

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Rehabilitación del Zacate Banderilla (*Bouteloua curtipendula*
(Michx.) Torr.), aplicando productos orgánicos y manejo superficial
del suelo

Por:

EDDY MARÍA RAMÍREZ CHAN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre del 2002

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Rehabilitación del Zacate Banderilla (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.),
aplicando productos orgánicos y manejo superficial del suelo

Por:

EDDY MARIA RAMÍREZ CHAN

TESIS

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Tesis

Presidente del Jurado

Sinodal

M. SC. JUAN RICARDO REYNAGA VALDÉS

M.C. ÁLVARO F. RODRÍGUEZ RIVERA

Sinodal

Sinodal

DR. HERIBERTO DÍAZ SOLÍS

M.C. ADOLFO ORTEGÓN PÉREZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

ING. JOSÉ RODOLFO PEÑA ORANDAY

Buenavista, Saltillo, Coah. Septiembre, 2002.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos e Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Características generales de <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.....	5
Origen	5
Descripción de <i>Bouteloua curtipendula</i>	5
Distribución	6
Características agronómicas de <i>Bouteloua curtipendula</i>	6
Manejo superficial del suelo	7
Material orgánico	8
Ácidos húmicos	11
Características del Humitrón	15

Literatura respecto a la metodología utilizada	15
Densidad aparente	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Descripción del área de estudio	17
Área específica de estudio	17
Características del suelo	19

Planeación del experimento	19
Diseño de campo	19
Tratamientos.....	19
Aplicaciones	20
Parámetros a evaluar	21
Metodología	22
Longitud de la hoja	23
Ancho de la hoja	24
Área de la hoja	24
Peso de la Hoja	24
Criterios de selección para los modelos	25
RESULTADOS	26
Modelos de regresión	26
Longitud de la hoja.....	29
Área foliar	31
Peso foliar	35
DISCUSIÓN	40
Características morfológicas de los zacates	40
Modelos de Regresión	42
CONCLUSIONES	43
LITERATURA CITADA	44
APENDICE	47

Cuadro		Página
4.1	Estadística descriptiva de la longitud de la hoja de <i>Bouteloua curtipendula</i> para toda la muestra (n = 600)	30
4.2	Estadística descriptiva de la longitud de la hoja de <i>Bouteloua curtipendula</i> para las hojas h1, h2 y h3 (n = 200)	30
4.3	Estadística descriptiva de la longitud de la hoja de <i>Bouteloua curtipendula</i> para cada tratamiento (n = 150)	31
4.4	Estadística descriptiva del área de la hoja h1, h2 y h3 de <i>Bouteloua curtipendula</i> para toda la muestra (n = 600)	32
4.5	Estadística descriptiva del área para la hoja h1, h2 y h3 de <i>Bouteloua curtipendula</i> (n = 200)	34
4.6	Estadística descriptiva del área de la hoja de <i>Bouteloua curtipendula</i> para cada tratamiento (n = 150)	34
4.7	Estadística descriptiva del peso foliar de <i>Bouteloua curtipendula</i> para toda la muestra de 600 datos	37
4.8	Estadística descriptiva del peso foliar de <i>Bouteloua curtipendula</i> para las hojas h1, h2 y h3 con un n = 200	37
4.9	Estadística descriptiva del peso foliar de <i>Bouteloua curtipendula</i> para cada tratamiento con un n = 150	38
4.10	Densidad Aparente del suelo en la cresta y el valle	38
4.11	Datos de retención de humedad antes de los tratamientos ...	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Localización geográfica del área de estudio	18
3.2	Distribución de los tratamientos de la rehabilitación de <i>Bouteloua curtipendula</i>	20
3.3.	Diagrama esquemático del orden jerárquico de los fitómeros en el vástago y en el fitómero de <i>Bouteloua curtipendula</i>	25
4.1	Longitud (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja uno.....	28
4.2	Longitud (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja dos.....	28
4.3	Longitud (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja tres.....	29
4.4	Estadística comparativa del área (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja uno	32
4.5	Estadística comparativa del área (cm) para los tratamiento	

	dos y tres de la hoja dos	33
4.6	Estadística comparativa del área (cm) para los tratamientos dos y tres de la hoja tres	33
4.7	Peso (gr) para los tratamientos dos y tres de la hoja uno	35
4.8	Peso (gr) para los tratamientos dos y tres de la hoja dos	36
4.9	Peso (gr) para los tratamientos dos y tres de la hoja tres	36

iv

DEDICATORIA

A mi madre:

María Clementina Chan Dzib

Con mucho cariño y amor, por su ejemplo y por su gran valor para enfrentar la vida, por su confianza depositada en mi y sobre todo por darme más de lo que podría, por su profundo amor para mi, que aunque en ocasiones fue muy dura conmigo, siempre quiso lo mejor. Gracias a ella ahora alcanzo una meta más en mi vida siempre, no tengo más que decirte... **Gracias**

A mis hermanos con cariño:

<i>Francisca,</i>	<i>Juventino,</i>
<i>Fidelina,</i>	<i>Luis Fernando,</i>
<i>Rosa María,</i>	<i>José Román,</i>
	<i>Faustino</i>

Gracias por darme la oportunidad de ser su hermana, por los ratos alegres y momentos difíciles que hemos compartido juntos... **Gracias**

A mis cuñados y cuñadas:

Esthela Daniel

Deysi

Antonio

Darío

Por su amistad y cariño

A todos mis sobrinos, que con su inocencia y ternura llenan de alegría nuestro hogar, a todos los quiero mucho.

A todos mis maestros. Por sus enseñanzas y por darme consejos durante el transcurso de mi formación profesional.

A mi ALMA MATER

Que me acogió en su seno y me formó como persona capaz de enfrentar cualquier batalla.

Y si pudiera enumerar las espigas de un campo lo haría, pero el tiempo y espacio son limitantes, así es que gracias a todos aquellos amigos, amigas y conocidos, quienes me dieron un apoyo de aliento para seguir adelante.

AGRADECIMENTOS

A DIOS

Por darme la vida, por ser el creador de todo el universo y guiar en todo momento mis pasos

A mi madre

Por haberme dado la vida y por apoyarme en todo lo que me propusiera, por esa gran valentía y sacrificio que ha mostrado siempre. **Gracias Mamá.**

Al M.Sc. Juan Ricardo Reynaga Valdés, por su ayuda al concederme desinteresadamente parte de su tiempo en el asesoramiento de este trabajo, reiterándole mi sincero agradecimiento.

Al M.C. Álvaro Rodríguez Rivera, por su ayuda, consejos y aportación de conocimientos adquiridos durante mi estancia en la Universidad.

Al Dr. Heriberto Díaz Solís, por su apoyo en la revisión y sugerencias a este trabajo.

Al M.C. Adolfo Ortigón Pérez, por la ayuda ofrecida y por haberme permitido entrar en la parcela a su cargo para realizar la toma de datos de campo.

A Lourdes Robledo Martínez, por su ayuda ofrecida y por su amistad, Gracias.

A Irene Ayala López, por su apoyo y sobre todo por su aportación en este trabajo.

A la familia Balderas García, por haberme permitido entrar en su hogar y formar parte de él, por su confianza depositada en mí, sobre todo por su gran amistad.

A mis mejores amigos: Adela, Lucy, Rosalba y Berna, por su apoyo desinteresado y por su gran amistad.

A mi gran amiga María Eugenia Valdés Leija, que además de ser mi amiga fue como una hermana para mi y sobre todo por el apoyo brindado y que espero estemos unidas en las buenas y las malas.

A Paulino Morales López. A ti que eres lo máximo, que has estado en los momentos de alegría, tristeza y felicidad, porque me has enseñado lo bueno de la vida y me haces ver mis errores por grandes que sean. Gracias por tu apoyo y ese amor que me tienes. Te amo.

A todos mis compañeros y amigos de la Generación XCII, especialmente a Edgar, Orbey, Miguel Ángel, Alejandro, Omar, Julio Alejandro, Ramón, Everardo, Juan Luis, Gaudencio, Bladimir y Pascual.

A mi maestro Juan Manuel Molina Aguirre, por la confianza depositada en mi y por todas las cosas que me enseñó. Gracias por su amistad.

A mis compañeros del grupo de danza Macehualiztli y al grupo de danza Apoteosis: Adriana, Lulú, Elly, Ana, Janette, Lizeth, Emma, Diana, Paco, Mane, José Luis, Francisco, Armando, Jorge, Rubén, Gabriel y Antonio.

A mi “Alma Terra Mater”, quien me abrió sus puertas, brindándome la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

No desistas
Cuando vayan las cosas,
Como a veces suelen ir
Cuando ofrezca tu camino
Solo cuestas que subir
Cuando tengas poco que hacer
Pero mucho que pagar
Y precisas sonreír
Aunque teniendo que llorar,
Cuando ya el dolor te agobie
Y no puedas ya sufrir
Descansar, acaso debas
¡pero nunca desistir!

Rudyard Kipling

COMPENDIO

Rehabilitación del Zacate Banderilla (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.,
aplicando productos orgánicos y manejo superficial del suelo

Por:

EDDY MARÍA RAMÍREZ CHAN

LICENCIATURA
ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, AGOSTO DEL 2002.

