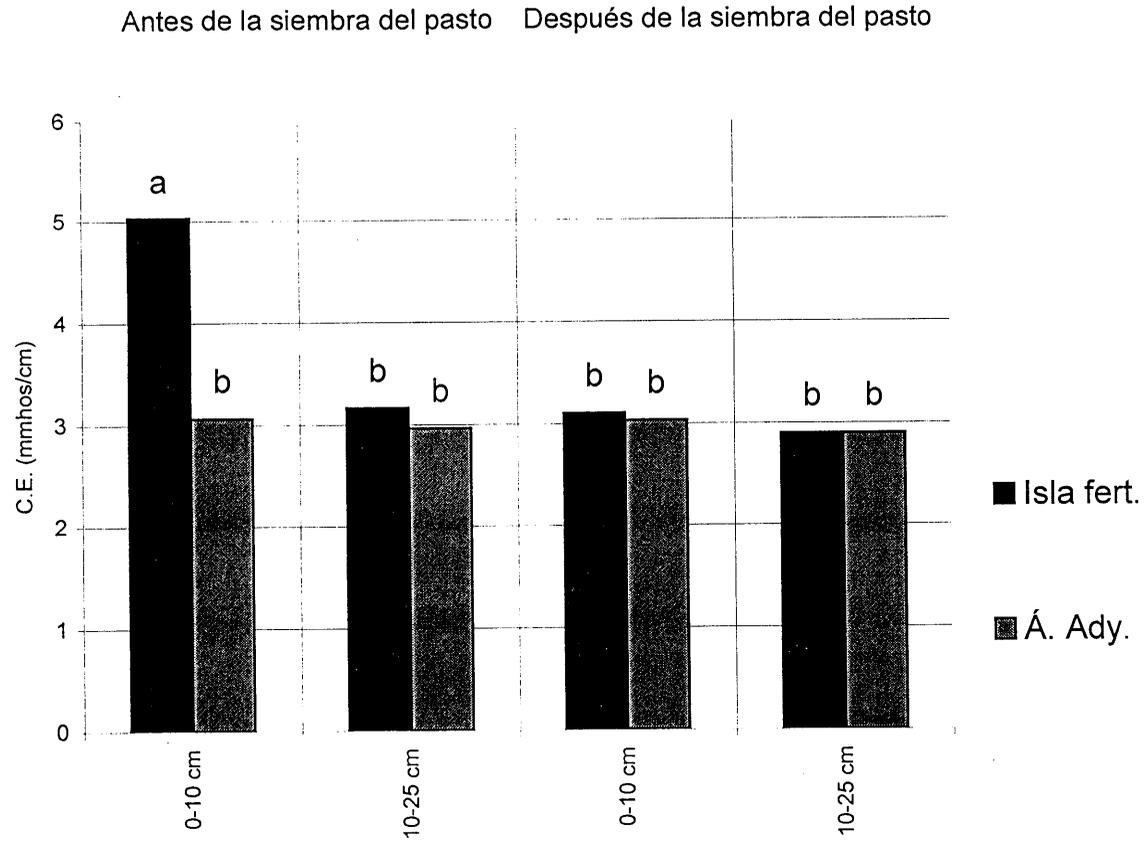


Figura 4.5. Conductividad eléctrica (mmhos/cm) en dos ambientes de suelo de un matorral de *Larrea*.

Textura

De acuerdo a los resultados en porcentaje de arena, limo y arcilla, la guía para la interpretación del suelo, indica que el suelo bajo estudio tiene una **textura franco limosa**. Al observar el contenido de arena, los datos analizados fueron iguales dentro de ambientes de SASP y SDSP (Cuadro 4.1), sin embargo, se encontraron diferencias entre los dos tipos de profundidad a la que se realizaron los muestreos, siendo los valores menores en el estrato superior de 0 - 10 cm.

En relación a la proporción de limo, en el SASP los valores fueron iguales entre ambientes de suelo y entre las dos profundidades bajo estudio. Los resultados obtenidos en el SDSP en el estrato de 0 - 10 cm, fueron diferentes tanto dentro de los ambientes de isla de fertilidad como del área adyacente.

En cuanto al contenido de arcilla, se observó que dentro de la isla de fertilidad, se obtuvo siete veces más arcilla en el estrato de 0 - 10 cm, en comparación con el perfil de 10 - 25 cm, mientras que para el área adyacente el valor fue 3.5 veces más elevado a la profundidad de 0 - 10 cm, en relación al estrato inferior. En relación al efecto del pasto, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) dentro del ambiente isla a la profundidad de 0 - 10 cm, en el SASP y SDSP, donde se puede apreciar que los valores en porcentaje fueron de menor (17.5) a mayor (24.1), respectivamente; la misma situación se observó en el área adyacente a esta misma profundidad, en donde se

obtuvieron valores de 17.5 y 23.27 por ciento, respectivamente; sucediendo lo mismo en la profundidad de 10- 25 cm, para ambos tipos de ambiente.

Variables de la Planta

Datos iniciales

Número de Plántulas del Banco de Semillas en el Suelo

Los resultados encontrados en base al número de plántulas de la flora local por maceta, indican diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), al obtener 7.25 ± 2.76 plántulas / maceta en el suelo proveniente de las isla de fertilidad contra 1.33 ± 1.43 plántulas en suelo de área adyacente, demostrándose que en las islas de fertilidad el banco de semillas es mayor (Cuadro 4.2).

Muestreo del Número y Altura de Plántulas por Maceta

Los resultados obtenidos para el número de plántulas de buffel por maceta indican que no hubo diferencia significativa entre tratamientos al obtener 3.16 ± 0.93 plántulas para suelo de isla de fertilidad contra 3.58 ± 1.24 plántulas para suelo del área adyacente, señalando que si por cada maceta fueron depositados cinco cariósides, las condiciones de cada ambiente de suelo no afectaron a esta fecha la emergencia de plántulas. Lo mismo sucedió con la altura de las mismas, al obtener 7.82 ± 2.18 cm en suelo de la isla de fertilidad contra 7.80 ± 2.24 cm en suelo del área adyacente (Cuadro 4.2).

Longitud de Plantas y Número de Hojas Verdaderas

Los resultados obtenidos revelan diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre ambientes de suelo para la longitud de plantas, al obtener 21.15 ± 3.95 cm en suelo de isla de fertilidad y 15.54 ± 2.60 cm en suelo de área adyacente. En cuanto al número de hojas se obtuvo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) al encontrar 3.41 ± 0.5 hojas y 3.0 ± 0.01 hojas para isla de fertilidad y área adyacente, respectivamente (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Datos iniciales respecto al número de plántulas de la flora local y número, altura, longitud y hojas verdaderas de plántulas de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo de *Larrea*.

Variable/Trat.	Isla de fertilidad	Área adyacente	Nivel de significancia
No. de plántulas de la flora local	7.25 ± 2.76 a	1.33 ± 1.43 b	**
No. de plántulas del pasto buffel	3.16 ± 0.93 a	3.58 ± 1.24 a	ns
Altura de plántulas del pasto (cm)	7.82 ± 2.18 a	7.80 ± 2.24 a	ns
Longitud de plantas del pasto (cm)	21.15 ± 3.95 a	15.54 ± 2.60 b	**
No. de hojas verdaderas del pasto	3.41 ± 0.50 a	3.0 ± 0.01 b	*

Literales diferentes entre columnas indican diferencias ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) de acuerdo a la prueba de t de Student.

Datos Formales

Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto

En base al peso total de la **fitomasa**, las plantas que se desarrollaron en el suelo procedente de la isla de fertilidad mostraron en la etapa fenológica (EF) de madurez fisiológica una adecuada respuesta productiva (Cuadro 4.3) en donde la producción total fue 1.55 veces superior a la encontrada en el

ambiente de suelo del área adyacente, situación que muestra como el suelo (S) de la isla tiene un fuerte impacto en los procesos productivos del pasto buffel T-3686 (Figura 4.6). El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre factores y su interacción, para esta variable y consecuentemente sobre las partes estructurales que la componen (Cuadro B.3). La partición de la suma de cuadrados de la interacción EF*S (Cuadro B.4), mostró que el factor EF, dependió tanto de los niveles β_1 o isla de fertilidad y β_2 o área adyacente, mientras que el factor S, está directamente relacionado con el nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica, no encontrando diferencias significativas entre el factor suelo y los niveles de las etapas fenológicas de ahijamiento y excersión, señalando que no hubo efecto del ambiente suelo en las dos primeras etapas bajo estudio. En el Cuadro 4.3, también se observa el **peso de las estructuras morfológicas del pasto**, en donde en la isla de fertilidad durante la etapa de madurez fisiológica, la producción en gramos de hojas secas, hojas verdes, total de hojas, culmos, vainas, inflorescencias, semilla, corona y rizomas, encontradas fue 1.29, 1.51, 1.39, 1.78, 1.66, 9.14, 2.77, 1.52 y 2.38 veces mayor, respectivamente, contra los valores obtenidos en el ambiente del área adyacente (Figura 4.7). Durante las dos primeras etapas fenológicas bajo estudio, no hubo diferencias entre ambientes de suelo, a excepción del peso de vainas, en donde durante la etapa de excersión en la isla de fertilidad se obtuvo un peso de 2.33 g, contra 1.69 g del área adyacente, resultando diferentes ($p \leq 0.05$). Los datos en general muestran como se acumula el peso a través del tiempo, siendo mayor en la

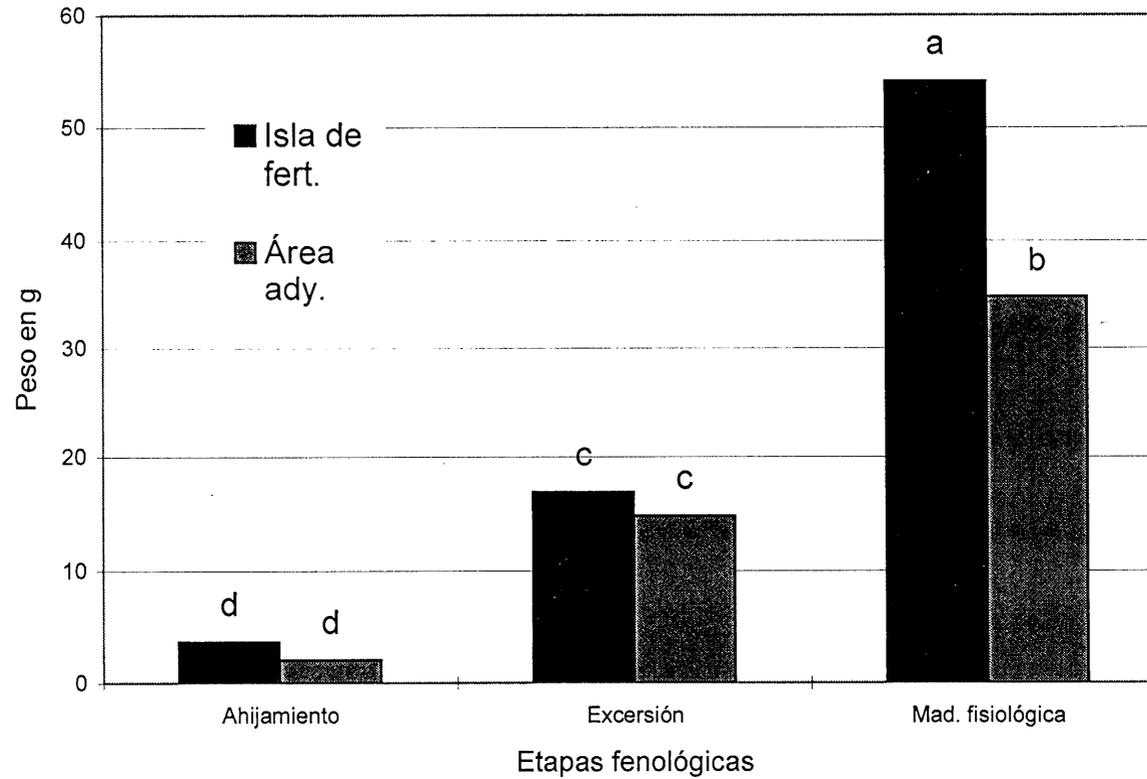


Figura 4.6. Peso seco (g) de fitomasa total de componentes de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo.

etapa de madurez, encontrando para el total de componentes diferencias entre las etapas fenológicas bajo estudio.

Cuadro 4.3. Peso seco (g/planta) de la fitomasa total y componentes morfológicos del rendimiento de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Variable/Trat.	Isla de fertilidad			Área adyacente		
	Ahij.	Exc.	M.F.	Ahij.	Exc.	M.F.
	1	2	3	4	5	6
Fitomasa total (g)	3.66 d	16.86 c	54.09 a	2.05 d	14.77 c	34.78 b
Hojas secas (g)	0.04 d	1.35 c	5.00 a	0.004 d	1.01 c	3.87 b
Hojas verdes (g)	1.26 c	3.21 b	4.54 a	0.83 c	2.98 b	2.99 b
Total de hojas (g)	1.30 d	4.56 c	9.54 a	0.83 d	4.00 c	6.86 b
Culmos (g)	0.96 d	5.93 c	22.17 a	0.41 d	4.99 c	12.44 b
Vainas (g)	0.57 e	2.33 c	5.18 a	0.27 e	1.69 d	3.11 b
Inflorescencias (g)	0.05 b	0.42 b	1.28 a	0.00 b	0.26 b	0.14 b
Semilla ^{1/} (g)	-	-	1.33 a	-	-	0.48 b
Cariópsides ^{1/} (mg)	-	-	0.965 a	-	-	0.826 b
Corona (g)	0.13 d	0.99 c	2.90 a	0.05 d	0.83 c	1.91 b
Rizomas ^{1/} (g)	-	-	1.48 a	-	-	0.62 b
Raíz 0-10 cm (g)	-	-	7.25 a	-	-	6.22 a
Raíz 10-25 cm (g)	-	-	2.93 b	-	-	3.01 b
Total de raíz (g)	0.64 c	2.61 b	10.18 a	0.47 c	2.98 b	9.23 a

Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas Tukey ($p \leq 0.05$), situación similar para las variables indicadas con ^{1/} las cuales se analizaron con la t-Student ($p \leq 0.05$).

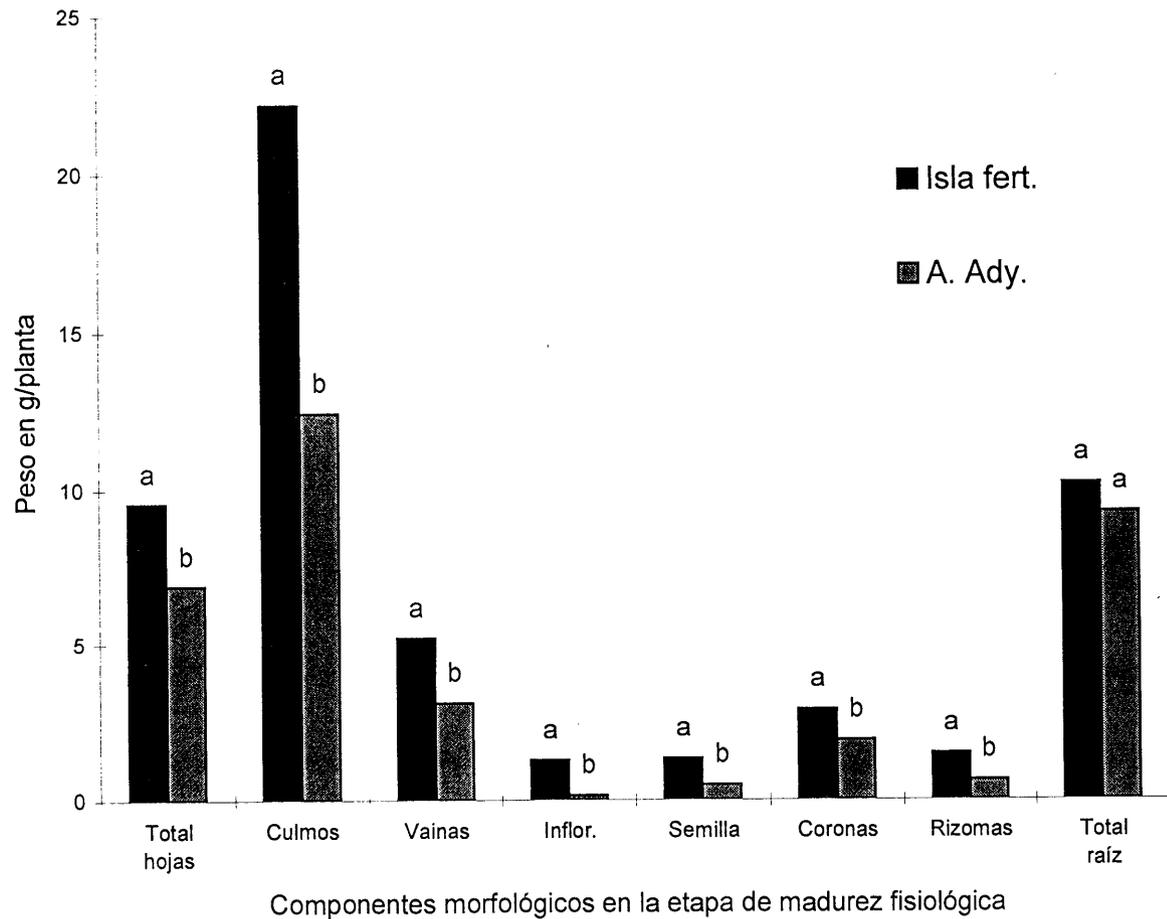


Figura 4.7. Peso seco (g/planta) de componentes morfológicos del rendimiento de zacate buffel T-3686, en la etapa de madurez fisiológica

En cuanto a la partición de la suma de cuadrados del peso por componentes de las hojas secas, hojas verdes, el total de hojas, los culmos y las coronas; para todos ellos (Cuadro B.4), se encontró que el factor EF, guarda una fuerte relación con los dos niveles de suelo referentes a β_1 o isla de fertilidad y β_2 o área adyacente, mientras que el factor S, dependió directamente del nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica. La partición de la suma de cuadrados de las vainas resultó con diferencias altamente significativas para todas las combinaciones de factores y niveles, sin embargo, se pudo apreciar que la mayor relación existió entre el factor EF, con los dos niveles de suelo, tanto de el β_1 o isla de fertilidad y el β_2 o área adyacente, mientras que el factor S, dependió en mayor grado del nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica. Por su parte, en el componente inflorescencias, el factor EF, guardó relación con el nivel β_1 o isla de fertilidad, mientras que el factor S, depende solamente del nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica.

Por otro lado, en relación al **peso de los carióspsides** producidos (Cuadro 4.3 y Figura 4.8) se encontró que en el suelo de la isla de fertilidad, el peso fue de 0.965 mg/grano en comparación de 0.826 mg/grano del área adyacente, siendo diferentes ($p \leq 0.05$), lo cual indica las condiciones favorables de sitio seguro que tienen las islas de fertilidad en la continuidad y diversidad biológica para este tipo de ambientes.

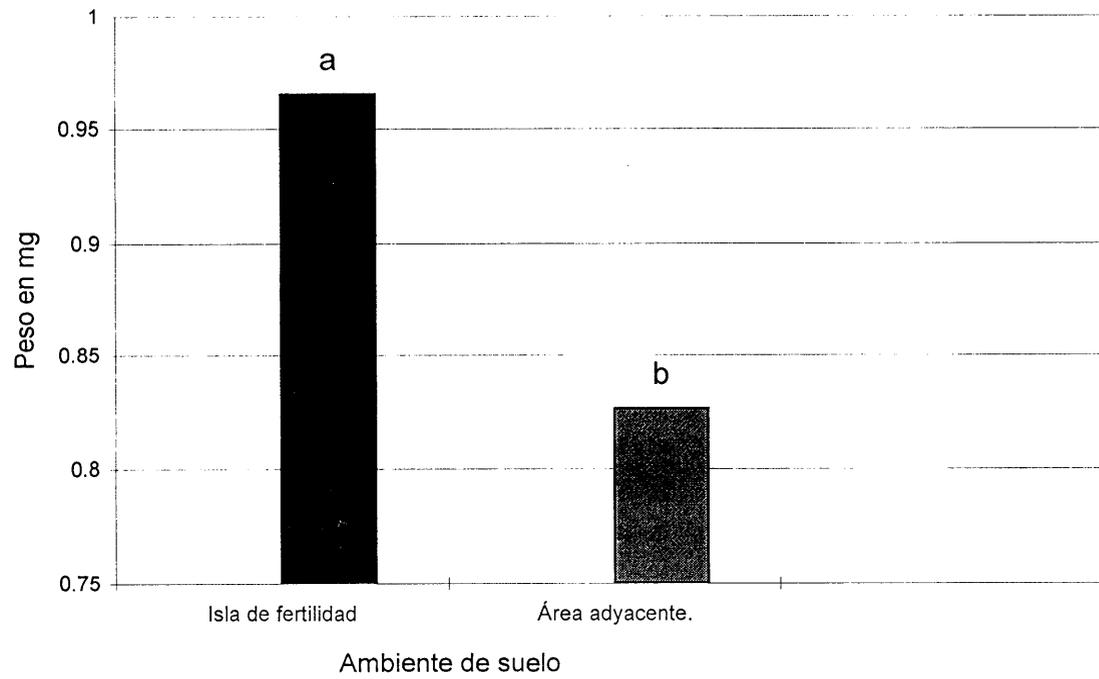


Figura 4.8. Peso de cariósides (mg) de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo.