M. SC. JUAN RICARDO REYNAGA VALDES - ASESOR -

Palabras Claves: Rehabilitación, Hojas, Longitud, Área, Peso, Fitómero,
Bouteloua, Modelos de Regresión.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue rehabilitar al zacate banderilla; se observó el tipo de suelo para tomar una decisión con respecto a los tratamientos y así llevar a cabo la rehabilitación del pastizal.

La investigación se llevó a cabo en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se realizó un manejo superficial al suelo, para luego aplicarles productos orgánicos como fueron Humitrón*12, Raizal y Estiércol.

Se cortó la hoja y se midió al centímetro más cercano, determinándose el área a cada una de las hojas en base a la figura geométrica de un isósceles calculada en mm^2 , secándose a peso constante en una prensa botánica y después se pesaron en una balanza analítica a una precisión de 0.0001 gr. Las características de las hojas de *Bouteloua curtipendula*, fueron las siguientes: la mayor longitud de hojas se presenta en la hoja tres, así como la mayor área foliar y el más alto peso foliar se presenta en la hoja tres. Y la menor longitud, la menor área foliar y el menor peso foliar se da en la hoja uno; lo cual coincide con el comportamiento de las plantas de zacate.

El tratamiento más recomendable fue el tratamiento tres, el cual consiste en: estiércol incorporado al suelo con escarda más Humitrón*12. Aunque los tratamientos cuatro y cinco pueden dar resultados más altos, implica el uso de más productos, incrementando el costo de la rehabilitación.

El mejor modelo para relación del área foliar y la longitud foliar fue el modelo lineal $\hat{y} = 12.16 + 4.16 (x)$; para el peso foliar y la longitud foliar fue el lineal $\hat{y} = 0.0125 + 9,99276 (x)$ y para el peso foliar y el área foliar fue $\hat{y} = 0.0392 + 0.000634 (x)$.

INTRODUCCIÓN

Como hemos de observar en la actualidad los pastizales en su mayoría, se encuentran en diferentes grados de deterioro, esto debido a que se han hecho mal uso de ellos, al mantener en un área una carga animal excesiva e inadecuada por más de catorce días en la temporada de crecimiento, sistemas de pastoreos ineficientes e inadecuados, quemas recurrentes y aunado a esto las erráticas lluvias y prolongadas sequías que se presentan en zonas áridas, que como consecuencia ocasionan que el recurso sea menos productivo.

Dentro de las grandes extensiones de pastizales se encuentran una gran variedad de especies nativas de las que se puede obtener forraje de buena calidad si se les proporciona el manejo adecuado, una de las muchas especies forrajeras importantes es *Bouteloua curtipendula* (zacate banderilla), el cual es una especie importante de los pastizales del Sureste de los Estados Unidos de América y en México. Es una especie muy palatable, es relativamente tolerante al apacentamiento pesado, es preferido por lo bovinos, equinos, en ocasiones

por ovinos. Presenta diferentes características morfológicas (longitud de hoja, área de hoja y peso de hoja) y fisiológicas (capacidad de absorción, transpiración y fotosíntesis) que le permiten soportar severas condiciones de clima y uso, las cuales hacen que aumente su valor como una especie forrajera importante del pastizal.

Debido a la importancia forrajera que representa la especie y el deterioro en que se encuentran los pastizales de *Bouteloua curtipendula*, es necesario llevar a cabo la rehabilitación de pastizales, ya sea de forma tradicional, al realizarla o establecerla requiere de resiembras o bien ecológica aquí es donde la cantidad es menor, su manejo es a poca profundidad y se llevan a cabo los compartimentos o procesos del ecosistema.

La clave para rehabilitar los pastizales e incrementar la producción de forraje y mantenerla constante, es mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, como son: estructura, densidad aparente, retención de humedad, mayor cantidad de materia orgánica, manejo superficial del suelo.

Para ello se han realizado muchos trabajos para rehabilitar nuevamente los pastizales deteriorados a través del manejo del suelo, a través de la aplicación de las leyes del mínimo y del máximo, bajo nivel de insumos.

Dentro de las formas o maneras para rehabilitar pastizales encontramos la rehabilitación tradicional y la rehabilitación ecológica o natural. El primero se requiere el utilizar tecnología como lo es el uso de maquinaria agrícola, insumos, semillas, productos químicos, que tienen efectos favorables y no favorables, además que en algunos casos no es costeable por los costos que implica. Tecnología dura, altos niveles de insumos y enfoque agronómico.

Por otro lado la rehabilitación ecológica o natural el cual consiste en emplear los elementos que existen en el medio, como lo es la materia orgánica de residuos vegetales (hojarasca) y de animales (estiércol) el cual se incorpora al suelo a los primeros 5 cm. Esta forma de rehabilitar los pastos tiene muchos efectos favorables, esta mas relacionado a lo ecológico y es menos costoso simular lo que hace la naturaleza, enfoque ecológico, forma alternativa de manejar el recurso normalizar componentes y procesos del recurso y/o naturaleza. Por ello es recomendable de esta manera. Para terminar si se desea tener buen ganado, es necesario tener buenos pastizales, y para tener buenos pastizales se necesita ineludiblemente tener un suelo con buenas características, y para lograr esto ahí que tener un buen manejo del suelo aportando y dando al suelo lo que necesita.

Objetivo general

Rehabilitar el zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), a través del manejo superficial del suelo y de la aplicación de productos orgánicos.

Objetivos e hipótesis

1. Describir los atributos de las hojas de diferentes fitómeros del zacate banderilla.

Ha: No es posible describir los atributos de las hojas de diferentes fitómetos del zacate banderilla.

2. Comparar los atributos de las hojas de diferentes fitómeros del zacate banderilla.

Ha: No habrá diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en los efectos de los tratamientos sobre los atributos del vástago.

3. Medir la densidad aparente del suelo antes de aplicar cada uno de los tratamientos.

4. Medir la retención de humedad del suelo antes de aplicar cada uno de los tratamientos.

5. Obtener un modelo matemático de predicción de los atributos del fitómero.

Ha: No es posible encontrar un modelo de predicción para los atributos del fitómero.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características generales de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

Origen

Hoover *et al.* (1948) citan que el zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. es un pasto nativo del Hemisferio Occidental.

Descripción de *Bouteloua curtipendula*

Gould y Kapadia (1962) describen a *Bouteloua curtipendula* como perenne, herbácea, hojas lineares planas, glabras, infrecuentemente pubescentes con pelos basales pustuladas usualmente esparcidas en la parte inferior de los márgenes. Lígula con una corta y densa franja de pelos que rara vez miden más de 0.5 mm de largo. Inflorescencia generalmente con 30-80 ramas cortas y pendulantes de uno a tres cm. de longitud, presentando de uno a 12 ó más espiguillas sésiles. El promedio de espiguillas por rama de la inflorescencia de dos a siete. El número de espiguillas por rama es menor en el ápice del tallo que en la base. Glumas, glabras o escabrosas, la segunda gluma tiene generalmente de 5.5 -8 mm de longitud. La lemma ligeramente más corta que la segunda gluma, glabras o escabrosas, con frecuencia ramas rugosas, agudas ligeramente dentadas en el ápice, con las nervaduras extendiéndose como cortas puntas.

La palea ligeramente más corta que la lemma y similar en textura. Rudimento variable pero usualmente comprendida de una lemma con una corta base membranosa y tres aristas desarrolladas desigualmente, la arista terminal a lo más siete mm de longitud.

Distribución

Freder y Brown (1965); Hoover *et al.* (1948) citan que *Bouteloua curtipendula* presenta una distribución excepcionalmente amplia, cubre un amplio rango de distribución en el Norte, Centro y Sudamérica. Según Gay *et al.* (1970) en Nuevo México el zacate banderilla es común en la mayoría de los lugares de 900 a 2,700 msnm a través de todo el estado y este crece mejor en los suelos aluviales siendo típico también de lomas, pendientes y colinas rocosas y secas. Se encuentra ampliamente distribuido en el continente americano desde la frontera de Estados Unidos con Canadá hasta Argentina.

Características agronómicas de *Bouteloua curtipendula*

Bouteloua curtipendula ha sido considerado por Harlan *et al.* (1952) como el segundo más importante dentro de su género.

Gay *et al.* (1970) describen al zacate banderilla como un pasto de verano, perenne, amacollado, que pertenece más tiempo verde que otros zacates conservando valor alimenticio durante todo el año. Desarrolla más pronto que la mayoría de los zacates alcanzando alturas de 75 cm o más.

Produce abundante forraje palatable a todo tipo de ganado, pudiendo producir heno de buena calidad si las plantas son cortadas en el estado adecuado de crecimiento. El zacate banderilla es considerado también como un efectivo conservador del suelo y está adaptado a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas.

Manejo superficial del suelo

La roturación de pastos por si misma, aunque se estime necesaria para mejorar la vegetación no puede remediar las causas que provocaron dicha degradación (Voisin, 1971), pero al apoyarlas con otras herramientas basado en dichas causas, como ciertos organismos vivos que después darán continuidad a una serie de efectos primarios y secundarios interactuando entre si (Savory, 1988) sustituyendo poco a poco la maquinaria tradicional usada para realizar el trabajo.

Por eso la insistencia en el manejo superficial del pastizal regularmente son suelos con poca profundidad y lo que suceda de 0 a 5 cm., de profundidad afecta directamente en los siguientes (Reynaga, 1995); estudios de Carter (1992) se realizaron para determinar los efectos de la aplicación de materia orgánica en la estabilidad estructural de la superficie del suelo (0 – 5 cm) llevado a cabo en clima húmedo.

Al respecto Wight y Siddoway (1972) mencionan los efectos benéficos debido a la modificación tan solo de la superficie del suelo, aumentando favorablemente hasta en un 300 % el uso eficiente de la precipitación pluvial, tomando en cuenta que son suelos con buen porcentaje de material orgánico. Estudiaron cinco tratamientos de modificación al edafotopo, suelo, surcos en contorno, poseo, disturbio con cuchilla, microbarbecho con hondonada y subsoleadora rotativa para evaluar los efectos del uso eficiente de la precipitación en suelos de pastizales, encontrando que la vegetación aumento con el uso eficiente de ésta, al mejorar la composición de especies, mejoro la fertilidad acompañando la modificación de la superficie. Voisin, (1971) indican que el rastrillo aplicado a los pastizales deteriorados, es posible duplicar sus rendimientos.

Dauvry (1906) en esa misma época afirmó que el rastrillo era ciertamente la práctica más provechosa que pueda realizarse en las plantas, porque el suelo de estas tiende a compactarse cada vez mas, por lo que esta practica tiene la virtud de contribuir a destruir musgos, malas hierbas, facilitando la infiltración de las lluvias y del aire, factores indispensables para la nitrificación.

Material orgánico

A partir de 1945 se han incrementado fuertemente el consumo mundial de fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos para sostener y aumentar la productividad de los cultivos, sin embargo, desde hace mucho tiempo los agricultores hacían uso del estiércol y leguminosas como fertilizante, para satisfacer las necesidades de nitrógeno y suplementar a la vez las de fósforo y potasio en el suelo, de donde se deriva la conveniencia de usar el estiércol como fuente barata de nutrientes y mejorador de las condiciones físicas del suelo.

Mathers y Stewart (1980) demostraron en Texas, que aplicando 22 toneladas de estiércol por hectárea por año, durante nueve años, lograron aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, igual que aplicando 134 ton/ha/ año, durante 5 años, y en el segundo 670 toneladas en 5 años, para obtener los mismos resultados.

El Campo Agrícola Experimental La Laguna, con la aplicación de 30 y 60 toneladas de estiércol por hectárea se logro aumentar 6 toneladas de materia seca en alfalfa en relación con el testigo, cuya fertilización fue mineral, y cuyo costo fue 3 veces mayor. Lo anterior se atribuye a que los efectos del estiércol mejoran las condiciones físicas del suelo, ya que aumentan su capacidad de retención de humedad, hubo menores perdidas por evaporación, se redujo la resistencia del suelo a la penetración del sistema radicular y al incremento en la permeabilidad del suelo, agua y gases.

Los elementos principales que componen la materia orgánica son el carbono orgánico, presente en mayor cantidad y el nitrógeno total, además del

oxígeno y del hidrogeno. Esto forma una relación que aporta datos importantes como la velocidad del proceso en descomposición hasta la formación de humus, pues los microorganismos para descomponerla necesitan primero del nitrógeno disponible (Labrador *et al.*, 1993).

Bouyoucos (1939) estudio bajo condiciones de laboratorio, el efecto de la aplicación de estiércol con cantidades de 0, 40, 80, 120 ton/ha, para conocer la capacidad de retención de humedad en cuatro tipos de suelo; migajón arenoso, migajón limoso, migajón arcilloso y arcilla, obteniendo los mejores resultados en la arcilla.

Sin embargo, es mejor realizar aplicaciones del material orgánico sobre o incorporada a la superficie del suelo, para que al retener la precipitación pluvial promueva la actividad microbiológica, “en la superficie terrestre no hay fuerza química que actúe con mayor constancia y por lo tanto, más poderosa por sus resultados finales que los microorganismos vivos tomados en conjunto”; del suelo y se espere un mejoramiento de las propiedades físicas posteriores a su aplicación.

Por ejemplo, dosis de estiércol de 60 ton/ha, al incorporarse en 25 cm de profundidad se forma una concentración de 2 % en dicho estrato, esa misma dosis incorporada de 0-10 cm de profundidad, significa una concentración de 5.4 en ese estrato (Castellanos, 1985).

Abbot y T. C. (1973) mostró que el estiércol no solamente es usado como abono, sino que además es una fuente efectiva de fósforo y otros elementos.

El estiércol es el fertilizante más antiguo que el hombre ha usado en la producción de cultivos. En diferentes partes de nuestro país el estiércol es preferido sobre el fertilizante químico, probablemente por 3 razones; 1) es fuente de nutrientes, 2) es acondicionador del suelo, 3) tiene un efecto residual (Ortiz y Ortiz, 1987).

Ácidos húmicos

Broadhent (1953) cita que el humus esta formado por componentes orgánicos que poseen sustancias humicas y huminas; las sustancias humicas representan solo una tercera parte del humus, las otras dos terceras partes son las huminas, que no son más que restos de materia orgánica no transformada.

Steelink (1963) afirma que los ácidos humicos aceleran la diferenciación del crecimiento (desarrollo) y estimulan la formación de raíces, este efecto es producido por los compuestos fitorreguladores auxínicos.

Poaps y Schnitzer (1971) fundamentan que los ácidos favorecen la permeabilidad y movilidad de las auxinas. Elevan la intensidad de la respiración, metabolismo y crecimiento vegetal como consecuencia, mayor consumo de elementos nutritivos y mayor productividad.

Hernando *et al.* (1976) mencionan que es muy importante hacer notar que todas las dosis aplicadas de los ácidos húmicos, producen en general un

incremento en el porcentaje de humedad, tanto en la raíz, como en la parte aérea de la planta.

Russell y Greacen (1977) citan 3 características propias de los ácidos húmicos:

- a) Los ácidos húmicos son reconocidos como unas partículas de color café oscuro o negro, poli dispersos, con una condensación heterogénea, con pesos moleculares desde 5 000 a 10 000 unidades.
- b) Los ácidos húmicos poseen una variedad de grupos funcionales. La capacidad de intercambio catiónico, medida a un pH de 7.0 es de orden de 300 meq/100 grs.
- c) Análisis elementales para los ácidos húmicos generalmente caen en el rango de 50 a 60 por ciento de carbono; 30 a 40 por ciento de oxígeno; tres a cinco por ciento de hidrógeno y dos a cinco por ciento de nitrógeno.

Palomares (1990) menciona que los ácidos húmicos son grupos de sustancias químicas orgánicas, formadas a partir de la descomposición de residuos de origen vegetal y por la acción de microorganismos del suelo, en la fase final del proceso de humificación de la materia orgánica.

Bryan (1989) en sus resultados demostró que la aplicación de ácidos húmicos a semillas del tomate resulta en un incremento en la producción de semillas y en un crecimiento de la planta mas precoz, así como en mayores y

mejores producciones de frutos, comparados con aquellos crecimientos y producciones de fruto en las semillas que no fueron tratadas.

La acción de los ácidos húmicos en las plantas se resume a lo siguiente:

1. Trasladan los nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea de las plantas y del exterior de la hoja hasta los sitios de acumulación.
2. Incrementan la permeabilidad de las membranas y favorecen los procesos energéticos de las plantas relacionadas con la respiración.
3. Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, además de estimular algunas reacciones, procesos y funciones bioquímicas y fisiológicas de las plantas.
4. Aceleran la germinación de las semillas e incrementan su porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas.
5. Incrementan la biomasa total de la planta, peso fresco y peso seco.

Otras propiedades de las sustancias húmicas son las fisiológicas ya que ayudan a un desarrollo temprano, recuperación del stress de transplante, mayor expansión foliar, incremento del sistema radicular.

Al aplicar pequeñas cantidades de sustancias húmicas éstas aumentan la producción de materia seca en las plantas, la concentración óptima de

sustancias húmicas para efectos de máxima estimulación es de 5 ppm y altas concentraciones reducen la producción debido a los desbalances fisiológicos sufridos por la planta (Fernández, 1968).

Efecto de sustancias húmicas en el crecimiento de la planta. Las sustancias húmicas pueden tener impacto tanto directo como indirecto en el crecimiento de las plantas. En el sentido directo como directo puede ser vía efecto de los microorganismos presentes en el ambiente, como también en las propiedades químicas, físicas del suelo; su capacidad de retención de agua; la temperatura del suelo; su capacidad de intercambio iónico; la interacción con las enzimas del suelo y con toxinas como son los pesticidas.

En lo que se refiere a los efectos directos en donde las sustancias húmicas pueden influir en el crecimiento de las plantas son:

Efectos de aceleración sobre la germinación de semillas.