El componente **peso total de raíz**, según el análisis de varianza (Cuadro B.3), mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre etapas fenológicas, sin embargo, no se encontró diferencia significativa, entre el suelo de la isla de fertilidad y el área adyacente, tampoco mostró diferencia significativa la interacción. Por otro lado, al comparar la cantidad de raíz producida en las dos profundidades de suelo, información que sólo se obtuvo durante la etapa de madurez fisiológica (Cuadro 4.3), la mayor cantidad en peso en gramos se produjo en el estrato superior de 0 - 10 cm (Figura 4.9) correspondiendo un valor de 71.2 por ciento para la isla de fertilidad y un valor de 67.3 por ciento para el área adyacente.

En base a los datos del Cuadro 4.3 y con el ánimo de tener una mejor explicación de los resultados, la información de peso seco de los componentes (a excepción del peso de cariósides y el peso de la raíz a diferente profundidad) fue transformada a por ciento (Cuadro 4.4) en donde se observa como los culmos ocupan el mayor porcentaje con 40.91 y 35.71 por ciento, tanto para la isla como el área adyacente, respectivamente, durante la etapa de madurez fisiológica; le sigue en cantidad, el total de hojas en donde el mayor por ciento se obtuvo en la etapa de ahijamiento; sin embargo, es cuando el rendimiento fue menor (Cuadro 4.3). El porcentaje de semilla respecto al total de la planta fue de 2.45 y 1.37 por ciento en la isla de fertilidad y el área adyacente, respectivamente (Cuadro 4.4).

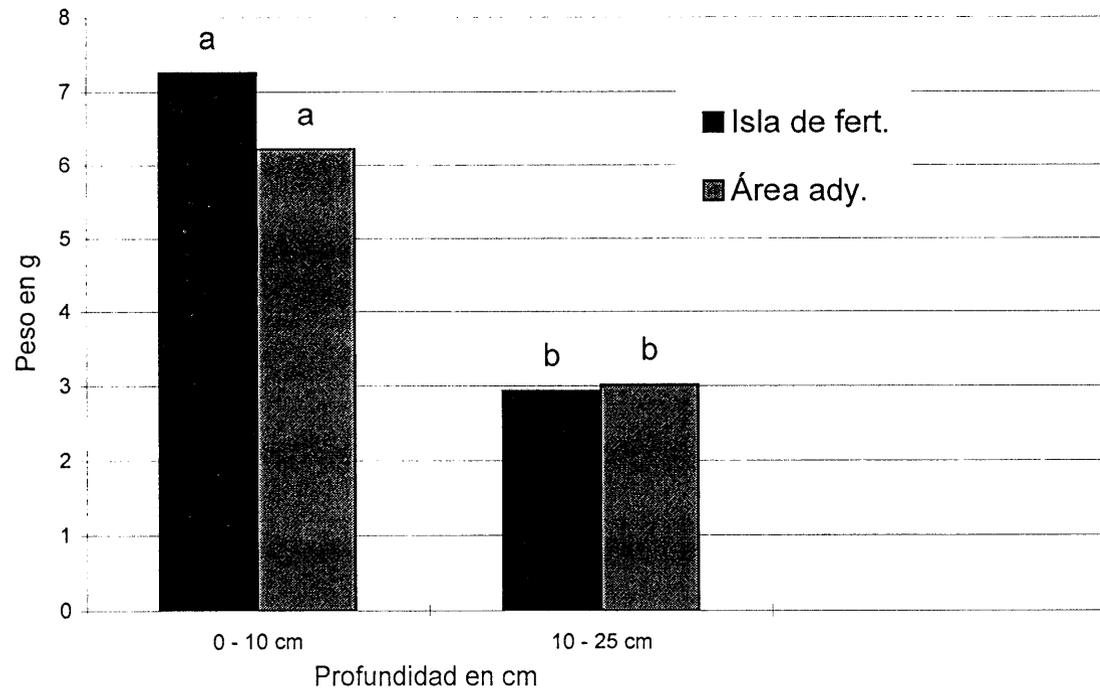


Figura 4.9. Peso de raíz (g) de zacate buffel T-3686, en dos profundidades de suelo en la etapa de madurez fisiológica

En relación al **número de vástagos principales** encontrados por cada planta (Cuadro 4.5) no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los ambientes de suelo, así se tiene que durante la etapa de ahijamiento se obtuvieron 3.5 vástagos principales en el ambiente de la isla, mientras que durante la misma etapa en el área adyacente se obtuvieron 4.0 de ellos; durante la etapa de excersión, el número se aumentó a 9.5 en el ambiente de la isla, mientras que en el área adyacente fueron cosechados 7.0, finalmente en la madurez fisiológica, el suelo de la isla de fertilidad logró producir 11.2 vástagos en promedio, mientras que el área adyacente sólo 9.5 vástagos principales. De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro B.5) la interacción entre los factores EF*S, no fue significativa, lo cual indica que estos actuaron de manera independiente.

De acuerdo al mismo componente, pero en base al **número de vástagos laterales** producidos por el pasto buffel en las etapas de ahijamiento, excersión y madurez fisiológica, en el ambiente isla se encontró un incremento en el número de estas estructuras de 6.8, 3.0, 3.7 veces más, respecto a el área adyacente (Figura 4.10), lo cual le confiere a este tipo de ambiente una ventaja comparativa ($p \leq 0.05$) en la producción de renuevos vegetativos, debido a los mejores niveles de fertilidad, como ya se mencionó en el apartado de las variables del suelo. En base al análisis de varianza, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$), para los factores etapa fenológica, suelo y su interacción (Cuadro B.5). La partición de la suma de cuadrados de esta interacción (Cuadro 4.6) muestra como el factor EF

depende de manera altamente significativa ($p \leq 0.01$) del nivel β_1 o isla de fertilidad y de una manera significativa ($p \leq 0.05$) del nivel β_2 o área adyacente, asimismo el efecto del factor S, dependió en mayor grado de los niveles α_2 o etapa de excersión y α_3 o etapa de madurez fisiológica.

Cuadro 4.4. Porcentaje del peso seco de los componentes morfológicos del rendimiento de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Variable/Trat.	Isla de fertilidad			Área adyacente		
	Ahij. 1	Exc. 2	M.F. 3	Ahij. 4	Exc. 5	M.F. 6
Hojas secas	1.12	8.01	9.29	0.18	6.87	11.12
Hojas verdes	33.99	19.04	8.40	39.64	20.16	8.58
Total de hojas	35.11	27.05	17.69	39.82	27.03	19.70
Culmos	25.58	35.16	40.91	20.20	33.79	35.71
Vainas	15.76	13.87	9.58	13.38	11.46	8.94
Inflorescencia	1.57	2.52	2.34	0.00	1.80	0.43
Semilla	-	-	2.45	-	-	1.37
Corona	3.63	5.86	5.39	2.61	5.69	5.51
Rizomas	-	-	-	2.75	-	1.78
Total de raíz	18.32	15.52	18.82	23.98	20.21	26.53

Ahij. = Ahijamiento, Exc. = Excersión y M.F. = Madurez fisiológica

Cuadro 4.5. Número de vástagos y hojas verdes de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Variable /Trat.	Isla de fertilidad			Área adyacente		
	Ahij. 1	Exc. 2	M.F. 3	Ahij. 4	Exc. 5	M.F. 6
No. vást. Princip.	3.5 c	9.5 ab	11.2 a	4.0 c	7.0 b	9.5 ab
No. vást. Laterales	1.7 cd	9.0 b	26.0 a	0.25 d	3.0 bcd	7.0 bc
No de hojas verdes	27.5 c	77.5 b	148.7 a	18.0 c	47.5 bc	74.5 b

Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. Tukey ($p \leq 0.05$).

Ahij. = Ahijamiento, Exc. = Excersión y M.F. = Madurez fisiológica

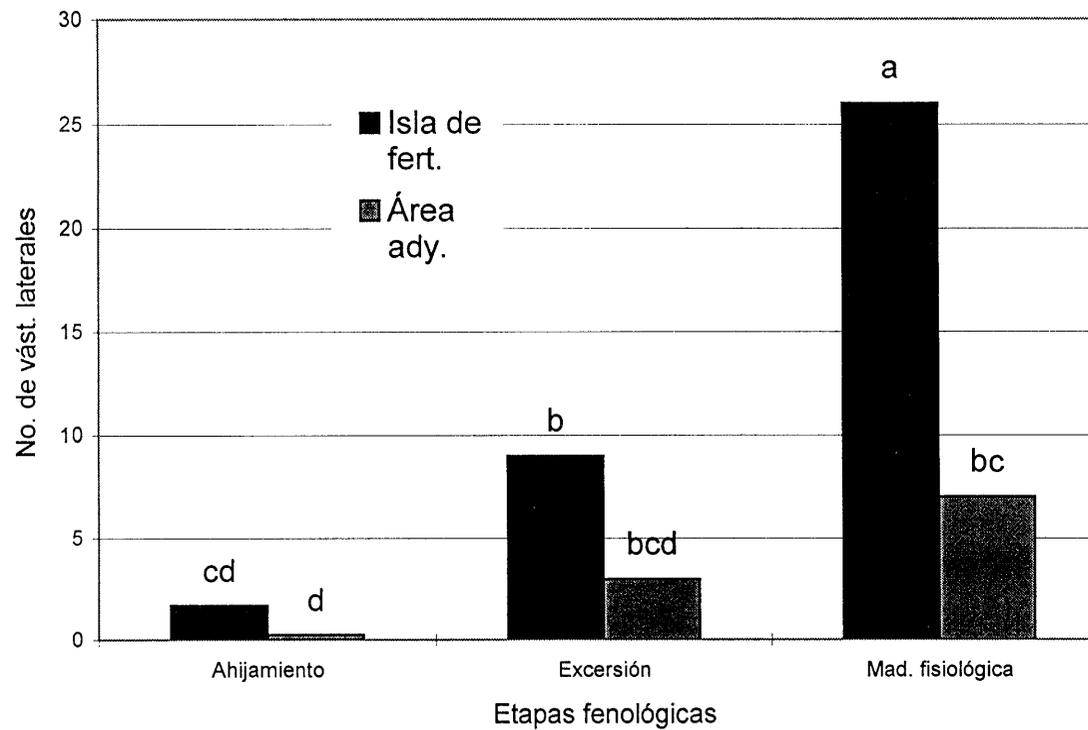


Figura 4.10. No. de vástagos laterales de zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Por otra parte, el **número de hojas verdes** fue igual al comparar el suelo de la isla de fertilidad contra el área adyacente dentro de las dos primeras etapas fenológicas bajo estudio, sin embargo ésta similitud desaparece en la etapa de madurez fisiológica encontrando 1.99 veces más hojas fotosintéticamente activas, en el suelo de la isla de fertilidad que en el área adyacente. El análisis de varianza del número de hojas verdes, acusa diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), para los factores etapa fenológica, suelo y su interacción (Cuadro B.5). A la vez que la partición de la suma de cuadrados de esa interacción (Cuadro B.6) describe como el efecto del factor EF depende de manera altamente significativa ($p \leq 0.01$) del nivel β_1 o isla de fertilidad y de una manera significativa ($p \leq 0.05$) del nivel β_2 o área adyacente, por su parte el factor S, depende de los niveles α_2 o etapa de excersión y α_3 o etapa de madurez fisiológica.

Índices Derivados de los Componentes Morfológicos del Pasto

Relación Fitomasa Aérea/Fitomasa Subterránea. En el Cuadro 4.6 se apunta la relación parte aérea / parte subterránea (g de peso seco), no encontrando diferencias entre ambientes de suelo en las dos primeras etapas bajo estudio, aunque biológicamente, se observa una mayor relación de la fitomasa aérea respecto a la fitomasa subterránea en el ambiente de la isla, siendo en la etapa de excersión en donde se obtuvo la relación más alta, con 5.5:1, en comparación con el área adyacente en donde sólo se obtuvo una relación 3.9:1, lo cual muestra el mayor contenido de partes vegetativas sobre

la superficie del suelo. Conforme las plantas fueron madurando, la relación parte aérea/parte subterránea disminuyó, debido al mayor crecimiento de la raíz. El análisis de varianza mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los factores etapa fenológica y suelo, no existiendo interacción entre los mismos (Cuadro B.7), lo cual indica que los factores actuaron en forma independiente.

Cuadro 4.6. Índices de los componentes morfológicos y área foliar del zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Variable/Trat	Isla de fertilidad			Área adyacente		
	Ahij. 1	Exc. 2	M.F. 3	Ahij. 4	Exc. 5	M.F. 6
Rel. aérea / sub.	4.7:1 ab	5.5:1 a	3.6:1 bc	3.3:1bc	3.9:1abc	2.6:1 c
Rel. hojas / culmos	2.0:1 b	1.1:1 c	0.7:1 d	2.6:1 a	1.1:1 c	0.8:1 cd
IAF efectiva	1.74 c	3.78 b	5.94 a	1.09 c	2.79 bc	2.52 bc
Área foliar en cm ²	197.6 c	427.9 b	671.5 a	124.0 c	316.4 bc	285.0 b

Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. Tukey ($p \leq 0.05$).

Relación Hojas/Culmos. En cuanto a este importante indicador de la calidad del forraje, la proporción hojas/culmos fue en decremento conforme maduró la planta (Cuadro 4.6), por ejemplo, en la etapa de ahijamiento en la isla de fertilidad, se encontró un índice de 2.0:1, bajando 2.85 veces su valor en la etapa de madurez fisiológica, que lo sitúa en una relación de 0.7:1, manifestando con ésto la gran cantidad de tejido de sostén (celulosa, hemicelulosa y lignina) que se alcanza, disminuyendo la calidad del forraje, por lo que una proporción de 1.1:1 como la encontrada en la etapa de excersión, tanto en suelo de la isla de fertilidad como en el área adyacente, manifiesta un mejor balance entre la calidad y cantidad del pasto buffel T-3686. El análisis

de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los factores de etapa fenológica, suelo y su interacción (Cuadro B.7), la partición de la suma de cuadrados indicó como el factor EF depende de manera altamente significativa de los niveles β_1 o isla de fertilidad y β_2 o área adyacente, en cambio el factor S, guarda relación con el nivel α_1 o etapa de ahijamiento (Cuadro B.8).

Índice de Área Foliar Efectiva/Planta (IAF). El Índice de área foliar efectiva obtenido (Cuadro 4.6), muestra que en la isla de fertilidad los valores tienen un comportamiento ascendente conforme avanza la edad de la planta (Figura 4.11), sin embargo, en el suelo del área adyacente el índice muestra un decremento de más de la mitad en la etapa de madurez fisiológica quizá debido al pobre contenido de nutrientes que a ese tiempo tuvo el suelo, reflejándose en un menor número de vástagos laterales y un menor número de hojas verdes producidas (Cuadro 4.5), lo cual hizo que el área foliar en cm^2 fuera menor en este ambiente durante dicha etapa (Cuadro 4.6).

En relación a éste índice, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para los factores tipo de ambiente del suelo, etapas fenológicas y su interacción (Cuadro B.9). La partición de la suma de cuadrados de la interacción mostró que el factor EF depende de manera altamente significativa ($p < 0.01$) del nivel β_1 ó isla de fertilidad y de una manera significativa ($p \leq 0.05$) del nivel β_2 o área adyacente, por su lado, el factor S, dependió de nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica (Cuadro B.9).

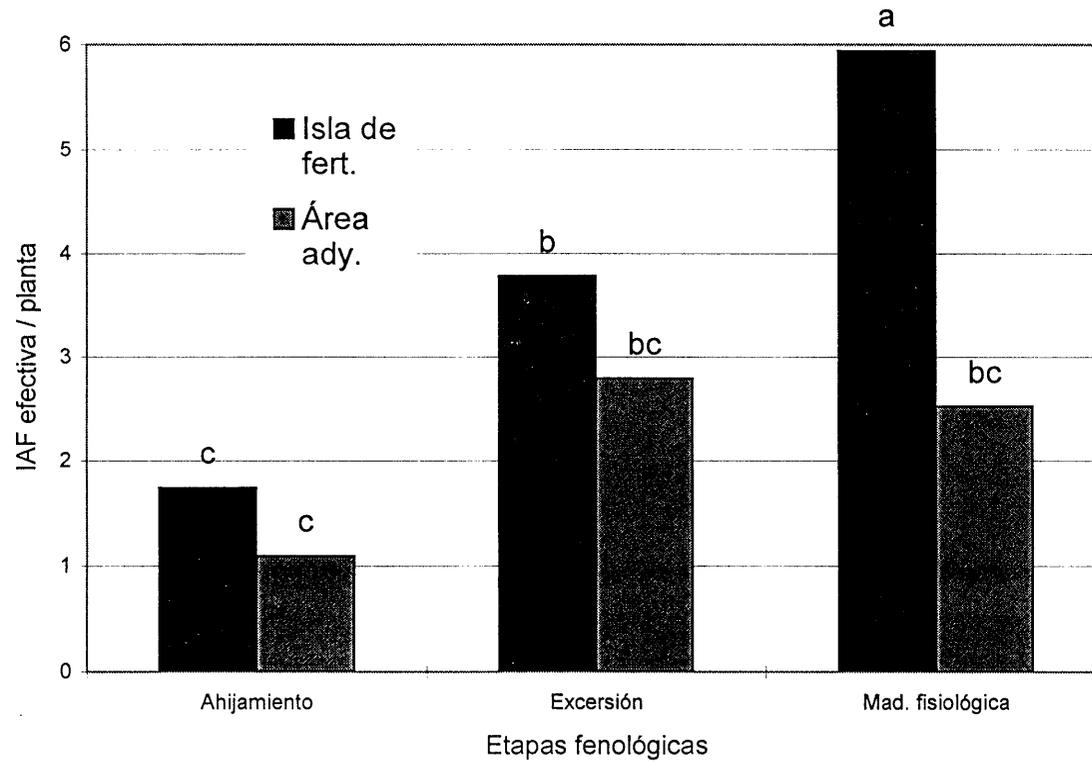


Figura 4.11. Índice de área foliar efectiva/planta (IAF) del zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Índices de cosecha. Al considerar los Índices de cosecha de peso seco por componentes en la etapa de madurez fisiológica del pasto (Cuadro 4.7), la semilla producida mostró valores bajos en los dos ambientes bajo estudio, sin embargo dentro de esta limitante el valor encontrado en la isla de fertilidad fue 1.71 veces mayor ($p \leq 0.01$), que el ocurrido en el área adyacente. Al observar el resto de los componentes, no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) para hojas secas, hojas verdes, vainas, corona y rizomas. Sin embargo, en las variables total de hojas y total de raíz, sí se encontraron diferencias al ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$), respectivamente, resultando favorable al ambiente de suelo de área adyacente. Mientras que el índice de cosecha de los culmos fue mayor ($p \leq 0.05$) en el suelo de la isla de fertilidad, con 0.409 contra 0.356 en el área adyacente. Por otro lado, el Índice de cosecha de las inflorescencias fue mayor acusando una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) a favor de la isla de fertilidad durante la etapa de madurez fisiológica del pasto buffel T-3686.

Cuadro 4.7. Índices de cosecha promedio de peso seco (g) de componentes de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo en la etapa de madurez fisiológica.