Ditix y Kishore (1967) demostraron que los ácidos húmicos estimularon la germinación de diversas variedades de semillas de diferentes hortalizas.

Efectos sobre la absorción y transporte de agua en la planta.

Sladky (1959) reportó que las sustancias húmicas inducen un mayor contenido hídrico en las plantas, así como menores niveles de pérdida de agua.

Los resultados reportan que los ácidos húmicos en concentraciones de 10 y 50 mg/lit redujeron los niveles de plasmolisis en las células del repollo.

Prat (1971) concluyó que los ácidos húmicos poseen un efecto estimulante en el transporte hídrico de la planta. Esto fue demostrado a partir de las mediciones del total de las exudaciones producidas por las hojas y por los cortes seccionados del tallo del tejido.

Influencia del producto en la calidad y el rendimiento. El Humitron es un concentrado de ácidos húmicos y fúlvicos que incrementan la fertilidad y producción de los suelos agrícolas favoreciendo mayores rendimientos en cosechas. Generalmente, mejoran la calidad de la cosecha e incrementan la producción (Omega agroindustrial, 1989).

Características del Humitron

Favorece la asimilación de nutrientes del suelo por las raíces o los aplicados foliarmente ya que incrementa la permeabilidad de las membranas celulares; quelata elementos menores y forma complejos con elementos mayores; mejora las poblaciones microbiales del suelo; eficientiza la aplicación de fertilizantes foliares, así como reguladores de crecimiento, funguicidas, insecticidas y herbicidas ya que favorece la absorción y translocación en la planta. Se obtiene a partir del mineral Leonardita, del periodo carbonífero,

previo tratamiento alcalinizantes hasta lograr su estabilización total (Omega agroindustrial, 1989).

El humitron se encuentra constituido de la siguiente manera:

Ingrediente activo	Peso (%)
Ácido Humito (derivado de Leonardita)	12.00
Diluyentes y Coadyuvantes	88.00

Literatura respecto a la metodología utilizada

González (1995) caracterizó morfológicamente al zacate punta blanca. Su metodología consistió en seleccionar los vástagos, procediendo a sacar los vástagos con todo y raíz. Posteriormente realizó las mediciones de hojas, vainas y entrenudos, considerando un tamaño de muestra de 36 vástagos, en donde a cada vástago muestreado determinó las siguientes características:

Hojas.- Longitud, ancho, área y peso seco. Para realizar las mediciones, corto la hoja, dicha medición se inicio a partir de la base de la hoja hasta la punta de la misma, con la regla métrica y con aproximación al milímetro más cercano. El ancho lo determinó mediante una medición en la parte media de la hoja, con la regla métrica y con aproximación al milímetro más cercano. El área de la hoja la determino con ayuda de las dos mediciones anteriores y para esto utilizó la formula $A = (B \times A)/2$, la cual se calculo en mm^2 , el peso lo obtuvo

con ayuda de una balanza analítica a 0.001 gr. Pero antes las muestras las introdujo en una estufa de aire forzado a 50° C por 48 hrs.

Densidad aparente (Da)

Sánchez (1997), evaluó los efectos de la materia orgánica incorporada con escarda al suelo. Para obtener muestras de suelo no alteradas, utilizó un extractor de núcleos, formado por tres anillos dentro de una barrena, ésta se clava al suelo y al extraerla se desecha el suelo contenido en los anillos de los extremos, quedando el centro lista para prepararla y determinar la Densidad aparente.

Posteriormente fueron secadas en la estufa a 110° C durante toda una noche. Peso 40 gr. de suelo, se colocó en una probeta y se cerró con un tapón de hule. Con una franela húmeda colocada sobre la mesa, sobre ésta se golpea la probeta 30 veces con trayectoria vertical de 30 cm de altura y una frecuencia de probeta y la diferencia del peso anterior es dividida entre el volumen para obtener la Densidad aparente (Da).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó, durante los meses de septiembre 2001 hasta abril del 2002, en terrenos del Campo Experimental El Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

El área se localiza geográficamente en la latitud 25° 22' norte y longitud 100° 00' oeste, sobre una altitud de 1743 msnm. El clima es del tipo B W h W(x'(e) considerado como muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias de verano y precipitación invernal superior al 10 % del total de la media anual (Departamento de Agrometeorología, 1994). La temperatura y la precipitación media anual son de 16.9° C y de 497.8 mm, respectivamente.

Área específica de estudio

El estudio se realizó específicamente en una parcela, que se encuentra dentro del área denominada El Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, de zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*). La cual fue establecida en 1990. El tipo de siembra fue realizada a chorrillo cubierta con tierra de un espesor de 3 cm y en surcos con una separación de 0.90 m entre surcos.

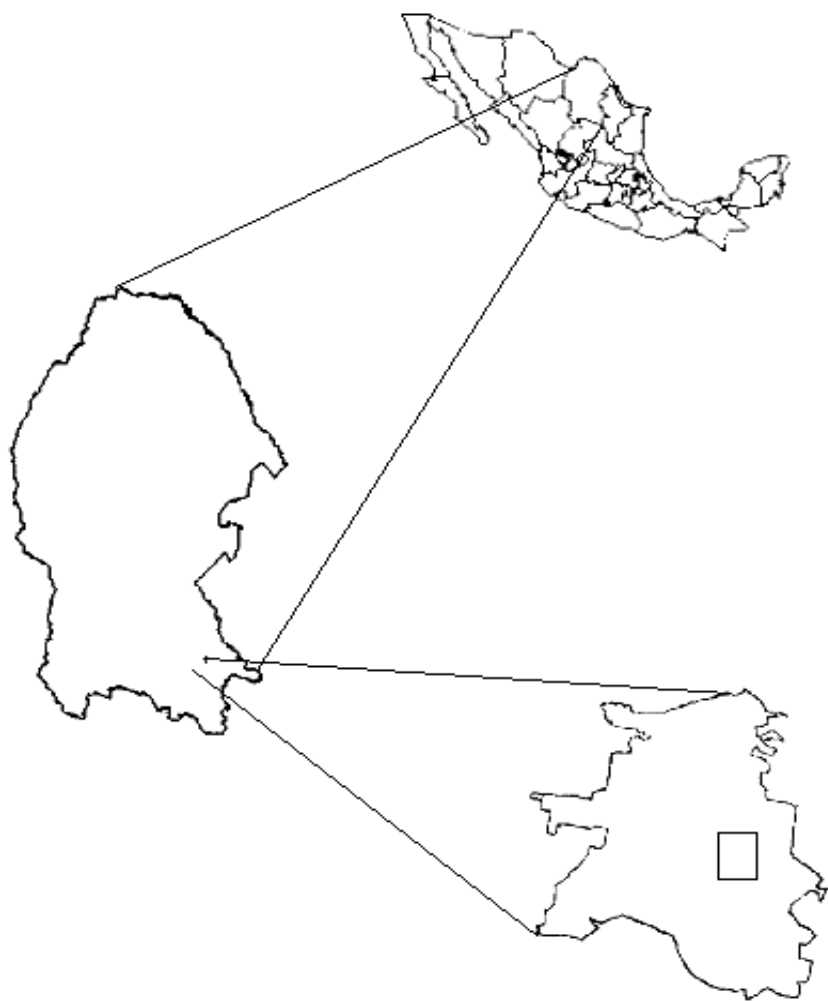


Figura 3.1 Localización geográfica del área de estudio.

El área establecida es de 15 surcos con 20 m, largo. La variedad sembrada es la AN – SEL75, el propósito principal de la parcela es de investigación y producción de semilla.

Características del Suelo

Los suelos son de aluvión y según análisis del laboratorio de fertilidad del departamento de suelos de la UAAAN, (Vaca, 1993; Luna, 1992) se clasifica como:

Medianamente pobre en nitrógeno total	0.08 %
Medianamente rico en fósforo aprovechable	78.5 Kg. /ha
Muy rico en potasio asimilable	409.5 Kg. /ha.
Bajo en carbonatos	4.0 %
pH alcalino	8.2

Planeación del Experimento

Diseño de Campo

Se trazaron 25 parcelas de 1 m² cada una, dejando un metro longitud entre cada una de las parcelas, quedando distribuidas de la siguiente manera:

Tratamientos

Los tratamientos que se prueban son los siguientes:

- 1) Testigo sin aplicaciones
- 2) Estiércol incorporada al suelo con escarda
- 3) Estiércol incorporada al suelo con escarda + Humitron12
- 4) Estiércol + Humitrón*12 + Raizal
- 5) Estiércol incorporada al suelo con escarda + Raizal

2	1	4	5	4
5	2	3	4	1
1	4	5	3	2
2	3	1	5	2
3	4	1	5	3

Figura 3.2. Distribución de los tratamientos de la rehabilitación de *Bouteloua curtipendula*

Aplicaciones

Las aplicaciones se realizaron de la siguiente manera:

1ª Aplicación, día 28 de septiembre del 2001

2ª Aplicación, día 30 de septiembre del 2001

3ª Aplicación, día 2 de octubre del 2001

4^a Aplicación, día 4 de octubre del 2001

5^a Aplicación, día 6 de octubre del 2001

6^a Aplicación, día 8 de octubre del 2001

7^a Aplicación, día 10 de octubre del 2001

8^a Aplicación, día 12 de octubre del 2001

9^a Aplicación, día 14 de octubre del 2001

10^a Aplicación, día de octubre del 2001

Los volúmenes en todas las aplicaciones fueron:

2 ml de Humitrón 12 por m²

7.5 gr. de Raizal 400 por m²

5 Kg. de estiércol por m²

Las aplicaciones se realizaron usando una regadera.

Riegos

Se aplicaron tres riegos de auxilio con un intervalo de 15 días, que consistieron de 20 L de agua/m². Las fechas correspondientes a los tres riegos son:

1^{er} riego ----- 13 de Octubre del 2001

2^o riego----- 28 de Octubre del 2001

3^{er} riego ----- 12 de Noviembre del 2001

Parámetros Evaluados

1. Longitud, peso y área de la hoja uno, dos, tres, tomando como hoja bandera la hoja dos, que se encuentra debajo de la hoja bandera. Esto es antes y posterior a los tratamientos.
2. Densidad aparente del suelo se muestreo antes de iniciar con los tratamientos.
3. Retención de humedad del suelo se muestreo antes iniciar con los tratamientos.

Metodología

- a) Se delinearón en los surcos cada uno de los tratamientos (1 m² cada uno)
- b) Se colectaron muestras de suelo con ayuda de anillos metálicos pequeños para determinar densidad aparente 15 muestras de suelo tomadas en el valle y 15 muestras tomadas en la cresta del surco. Las muestras se analizaron en el laboratorio para determinar densidad aparente.
- c) Se Colectaron de 15 muestras de suelo tomadas en el valle y 15 tomadas en la cresta del surco para determinar retención de humedad. Tomadas posteriormente a la aplicación de un riego. La capacidad de

retención de humedad de las muestras obtenidas se analizan y obtienen en el laboratorio.

Procedimiento

- 1) Se enterró el cilindro
 - 2) Se obtuvo una muestra de volumen conocido
 - 3) Se secó al estar mojado
 - 4) Se pesó
 - 5) Se midió la profundidad de penetración del cilindro
 - 6) Se calculó el volumen.
- d) Manejo superficial del suelo con ayuda del rastrillo.
- e) Incorporación de estiércol de cabra a cada uno de los tratamientos con ayuda del rastrillo. 5 Kg de estiércol seco por m².
- f) Colecta de muestras (hojas 1, 2, 3, de arriba para abajo) para determinar longitud, área y peso seco. Se midió con una regla la longitud de la hoja, para ancho de la hoja se midió con una regla de vernier o pie rey (escala métrica) y con la longitud y el ancho se estimó el área con la formula $A = (B \times A)/2$ con ayuda de la balanza analítica se obtienen los pesos de las hojas a 0.0001 gr.

- g) Aplicación del Humitron y Raizal. Disueltos en 5 litros de agua por m².
número de aplicaciones 10.
- h) Aplicación de riegos de auxilio (3 riegos)
- i) Al terminar con las aplicaciones se dejó un tiempo suficiente para que los vástagos desarrollaran y posteriormente tomar las muestras necesarias (hoja 1, 2, 3). El procedimiento es igual al inciso F.
- j) Colecta de muestras de suelo para determinar densidad aparente y capacidad de retención de humedad.

Longitud de la Hoja

Es la comprendida entre la lígula y la punta de la lámina es la medida lineal, para realizar la medición fue necesario cortar (en la inserción de la vaina con la hoja), dicha medición se inicio a partir de la base de la hoja hasta la punta de la misma, con una regla métrica y con aproximación al milímetro más cercano.

Ancho de la Hoja

Se determinó mediante una medición en la parte media de la hoja, con una regla métrica y con aproximación al milímetro más cercano.

Área de la Hoja

Se calculo a través de la figura geométrica de un triangulo isósceles, para ello se tomó la longitud y el ancho de la hoja y se estimó el área de cada hoja cortada, $\text{área} = \frac{\text{Base} \times \text{Altura}}{2}$, la cual se cálculo en mm^2 .

Peso de la Hoja

Una vez cortadas las hojas, se identificaron, se secaron a peso constante en una prensa y luego en la báscula analítica con un nivel de precisión de 0.0001 gr.

Para propósitos de ésta investigación se numeraron las hojas del zacate de arriba para abajo, así tomando la hoja bandera como la 1ª hoja, a sea la última hoja de un vástago antes del embuche ó de que aparezca la inflorescencia (Figura 2).

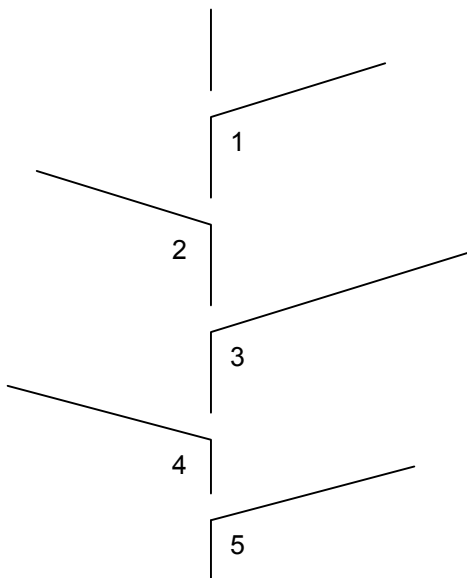


Figura 3.3. Diagrama esquemático del orden jerárquico de los fitómeros en el vástago y en el fitómero de *Bouteloua curtipendula*.

Modelo de Regresión

Función	Ecuación
Lineal	$\hat{y} = a + bx$

Criterios de Selección para los Modelos

Los criterios de selección para determinar el mejor modelo matemático en cada relación, se basaron en tres aspectos.

Mayor coeficiente de determinación	(r^2)
Menor cuadrado medio del error	(CME)
Que sean significativos los estimadores en el ANVA.	*

RESULTADOS

Modelos de regresión

Para la relación de las variables área foliar (y) y longitud foliar (x) se le ajustó el modelo de regresión lineal $\hat{y} = 12.16 + 4.16(x)$, ya que la distribución de los datos presentaron esa tendencia lineal, registrándose en este modelo un coeficiente de determinación (r^2) de 0.7926 y un cuadrado medio de 86.458 del análisis de varianza (Cuadro 4.1) a una probabilidad de $p < 0.05$, $n = 600, 200$ y 150.

También para la relación peso foliar (y) y longitud foliar (x) se le ajustó el modelo de regresión lineal $\hat{y} = 0.0125 + 0.00276(x)$ ya que la distribución de los datos presentaron una tendencia lineal, registrándose en este modelo un coeficiente de determinación (r^2) de 0.6658 y un cuadrado medio del error (CME) de 4.02076^{-5} , del análisis de varianza, (Cuadro 4.2) a una probabilidad de ≤ 0.000 , $n = 600, 200$ y 150.

Para la relación de peso foliar (y) y área foliar (x) se le ajustó el modelo de regresión lineal $\hat{y} = 0.0392 + 0.000634(X)$, ya que se presentó una tendencia lineal en los datos, registrándose en este modelo un coeficiente de

determinación (r^2) 0.8067 y un cuadrado medio del error (CME) de 6.950372^{-5} , del análisis de varianza, (Cuadro 4.3) a una probabilidad de ≤ 0.05 , $n = 600$, 200 y 150.

Hay una asociación positiva en la relación de las variables área foliar y longitud foliar. En la medida que aumenta el peso foliar también aumenta la longitud foliar.

El área de *Bouteloua curtipendula* es una variable no destructiva, fácil de medir, que nos puede ayudar a predecir con un 80 % de confianza la relación que esta variable tiene con el peso de la lamina.

Se prefirió seleccionar modelos lineales por motivos prácticos en la utilización futura del modelo.

Longitud de Hoja

En la longitud de la hoja uno de *Bouteloua curtipendula* tiene 12.86 cm en el tratamiento tres y 11.30 cm para el tratamiento dos por lo tanto presentó una diferencia significativa a favor del tratamiento tres (Figura 4.1). Así mismo en el caso de la hoja dos presento una longitud de 15.66 cm en el tratamiento dos y 17.55 cm de longitud en el tratamiento tres (Figura 4.2). También para la hoja tres es 17.49 cm de longitud en el tratamiento dos y 18.66 cm de longitud en el tratamiento tres (Figura 4.3). Por lo tanto, se muestra una diferencia significativa a favor del tratamiento 3 con una probabilidad de 0.05.