Variable/trat	Isla de fertilidad	Área adyacente	Nivel de significancia
Hojas secas	0.093 a	0.111 a	ns
Hojas verdes	0.084 a	0.086 a	ns
Total de hojas	0.176 b	0.197 a	*
Culmos	0.409 a	0.356 b	*
Vainas	0.096 a	0.089 a	ns
Inflorescencia	0.023 a	0.004 b	*
Semilla	0.024 a	0.014 b	**
Corona	0.054 a	0.055 a	ns
Rizomas	0.027 a	0.017 a	ns
Total de raíz	0.188 b	0.265 a	**

Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. t-Student ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$).

Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)

En el Cuadro 4.8 se aprecian los resultados obtenidos al estimar el incremento absoluto en peso (mg / día) del zacate buffel T-3686. Al realizar una comparación entre ambientes de suelo en la etapa de ahijamiento, en base a la tasa de crecimiento del total de hojas en el suelo de la isla de fertilidad, se encontró un valor de 18.0 mg/día, siendo 1.63 veces mayor en relación a la tasa de crecimiento absoluto encontrado en el área adyacente el cual fue de 11.0 mg/día. En base al mismo componente, pero en la etapa de excersión, se encontró que en la isla se obtuvo una ganancia 95.0 mg/día, siendo 1.03 veces mayor dicho crecimiento, al ser comparado con el ambiente de área adyacente; sin embargo, los valores anteriores son estadísticamente iguales ($p \geq 0.05$). En cambio, al comparar el crecimiento del total de hojas en la etapa de madurez fisiológica, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre ambientes, logrando superar el suelo de la isla de fertilidad en un 1.75 veces más el crecimiento obtenido en el área abierta (Figura 4.12). En base al componente culmos, para las dos primeras etapas fenológicas, no hubo diferencias, sin embargo en la etapa de madurez fisiológica, el suelo de la isla tuvo una ganancia de peso diario de 2.17 veces, en relación a el área adyacente. En cambio en base al componente raíz, no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre ambientes de suelo, siendo inclusive, biológicamente mayor la ganancia en g/día observada en la etapa de excersión, en suelo del área adyacente, que fue de 73.0 mg/día, en comparación con 58.0 mg/día, logrados en la isla de fertilidad (Figura 4.13).

Los análisis de varianza para los componentes morfológicos de la TCA en base a el total de hojas, culmos, vainas y corona, acusan diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) para los factores tipo de ambiente del suelo, etapas fenológicas y su interacción, en cambio para el componente raíz sólo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) entre etapas fenológicas y la interacción EF*S, no encontrando diferencia significativa entre ambientes de suelo (Cuadro B.10).

Cuadro 4.8. Tasa de crecimiento absoluto en peso seco (mg / día) de componentes de zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

Variable/Trat	Isla de fertilidad			Área adyacente		
	Ahij. 1	Exc. 2	M. F. 3	Ahij. 4	Exc. 5	M. F. 6
Total de hojas	18.0 c	95.0 a	79.0 a	11.0 c	92.0 a	45.0 b
Culmos	13.0 c	146.0 b	257.0 a	6.0 c	134.0 b	118.0 b
Vainas	8.0 c	51.0 a	45.0 a	3.0 c	41.0 a	22.0 b
Corona	1.0 c	24.0 ab	29.0 a	0.7 c	22.0 ab	17.0 b
Raíz	9.0 c	58.0 b	120.0 a	6.0 c	73.0 b	99.0 a

Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. Tukey ($p \leq 0.05$)

La partición de la suma de cuadrados del total de hojas, culmos, coronas, y raíz, indica que el factor EF depende de manera altamente significativa ($p \leq 0.01$) de los niveles β_1 o isla de fertilidad y β_2 o área adyacente, por su parte, el factor S, dependió del nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica (Cuadro B.11). La partición de la suma de cuadrados de las vainas indica que el factor EF depende de manera altamente significativa ($p \leq 0.01$) de los niveles

β_1 o isla de fertilidad y β_2 o área adyacente, mientras que el factor S, dependió de una manera significativa ($p \leq 0.05$) del nivel α_2 o etapa de excursión y de una forma altamente significativa ($p \leq 0.01$) del nivel α_3 o etapa de madurez fisiológica (Cuadro B.11).

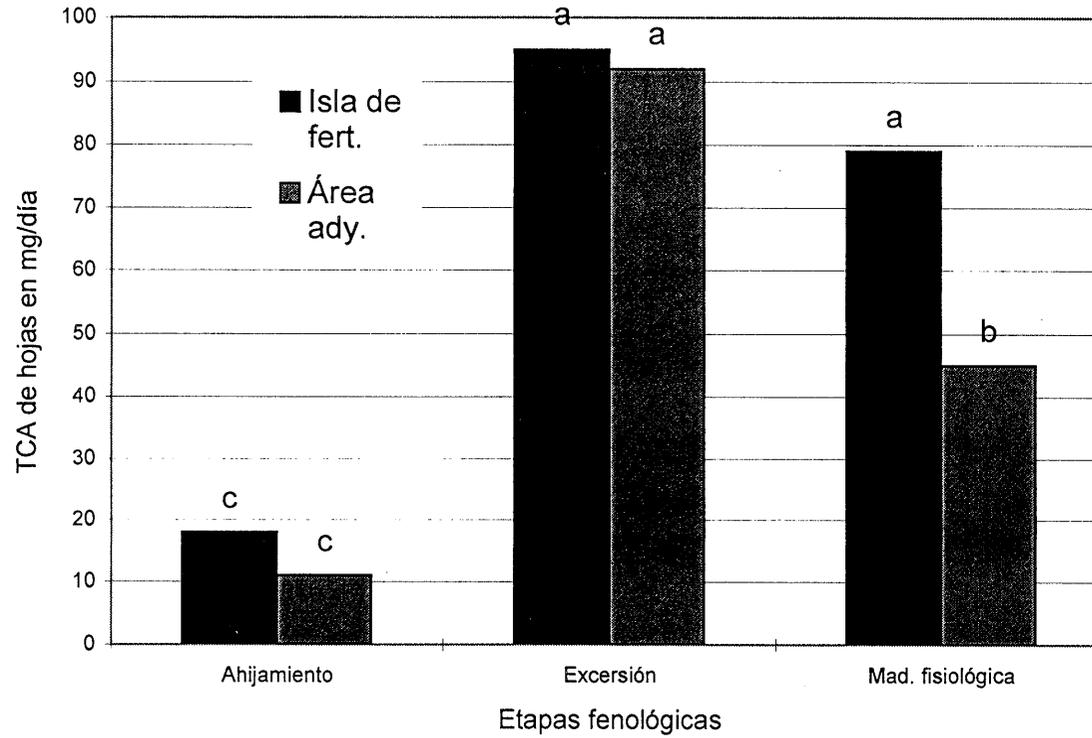


Figura 4.12. Tasa de crecimiento absoluto del total de hojas (mg/día) del zacate buffel T-3686, en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

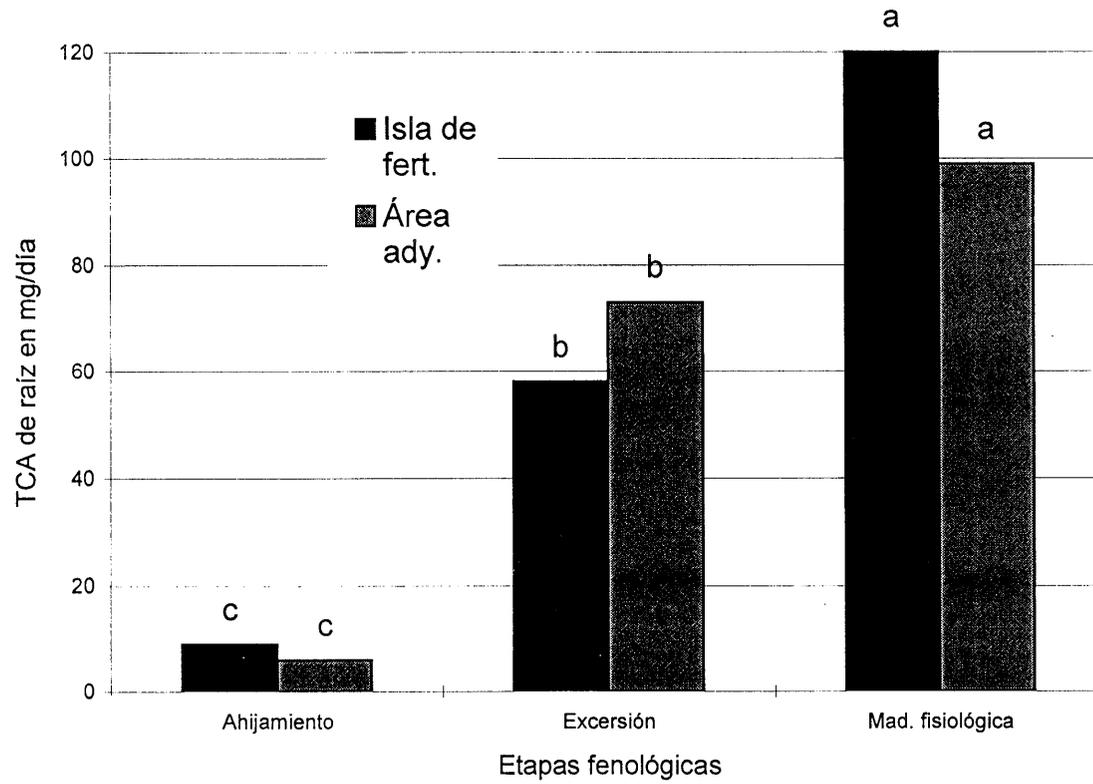


Figura 4.13. Tasa de crecimiento absoluto de raíz (mg/día) del zacate buffel T-3686 en dos ambientes de suelo y tres etapas fenológicas.

DISCUSIÓN

Variables del Suelo

Materia Orgánica

Al considerar los resultados obtenidos en base a las propiedades físico-químicos de los análisis de suelo de isla de fertilidad y área adyacente, es notorio el efecto que los arbustos de *Larrea* tienen sobre las modificaciones del ambiente en el que coexisten. La cantidad de **materia orgánica** encontrada en la presente investigación en el suelo antes de la siembra del pasto (SASP), concuerda con los datos obtenidos por Pérez (1990), quien reporta para el horizonte Ah₁, 5.2 por ciento de materia orgánica en suelo de islas de fertilidad y 2.5 por ciento entre arbustos, lo mismo sucedió con los datos encontrados por este mismo autor en horizonte Ah₂. Los datos aquí descritos, también son similares a los de García (1988) en un matorral de mezquite, en Múzquiz, Coah., quien encontró en promedio 4.33 y 2.76 por ciento de materia orgánica en la islas de fertilidad y áreas adyacentes, respectivamente. Asimismo, el contenido de materia orgánica encontrado en este trabajo, es afín a los datos reportados por Sierra (1990) en islas de fertilidad de plantas del arbusto mariola, en un sitio cercano a donde se realizó la presente investigación; también, la información obtenida concuerda con los datos de Amésquita *et al.*

(1994) y Márquez *et al.* (1994) en islas de fertilidad de mezquite y huizache en el norte de Guanajuato.

Bajo el contexto del presente estudio, se puede inferir que el material vegetal conforme se va acumulando bajo la copa de los arbustos, ya sean de gobernadora, mezquite, mariola o huizache, aun en diferentes sitios o localidades las características funcionales de éste tipo de arbustos parecen ser iguales, si el fenómeno bajo estudio es visto desde el punto de vista de los procesos naturales de senescencia, caída y renuevo de sus estructuras foliares y reproductivas, por lo cual se puede afirmar que éstas especies de plantas representativas de las zonas áridas y semiáridas, contribuyen de una manera efectiva a formar islas de fertilidad. Si a la información anterior, se le agrega la baja extracción de follaje, por los organismos vivos que frecuentan la gobernadora (Rhoades, 1977), podríamos estar de acuerdo en que realmente, los arbustos de ésta especie y otras plantas asociadas, debido a la acumulación de sus propios residuos a través del tiempo bajo el dosel de las mismas, efectivamente tienden a formar dichas "islas". De acuerdo a lo anterior, es menester puntualizar que a partir de las islas de fertilidad se puede: a) iniciar la rehabilitación de un pastizal, utilizando los mejores micro-sitios mediante técnicas ecológicas adecuadas, b) tender a mejorar lo ya existente poniendo nuevos límites a partir de la isla de fertilidad hacia el área adyacente y c) la meta final es que no existan islas de fertilidad *per se*, sino que exista un *continuum*.

• Haciendo referencia a los efectos que pudo tener el pasto buffel T-3686, sobre el contenido de materia orgánica en el suelo bajo estudio en donde estadísticamente, no hubo diferencias antes y después de la siembra del pasto, los datos indican que la materia orgánica analizada después de la presencia del pasto (SDSP) fue la misma, e incluso tendió a disminuir. Aquí, es menester comentar que al “cosechar” tanto la fitomasa aérea (vástagos) y la subterránea (raíces) los restos vegetales no fueron reincorporados al suelo, como normalmente sucede después de que las plantas maduran o partes de la planta senescen (Witkamp, 1971); con esta información y basados en un comentario de Porta *et al.* (1994) quienes afirman que cuando la tierra es sometida a “cultivo” la tasa de mineralización se acentúa, de tal forma que la materia orgánica preexistente se disminuye; tendencia observada en el presente trabajo (Cuadro 4.1), al notar un decremento desde el punto de vista biológico en el contenido de materia orgánica tanto en el suelo de la isla de fertilidad, como en el área adyacente. La situación antes descrita, bien podría representar un signo vital para diagnosticar y corregir en la mayoría de los casos el avance de la desertificación en las tierras tanto de cultivo como de pastoreo las cuales bajo las prácticas de uso actual, son cada vez más “pobres”.

Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)

El contenido de **nitrógeno** encontrado en el SASP, en los primeros 10 cm, para los dos tipos de ambientes edáficos, situó a estos suelos, en la categoría de ricos en este elemento, resultados similares obtuvo Pérez (1990)

en este mismo sitio; a la vez, están de acuerdo con la información obtenida en islas de fertilidad de mezquite en Múzquiz, Coah, en donde en el perfil de 0 - 5 cm, se encontró un contenido de N de 0.23 por ciento en comparación del 0.14 por ciento en el área adyacente (García, 1988), y al mismo tiempo tienen similitud con los datos obtenidos por Sierra (1990) quien encontró diferencia significativa al comparar el contenido de N del horizonte Ah₁, contra el horizonte Ah₂ bajo la copa de mariola.

Por su parte, Hunter *et al.* (1982) al analizar 106 muestras procedentes de 78 sitios, reportan que la concentración de N-nitrato ($\mu\text{g NO}_3^-$ N/g de suelo), en promedio bajo los arbustos fue de 33 $\mu\text{g/g}$ y en las áreas desnudas fue de 3 $\mu\text{g/g}$. Los resultados obtenidos en el presente estudio, llevan a situaciones similares a los datos anteriores y a la información que vierten Nishita y Haug (1973) quienes afirman que en los suelos desérticos el nitrógeno y sus formas, varía con la profundidad del muestreo y entre ambientes, reportando marcadas diferencias en la concentración de nitrógeno total en porcentaje bajo *Larrea* y en suelo desnudo; además, aclaran que dicho elemento se encontró en la mayoría de los casos en forma de nitrógeno orgánico, información que no pudo ser corroborada en el presente trabajo, por el tipo de análisis a que fue sometido el N total (método Kjeldahl). Al igual que los autores arriba mencionados, los resultados obtenidos en dos ambientes de suelo de *Larrea*, respecto al contenido de nitrógeno encontrado tanto bajo los arbustos como en los espacios abiertos, tienen similitud con los reportes realizados por Charley y West (1975) en diferentes arbustos que crecen en el

desierto de la Gran cuenca salada de Utah; con Romney *et al.* (1980) en varios arbustos del desierto de Mojave y con Wood *et al.* (1982) en el matorral de *Artemisia tridentata* en sitios del norte y centro de Nevada.

Los datos reportados anteriormente, pudieran ser explicados con las afirmaciones de Tiedemman y Klemmedson (1973) respecto a la mayor presencia de algunos elementos mayores, sales y materia orgánica en los suelos bajo árboles de mezquite, que entre los espacios abiertos, en donde dicha especie, enriquece el suelo bajo su cubierta a expensas de los nutrientes del suelo de las áreas adyacentes, los cuales conduce vía sistema raíces y los concentra debajo del mismo, donde el volumen de diferentes partes de la planta caen cuando se deshace de ellas. Situación demostrada con anterioridad por García y Mckell (1970) en arbustos de *Larrea*, quienes encontraron que aunque el sistema de raíces de esta planta estuvo limitado al horizonte superficial y la raíz no penetró a una profundidad mayor de 0.5 m, pero, estas se extendieron bien entre los espacios de la misma planta y otros arbustos, además de encontrar los mayores contenidos de nitrógeno en raíces y hojas de este arbusto, siendo mayores que en las especies de leguminosas con las que fue comparada. Los datos mencionados, bien podrían explicar los resultados obtenidos con el nitrógeno a nivel de suelo al interior de la presente investigación. Por otro lado, el mayor contenido de N encontrado bajo la isla de fertilidad, afianza la información presentada por Charley (1971), quien menciona que este elemento mineral junto con el calcio, son de los que se

encuentran en mayor cantidad en la composición del mantillo de arbustos de ambientes desérticos.

En cuanto al efecto del pasto sobre el contenido de N en el suelo después de que terminó el trabajo, no se encontró ningún efecto significativo, sin embargo, se observó un decremento biológico de este elemento a nivel del suelo de la isla de fertilidad en las dos profundidades; datos que son explicados al hacer referencia a la cantidad de fitomasa durante el estudio, asumiendo que la planta transfirió para su mantenimiento y producción parte de este mineral, quedando retenido en la cosecha en pie (Witkamp, 1971).

En relación al contenido de **fósforo** del SASP, en donde se encontró que el mayor contenido de dicho elemento fue en el ambiente edáfico de la isla de fertilidad en el estrato superior del suelo (0 - 10 cm), los datos concuerdan con la información de Pérez (1990) y Sierra (1990) quienes trabajaron en la misma Cuenca (San Tiburcio), donde se colectó el suelo para llevar a cabo el presente experimento; lo anterior es debido, según Tiedemman y Klemmedson (1973) a que el ion fosfato es relativamente inmóvil y no es probable que se mueva rápidamente hacia abajo, desde el punto de acumulación hasta las partes profundas del suelo. Los datos presentados, también son congruentes con los resultados de Charley y West (1975) quienes al estudiar los efectos de los arbustos sobre los patrones químicos del suelo, reportan, que el contenido de fósforo total se reduce conforme la profundidad del suelo es mayor, siendo a la vez diferente bajo y entre los espacios abiertos de arbustos. Así mismo, la información aquí presentada tiene similitud con los datos obtenidos por

Romney *et al.* (1980) al reportar una situación análoga en un trabajo realizado en 62 sitios al determinar la disponibilidad de fósforo, afirmando que la descomposición y mineralización del mantillo depositado en la parte inferior de la vegetación puede explicar estas diferencias, las cuales colectivamente incrementan la fertilidad del suelo debajo de la cubierta de la vegetación. La información obtenida, también es parecida a los datos obtenidos por Amésquita *et al.* (1994) en el norte de Guanajuato, quienes reportan diferencias para el contenido de fósforo entre ambientes, siendo mayor esta variable en áreas bajo la copa de mezquites.

Los resultados del presente trabajo, así como por los datos que reportan los autores anteriormente citados, respecto a un mayor contenido de fósforo encontrado en la isla de fertilidad, son comprensibles al analizar los datos de Hannapel *et al.* (1964) quienes al hacer un estudio para conocer el movimiento del fósforo en suelos calcáreos, encontraron que al agregar 10 ton de residuos de cebada el contenido de fósforo total se incrementó de 153 a 740 μg , asimismo, el fósforo orgánico subió de 79 a 662 μg , atribuyendo lo anterior al rol que los microorganismos del suelo juegan en la redistribución del fósforo durante el desarrollo del perfil del suelo. Siendo posible que lo mismo ocurra a nivel de islas de fertilidad de diferentes arbustos; información que es consecuente con los trabajos realizados por Frías y Olalde (1994; 1995) quienes encontraron una mayor cantidad de microorganismos benéficos, tales como hongos micorrízicos V-A y *Rhizobium spp.*, asociados a las islas de fertilidad de mezquite. Lo antes expuesto, establece el beneficio de la

acumulación de mantillo debajo de los arbustos, lo cual repercute en el proceso de mineralización y el subsecuente aporte de nutrientes a las plantas; datos apoyados por Kennedy y Papendick (1995) quienes mencionan que dentro de la gran cantidad de actividades benéficas de los microorganismos del suelo, están las relacionadas a la mineralización de N, S y P, así como a incrementar la disponibilidad de los nutrientes P, Mn, Fe, Zn y Cu a las plantas.