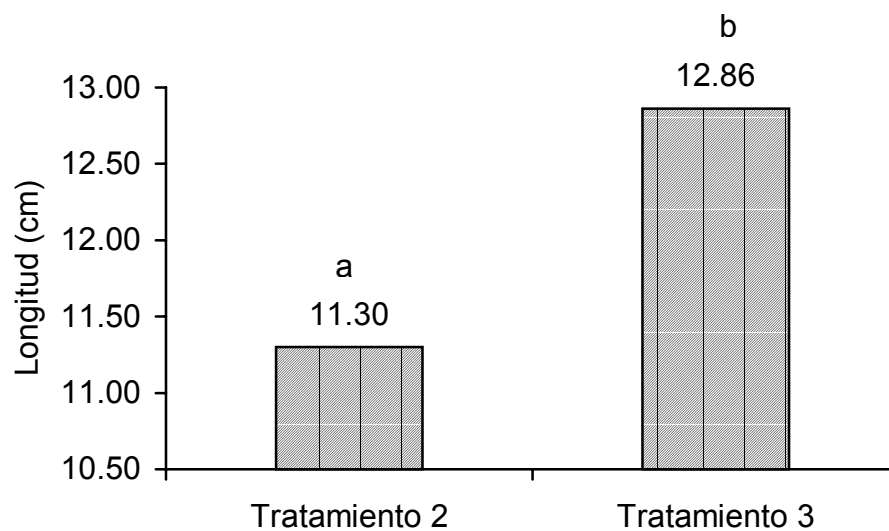


Figura 4.1. Longitud (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja uno.

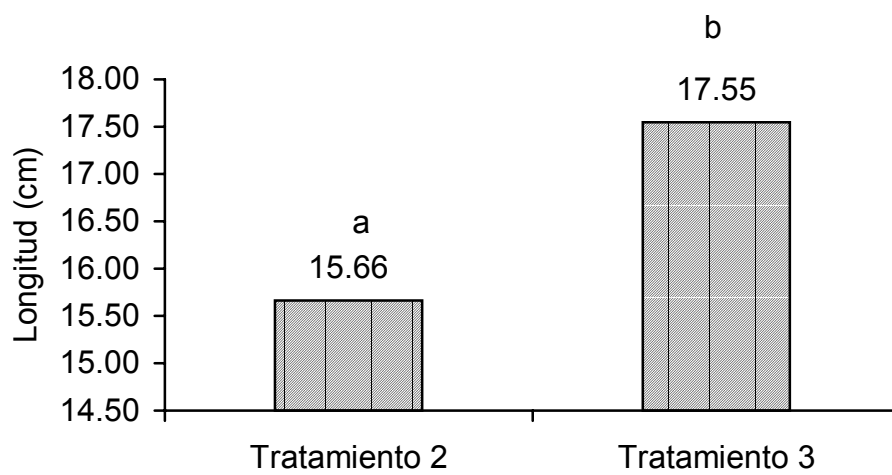


Figura 4.2. Longitud (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja dos.

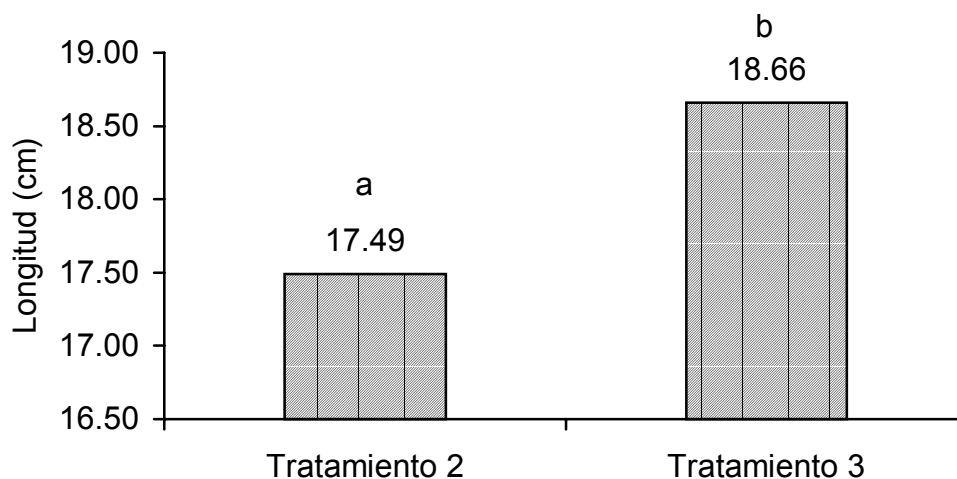


Figura 4.3.- Longitud (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja tres

Longitud de hoja

En el Cuadro 4.1 se muestran una parte global de los datos y observamos en el análisis de la variable longitud que tiene una media de 16.18 cm en promedio de los 600 datos. Con un valor mínimo de 6.20 cm y el valor máximo de 29.50 cm. También la variable longitud muestra en el coeficiente de variación de 24.76 por ciento, lo cual indica que todos los valores están conformando un solo grupo.

De esta variable con un n de 600, solo el 3.3 por ciento, son hojas superiores al resto de las hojas por la variable longitud. Así con el 3.3 por ciento de hojas sobresalientes se muestra como evidencia suficiente y mejorar para continuar realizando trabajos de rehabilitación de la relación suelo – planta para poder aumentar la longitud de las hojas de *Bouteloua curtipendula*, en virtud de que el zacate tiene potencial para elongar más la hoja, esto redundaría en mayor producción de forraje.

Cuadro 4.1. Estadística descriptiva de la longitud de la hoja de *Bouteloua curtipendula* para toda la muestra (n = 600).

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	Mo	CV%	CD%	Obk
Longitud	600	16.118	4.2543	6.2	29.9	23.7	12	10	24.76	21.21	R

En el Cuadro 4.2 se puede observar los 200 datos para cada variable h1, h2 y h3 donde la hoja tres tuvo mayor longitud con un promedio de 18.644 cm de longitud. El valor mínimo de la h3 es de 10.2 cm. Y el máximo es de 27.5 cm. Una disminución en el tamaño de las hojas en un zacate amacollado, como banderita, marca el fin del crecimiento vegetativo, como en este caso la h 3 = 18.65 cm, h2 = 17.14 cm, y h1 u hoja bandera 12.56 cm. Eso quiere decir que cuando el tamaño de la hoja disminuye progresivamente, en ese momento está terminando el crecimiento vegetativo, pero a su vez, está iniciando el crecimiento reproductivo de la planta al producir la inflorescencia.

Cuadro 4.2. Estadística descriptiva de la longitud de la hoja de *Bouteloua curtipendula* para las hojas h1, h2 y h3 (n = 200)

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	Mo	CV%	CD%	Obk
h ₁	200	12.56	3.11	6.2	20.7	14.5	12	10	24.76	21.21	R
h ₂	200	17.14	3.56	8.8	29.9	21.1	16.85	-	20.80	17.23	A
h ₃	200	18.64	3.45	10.2	27.5	17.3	18.5	22	18.51	15.16	A

El Cuadro 4.3 representa a los 150 datos de la variable longitud pero con los cuatro tratamientos y el tratamiento tres tiene una media de 16.426 y para el T5 fue de 16.281 cm, mientras que T4 reportó una media de 16.94 cm, teniendo también las hojas más grandes encontradas con 29.9 cm de longitud. Así que la hoja más grande es de casi el doble del valor promedio para ese tratamiento.

Cuadro 4.3. Estadística descriptiva de la longitud de la hoja de *Bouteloua curtipendula* para cada tratamiento (n = 150)

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	Mo	CV%	CD%	Obk
T2	150	14.82	3.87	6.2	25	18.8	14.6	-	26.16	21.84	A
T3	150	16.42	4.11	8	27.7	19.7	16.5	15.4	25.06	19.80	A
T4	150	16.94	4.06	6.6	29.9	23.3	16.9	16	23.99	19.28	A
T5	150	16.28	4.66	6.5	27.5	21.0	16.2	-	28.64	24.03	R

Área Foliar

En el área de la hoja uno de *Bouteloua curtipendula* tiene 40.76 cm en el tratamiento tres y 33.09 cm para el tratamiento dos por lo que esta comparación presentó una diferencia significativa a favor del tratamiento tres (Figura 4.4). Asimismo, en el caso de la hoja dos presento un de 56.62 cm en el tratamiento dos y 66.20 cm de área en el tratamiento tres mostrando una diferencia significativa a favor del tratamiento tres (Figura 4.5). También para la hoja tres es 60.10 cm de área en el tratamiento dos y 67.14 cm de área en el tratamiento tres (Figura 4.6). Por lo tanto, se muestra una diferencia significativa a favor del tratamiento tres con una probabilidad menor o igual a 0.05.

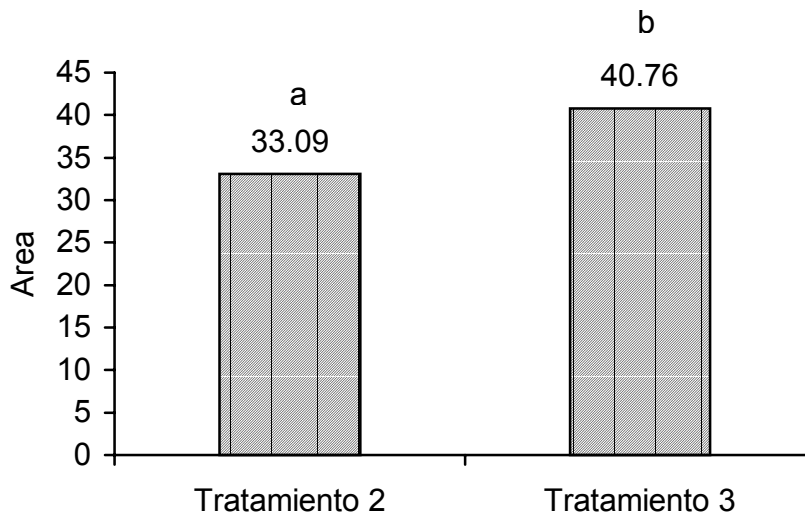


Figura 4.4. Estadística comparativa del área (cm) para el tratamiento dos y tres de la hoja uno.