Sin embargo, la información presentada respecto al mayor contenido de fósforo en la isla de fertilidad, no es afín con los datos reportados por García (1988) quien al trabajar en islas de fertilidad y áreas adyacentes de mezquite, en Múzquiz, Coah., encontró en el perfil de 0 - 5 cm, 36.3 kg/ha de fósforo aprovechable en la isla, y 42.9 kg/ha en el área abierta; mientras que el perfil de 6 - 10 cm, encontró 39.27 y 31.19 kg/ha, respectivamente, los resultados obtenidos por dicho autor, podrían estar en función de la cantidad de precipitación de aquella región (500 a 600 mm) casi el doble del sitio donde se colectó el suelo para realizar nuestro estudio, si a lo anterior se le agrega la cantidad de carbonatos totales y el alto pH encontrado (arriba de 9.02) en su estudio, entonces, bien podría haber ocurrido una precipitación del fosfato dicálcico (Tisdale y Nelson, 1970), originando la baja disponibilidad de este elemento a nivel de isla de fertilidad.

Los datos anteriores nos ayudan a entender por que después de la siembra y cosecha del pasto buffel T-3686, sí disminuyó significativamente el contenido de P en nuestro estudio, atribuyendo lo anterior a los constantes riegos del zacate (Cuadro A.2) y además como las bolsas tenían orificios para

drenar el exceso de humedad; los fosfatos bien pudieron haberse precipitado.

Por otro lado, las deficiencias de este mineral en ambos ambientes de suelo y en ambas profundidades, como se indica en el Cuadro 4.1, hicieron que las plantas lo consumieran de una manera acelerada para su sostenimiento.

En cuanto al **potasio**, en general este elemento ha sido reportado como suficiente en suelos de zonas áridas (Knight, 1986), información que corrobora los resultados aquí presentados. Al comparar los datos obtenidos en SASP, contra otros trabajos relacionados, se encontraron similitudes con los datos de Pérez (1990) y Cox *et al.* (1984) quienes trabajaron en suelos de matorrales de gobernadora. Los resultados encontrados respecto a un mayor contenido de potasio en el área adyacente, podrían estar relacionados con la facilidad que tiene este elemento para moverse en el suelo de las partes altas a partes más bajas del perfil, formando diversas sales, entre ellas, sales de potasio (Tisdale y Nelson, 1982). Asimismo, se puede mencionar que las plantas de *Larrea* en el desierto Chihuahuense, por sus características reproductivas en las cuales los picos de floración son en primavera y a fines de verano (Barbour *et al.* 1977), pudieran demandar un mayor consumo de potasio, el cual podría ser tomado de la propia "isla".

Los datos aquí presentados, no son iguales respecto a la información de Romney *et al.* (1980) en el desierto de Mojave; García (1988) en Múzquiz, Coah. y Sierra (1990) en la Cuenca de San Tiburcio, Zac, quienes observaron marcadas diferencias en cuanto a la acumulación de este elemento en suelo tomado bajo la copa de los arbustos bajo estudio; situación que parece estar

relacionada a la región ecológica para el caso de Romney *et al.* (1980); y al tipo de planta bajo estudio como lo fueron el mezquite y mariola, para el caso de García (1988) y Sierra (1990), respectivamente, donde presumiblemente, dichos arbustos intervengan en una redistribución del potasio entre ambientes y la demanda del mismo no sea tan elevada para dichas plantas, logrando acumular excedentes en su propia isla de fertilidad.

Referente al efecto del pasto buffel y su manejo sobre una disminución del potasio, después de haber terminado el estudio (SDSP), la situación se aclara al conocer que las diversas sales entre ellas las de potasio, son muy móviles (Cepeda, 1985), demostrando que hubo un efecto de lavado por el agua de riego aplicada y drenada al exterior de la bolsa en donde creció el zacate.

Reacción del Suelo (pH)

Los valores de pH encontrados antes de la siembra del pasto, no difieren respecto al ambiente del cual se tomo el suelo, esto concuerda con los valores obtenidos por Romney *et al.* (1980); Cox *et al.* (1984); Sierra (1990) y Tiedeman y Klemmedson (1973), sin embargo los últimos autores si obtuvieron diferencias entre las profundidades de suelo de 0 - 4.5, 7.5 - 12 y 15.1 a 19.5, aumentando el pH a medida que se incrementó la profundidad del mismo, debido a que en este tipo de suelos (migajón gravoso-arenoso), se aumenta la filtración de carbonatos del suelo superficial y la precipitación más profunda en el perfil; tendencia encontrada en nuestro trabajo, pero aun sin

reflejar diferencias estadísticas. Por otra parte, los datos obtenidos por Charley y West (1975) demuestran que los cambios de pH ocurridos en áreas abiertas e islas de fertilidad, están en directa relación con la especie vegetal sujeta a estudio, por ejemplo, los autores encontraron diferencias bajo y fuera de arbustos *Artemisia* y *Atriplex*, atribuyendo lo anterior a la mayor alcalinidad encontrada en este tipo de vegetales, sin embargo, el pH obtenido bajo y fuera de plantas de *Coleogyne*, no fue significativo. Por otra parte, los datos presentados, no concuerdan con los valores de pH encontrados por Zinke (1962) en árboles de pino, en donde a mayor distancia del tronco, los valores de pH, se incrementaron, situación que el autor adjudica a la intemperización de partículas de conchas en la arena de el área abierta, además de ser una investigación realizada en suelos de ambiente forestal.

En lo que concierne a un mayor pH encontrado después de la siembra y cosecha del pasto en el estrato de 0 - 10 cm en el ambiente de la isla, es probable que sea debido a la acción de la hidrólisis del carbonato de calcio, por la continua aplicación de agua, lo cual al tener una mayor disociación del hidróxido de calcio que produce mayor cantidad de OH^- en comparación con la producción de H^+ del ácido carbónico, creando un efecto alcalino (León, 1968). Lo antes expuesto puede estar también relacionado con la mayor presencia de raíces en dicho estrato (Figura 4.9), las cuales debido a la acción de la exudación de sustancias orgánicas por los tejidos de la planta (Shamoot *et al.* 1968) bien pudieron intervenir en una serie de reacciones químicas que hayan provocado un cambio de pH.

Conductividad Eléctrica

La **conductividad eléctrica** en mmhos/cm del presente trabajo, fue mayor en la isla de fertilidad a la profundidad de 0 - 10 cm, debido aparentemente a la mayor acumulación de materia orgánica bajo la copa del arbusto, lo que probablemente aumentó la mayor cantidad de sales en la capa superficial. Estos datos, son superiores a los encontrados en la misma cuenca por Sierra (1990) bajo arbustos de mariola, quien reporta un suelo no salino bajo el arbusto, datos que ponen de manifiesto que las plantas de *Larrea*, tienden a concentrar una mayor cantidad de sales bajo éstos ambientes; situación que podría explicar en un momento dado por las condiciones de sitio seguro que son generadas para la proliferación de otra especie como el *Atriplex* bajo la gobernadora (Pérez, 1990); lo cual incide en la diversidad de especies en los matorrales desérticos, debido a diferentes condiciones de acumulación de nutrientes a nivel del suelo, creando una gran variedad de microambientes.

Por otra parte, el menor contenido de sales encontrado en el área adyacente, es congruente de manera proporcional a la información reportada por García (1988) y por Tiedemman y Klemmedson (1973) en áreas de mezquite, así como por Sierra (1990) debido a una menor cantidad de mantillo encontrado en las áreas abiertas de estos ecosistemas.

El marcado descenso del contenido de sales después de haber terminado el estudio, no indica un efecto directo por parte del pasto buffel

sobre esta propiedad química del suelo; más bien lo anterior puede ser atribuido a los frecuentes riegos y drenaje del agua de las macetas durante los 168 días que duró el experimento (Cuadro A.2).

Textura

Al no encontrar diferencias significativas de las **propiedades físicas** entre ambientes de suelo isla de fertilidad y área adyacente en los primeros 10 cm del terreno donde se realizaron los muestreos, los datos están de acuerdo con los resultados obtenidos por Cox *et al.* (1984) y Sierra (1990) al analizar suelos de matorral de gobernadora y mariola, respectivamente, dentro y fuera de la copa de los arbustos. Sin embargo, García (1988) bajo la isla de fertilidad del mezquite y en el área adyacente, reporta diferencias significativas entre el contenido de arena y arcilla, donde la arena fue significativamente mayor en las islas de fertilidad. Con base a lo anterior, es necesario comentar que las diferencias encontradas, pueden ser debido a que los mezquites tengan mayor capacidad de intercepción de las partículas de suelo y se logren depositar en mayor cantidad bajo estas especies; por otra parte, es necesario considerar el grado de disturbio de las zonas aledañas que puedan generar tolvaneras o fuertes arrastres de sedimentos y que contribuyan a alterar la textura del suelo en donde crecen las plantas; de acuerdo a la información disponible se puede comentar que los cambios a un mayor contenido de arena bajo los arbustos de gobernadora y mariola por efectos de arrastre y deposición no fueron tan marcados en ambientes donde se llevaron a cabo los estudios antes citados, incluyendo el presente trabajo. Los datos encontrados en el suelo de las

macetas en donde se realizó el trabajo con el pasto buffel, en donde se encontró que la cantidad de arena no varió en lo absoluto y que el contenido de limo disminuyó mientras que la arcilla aumentó, en las dos profundidades de suelo, no se encontró una explicación adecuada al respecto, pues se considera que las plantas no tienen la capacidad de realizar cambios de estas propiedades físicas del suelo, como sería el caso de algunos microorganismos, por otro lado, tampoco se detectaron interacciones entre los factores bajo estudio (Cuadro B.1) que pudieran explicar los resultados. Como nota aclaratoria se comenta que cuando se rompieron las bolsas para separar el suelo unido entre la raíz del pasto, se observó que una pequeña parte del estrato superior se había deslizado por la periferia hacia dentro y el fondo de la bolsa, la cual por diferencia en color, se identificó y se incluyó en la parte correspondiente, además al separar los estratos del suelo a las profundidades de 0-10 y de 10-25 cm, algo de suelo se mezcló, pudiendo lo anterior afectar estas propiedades físicas.

Variables de la Planta

Datos Iniciales

Número de Plántulas del Banco de Semillas en el Suelo

La mayor cantidad de plántulas de la flora local en forma de banco de semillas, encontradas en las macetas con suelo de las islas de fertilidad colectado bajo *Larrea*, indican que bajo la cubierta de especies arbustivas

pueden desarrollarse una serie de eventos que inciden en el aumento de la diversidad y complejidad de la vegetación (Cruz *et al.* 1995). La mayor presencia de estas estructuras reproductivas en el mantillo de los arbustos, pudiera tener origen en el acarreo por viento, agua, la fauna menor y mayor (Garner y Steinberger, 1989), así como son el producto de las mismas especies que crecen bajo y entre la gobernadora.

Muestreo del Número y Altura de Plántulas por Maceta del Pasto

Al no encontrar diferencias significativas durante esta fase de estudio al considerar el número y la altura de plantas, los datos indican que el contenido mineral encontrado en los dos ambientes bajo estudio, no había tenido hasta esta fecha, ningún efecto sobre las plantas del pasto buffel, lo que da origen a creer que los elementos nutricios no fueron una limitante, hasta ésta fase del estudio.

Longitud de Plantas y Número de Hojas Verdaderas

La mayor longitud máxima de plantas y la mayor cantidad de hojas verdaderas de pasto buffel encontradas en suelo proveniente de las islas de fertilidad, supone que el contenido de materia orgánica y algunos minerales como el N y P, empezaron tener efecto sobre el crecimiento de las plantas bajo estudio, dicha información concuerda con los datos reportados por Cox *et al.* (1984) quienes encontraron diferencia significativa en base a la altura del zacate africano, a los 42 días de crecimiento en suelo proveniente del centro

del dosel de gobernadora en comparación con el suelo proveniente del área abierta. También Wood *et al.* (1978) reportan un mayor por ciento de emergencia de gramíneas bajo dunas de matorral, que entre espacios abiertos.

Datos Formales

Componentes Morfológicos del Rendimiento del Pasto

Como quedó asentado al principio del estudio, son escasos los trabajos relacionados con el efecto que tienen las islas de fertilidad sobre los **componentes morfológicos del rendimiento** de especies vegetales de interés económico; por lo cual la discusión se centra alrededor de los trabajos en donde se agregan los nutrientes inorgánicos directamente al suelo por el hombre. Considerando que los componentes morfológicos del pasto buffel T-3686, fueron estadísticamente iguales tanto en la etapa de ahijamiento como en la etapa de excursión, se ponen de manifiesto dos cosas; la primera, en donde se asume que el material biológico bajo estudio logró satisfacer sus requerimientos nutritivos durante esos periodos de tiempo, y la segunda, en donde se comprueba que el presente ecotipo es capaz de prosperar en suelos con baja fertilidad en sus primeras etapas de vida, lo cual le da una ventaja comparativa para prosperar en ambientes difíciles. Lo antes expuesto, se basa en un estudio realizado por Rubio (1993b) quien encontró que el presente zacate, tuvo buenos resultados de adaptación y alto rendimiento productivo en base a materia seca total, en suelos arenosos con 0.91 por ciento de materia orgánica y 10 kg/ha de N - nítrico y 25 kg/ha de fósforo, al ser comparado con

otros 21 materiales para zonas áridas bajo condiciones de temporal en un periodo de cinco años de prueba, en una área de cultivo abandonada en el Mpio. de Villa de Cos, Zac.

Por otra parte, al comparar los datos del presente trabajo en base al número y peso de vástagos principales y el peso total de hojas y culmos obtenidos durante las dos primeras etapas de desarrollo del pasto (Cuadros 4.3 y 4.5), los resultados son congruentes con Langer (1959) quien observó que la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno tuvieron pocos efectos sobre el número y peso de vástagos principales en pasto *Dactylis glomerata*, además muestran similitud con la información de Wilson *et al.* (1990) quienes reportan a los 70 días no haber encontrado diferencias significativas entre ambientes en cuanto al peso de follaje de zacate *Paspalum notatum*, en áreas abiertas y bajo árboles de eucalipto. Por otro lado, Dutta (1979) no encontró grandes diferencias en la longitud de raíz, número de vástagos y producción de peso seco del pasto *Sporobolus helvolus* durante la etapa de pre-floración en suelo con diferentes condiciones edáficas; sin embargo, reporta diferencias marcadas en base a los componentes antes citados en la fase de post-floración del pasto, lo cual es congruente con la información aquí vertida.

En relación a los datos obtenidos en la etapa de madurez fisiológica, en donde efectivamente si se encontraron marcadas diferencias sobre el rendimiento de la fitomasa total y por ende en la mayoría de los componentes entre los dos ambientes de suelos estudiados; la información muestra cómo para ésta fecha (168 días después de la siembra): a) la planta ya había tomado

gran parte del nitrógeno y fósforo disponible para nutrirse; b) la planta ya había completado su ciclo reproductivo y c) ya había logrado almacenar reservas. Situación que fue más palpable en el suelo del área adyacente, con el consecuente reflejó en el menor vigor del pasto, coloración pálido amarillenta de hojas y menor número de vástagos laterales, debido principalmente a la falta de nutrientes. La información anterior, consigna un parecido con los datos de Tiedemman y Klemmedson (1973) los cuales apuntan que las plantas encontradas en las islas de fertilidad de mezquites, fueron más robustas, de apariencia saludable y produjeron espiguillas; en contraste con las de las áreas abiertas, en las cuales se observó un bajo crecimiento, cloróticas y no produjeron semilla. Por su parte, Márquez *et al.* (1994) al realizar estudios de la cosecha en pie, encontraron 146.0 por ciento más de materia seca dentro de islas de fertilidad de mezquite y huizache. Las citas expuestas, ponen de relieve la importancia que tienen los elementos mayores como el N y el P, ya que es conocido que éste último compuesto actúa en la floración, fructificación, formación de semilla y madurez de las cosechas (Valdéz, 1983).

La presencia de una mayor tasa de fertilidad del suelo, ya sea natural o inducida con el aporte de elementos nutritivos, manifiesta efecto sobre los componentes del rendimiento de los pastos; así Wallace *et al.* (1985) al evaluar la respuesta al corte y niveles de nitrógeno en gramíneas africanas, encontraron efectos sobre los componentes morfológicos, vainas, coronas, e inflorescencias del pasto *Themeda triandra*. Por su parte Christie (1975); Christie y Moorby (1975) encontraron una marcada respuesta a diferentes

características del rendimiento como el peso seco total, peso y número total de hojas y vástagos y área foliar en cm^2 del pasto buffel cv. Biloela, a diferentes aplicaciones de fósforo, datos que concuerdan con los encontrados en la presente investigación en donde se obtuvieron mayores respuestas productivas en el suelo de la isla de fertilidad en donde el contenido de P fue mayor. Por su parte, Aggarwal y Kumar (1990) encontraron que el mayor consumo de nitrógeno, fósforo y azufre por plantas de *Pennisetum typhoides* fue en el suelo tomado de la isla de fertilidad de *Prosopis cineraria* que es donde hubo una mayor concentración de estos elementos, lo cual afectó favorablemente la producción de materia seca de dicha gramínea; datos que apoyan los resultados obtenidos respecto a un mayor rendimiento de fitomasa total del pasto buffel T-3686 en suelo proveniente de la isla de fertilidad.

Considerando el mayor **peso de rizomas** obtenidos en el presente trabajo en el ambiente de isla de fertilidad, en donde de acuerdo a los análisis de suelo ya discutidos, se encontró una mayor cantidad de nitrógeno, los datos obtenidos concuerdan con la información reportada por McIntyre (1972) quien al elevar las concentraciones de nitrógeno en pasto *Agropyron repens*, obtuvo un aumento en el desarrollo de yemas y nudos de rizomas.

Respecto al **peso de raíz**, en donde estadísticamente no se encontraron diferencias entre los ambientes de suelo evaluados, se puede mencionar sin embargo que la mayor cantidad de fósforo encontrada en el ambiente isla de fertilidad (Figura 4.3) si tuvo efectos favorables desde el punto de vista biológico sobre el peso de raíces de las plantas de pasto buffel T-3686

desarrolladas en el suelo de la isla, principalmente en el estrato de 0 - 10 cm de profundidad en donde el 71.2 por ciento de éstas fueron encontradas (Figura 4.9), información que concuerda con Christie (1975); Christie y Moorby (1975) que hallaron respuesta a diferentes aplicaciones de fósforo sobre el peso seco, tasa de extensión y diámetro de raíces en el zacate buffel cv. Biloela, así como con Puri *et al.* (1977) quienes al aplicar 40 y 60 kg/ha de P_2O_5 encontraron en el perfil de 0 -10 cm del suelo un mayor peso seco de raíz, respecto al tratamiento sin fósforo en el pasto *C. ciliaris*.

En relación al número de vástagos, durante la etapa de madurez fisiológica, en el presente estudio se encontró una diferencia biológica en cuanto al **número de vástagos principales** de la isla de fertilidad en relación al ambiente más pobre el cual fue el área adyacente (Cuadro 4.5), esta información podría ser explicada por los datos de Mazzanti *et al.* (1994) quienes encontraron que la falta de nitrógeno redujo la densidad de vástagos en pasto *Festuca*, lo cual se reflejó en un reducido crecimiento de forraje/ha. Al igual que por Gaytán (1985) quien al comparar 0, 40, 80 y 100 kg de N/ha combinados con 0 y 100 kg de P/ha, encontró que el número de culmos, se incrementó al aumentar la cantidad de nitrógeno. Asimismo, McIvor (1984) apuntó que las aplicaciones de fósforo en pasto buffel tuvieron un efecto adecuado sobre el número de hojas y vástagos. Datos que apoyan la información obtenida en este estudio, al obtener una mayor cantidad de hojas verdes y vástagos laterales en suelo con mayor contenido de fósforo correspondiente al ambiente isla de fertilidad en la etapa de madurez

fisiológica; lo cual tiene relación con los datos de Armstrong *et al.* (1993) al encontrar que el pasto buffel responde a la aplicación de nutrientes, especialmente de fósforo.

En relación al **peso de cariósides**, dentro de los trabajos revisados, ningún autor menciona haber hecho estudio sobre la influencia de las islas de fertilidad y área adyacente en relación al peso de éstas estructuras reproductivas, por lo cual la discusión se realiza sobre los trabajos hechos en base al rendimiento de semilla, con y sin aplicaciones de algunos elementos minerales. El uso del nitrógeno y diferentes prácticas culturales sobre la producción de semilla en gramíneas, ha sido reconocido desde tiempo atrás, por ejemplo, Kneebone (1957) obtuvo el doble de semilla en zacate *B. gracilis*, cuando aplicó 50 lbs/acre de nitrógeno. Sminka y Newell (1980) en zacate *Bouteloua curtipendula*, reportan diferencias entre labores culturales al obtener 706 mg/1000 cariósides en siembra compacta contra 825 mg/1000 cariósides en siembra en surcos y con cero kg N/ha reportan 741 mg/1000 cariósides y 777 mg/1000 cariósides con 89.7 kg N/ha. Por su parte Gaytán (1985) demostró que el contenido mineral en base a diferentes dosis de fertilización afectó el peso de los cariósides en pasto *B. curtipendula*.

Índices Derivados de los Componentes Morfológicos del Pasto

Relación Fitomasa Aérea/Fitomasa Subterránea. La mejor proporción fitomasa aérea/fitomasa subterránea, encontrada durante la etapa de excursión en la isla de fertilidad en donde se encontró una relación de 5.5:1 la cual fue

mayor a 3.9:1 del área adyacente, tiene que ver con las diferencia encontrada entre este tipo de ambientes respecto a una mejor condición de fertilidad encontrada en la isla, lo cual promovió una mayor cantidad de hojas y culmos (Gaytán, 1985; McIvor, 1984). Dichos datos son avalados por Langer (1963) quien encontró que el número de vástagos aumentó conforme se incrementa el contenido de nitrógeno. Por otro lado, Holecheck (1982) en una prueba con diferentes plantas encontró una mayor fitomasa aérea, con el aporte de elementos minerales. Asimismo, Roy y Singh (1994) reportan una correlación positiva entre la biomasa de vástagos de herbáceas y la cantidad de nitrógeno mineral a través de la estación de crecimiento de acuerdo al gradiente de fertilidad de suelo. Por otro lado, a mayor fertilidad, mayor índice de vástagos/raíz, así fue demostrado por Schuurman y Knot (1974) quienes reportan que con la aplicación de 25, 50 y 100 kg/ha de nitrógeno, encontraron 1.7, 2.3 y 3.0 de índice vástagos/raíz, respectivamente.

Los valores de una menor proporción fitomasa aérea/fitomasa subterránea encontrados en la etapa de madurez, para los dos tipos de ambiente, son congruentes con los resultados obtenidos por García y Pérez (1986) y García y Escalante (1986) quienes al estudiar la fitomasa aérea y subterránea en condiciones naturales encontraron una mayor cantidad de raíz en la etapa de latencia de los pastos.

Relación Hojas/Culmos. La información encontrada indica que conforme avanza la madurez de las plantas, éstas tienden a acumular más tejido de

sostén en base a compuestos como la celulosa, hemicelulosa y lignina, por lo cual un balance adecuado entre la cantidad y calidad del forraje fue en la etapa de excersión en donde se encontró una relación de 1.1:1 tanto para la isla de fertilidad como para el área adyacente. Los datos anteriores, guardan relación con la información encontrada por Stobbs (1973b) quien reporta que a medida que los pastos *Setaria* y *Rhodes* entraron en la etapa de madurez, el contenido de nitrógeno y la digestibilidad decreció, debido a una menor proporción hojas / tallos. Sin embargo, lo anterior esta influenciado por la fertilidad del suelo, ya que en praderas de *Setaria* en donde se agregó 50 kg de N/ha, a intervalos semanales por dos años, se encontró 2.19 por ciento de éste elemento, en comparación con 1.49 por ciento en el pasto que no fue abonado (Stobbs 1973a); la misma situación de "abonado" o ciclo de nutrientes, ha estado ocurriendo por décadas en las islas de fertilidad de *Larrea*, lo cual se refleja en una mayor producción de fitomasa y por ende en un mayor contenido de elementos minerales a nivel planta, sin embargo la última situación no ha sido corroborada por falta de un análisis químico de las muestras vegetales bajo estudio. Estudios posteriores deberán contemplar un análisis químico de las muestras vegetales obtenidas entre los dos ambientes de suelo en diversas etapas fenológicas, ya que un forraje de baja calidad incluso tiende a permanecer más tiempo en el rúmen de los animales, así lo apuntan Poppi *et al.* (1981) quienes al proporcionar hojas y tallos (en base al contenido de fibra neutro detergente) de pasto *Rhodes* de seis semanas de rebrote, dichas estructuras vegetales permanecieron por 28.0 y 38.4 horas, mientras que las

mismas estructuras, pero de 12 semanas de edad, permanecieron 32.9 y 52.1 horas en el rúmen de ganado vacuno, respectivamente.

Lo anterior, es con la finalidad de resaltar la importancia de tener buenos niveles de fertilidad del suelo en los pastizales de zonas áridas, ya que uno de sus mayores usos desde el punto de vista económico es la producción de carne a nivel extensivo. En este renglón me permito hacer un conectivo con los comentarios expresados por Tiedemann y Klemmedson (1973) quienes según sus propias observaciones mencionan que el ganado busca el forraje más apetecible bajo los árboles de mezquite, pero que bajo condiciones de manejo de pastoreo deficiente tienden más pronto a desaparecer; dicha situación bien podría estar ocurriendo en los matorrales de gobernadora del desierto Chihuahuense, y es aquí donde se justifica encontrar fundamentos desde el punto de vista ecológico de lo que realmente está pasando y en base en lo antes expuesto, sea posible aplicar un plan de pastoreo congruente con las necesidades de la planta y el ganado, pero teniendo como punto de partida al componente suelo.

Índice de Área Foliar Efectiva/Planta (IAF). La mayor cantidad de vástagos y hojas producidas por el pasto buffel T-3686, en la etapa de madurez fisiológica, manifiesta gran ventaja respecto al IAF obtenido entre suelo de islas de fertilidad contra el área adyacente; estos resultados podrían ser producto de la diferencia en contenido de minerales en los dos tipos de suelo, atribuyendo efectos favorables al mayor contenido de nitrógeno en el suelo de la isla de fertilidad. Estos datos concuerdan con Aspinall (1961) quien demostró que el

retardo en la iniciación de vástagos en cebada fue afectada por bajos niveles de nitrógeno, estimulando su producción a cualquier tiempo, por el aporte de éste elemento. Por otra parte, Shrotriya y Misra (1977) reportan que el IAF de trigo fue mayor conforme se fueron aumentando las dosis de nitrógeno, lo cual concuerda con los datos en esta investigación, respecto al mayor IAF encontrado en el suelo con más cantidad de nitrógeno, sin embargo, los mismos autores encuentran que en la etapa de floración dicho índice fue mayor que en la etapa de llenado de grano, datos que difieren de los encontrados en el presente estudio; sin embargo, lo expuesto es comprensible si se menciona que el trigo por ser una planta anual después del llenado del grano termina su ciclo biológico; en cambio el pasto buffel por su hábito indeterminado mostró que cuando algunos vástagos entraron en etapa de madurez fisiológica y llenaron semilla, otros vástagos de menor jerarquía estaban en etapa vegetativa o de floración, e incluso algunos produciendo vástagos secundarios o laterales, situación que fue más marcada en el suelo de la isla de fertilidad, ya que en el área adyacente el IAF sí fue menor a la madurez, pero esto se debió a una nutrición mineral deficiente.

Por otro lado, un valor de IAF superior a tres, puede ser considerado una limitante en la producción de vástagos, debido al efecto de la luz, sin embargo esta información aun es imprecisa (Simon y Lemaire, 1987). Respecto a lo anterior, la información obtenida, en la cual los valores de $IAF > 3.0$, sólo se obtuvieron en las etapas de excersión y madurez fisiológica de la isla de fertilidad, observando la no proliferación de más vástagos principales en este

ambiente de suelo, sin embargo, se produjeron cerca de tres veces más vástagos laterales en éste ambiente, en comparación al suelo de área adyacente, que puede atribuirse tanto a factores de nutrientes como de una mayor exposición a la luz en la parte superior del dosel del pasto.

Índices de cosecha (IC). Al comparar los datos obtenidos del índice de cosecha de semilla del buffel T-3686 dentro de éste estudio, los cuales fueron de 0.024 y 0.014 para isla de fertilidad y área adyacente, respectivamente; con la información reportada por Gutiérrez (1991) con el pasto buffel común en la etapa de madurez fisiológica, en donde encontró valores de IC que variaron en un rango entre 0.13 y 0.19, según el nivel hídrico bajo estudio; se nota que el zacate buffel T-3686 tiene una limitante en cuanto al rendimiento de semilla, información ya planteada por Rubio (1993b) en los ensayos de rendimiento llevados a cabo en el altiplano de Zacatecas.

Ahora bien, la información de los índices de cosecha, se basa en aspectos agronómicos relacionados a producción de granos de gramíneas anuales como avenas, trigos, cebadas, etc. sin embargo, para poder catalogar un pasto perenne forrajero los índices de cosecha deberían de estar más enfocados al rendimiento de culmos y hojas, los cuales en la presente investigación fueron para la etapa de madurez fisiológica en la isla de fertilidad de 0.409 en los culmos y de 0.176 para hojas, mientras que en el área adyacente fueron de 0.356 para culmos y de 0.197 para hojas. Mientras que los índices de cosecha del buffel común evaluado por Gutiérrez (1991) dependiendo del nivel hídrico bajo estudio, anduvieron en el orden de 0.36 a

0.38 para culmos y de 0.12 a 0.14 para hojas, índices mucho menores que los obtenidos por el buffel T-3686. Obteniendo en este aspecto una ventaja comparativa el buffel T-3686, lo cual le confiere teóricamente una mayor capacidad de alimentar ganado; además, de tener una mejor tolerancia al frío y un mejor comportamiento en altitudes mayores a los 2000 msnm (Rubio, 1993b), que el buffel Común.

Por otro lado, si la baja producción de semilla de éste material depende de un factor genético, la información obtenida entre diferentes ambientes de suelo a favor de la isla de fertilidad, manifiesta la necesidad de poner mayor atención a la fertilidad del suelo en donde se realicen los incrementos y la producción de semilla, lo cual puede repercutir en un mayor peso y llenado del grano. Por otro lado será necesario seleccionar plantas más productoras de vástagos con una mayor cantidad de tallos reproductivos.

Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)

Los resultados obtenidos respecto a una mayor TCA en el suelo de la isla de fertilidad sobre la mayoría de los componentes morfológicos evaluados, hacen referencia al mejor ambiente de suelo fértil encontrado debajo de los arbustos de *Larrea*, dicha información, está de acuerdo con los datos obtenidos por Murtagh (1988) quien al usar 0, 112 y 225 kg de N/ha, sobre el pasto *Pennisetum clandestinum*, mostró un incremento de 21, 97 y 162 kg MS ha/día, respectivamente. También concuerda con los resultados obtenidos por Mazzanti *et al.* (1994) quienes obtuvieron una tasa de crecimiento de forraje de

55.76 y 75.97 kg MO ha/día, respectivamente, con la aplicación de 160 y 360 kg/ha de N con la variedad Clarine del pasto *Festuca arundinacea* Schreb. Al considerar la tasa de crecimiento de raíz del pasto buffel T-3686, donde no se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de ambiente de suelo, nuestra información concuerda con los datos de Lambers (1979) quien encontró en un experimento con plantas de *Senecio* en las cuales a pesar de que el índice vástagos/raíz fue de 4.5 con una solución normal de nutrientes, en comparación con la solución de nutrientes baja, en donde el índice vástagos/raíz fue de 2.5; la tasa de crecimiento lineal para el ambiente con la solución normal de nutrientes fue de 0.73 mg/día/raíz, mientras que con la solución de nutrientes más baja, la tasa de crecimiento alcanzó 1.07 mg/día/raíz.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados generados en el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

- En base a los datos del componente suelo antes de la siembra del pasto (SASP) o suelo virgen, se encontró un mayor contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo aprovechable y valores más altos de conductividad eléctrica en la isla de fertilidad a la profundidad de 0 - 10 cm, respecto a la misma profundidad del área adyacente de un matorral de *Larrea*. En el suelo virgen, la cantidad de potasio intercambiable y la textura fueron iguales entre la isla de fertilidad y el área adyacente, cambiando entre la profundidad del mismo. Mientras que el contenido de pH, fue igual dentro y entre ambientes y a las dos profundidades de muestreo.
- En el suelo después de la siembra del pasto (SDSP), los contenidos de materia orgánica y nitrógeno, estadísticamente no cambiaron, aunque biológicamente se observó una tendencia en su descenso, siendo más marcado el efecto en la isla de fertilidad, por su parte los valores de fósforo, potasio y la

conductividad eléctrica disminuyeron en una forma notoria. Asimismo, el pH del suelo aumento en la profundidad de 0 - 10 cm a nivel de la isla de fertilidad, mientras que los valores de limo disminuyeron, a la vez que el por ciento de arcilla tuvo un aumento, en tanto que la proporción de arena permaneció igual.

- Considerando la información obtenida en base al componente planta, al inicio del estudio, se encontró que el banco de semillas en el suelo proveniente de la isla de fertilidad es mayor. Por otro lado, el número y altura de plántulas del pasto buffel fue igual entre ambientes de suelo; en cambio a los 30 días después de la siembra, se observaron diferencias entre ambientes de suelo en base a la longitud en cm y número de hojas verdaderas de plantas de zacate buffel T-3686.
- Respecto a los datos formales, en base al peso en g/planta de la fitomasa total y los componentes morfológicos del rendimiento de zacate buffel T-3686, sólo se encontraron diferencias a favor de la isla de fertilidad durante la etapa de madurez fisiológica; excepto para el peso de raíz el cual fue igual entre ambientes de suelo en las tres etapas fenológicas. Por su parte, se encontró un mayor peso de cariósides en el suelo proveniente de la isla de fertilidad, siendo un importante indicador desde el punto de vista ecológico.

- En base al número de vástagos principales no se encontraron diferencias entre ambientes de suelo, aunque se observó una tendencia a una mayor cantidad de los mismos en la isla de fertilidad, en cambio se encontró que el número de vástagos laterales y hojas verdes, fueron mucho mayores en el ambiente antes mencionado. La relación fitomasa aérea/fitomasa subterránea fue igual entre las dos primeras etapas fenológicas, siendo diferente en la etapa de madurez fisiológica, sin embargo, la mejor proporción desde el punto de vista de calidad y cantidad de forraje se encontró en la etapa de excursión, condiciones similares se presentaron en la relación hojas/culmos. El índice de área foliar en la etapa de madurez fisiológica fue 2.3 veces mayor en la plantas que crecieron en la isla de fertilidad, respecto a las plantas del área adyacente. En cuanto al índice de cosecha de la semilla los valores resultaron bajos para ambos tipos de ambientes, aunque la isla de fertilidad superó en 1.71 veces más al índice encontrado en el suelo del área desnuda.
- La tasa de crecimiento absoluto del total de hojas mostró una tendencia ascendente hasta la etapa de excursión, disminuyendo en la etapa de madurez fisiológica, sin embargo, durante esta fase la tasa de crecimiento fue mayor en el suelo de la isla. En relación al crecimiento de culmos, se encontró que

durante la etapa de madurez fisiológica, el peso diario fue 2.17 veces mayor en la isla de fertilidad.

- El presente estudio infiere la posibilidad de iniciar la rehabilitación de matorrales de *Larrea* utilizando los mejores micro-sitios mediante técnicas ecológicas adecuadas, tendiendo a mejorar lo ya existente dentro de la isla de fertilidad con el propósito final de cerrar los espacios abiertos mediante cualquier tipo de vegetación o agregado orgánico favorable a los componentes suelo y animal.

RESUMEN

En el Campus Buenavista de la UAAAN, en Saltillo, Coah., se llevó a cabo el estudio con el objeto de conocer las propiedades físico-químicas del suelo de un matorral de gobernadora y evaluar la respuesta productiva que tiene el zacate buffel T-3686, a este tipo de ambientes.

Para conocer el componente suelo, éste fue colectado a las profundidades de 0 - 10 y de 10 - 25 cm, en la isla de fertilidad (IF), así como en el área adyacente (AAd) de *Larrea*, analizando el suelo antes de la siembra del pasto (SASP) como después de la misma (SDSP). Los datos se agruparon en un arreglo factorial 2^3 , bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones.

Para evaluar la respuesta productiva del pasto buffel, el suelo fue depositado en macetas de 2.7 kg, en las cuales fue sembrado el zacate bajo condiciones de invernadero, para conocer durante las etapas fenológicas de ahijamiento (AH), excursión (EX) y madurez fisiológica (MF), la producción de fitomasa total y el rendimiento por componentes. La información se agrupó en un arreglo factorial 3×2 bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones; a excepción del peso de la semilla, cariósides, de rizomas e índice de cosecha, que se analizaron con una prueba de t de Student.

En base al componente suelo, los resultados obtenidos indican un mayor contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total (N) y fósforo (P) y valores más altos de la conductividad eléctrica (CE) en el SASP proveniente de la IF a la profundidad de 0 - 10 cm, respecto a el AAd. Asimismo, el contenido de potasio (K) y la textura fueron semejantes entre la IF y el AAd, siendo diferentes sólo en la profundidad del suelo. También los valores de pH, fueron muy parecidos dentro y entre ambientes a las dos profundidades de suelo. En el SDSP los contenidos de MO y N, fueron iguales, sin embargo, se observó un ligero descenso de los mismos, siendo más notorio el efecto en la IF, asimismo, los contenidos de P, K y la CE decrecieron. También, los valores de pH del suelo y textura, se vieron modificados.

En cuanto al componente planta, en base al peso de la fitomasa total y los componentes morfológicos del rendimiento, sólo se encontraron diferencias en la etapa de MF, a excepción del peso de raíz el cual fue igual entre ambientes en las tres etapas fenológicas. Asimismo, se encontró un mayor peso de cariósides en el suelo proveniente de la IF. El número de vástagos principales fue igual entre ambientes de suelo, por su parte, se observó que el número de vástagos laterales y hojas verdes, fueron mucho mayores en el ambiente de suelo de la IF. La relación fitomasa aérea/fitomasa subterránea fue igual entre las dos primeras etapas fenológicas, siendo diferente en la etapa de MF, condiciones similares se presentaron en la relación hojas/culmos. El índice de área foliar en la etapa de MF fue mucho

mayor en la plantas que crecieron en la IF. El índice de cosecha en base a semilla fue bajo para ambos tipos de ambientes de suelo, aunque la IF superó al índice encontrado en el suelo del AAd. La tasa de crecimiento absoluto (TCA) del total de hojas, mostró una tendencia ascendente hasta la etapa de EX, bajando en la etapa de MF, sin embargo durante ésta fase, la tasa fue mayor en el suelo de la IF; en base a la TCA de culmos, se encontró que durante la última etapa de evaluación, el peso diario fue mucho mayor en la plantas que se desarrollaron en suelo de la IF.