En este Cuadro 4.4 se observan los datos de la variable área con un $n = 600$ donde el promedio es 56.64 mm^2 . Con un mínimo valor de 16.17 y el valor máximo encontrado es de 121.5 mm^2 . Esta variable área muestra un CV de 36.01% lo cual indica que todos los 600 valores están integrados en dos grupos. En donde hay dispersores para los valores altos.

Cuadro 4.4. Estadística descriptiva del área para la hoja h1, h2 y h3 de *Bouteloua curtipendula* ($n = 600$)

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	Mo	CV%	CD%	Obk
Área	600	56.64	20.40	16.17	121.5	105.33	53.39	-	36.01	29	R

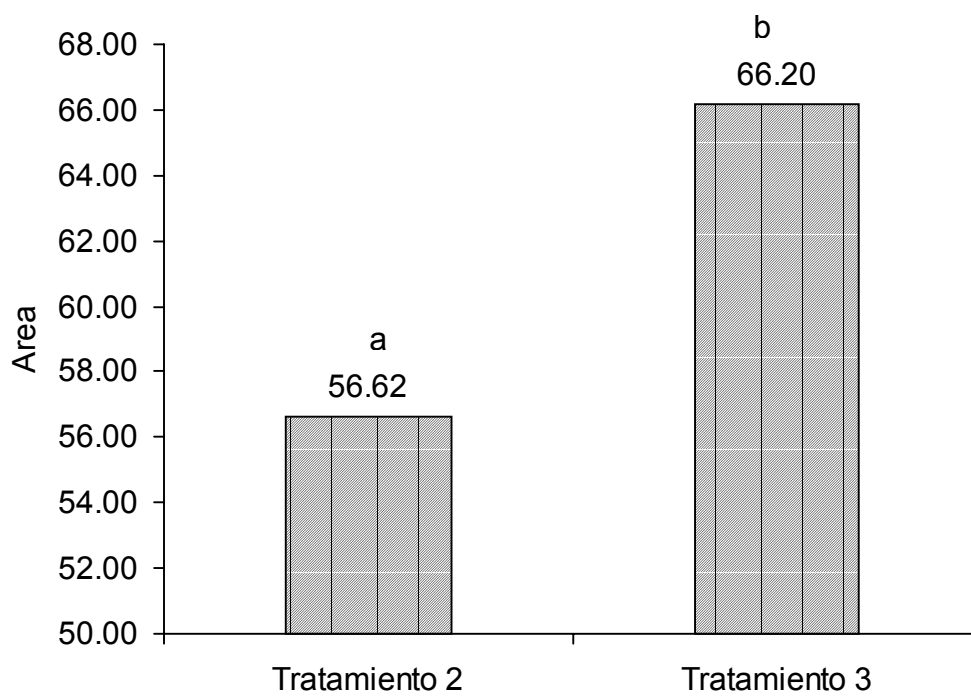


Figura 4.5. Estadística comparativa del área (cm) para los tratamientos dos y tres de la hoja dos

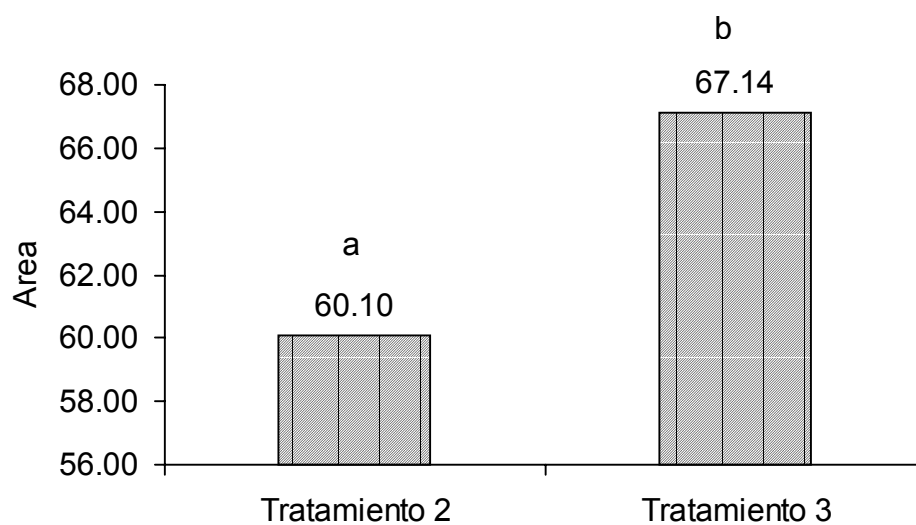


Figura 4.6. Estadística comparativa del área (cm) para los tratamientos dos y tres de la hoja tres.

En el Cuadro 4.5 se presentan los 200 datos de la variable área foliar para las h_1 , h_2 , y h_3 . donde la h_3 tuvo el mejor valor que es de 66.49. y su mínimo valor fue de 32.66 y su máximo valor fue de 121.5. La hoja bandera (h_1) tiene un 41.0 por ciento menos área que la hoja 3, siendo consistente en lo ya expresado en el Cuadro 4.2 de longitud.

Cuadro 4.5. Estadística descriptiva del área para las hojas h_1 , h_2 y h_3 . de *Bouteloua curtipendula* (n = 200)

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	CV%	CD%	Obk
h_1	200	39.20	13.89	16.17	84.68	68.51	37.71	35.44	29.28	R
h_2	200	64.24	17.58	22.50	118.32	95.82	62.95	27.37	22.42	R
h_3	200	66.49	17.00	32.66	121.50	88.84	64.00	25.57	20.44	R

En el Cuadro 4.6 se representan los datos $n = 150$ para cada tratamiento. Donde el tratamiento tres y cinco estuvieron casi iguales, los valores fueron para el tratamiento tres el promedio es 58.0359 cm y para el tratamiento cinco es de 58.5333.

Cuadro 4.6. Estadística descriptiva del área de la hoja de *Bouteloua curtipendula* para cada tratamiento (n =150).

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	CV%	CD%	Obk
T2	150	49.94	18.63	16.28	115.90	99.62	50.67	37.30	29.51	R
T3	150	58.03	21.15	18.54	121.50	102.96	56.79	36.45	29.83	A
T4	150	60.07	19.56	16.17	116.87	100.70	58.47	32.56	26.73	A

T5	150	58.53	20.80	18.68	116.07	97.39	59.02	35.55	28.76	A
----	-----	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	---

Peso foliar

En el peso de la hoja uno de *Bouteloua curtipendula* tiene 0.020 cm en el tratamiento tres y 0.0169 cm para el tratamiento dos por lo tanto presento una diferencia significativa a favor del tratamiento tres (Figura 4.7). Así mismo en el caso de la hoja dos presentó un de 0.032 cm en el tratamiento dos y 0.0358 cm de peso en el tratamiento tres (Figura 4.8). También para la hoja tres es 0.0365 cm de área en el tratamiento dos y 0.0367 cm de peso en el tratamiento tres (Figura 4.9). Por lo tanto, se muestra una diferencia significativa a favor del tratamiento tres con una probabilidad menor o igual a 0.05.