LITERATURA CITADA

- Aggarwal, R.K. and P. Kumar. 1990. Nitrogen response to pearl millet (*Pennisetum typhoides* S+H) grown on soil underneath *P. cineraria* and adjacent open site in an arid environment. *Annals of Arid Zone*. 29(4):289-293. India.
- Allan, R.E. 1983. Harvest index of backcross-derived wheat lines differing in culm height. *Crop Sci.* 23(6):1029-1032. U.S.A.
- Allison, L.E. 1965. Organic carbon. 1367-1378 p. In: Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger and F.E. Clark. *Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Part 2. Agronomy No. 9.* Amer. Soc. Agron. Inc. Publ. Madison, Wisconsin. USA.
- Ashley, D.A., B.D. Doss and O.L. Bennett. 1965. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. *Agron. J.* 57(1):61-64. U.S.A.
- Amésquita V., E., J.T. Frías H. y V. Olalde P. 1994. Características físico-químicas de ambientes edáficos bajo el dosel de mezquite y áreas adyacentes en un matorral espinoso del norte de Guanajuato. En: Ibarra G., H., H.H. Bernal B., U. López D., J. Valdés R., R. G. Ramírez L., L.L. de León G. y M. Sosa C. *Memorias. Décimo Congreso Nacional. SOMMAP, A.C. Monterrey, N.L. México.* p. 76.
- Armendáriz Y., I.R. y J.B. Castillo C. 1991. Fertilización nitrogenada y productividad de los zacates buffel y llanero en Yucatán. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales. SOMMAP, A.C. Victoria, Tamps. México. p. 9.
- Armstrong, R.D., R.F. Brown and K.R. Helyar. 1993. The use of nitrogen, phosphorus and lime to limit the competitive ability of *Aristida armata* in the establishment phase. *Aust. J. Agric. Res.* 44(1):165-178. Australia.
- Aspinall, D. 1961. The control of tillering barley plant. I. The pattern of tillering and its relation to nutrient supply. *Aust. J. Biol. Sci.* 14(2):493-505. Australia.
- Barbour, M.G., G. Cunningham, W.C. Oechel and S.A. Bamberg. 1977. Growth and development, form and function. 48-91 p. In: Mabry, T.J., J.H.

- Hunziker and D.R. DiFeo, Jr. Creosote bush. Biology and chemistry of *Larrea* in New world deserts. US/IBP Synthesis series. 6. U.S.A.
- Bashaw, E. C. 1985. Buffelgrass origins. 6-8 p. In: Proceedings of a symposium buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. Texas A&M University. Research and Extension Center. Weslaco, Texas, MP-1575. U.S.A.
- Bates, R.G. 1954. Electrometric pH determinations. John Wiley & Sons. Inc. New York. USA. 25 p.
- Beatley, J.C. 1974. Effects of rainfall and temperature on the distribution and behavior of *Larrea tridentata* (Creosote-bush) in the Mojave desert of Nevada. *Ecol.* 55(2):245-261. U.S.A.
- Black, A.L. 1968. Nitrogen and phosphorus fertilization for production of crested wheatgrass and native grass in northeastern Montana. *Agron. J.* 60(4):213-216. U.S.A.
- Bonner, J. 1962. The upper limit of crop yield. *Science.* 137(3523):11-15. U.S.A.
- Bower, C.A. and L.V. Wilcox. 1965. Soluble salts. 933-951 p. In: Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger and F.E. Clark. Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Part 2. Agronomy No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc. Publ. Madison, Wisconsin. USA.
- Braun, W., R.H. 1980. Producción primaria en ecosistemas de zonas áridas. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas. (IADIZA) Argentina. p. 32-40. Argentina.
- Brown, R.H. and R.E. Blaser. 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herb. Abst.* 38(1):1-9. U.S.A.
- Carren, J.C., A.M. Wilson, R.L. Cuany and G.L. Thor. 1987. Caryopsis weight and planting depth of blue grama. I. Morphology, emergence and seedling growth. *J. Range. Manage.* 40(3):207-211. U.S.A.
- Cepeda D., J.M. 1985. Química de suelos. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 141 p.
- Charley, J.L. 1971. The role of shrubs in nutrient cycling. 182-203 p. In: McKell, C.M., J.P. Blaisdell and J.R. Goodin. Wildland shrubs - Their biology and utilization. An international symposium. Intermountain Forest and Range Experiment Station. U.S.D.A. Ogden, Utah. U.S.A.

- Charley, J.L. and N. West. 1975. Plant-induced soil chemical patterns in some shrub-dominated semi-desert ecosystems of Utah. *J. Ecol.* 63(4):945-964. U.S.A.
- Charley, J.L. 1977. Mineral cycling in rangeland ecosystems. p. 216-256. In: R.E. Sosebee (ed). *Rangeland plant physiology*. Society for Range Management. Range science series. No. 4. U.S.A.
- Christie, K.E. 1975. Physiological responses of semiarid grasses. II The pattern of root growth in relation to external phosphorus concentration. *Aust. J. Agric. Res.* 26(3):437-446. Australia.
- Christie, K.E. and J. Moorby. 1975. Physiological responses of semiarid grasses. I The influence of phosphorus supply on growth and phosphorus absorption. *Aust. J. Agric. Res.* 26(3):423-436. Australia.
- Coyne, I.P. and J.A. Bradford. 1985. Morphology and growth in seedlings of several C₄ perennial grasses. *J. Range Manage.* 38(6):504-512. U.S.A.
- Cox, J.R., H.A. Schreiber and H.L. Morton. 1983. The initial growth of two range grasses on nonfertilized and fertilized soil collected from creosotebush communities in the southwestern United States. *J. Range Manage.* 36(6):726-729. U.S.A.
- Cox, J.R., J.M. Parker and J.L. Stroehlein. 1984. Soil properties in creosotebush communities and their relative effects on the growth of seeded range grasses. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48(6):1442-1445. U.S.A.
- Cox, J. R. M.H. Martin R., F. A. Ibarra F. and H.L. Morton. 1986. Establishment of range grasses on various seedbeds at creosotebush *Larrea tridentata* sites in Arizona, U.S.A., and Chihuahua, Mexico. *J. Range Manage.* 39(6):540-546. U.S.A.
- Cruz R., J.A., E. García M., J.T. Frías H., G. Montesinos S. y J.L. Flores F. 1995. Evaluación de las condiciones microclimáticas, edáficas y de vegetación bajo el dosel de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd) M.C. Johnst. En: Ayala O., M.J., J. Gutiérrez C., J.G. Medina T. y L. Pérez R. Resúmenes. XI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 6.
- Daubenmire, R.F. 1982. *Ecología vegetal: Tratado de Autoecología de plantas*. Ed. LIMUSA. México. 496 p.
- Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. 545-567 p. In: Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger and F.E. Clark. *Methods of soil analysis. Physical and mineralogical properties, including*

- statistics of measurement and sampling. Part 1. Agronomy No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc. Publ. Madison, Wisconsin. USA.

Dutta, B.K. 1979. Growth and nutrient uptake of *Sporobolus helvolus* under different edaphic conditions. *Annals of Arid Zone*. 18(1):116-121. India.

Eguiarte V.J., A. González S., C. Rodríguez P. 1990. Prueba comparativa con cinco variedades de zacate buffel. Resúmenes. Sexto Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP, A.C. Monterrey, N.L. México. p. 19.

Fairchild, A.J. and J.D. Brotherson. 1980. Microhabitat relationships of six major shrubs in Navajo national monument, Arizona. *J. Range Manage.* 32(2):150-156. U.S.A.

Fisher, R.A. and Z. Kertesz. 1976. Harvested index in spaced population and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. *Crop Sci.* 16(1):55-59. U.S.A.

Frías H., J.T. y V. Olalde P. 1994. Microorganismos benéficos asociados a islas de fertilidad de mezquite en zonas semiáridas. II: Hongos micorrizicos V-A. En: Ibarra G., H., H. H. Bernal B., U. López D., J. Valdés R., R.G. Ramírez L., L.L. de León G. y M. Sosa C. Memorias. Décimo Congreso Nacional. SOMMAP, A.C. Monterrey, N.L. México. p.76.

Frías H., J.T. y V. Olalde P. 1995. Microorganismos benéficos asociados a islas de fertilidad de mezquite en zonas áridas. I: *Rhizobium spp.* En: Ayala O., M.J., J. Gutiérrez C., J.G. Medina T. y L. Pérez R. Resúmenes. XI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 8.

García D., C.A. 1992. Producción de forraje de 20 pastos nativos e introducidos en los Mpios. de Soledad y Venado, S.L.P. Memorias del VIII Congreso Nacional 92. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Guadalajara, Jal. México. p. 21.

García D., C.A. y A. Pérez G. 1986. Dinámica de la biomasa del pastizal de navajita en la región noroeste de Chihuahua. En: Gutiérrez, C., J. (Ed). Manejo de Pastizales. Memorias del Segundo Congreso Nacional. DRNR, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 32-36.

García E., G. 1988. Caracterización de islas de fertilidad y áreas adyacentes de mezquite (*Prosopis glandulosa*) Torr. y establecimiento de gramíneas en Múzquiz, Coah. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 110 p.

- García M., E. 1993. Necesidades de información para el manejo de arbustivas en terrenos de agostadero. En: Alcalá G., C.H. y L. Villarroel S. Memorias de eventos especiales (pláticas magistrales). IX Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Simposio Internacional sobre Ecología y Manejo de Arbustivas. Hermosillo, Sonora, México. p. 51-78.
- García, M.E. and C.M. Mckell. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. *Ecol.* 51(1):81-88. U.S.A.
- García M., E. y J.A. Escalante E. 1986. Producción de materia seca del "zacate salado". En: Guitiérrez, C.J. (Ed). Manejo de Pastizales. Memorias del Segundo Congreso Nacional. DRNR, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 37-40.
- Garner, W. and Y. Steinberger. 1989. A proposed mechanism for the formation of "Fertile Islands" in the desert ecosystem. *J. of Arid Env.* 16(2):257-262. Tel-Aviv, Israel.
- Gaytán M., A. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada en dos variedades de zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. para la producción de semilla en la región de Navidad, N.L. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 63 p.
- González D.J.R. y V.M. Zamora. 1988. Densidades de siembra y producción de semilla de dos variedades de zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. *Fitotécnia Mexicana.* 11(1):48-55. México.
- Gutiérrez L., R. 1991. Efecto del abatimiento hídrico sobre el crecimiento y producción de forraje del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 78 p.
- Gutiérrez C., J., F.M. Smith y J.G. Medina T. 1979. Caracterización hidrológica de la Cuenca de San Tiburcio, Zacatecas. UAAAN. Monografía Técnico-Científica. Vol. 5(4):212-327. Buenavista, Saltillo, México.
- Hannapel, R.J., W.H. Fuller, S. Bosma and J.S. Bullock. 1964. Phosphorus movement in a calcareous soil: I. Predominance of organic forms of phosphorus in phosphorus movement. *Soil Sci.* 97(5):350-357. U.S.A.
- Holecheck, J.L. 1982. Fertilizer effects on above- and below- ground biomass of four species. *J. Range Manage.* 35(1):39-42. U.S.A.
- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass origins. 1-5 p. In: Proceedings of a symposium buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. Texas A&M University. Research and Extension Center. Weslaco, Texas, MP-1575. U.S.A.

- Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold. UK. 98 p.
- Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis. Plant Growth Analysis for Beginners. Unwin Hyman Ltd. London. UK. 112 p.
- Hunter, R.B., E.M. Romney and A. Wallace. 1982. Nitrate distribution in Mojave desert soils. *Soil Sci.* 134(1):22-30. U.S.A.
- Ibarra H., M.A., M. Gómez T., P. Zarate F. y A.J. Saldivar F. 1996. Características y producción de semilla de 20 genotipos de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* en Güemez, Tamaulipas. En: Pérez P.G., O. Pérez V., J. Reyes C.V., E.E. González M. y E. Sigala M. (Comp. y Ed.). XII Congreso Nacional de Manejo de pastizales. Zacatecas, Zac. México. p. 8.
- Jaramillo V.,V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA-SARH. México. D.F. 48 p.
- Jenny, H., S.P. Gessel and F.T. Bingham. 1949. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Sci.* 68(1):419-432. U.S.A.
- Jennings, V.M. and R.M. Shibles. 1968. Genotypic differences in photosynthetic contributions of plant part to grain yield in oats. *Crop Sci.* 8(2):173-175. U.S.A.
- Kellman, M. 1979. Enrichment by neotropical savanna trees. *J. Ecol.* 67(2):565-577. Great Britain.
- Kennedy, A.C. and R.I. Papendick. 1995. Microbial characteristics of soil quality. *J. Soil Water Cons.* 50(3):243-248. U.S.A.
- Kjeldahl, J. 1883. Neue methods zur bestimmung des sticktoffs in organischen korpern. *Z. Anal. Chem.* 22(2):366-392. England.
- Kneebone, W.R. 1957. Blue grama seed production studies. *J. Range Manage.* 10(1):17-21. U.S.A.
- Knight, W.G. 1986. Chemistry of arid regions soils. In: Semiarid lands and deserts. Soil resource and reclamation. Skujins, J. (Ed). Marcel Dekker. Inc. Logan, Utah, U.S.A.

- Knipe, D.O. 1970. Large seeds produce more, better alkali sacaton plants. *J. Range Manage.* 23(5):369-371. U.S.A.
- Kumar, A. and M.C. Joshi. 1970. A note on the leaf estimation in three species on *Cenchrus*. *Annals of Arid Zone.* 9(2):157-158 p. India.
- Lambers, H. 1979. Efficiency of root respiration in relation to growth rate, morphology and soil composition. *Physiol. Plant.* 46(2):194-202. Denmark.
- Langer, R.H.M. 1959. Growth and nutrition of timothy *Phleum pratense* L. 5. Growth and flowering at different levels of nitrogen. *Ann. Appl. Biol.* 47(4):740-751. Great Britain.
- Langer, R.H.M. 1963. Tillering in herbage grasses. *Herb. Abst.* 33(3):141-148. U.S.A.
- Langer, R.H.M. 1966. Mineral nutrition of grasses and cereals. 213-226 p. In: Milltorpe, L.F. and J.D. Ivins. *The growth of cereals and grasses. Proceedings of the twelfth easter school in agricultural science, University of Nottingham.* Ed. Butterworths. London, England.
- Larcher, W. 1977. *Ecofisiología vegetal.* Ed. Omega. Barcelona, España. p. 305.
- León, G.A. 1968. *Fundamentos científicos naturales de la producción agrícola.* Ed. Salvat. Barcelona, España. p. 295-299.
- Loomis, R.S. and W.A. Williams. 1963. Maximum crop productivity: An estimate. *Crop Sci.* 3(1):67-72. U.S.A.
- López D.U. y J. Aranda R. 1986. Variación de las características morfológicas y fisiológicas en 12 colectas de zacate buffel. En: Gutiérrez, C., J. (Ed). *Manejo de Pastizales. Memorias del Segundo Congreso Nacional.* DRNR, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 65-69.
- Mares, M.A. and A.C. Hulse. 1977. Patterns of some vertebrate communities in creosote bush desert. In: T.J. Mabry, J.H. Hunziker and D.R. DiFeo, Jr. *Creosote bush. Biology and chemistry of Larrea in New world deserts.* US/IBP Synthesis series. 6. U.S.A. 209-226 p.
- Márquez P., H., J.T. Frías H., J.L. Barrera G. y E.R. Barbosa J. 1994. Efecto del mezquite y huizache en la producción forrajera del estrato herbáceo en un matorral espinoso del norte de Guanajuato. En: Ibarra G., H., H.H. Bernal B., U. López D., J. Valdés R., R. Ramírez L., L.L. de León G. y M.

- Sosa C. Memorias. Décimo Congreso Nacional. SOMMAP, A.C. Monterrey, N.L. México. p. 75.
- Mazzanti, A., G. Lemaire and F. Gastal. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Sci.* 49(2):111-120. Great Britain.
- McIntyre, G.I. 1972. Studies on bud development in the rhizome of *Agropyron repens*. II. The effect of the nitrogen supply. *Can. J. Bot.* 50(3):393-401. Canada.
- McIvor, J.C. 1984. Phosphorus requirements and responses of tropical pasture species: native and introduced grasses, and introduced legumes. *Aust. J. Agric. Anim. Husb.* 24(126):370-378. Australia.
- Medina M.E. y O.M. Osuna R. 1989. Dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de semilla de zacate buffel var. Zaragoza 115 en el norte de Coahuila. Resúmenes. 5° Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales. SOMMAP, A.C. Chihuahua, Chih. México. p. 16.
- Mendoza F.J., y A. Jurado G. 1989. Producción del estrato herbáceo en función de la presencia arbórea. Resúmenes de sesiones técnicas. 5° Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales. SOMMAP, A.C. Chihuahua, Chih. México. p. 23.
- Morales C., A. y J.R. Valenzuela B. 1991. Prueba comparativa de cinco genotipos de zacate buffel en el sur de Sonora, Mex. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales. SOMMAP, A.C. Cd. Victoria, Tamps. México. p. 22.
- Morales C.,A. 1995. Rendimiento de semilla y forraje del buffel de temporal en el sur de Sonora, México. En: Ayala O.,M.J., J. Gutiérrez C., J.G. Medina T. y L. Pérez R. Resúmenes. XI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 47.
- Morales C., A., E. García M., J.R. Aguirre y F.V. Gonzalez. 1990. Efecto del corte y la presencia de rizomas en la producción de materia seca en zacate buffel. Resúmenes. Sexto Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales . SOMMAP, AC. Monterrey, N.L. México. p. 67.
- Murtagh, G.J. 1988. Factors affecting the growth of Kikuyu. I. Potential growth and nitrogen supply. *Aust. J. Agric. Res.* 38(1):31-42. Australia.
- Nishita, H. and R.M. Haug. 1973. Distribution of different forms of nitrogen in some desert soils. *Soil Sci.* 116(1):51-58. U.S.A.

- Olivares E., A., M.H. Castillo G. y G. Polzenius H. 1988. Modificaciones de las características microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven* (Mol) Mol. II. Influencia en la estrata herbácea. Avances en Producción animal. 13(1-2):41-48. Chile.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circ. 939. U.S.A. 19 p.
- Patten, T. D. 1978. Productivity and production efficiency of an upper Sonoran desert ephemeral community. Amer. J. Bot. 65(8):891-895. U.S.A.
- Pérez R., L. 1990. Autoecología de *Atriplex canescens* (Pursh) Nut.: Emergencia, sobrevivencia y crecimiento en microambientes diferentes. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 75 p.
- Pérez R., L., J.R. Reynaga V., R. Nava C. y R. Jiménez S. 1992. Efecto de la isla de fertilidad en crecimiento de plántulas de *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt. bajo condiciones naturales. Agraria. Revista Científica UAAAN. 8(2):177-200. Saltillo, Coah. México.
- Plant Materials Center. 1986. Summary of activities. Tucson Plant Material Center. SCS. USDA. Tucson, Arizona. USA. p. 12.
- Poppi, D.P., D.J. Minson and J.H. Ternouth. 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. II. Factors controlling the retention of feed in the reticulo-rumen. Aust. J. Agric. Res. 32 (1):109-121 p. Australia.
- Porta C., J., M.L. Acevedo R. y C. Roquero L. 1994. Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. España. 793 p.
- Puri, D.,N., M.L. Khybri, M.K. Paliwal and T. Singh. 1977. Preliminary studies of effect of phosphatic fertilizers on forage yield and root development of grasses. Annals of Arid Zone. 16(1):73-78. India.
- Range Inventory Standardization Committee (RISC). 1983. Guidelines and terminology for range inventories and monitoring. Society for Range Management. Albuquerque, New Mexico. U.S.A. 1-13 p.
- Rivera V.E. y E. de J. Medina. 1991. Respuesta de materiales de zacate buffel a las bajas temperaturas en el norte de Coahuila. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP, A.C. Cd. Victoria, Tamps. México. p. 45.

- Rhoades, D.F. 1977. The antiherbivore chemistry of *Larrea*. 135-161 p. In: Mabry, T.J., J.H. Hunziker and D.R. DiFeo, Jr. Creosote bush. Biology and chemistry of *Larrea* in New world deserts. US/IBP Synthesis series. 6. U.S.A.
- Robinson, J.B. 1991. The growth of *Chloris gayana* within and adjacent to a plantation of *Eucalyptus grandis*. Tropical Grassl. 25(2):287-290. Australia.
- Rogler, G.A. 1954. Seed size and seedling vigor in crested wheatgrass. Agron. J. 46(4):216-220. U.S.A.
- Romney, E.M., A. Wallace, H. Kaaz and V.Q. Hale. 1980. The role of shrubs on redistribution of mineral nutrients in soil in the mojave desert. Great Basin Nat. Mem. 4: 124-133 p. U.S.A.
- Roy, S. and J.S. Singh. 1994. Consequences of habitat heterogeneity for availability of nutrients in a dry tropical forest. J. Ecol. 82(3):503-509. Great Britain.
- Rubio A., F.A. 1990. Ensayo de rendimiento de 22 gramíneas en el municipio de Calera, Zacatecas. Resúmenes. Sexto Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales. SOMMAP, A.C. Monterrey, N.L. México. p. 53.
- Rubio A., F.A. 1993a. Ensayo de rendimiento de zacates nativos e introducidos en diferentes localidades de Zacatecas. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Guadalajara, Jal., México. p. 26.
- Rubio A., F.A. 1993b. Ensayo de rendimiento de zacates nativos e introducidos en diferentes localidades de Zacatecas de 1987 a 1992. Informe técnico 1992. Forrajes. Campo experimental Calera. CIRNOC-INIFAP-SARH. Calera, Zac. Mexico. p. 25-48.
- Russell, E.W. 1966. The soil environment of gramineous crops. 138-151 p. In: Milltorpe, L.F. and J.D. Ivins. The growth of cereals and grasses. Proceedings of the twelfth easter school in agricultural science, University of Nottingham. Ed. Butterworths. London, England.
- Saldivar F., A.J. 1991. Ecosistemas de zacate buffel en Tamaulipas. En: Aguirre H., A., E. Candanosa S. y E. Gómez de la F. Memoria. Simposium Internacional. Aprovechamiento del zacate buffel. Cd. Victoria, Tamps. México. p. 42-51.
- Saldivar F., A.J., J.A. González L., M. Ibarra H. y P. Zárate F. 1996. Comportamiento productivo de 20 genotipos de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. en la zona centro de Tamaulipas. En: Pérez P., G., O. Pérez V.,

- J. Reyes C.V., E.E. González M. y E. Sigala M. (Comp. y Ed.). XII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac. México. p. 11.

- Schlatterer, E.F. and F. W. Tisdale. 1969. Effects of litter of *Artemisia*, *Chrysanthamnus* and *Tortula* on germination and growth of three perennial grass. *Ecology*. 50 (5):869-873. U.S.A.

- Schuurman, J.J. and L. Knot. 1974. The effect of nitrogen on the root and shoot development of *Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*. *Neth. J. Agric. Sci.* 22(2):82-88. Netherlands.

- Shamoot, S., L. McDonald and W.V. Bartholomew. 1968. Rhizo-deposition of organic debris in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32(6):817-820. U.S.A.

- Shrotriya, G.C. and D.K. Misra. 1977. Effect of nitrogen levels, moisture regimes and varieties on leaf area index and N content of wheat. *Annals of Arid Zone*. 16(1): 107-110 p. India.

- Sierra T., J.S. 1990. Análisis productivo forrajero de mariola (*Parthenium incanum* H.B.K.) un enfoque autoecológico. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 158 p.

- Sierra T., J.S. y J.R. Reynaga V. 1993. Características químicas del suelo ocupado por mariola. Resúmenes de investigación. IX Congreso Nacional de Manejo de pastizales. SOMMAP, A.C. Hermosillo, Son. México. p. 64.

- Simon, J.C. and G. Lemaire. 1987. Tillering and leaf index in grssses in the vegetative phase. *Grass and Forage Sci.* 42(4):373-380. Great Britain.

- Sminka, E.D. y L.C. Newell. 1980. Rendimiento de la semilla y peso de los cariósides de la banderilla, influidos por las prácticas de cultivo. En: González H., M. y R.S. Campbell (Comp). Rendimiento del pastizal. Ed. Pax México. México, D.F. p. 350-353.

- Smith, R.L. 1977. Elements of ecology and field biology. Harper & Row, Publishers. N.Y. U.S.A.

- Stobbs, T.H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 24(6): 809-819. Australia.

- Stobbs, T.H. 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Diferences in sward structure, nutritive value, and bite size

- of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. Aust. J. Agric. Res. 24(6): 821-829. Australia.
- Stuart, M.D., G.E. Schuman and S. Dylla. 1971. Chemical characteristics of coppice dune soils in Paradise valley, Nevada. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35(4):607-611. U.S.A.
- Takeda, K. and K.J. Frey. 1976. Contributions of vegetative growth rate and harvest index to grain yield of progenies from *Avena sativa* x *A. sterilis* Crosses. Crop Sci. 16(6):817-821. U.S.A.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento del grano de maíz. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx., México. p. 124.
- Tiedemann, A.R., and J.O. Klemmedson. 1973. Efecto del mezquite sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. Selecciones del J. Range. Mange. 2(1):28-32. México, D.F.
- Timmermann, B.N. 1979. Potential uses. In: Campos L.E., T.J. Mabry y S. Fernández T. *Larrea*. Serie del desierto. Volumen 2. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coah. México. 237-245 p.
- Tisdale, L.S. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España. 737 p.
- Tisdale, L.S. y W.L. Nelson. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTHEA. México. 760 p.
- Trupp, C.R. and I.T. Carlson. 1971. Improvement of seedling vigor of smooth brome grass *Bromus inermis* Leyss. by recurrent selection for high seed weight. Crop Sci. 11(2):225-228. U.S.A.
- Valdéz C., R.D. 1983. Formas asimilables de fósforo en suelos bajo condiciones de aridez. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 78 p.
- Wallace, A. and E.M. Romney. 1972. Approximate age of shrub clumps at the Nevada test site. In: Radioecology and ecophysiology of desert plants at the Nevada test site. USAEC. Office of Information Services. TID-25954. USA. p. 307-309.
- Wallace, D.H., J.L. Ozbun and H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. 97-146 p. In: Brady, N.C.(Ed) Advances in Agronomy. Vol 24. U.S.A.

- Wallace, L.L., S.J. McNaughton and M.B. Coughenour. 1985. Effects of clipping and four levels of nitrogen on the gas exchange, growth, and production of two east african graminoids. *Amer. J. Bot.* 72(2):222-230. U.S.A.
- Wilson, J.R., K. Hill, D.M. Cameron and H.M. Shelton. 1990. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. *Trop. Grassl.* 24(1):24-28. Australia.
- Wilson, M.A., R.L. Cuany, J.G. Fraser and W.R. Oaks. 1981. Relationships among components of seed yield in blue grama. *Agron. J.* 73(6):1058-1062. U.S.A.
- Witkamp, M. 1971. Soils as components of ecosystems. *Ann. Rev. Ecol. System.* Vol. 2. 85 - 110 p. U.S.A.
- Wood, M.K., W.H. Blackburn, R.E. Eckert, Jr. and F.F. Peterson. 1978. Interrelations of physical properties of coppice dune and vesicular dune interspace soils with grass seedling emergence. *J. Range Manage.* 31(3): 189-192. U.S.A.
- Wood, M.K., R.E. Eckert, Jr., W.H. Blackburn and F.F. Peterson. 1982. Influence of crusting soil surfaces on emergence and establishment of crested wheat-grass, squirreltail, thurber needlegrass and fourwing saltbush. *J. Range Manage.* 35(3): 282-286. U.S.A.
- Wright, N. 1964. Influence of management practices on seed-set, seed yield, seed weight, germination, and insects of black gramagrass, *Bouteloua eriopoda* (Torr.) Torr. *Agron. J.* 56(1):57-60. U.S.A.
- Wright, N.L. 1977. Germination and growth response of seed weight genotypes of *Panicum antidotale* Retz. *Crop Sci.* 17(1):176-178. U.S.A.
- Zinke, P.J. 1962. The pattern of influence of individual forest trees on soil properties. *Ecol.* 43(1):130-133. U.S.A.

APÉNDICE A

Cuadro A.1. Altura y diámetros (cm) de plantas de gobernadora, en un sitio anexo al Campo Experimental Noria de Guadalupe, Mpio. de Concepción del Oro, Zac.

No. de planta	Altura (cm)	Diámetros (cm)	
		Dirección E-W	Dirección N-S
1	201	125	135
2	169	128	178
3	133	231	198
4	168	295	288
5*	180	103	209
6	192	277	264
7	210	153	226
8	167	136	195
9	212	206	217
10	188	309	280
Promedio	182.0±23.9	196.3±77.6	219.0±47.6

* Planta donde se realizó el muestreo

Cuadro A.2. Calendario de riegos de las plantas de pasto buffel T-3686.

Fecha de riego	ml/maceta
Días de marzo, 1997	
12	1200
26	10
27	115
Días de abril	
1	136
5	136
8	136
12	136
24	100
26	100
30	129
Días de mayo	
9	50
17	33
21	33
22	100
24	100
25	100
26	100
27	100
28	100
30	33
Días de Junio	
1	100
2	100
3	100
5	100
6	100
7	100
8	100
9	100
10	100
11	100
12	100
15	100
16	100
17	100
18	100
19	100

Cuadro A.2.continuación.

Fecha de riego	ml / maceta
20	100
21	100
22	100
23	100
24	100
25	100
26	100
27	100
28	100
29	100
30	100
Días de julio	
1	100
2	100
3	100
5	100
6	100
7	100
8	100
9	100
10	166
11	100

Nota: Del 12 de julio al 10 de septiembre de 1997, no se llevaron registros, sin embargo, el riego fue muy similar al realizado anteriormente.

APÉNDICE B

Cuadro B.1. Análisis de varianza para las propiedades físico-químicas del suelo.

Propiedad	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
MO CV = 6.3%	A	1	32.6	32.6	1002.3**	0.0001
	B	1	0.004	0.004	0.13 ns	0.7220
	A*B	1	0.001	0.001	0.03 ns	0.8586
	C	1	8.47	8.47	260.3**	0.0001
	A*C	1	2.68	2.68	82.3**	0.0001
	B*C	1	0.024	0.024	0.74 ns	0.4025
	A*B*C*	1	0.008	0.008	0.25 ns	0.6254
	Error	16	0.5207	0.0325		
	Total	23	44.33			
Nitrógeno CV=5.42%	A	1	19239.4	19239.4	1387.99**	0.0001
	B	1	0.00027	0.00027	1.94 ⁻⁰⁵ ns	0.9966
	A*B	1	0.6666	0.6666	0.05 ns	0.8292
	C	1	5107.66	5107.66	368.48 **	0.0001
	A*C	1	1419.88	1419.88	102.43 **	0.0001
	B*C	1	28.60	28.60	2.06 ns	0.1701
	A*B*C*	1	0.2816	0.2816	0.02 ns	0.8884
	Error	16	221.78	13.86		
	Total	23	26018.35			
Fósforo CV=18.9%	A	1	1936.8	1936.8	508.96**	0.0001
	B	1	98.41	98.41	25.86**	0.0001
	A*B	1	88.93	88.93	23.37**	0.0002
	C	1	68.00	68.00	17.87**	0.0006
	A*C	1	73.5	73.5	19.31**	0.005
	B*C	1	26.04	26.04	6.84**	0.0187
	A*B*C*	1	29.48	29.48	7.75**	0.0133
	Error	16	60.88	3.80		
	Total	23	2382.07			
Potasio CV=9.8%	A	1	65681.4	65681.4	9.26**	0.0077
	B	1	325419.5	325419.5	45.89**	0.0001
	A*B	1	740.7	740.7	0.10 ns	0.7507
	C	1	100900.1	100900.1	14.23**	0.0017
	A*C	1	4854.4	4854.4	0.68 ns	0.4202
	B*C	1	30963.7	30963.7	4.37 ns	0.0530
	A*B*C*	1	2823.8	2823.8	0.40 ns	0.5369
	Error	16	113451.09	7090.6		
	Total	23	644834.9			

MO = Materia orgánica, CV = Coeficiente de variación.

Factor A: Profundidad. Niveles: α_1 0 - 10 cm y α_2 10 - 25 cm

Factor B: Efecto del pasto buffel. Niveles: b_1 Suelo antes de la siembra del buffel y b_2 Suelo después de la siembra del buffel.

Factor C: Tipo de suelo. Niveles: c_1 Isla de fertilidad y c_2 Área adyacente

Cúadro B.1.continuación.

Propiedad	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
pH CV = 1.5%	A	1	0.045	0.045	2.8 ns	0.1139
	B	1	0.141	0.141	8.76**	0.0092
	A*B	1	0.002	0.002	0.15 ns	0.7046
	C	1	0.029	0.029	1.82 ns	0.1956
	A*C	1	0.001	0.001	0.07 ns	0.8002
	B*C	1	0.147	0.147	9.14**	0.0081
	A*B*C*	1	0.026	0.026	1.66 ns	0.2166
	Error	16	0.2578	0.0161		
	Total	23	0.6507			
CE CV=8.6%	A	1	1.983	1.9837	24.93**	0.0001
	B	1	1.983	1.9837	24.93**	0.0001
	A*B	1	1.000	1.000	12.57**	0.0027
	C	1	1.870	1.870	23.50**	0.0002
	A*C	1	1.260	1.260	15.84**	0.0011
	B*C	1	1.653	1.653	20.78**	0.0003
	A*B*C*	1	1.083	1.083	13.62**	0.0020
	Error	16	1.273	0.0795		
	Total	23	12.109			
Arena CV = 0.0%	A	1	937.5	937.5	99999**	0.0
Limo CV = 3.2%	A	1	4.16	4.16	1.45 ns	0.2453
	B	1	261.3	261.3	91.24**	0.0001
	A*B	1	1.04	1.04	0.36 ns	0.5549
	C	1	4.16	4.16	1.45 ns	0.2453
	A*C	1	9.37	9.37	3.27 ns	0.0893
	B*C	1	1.04	1.04	0.36 ns	0.5549
	A*B*C*	1	0.0	0.0	0.00 ns	1.00
	Error	16	45.83	2.86		
	Total	23	326.9			
Arcilla CV=24 %	A	1	876.04	876.04	71.57**	0.0001
	B	1	171.73	171.73	14.03**	0.0018
	A*B	1	4.16	4.16	0.34 ns	0.5677
	C	1	1.04	1.04	0.09 ns	0.7742
	A*C	1	0.00	0.00	0.00 ns	1.00
	B*C	1	4.16	4.16	0.34 ns	0.5677
	A*B*C*	1	9.37	9.37	0.77 ns	0.3944
	Error	16	195.8	12.2		
	Total	23				

CE = Conductividad eléctrica, CV = Coeficiente de variación.

Factor A: Profundidad, Niveles: a₁ 0 - 10 cm y a₂ 10 - 25 cm

Factor B: Efecto del pasto buffel. Niveles: b₁ Suelo antes de la siembra del buffel y b₂ Suelo después de la siembra del buffel.

Factor C: Tipo de ambiente de suelo. Niveles: c₁ Isla de fertilidad y c₂ Área adyacente

Cuadro B.2. Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas para las propiedades físico-químicas del suelo.

Propiedad	FV	gl	SC	CM	F	F α .05 .01
M.O.	A/c ₁	1	26.99	26.99	829.29**	4.49 8.53
A*C	A/c ₂	1	8.30	8.30	255.02**	
	C/a ₁	1	10.34	10.34	317.70**	
	C/a ₂	1	0.01	0.01	24.88**	
	E.E.	16	0.5207	0.03254		
Nitrógeno	A/c ₁	1	15555.6	15555.6	1122.22**	4.49 8.53
A*C	A/c ₂	1	5102.47	5102.47	368.10**	
	C/a ₁	1	5956.33	5956.33	429.70**	
	C/a ₂	1	570.28	570.28	41.14**	
	E.E.	16	221.78	13.86		
Fósforo	A/b ₁	1	684.93	684.93	179.98**	4.49 8.53
A*B	A/b ₂	1	150.09	150.09	39.44**	
	B/a ₁	1	187.23	187.23	49.20**	
	B/a ₂	1	0.056	0.056	0.0147 ns	
	E.E.	16	60.886	3.8054		
Fósforo	B/c ₁	1	112.85	112.85	29.65**	4.49 8.53
B*C	B/c ₂	1	11.60	11.60	3.04 ns	
	C/b ₁	1	89.10	89.10	23.41**	
	C/b ₂	1	4.94	4.94	1.29 ns	
	E.E.	16	60.886	3.8054		
pH	B/c ₁	1	0.2883	0.2883	17.89**	4.49 8.53
B*C	B/c ₂	1	0.000033	0.000033	0.0020 ns	
	C/b ₁	1	0.16	0.16	9.93**	
	C/b ₂	1	0.02	0.02	1.24 ns	
	E.E.	16	0.2578	0.01611		
C.E.	A/b ₁	1	2.90	2.90	36.4**	4.49 8.53
A*B	A/b ₂	1	0.0833	0.0833	1.04 ns	
	B/a ₁	1	2.90	2.90	36.4**	
	B/a ₂	1	0.0833	0.0833	1.04 ns	
	E.E.	16	1.2733	0.0795		
C.E.	A/c ₁	1	3.203	3.203	40.24**	4.49 8.53
A*C	A/c ₂	1	0.04	0.04	0.5026 ns	
	C/a ₁	1	3.10	3.10	38.95**	
	C/a ₂	1	0.03	0.03	0.3769 ns	
	E.E.	16	1.2733	0.07958		
C.E.	B/c ₁	1	3.63	3.63	45.61**	4.49 8.53
B*C	B/c ₂	1	0.0075	0.0075	0.09 ns	
	C/b ₁	1	3.52	3.52	44.23 ns	
	C/b ₂	1	0.0033	0.0033	0.04 ns	
	E.E.	16	1.2733	0.07958		

Factor A: Profundidad. Niveles: a₁ 0 - 10 cm y a₂ 10 - 25 cm; Factor B: Efecto del pasto buffel. Niveles: b₁ Suelo antes de la siembra del buffel y b₂ Suelo después de la siembra del buffel y Factor C: Tipo de ambiente de suelo. Niveles: c₁ Isla de fertilidad y c₂ Área adyacente

Cuadro B.3. Análisis de varianza para los componentes morfológicos del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F	
Fitomasa total	EF	2	7241.83	3620.91	1311.72**	0.0001	
CV= 7.86%	S	1	353.38	353.38	128.02**	0.0001	
	EF*S	2	406.90	203.45	73.70**	0.0001	
	Error	18	49.68	2.76			
	Total	23	8051.81				
Hojas secas CV=17.35%	EF	2	83.80	41.90	392.75**	0.0001	
	S	1	1.50	1.50	14.10**	0.0014	
	EF*S	2	1.28	0.64	6.0**	0.0101	
	Error	18	1.92	0.10			
Hojas verdes CV=18.03%	Total	23	88.51				
	EF	2	32.11	16.05	70.99**	0.0001	
	S	1	3.24	3.24	14.36**	0.0013	
	EF*S	2	2.04	1.02	4.52*	0.0257	
Error	Error	18	4.07	0.22			
	Total	23	41.48				
	Total de hojas CV=9.08%	EF	2	204.20	102.10	605.16**	0.0001
		S	1	9.17	9.17	54.38**	0.0001
EF*S		2	6.29	3.14	18.65**	0.0001	
Error		18	3.03	0.16			
Total	Total	23	222.70				
	Culmos CV=14.63%	EF	2	1171.51	585.75	447.41**	0.0001
		S	1	83.98	83.98	64.15**	0.0001
		EF*S	2	107.83	53.91	41.18**	0.0001
Error		18	23.56	1.31			
Total	Total	23	1386.88				
	Vainas CV=10.8%	EF	2	55.95	27.97	496.51**	0.0005
		S	1	6.05	6.05	107.53**	0.0010
		EF*S	2	3.52	1.76	31.29**	0.0019
Error		18	1.01	0.05			
Total	Total	23	66.56				
	Inflorescencias CV=86.4%	EF	2	1.92	0.96	9.85**	0.0013
		S	1	1.20	1.20	12.32**	0.0025
		EF*S	2	1.44	0.72	7.39**	0.0045
Error		18	1.75	0.09			
Total	Total	23	6.32				

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.3.continuación.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
Corona CV=22.6%	EF	2	22.03	11.01	167.16**	0.0001
	S	1	1.00	1.00	15.24**	0.0010
	EF*S	2	1.00	0.50	7.59**	0.0041
	Error	18	1.18	0.06		
	Total	23	25.22			
Raíz CV=12.4%	EF	2	363.93	181.96	626.38**	0.0001
	S	1	0.37	0.37	1.28 ns	0.270
	EF*S	2	1.75	0.87	3.02 ns	0.079
	Error	18	5.23	0.29		
	Total	23	371.29			

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
 Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.4. Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas de los componentes morfológicos del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	F $_{\alpha}$.05 .01
Fitomasa total	EF/ β_1	2	5471.41	2735.70	991.03**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	2177.32	1088.66	394.38**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	5.21	5.21	1.88 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	8.75	8.75	3.17 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	746.32	746.32	270.36**	4.4, 8.3
	E.E.	18	49.68	2.76		
Hojas secas	EF/ β_1	2	52.90	26.45	247.92**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	32.18	16.09	150.82**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.002	0.002	0.02 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.222	0.222	2.08 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	2.56	2.56	23.99**	4.4, 8.3
	E.E.	18	1.92	0.10		
Hojas verdes	EF/ β_1	2	21.76	10.88	48.10**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	12.39	6.19	27.40**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.37	0.37	1.64 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.10	0.10	0.47 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	4.82	4.82	21.30**	4.4, 8.3
	E.E.	18	4.07	0.22		
Total de hojas	EF/ β_1	2	137.81	68.90	408.43**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	72.67	36.33	215.36**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.43	0.43	2.59 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.62	0.62	3.68 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	14.40	14.40	85.39**	4.4, 8.3
	E.E.	18	3.03	0.16		
Culmos	EF/ β_1	2	984.49	492.24	375.98**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	294.84	147.52	112.60**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.60	0.60	0.46 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	1.77	1.77	1.35 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	189.43	189.43	144.69**	4.4, 8.3
	E.E.	18	23.56	1.31		
Vainas	EF/ β_1	2	43.32	21.66	384.45**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	16.15	8.07	143.34**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.66	0.66	11.74**	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.82	0.82	14.65**	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	8.57	8.57	152.24**	4.4, 8.3
	E.E.	18	1.01	0.05		

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.4.continuación.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	F α .05 .01
Inflores- cencias	EF/ β_1	2	3.22	1.61	16.51**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	0.14	0.07	0.72 ns	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.0045	0.0045	0.046 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.0049	0.0049	0.050 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	2.58	2.58	26.53**	4.4, 8.3
	E.E.	18	1.75	0.09		
Corona	EF/ β_1	2	16.03	8.01	121.61**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	7.00	3.5	53.11**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.013	0.013	0.20 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.05	0.05	0.77 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	1.94	1.94	29.44**	4.4, 8.3
	E.E.	18	1.18	0.06		

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
 Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.5. Análisis de varianza para el número de vástagos y hojas verdes del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
No. de vástagos ppales. CV= 17.23%	EF	2	183.08	91.54	55.4**	0.0001
	S	1	9.37	9.37	5.67*	0.0285
	EF*S	2	9.75	4.87	2.95 ns	0.0780
	Error	18	29.75	1.65		
	Total	23	231.95			
No. de vástagos laterales CV=36.5%	EF	2	1001.3	500.6	61.10**	0.0001
	S	1	468.16	468.16	57.13**	0.0014
	EF*S	2	330.33	165.16	20.16**	0.0001
	Error	18	147.5	8.19		
	Total	23	1947.3			
No. de hojas verdes CV=18.03%	EF	2	31712.25	15856.12	76.63**	0.0001
	S	1	8626.04	8626.04	41.69**	0.0013
	EF*S	2	4380.58	2190.29	10.58**	0.0009
	Error	18	3724.75	206.93		
	Total	23	48443.6			

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.6. Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas para los componentes morfológicos del número de vástagos laterales y número de hojas verdes del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	F α .05 .01
No. de vástagos laterales	EF/ β_1	2	1239.5	619.75	75.63**	3.55, 6.01
	EF/ β_2	2	92.16	46.08	5.62*	3.55, 6.01
	S/ α_1	1	4.5	4.5	0.549 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	72.0	72.0	8.78**	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	722.0	722.0	88.10**	4.4, 8.3
	E.E.	18	147.5	8.1944		
No. de hojas verdes	EF/ β_1	2	29704.1	14852.1	71.77**	3.55, 6.01
	EF/ β_2	2	6388.6	3194.3	15.43**	3.55, 6.01
	S/ α_1	1	180.5	180.5	0.87 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	1800	1800	8.69**	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	11026.1	11026.1	53.28**	4.4, 8.3
	E.E.	18	3724.75	206.93		

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
 Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.7. Análisis de varianza de la relación fitomasa aérea / fitomasa subterránea y la relación hojas / culmos de zacate buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
Rel. aérea/sub. CV= 20.5%	EF	2	10.36	5.18	7.91**	0.0034
	S	1	10.32	10.32	15.76**	0.0009
	EF*S	2	0.2292	0.1146	0.17 ns	0.8409
	Error	18	11.79	0.6553		
	Total	23	32.72			
Rel. hoja/culmo CV=12.6%	EF	2	10.90	5.45	171.57**	0.0001
	S	1	0.3649	0.3649	11.49**	0.0033
	EF*S	2	0.4447	0.2223	7.00**	0.0056
	Error	18	0.5719	0.0317		
	Total	23	12.28			

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.

Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.8. Partición de la suma de cuadrados de la relación hojas/culmos de pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	F α .05 .01
Rel.						
hojas/culmos	EF/ β_1	2	1.88	0.94	40.65**	3.55, 6.01
	EF/ β_2	2	4.59	2.29	99.04**	3.55, 6.01
	S/ α_1	1	0.69	0.69	29.84**	4.4 , 8.3
	S/ α_2	1	0.0025	0.0025	0.108 ns	4.4 , 8.3
	S/ α_3	1	0.029	0.029	1.25 ns	4.4 , 8.3
	E.E.	18	0.4131	0.023		

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.

Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.9. Análisis de varianza y partición de la suma de cuadrados del área foliar e índice de área foliar (IAF) del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
Área foliar CV= 26.5%	EF	2	417792.5	208896.2	26.09**	0.0001
	S	1	217890.1	217890.1	27.2**	0.0001
	EF*S	2	116621.3	58310.6	7.28**	0.0048
	Error	18	144118.9	8006.6		
	Total	23	896422.9			
						F α .05 .01
	EF/ β_1	2	449180.1	224590.0	28.05**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	85233.7	42616.8	5.32*	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	10848.6	10848.6	1.35 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	24878.9	24878.9	3.10 ns	4.4, 8.3
S/ α_3	1	298783.8	298783.8	37.31**	4.4, 8.3	
E.E.	18	144118.9	8006.6			
IAF CV= 26.5%	EF	2	32.66	16.33	26.09**	0.0001
	S	1	17.03	17.03	27.21**	0.0001
	EF*S	2	9.11	4.55	7.28**	0.0048
	Error	18	11.26	0.62		
	Total	23	70.08			
						F α .05 .01
	EF/ β_1	2	35.11	17.55	28.03**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	6.66	3.33	5.32*	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.84	0.84	1.35 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	1.94	1.94	3.10 ns	4.4, 8.3
S/ α_3	1	23.36	23.36	37.32**	4.4, 8.3	
E.E.	18	11.26	0.62			

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.10. Análisis de varianza para los componentes morfológicos de la tasa de crecimiento absoluto (TCA) del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	Pr>F
Total de hojas CV= 20.43%	EF	2	0.025	0.012	93.7**	0.0065
	S	1	0.001	0.001	9.4**	0.0001
	EF*S	2	0.0011	0.0005	4.3*	0.0302
	Error	18	0.0024	0.0001		
	Total	23	0.0304			
Culmos CV=13.4%	EF	2	0.135	0.067	199.8**	0.0001
	S	1	0.016	0.016	18.9**	0.0001
	EF*S	2	0.022	0.011	33.08**	0.0001
	Error	18	0.006	0.0003		
	Total	23	0.1812			
Vainas CV=18.54%	EF	2	0.0069	0.003	122.9**	0.0001
	S	1	0.0009	0.0009	33.33**	0.0001
	EF*S	2	0.0003	0.0001	6.2**	0.0089
	Error	18	0.0005	0.000028		
	Total	23	0.0087			
Corona CV=25.43%	EF	2	0.0026	0.0013	79.2**	0.0001
	S	1	0.00016	0.00016	9.5**	0.0063
	EF*S	2	0.00016	0.00008	4.70*	0.0216
	Error	18	0.0003	0.00001		
	Total	23	0.0033			
Raíz CV=17.4%	EF	2	0.0415	0.0207	184.2**	0.0001
	S	1	0.00004	0.00004	0.35 ns	0.5589
	EF*S	2	0.0013	0.00066	5.9**	0.0107
	Error	18	0.00203	0.00011		
	Total	23	0.0449			

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

Cuadro B.11. Partición de la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas de los componentes morfológicos para la tasa de crecimiento absoluto (TCA) del pasto buffel T-3686.

Comp.	FV	gl	SC	CM	F	F α .05.01
Total de hojas	EF/ β_1	2	0.0133	0.006	48.9**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	0.1424	0.0066	49.1**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.00009	0.00009	0.668 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.00002	0.00002	0.132 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	0.00234	0.00234	17.2**	4.4, 8.3
	E.E.	18	0.0024	0.00013		
Culmos	EF/ β_1	2	0.1091	0.0545	160.4**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	0.0391	0.0195	57.4**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.00018	0.00018	0.308 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.00026	0.00026	0.776 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	0.0387	0.0387	113.9**	4.4, 8.3
	E.E.	18	0.0661	0.00034		
Vainas	EF/ β_1	2	0.0044	0.0022	78.5**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	0.0028	0.0014	50.0**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.00004	0.00004	1.4 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.00012	0.00012	4.5*	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	0.00103	0.00103	36.8**	4.4, 8.3
	E.E.	18	0.0005	2.8 ⁻⁰⁵		
Corona	EF/ β_1	2	0.00178	8.9 ⁻⁰⁴	52.9**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	0.00105	5.5 ⁻⁰⁴	31.2**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	2.2 ⁻⁰⁶	2.2 ⁻⁰⁶	0.13 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	8.0 ⁻⁰⁶	8.0 ⁻⁰⁶	0.47 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	0.00031	0.00031	18.6**	4.4, 8.3
	E.E.	18	0.0003	0.000016		
Raíz	EF/ β_1	2	0.0247	0.0123	109.4**	3.5, 6.01
	EF/ β_2	2	0.0181	0.0090	80.4**	3.5, 6.01
	S/ α_1	1	0.00001	0.00001	0.08 ns	4.4, 8.3
	S/ α_2	1	0.000048	0.000048	4.2 ns	4.4, 8.3
	S/ α_3	1	0.00088	0.00088	7.8**	4.4, 8.3
	E.E.	18	0.002	0.00011		

Factor EF: Etapas fenológicas. Niveles: α_1 Ahijamiento, α_2 Excursión y α_3 Madurez fisiológica.
Factor S: Suelo. Niveles: β_1 Isla de fertilidad y β_2 Área adyacente.

APÉNDICE C

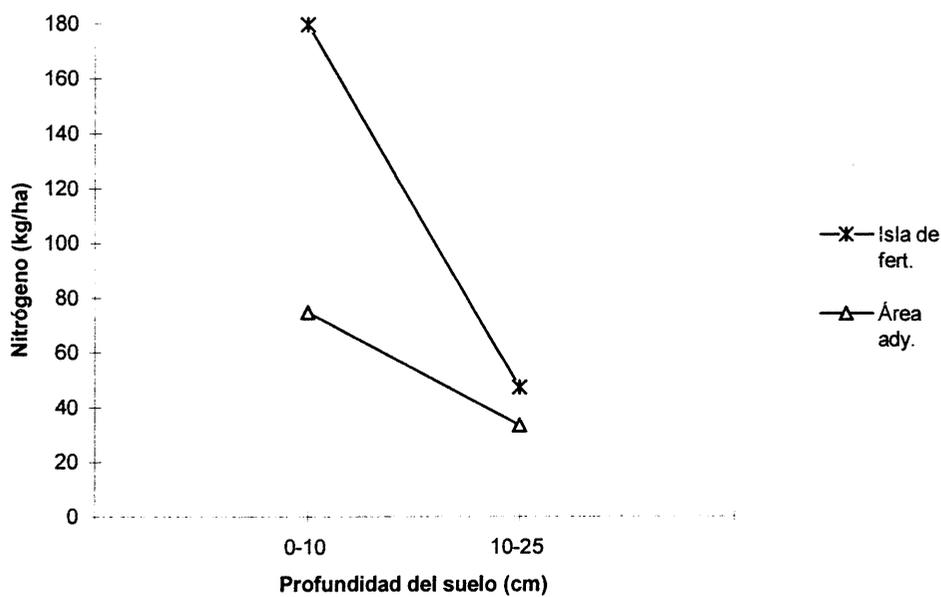
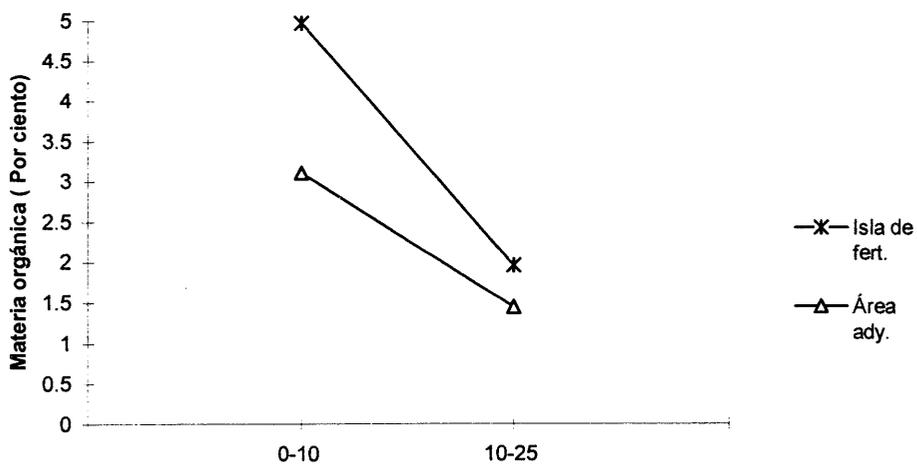


Figura C.1. Interacción de los factores profundidad de suelo (Factor A) y tipo de ambiente (Factor C) en los contenidos de materia orgánica (por ciento) y nitrógeno total (kg/ha) de un matorral de *Larrea*.

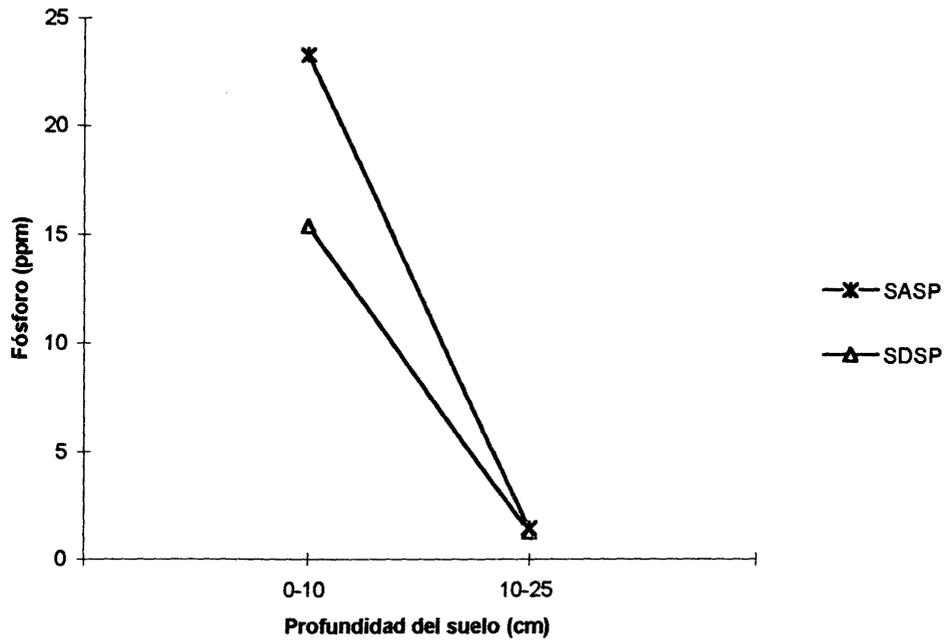


Figura C.2. Interacción de los factores profundidad de suelo (Factor A) y efecto del pasto buffel (Factor B) en los contenidos de fósforo (ppm) de un matorral de *Larrea*.

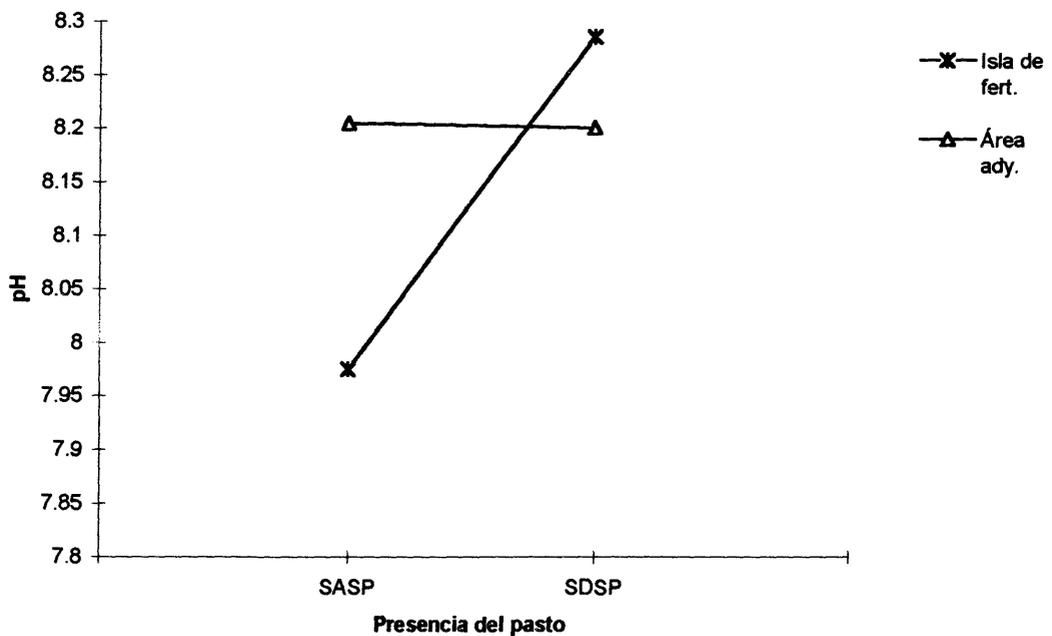


Figura C.3. Interacción de los factores efecto del pasto buffel (Factor B) y tipo de ambiente (Factor C) en los valores de pH de matorral de *Larrea*.

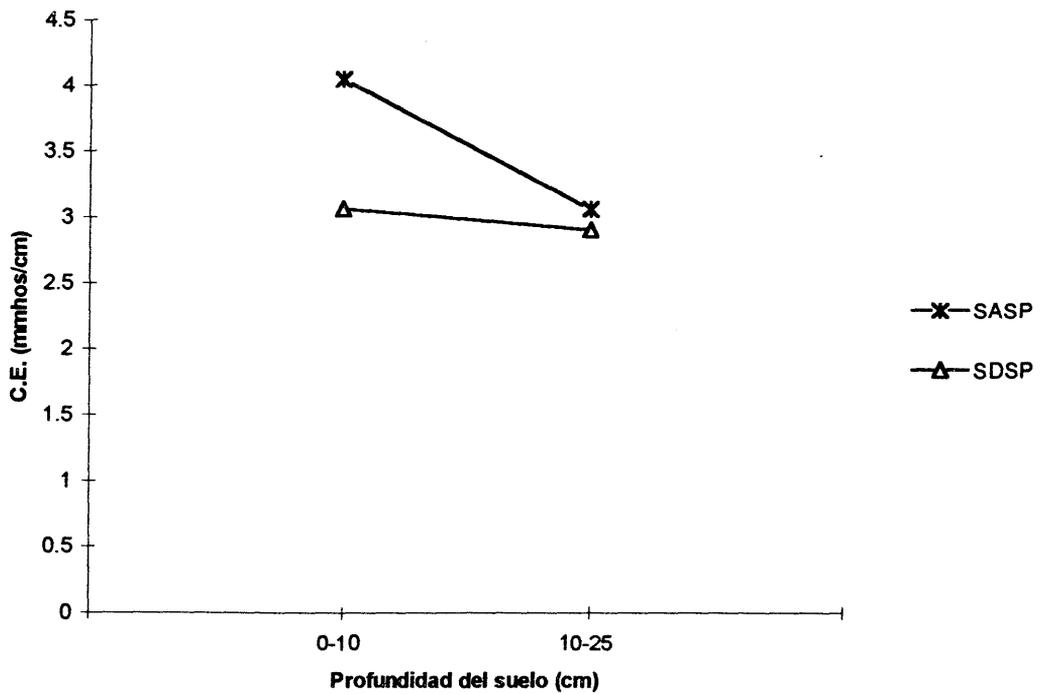


Figura C.4. Interacción de los factores profundidad de suelo (Factor A) y el efecto del pasto buffel (Factor B) en la conductividad eléctrica (mmhos/cm) de un matorral de *Larrea*.