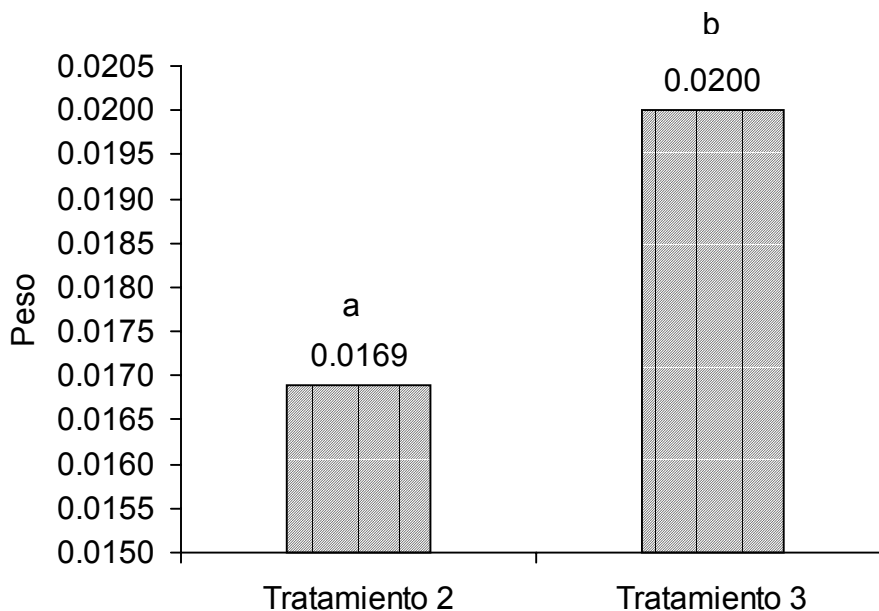


Figura 4.7. Peso (gr) para los tratamientos dos y tres de la hoja uno

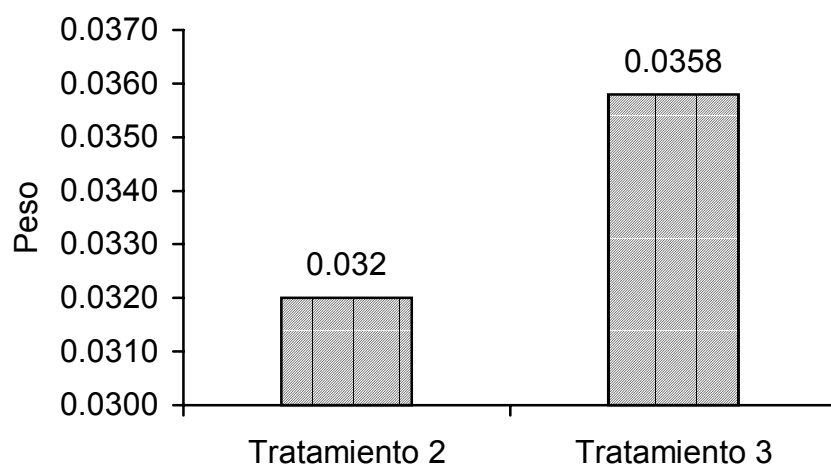
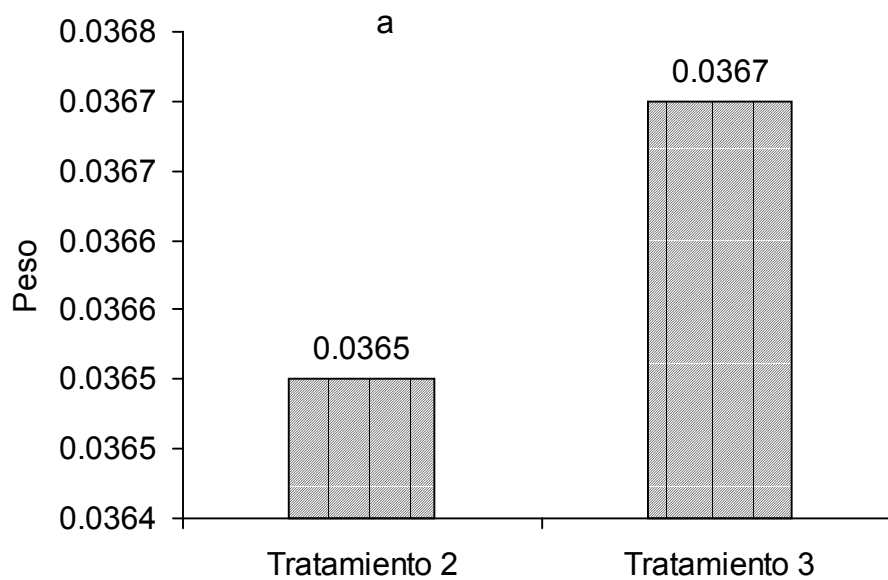


Figura 4.8. Peso (gr) para los tratamientos dos y tres de la hoja dos
b



b

Figura 4.9. Peso (gr) para los tratamientos dos y tres de la hoja tres.

En este Cuadro 4.7 se representan los 600 datos de la variable ^a peso foliar donde el promedio es de 0.03201 g. Con un valor mínimo de 0.0041 g y el valor máximo es de 0.088 g. Por lo tanto la variable peso muestra un CV de 45 por ciento donde se ve que indica dos grupos.

Cuadro 4.7. Estadística descriptiva del peso foliar de *Bouteloua curtipendula* para toda la muestra de 600 datos

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	CV%	CD%	Obk
Peso	600	0.03	0.01	0.004	0.08	0.08	0.03	45.00	36.98	R

En el Cuadro 4.8 se muestran los 200 datos para la variable peso foliar de la h1, h2 y h3, donde la h1 tuvo mayor coeficiente de variación de 38.90 por ciento.

Cuadro 4.8. Estadística descriptiva del peso foliar de *Bouteloua curtipendula* para las hojas (h1, h2 y h3) con un n de 200.

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	CV%	CD%	Obk
H ₁	200	0.20	0.01	0.01	0.08	0.083	0.018	50.45	38.90	R
H ₂	200	0.03	0.01	0.01	0.07	0.059	0.034	33.48	28.71	R
H ₃	200	0.03	0.01	0.01	0.08	0.066	0.038	31.41	24.91	R

En el Cuadro 4.9 se representan los datos de 150 para cada tratamiento, donde el tratamiento tres y cinco tuvieron los siguientes valores, para el tratamiento tres fue de 0.03084 y para el tratamiento cinco fue de 0.03461.

Cuadro 4.9. Estadística descriptiva de peso foliar de *Bouteloua curtipéndula* para cada tratamiento con un n = 150.

Variable	#	\bar{x}	SD	Min	Max	Rango	Md	CV%	CD%	Obk
T2	150	0.02	0.01	0.004	0.08	0.07	0.02	46.41	35.96	R
T3	150	0.03	0.01	0.004	0.06	0.06	0.02	44.17	37.68	R
T4	150	0.03	0.01	0.006	0.07	0.07	0.03	40.52	32.73	A
T5	150	0.03	0.01	0.006	0.08	0.08	0.03	46.46	38.37	R

Los valores de Da se presentan en el Cuadro 4.10 para 2001. Los valores Da disminuyen al final del experimento conforme se aumento la dosis de estiércol debido a la incorporación de materia orgánica.

Cuadro 4.10. Densidad aparente del suelo en la cresta y el valle.

Cresta (A)	Valle (B)
0.7942	0.9944
1.0242	1.3433
0.9202	1.3038
1.1547	1.1815
1.1672	1.1968
1.0657	0.9031
1.1293	1.0087
0.9428	1.0968
0.9162	1.0674

1.0260	1.0223
1.1314	1.0726
1.0420	1.1903
1.0039	1.2393
0.8450	1.1853
0.9356	1.0601
0.8860	1.2728
1.0890	0.9872
1.1525	0.9858
1.1184	1.1430
1.2061	1.2852
$\bar{x} = 1.02752$	$\bar{x} = 1.12698$
$S = 0.115312$	$S = 0.121757$

En el Cuadro 4.11 se muestran los datos de retención de humedad para la cresta y el valle, donde se ve que va aumentando casi el doble

.Cuadro 4.11. Datos de retención de humedad antes de los tratamientos.

Cresta (A)	Valle (B)
1.5523	1.5408
2.5536	2.5565
3.5653	3.5598
4.5728	4.5625
5.5458	5.5762
6.5704	6.5735
7.5651	7.5700
8.5721	8.5633
9.5781	9.5574
10.5893	10.5626
11.5820	11.5510
12.5686	12.5558
13.5652	13.5522
14.5535	14.5612
15.5540	15.5579
16.5568	16.5717
17.5623	17.5493
18.5714	18.5480
19.5811	19.5505
20.5794	20.5419
$\bar{x} = 11.0669$	$\bar{x} = 11.0581$

 $S = 5.7695$ $S = 5.7630$

DISCUSIÓN

Características Morfológicas de los Zacates

La longitud foliar promedio obtenida en el presente trabajo fue de 16.118 mm ($n = 150$). González (1995) reporta para longitud un 85.3 mm ($n = 36$ vástagos), lo anterior no coincide con Cable (1979) quien reporta 173 mm de longitud foliar en punta blanca, mientras que Borril (1989) reporta 181, 152 y 143 mm en tres líneas de *Glyceria declinata*, donde el segundo autor obtuvo la media de 554 vástagos, mientras que el tercero de 22 plantas por línea. Estos dos autores realizaron sus trabajos de investigación bajo condiciones controladas, en contraste a las condiciones en las que se trabajó en este trabajo

y el del primer autor. Como se pudo observar son muy diferentes, lo cual se debe a que los tres autores que se mencionan trabajaron con diferentes especies, mientras que en esta investigación se llevó a cabo con *Bouteloua curtipendula*. Cabe mencionar, que en la longitud el comportamiento de la longitud de la hoja uno a las tres es 12.565, 17,145 y 18.644, respectivamente. Lo cual coincide con Borril (1979), donde dice que el tamaño de hojas sucesivas se va incrementando, pero las hojas de un macollo en floración son más pequeñas, estos cambios en dimensión foliar parecen estar

más relacionados con el inicio de la rápida elongación de los tallos durante la floración, que con el estímulo de la floración en si. En lo referente al área foliar el primer autor reporta de 1.2 a 340 mm², lo cual no coincide con lo encontrado en este trabajo que fue de 16.17 a 121.50 mm² con un promedio de 56.6462 mm², esto se debe a que la investigación se llevó a cabo en diferentes especies. En cuanto al peso foliar, el mismo autor reporta de 0.7 a 31.3 mg, en donde se presentó un incremento progresivo muy marcado de la hoja uno a la 10, respectivamente. Lo cual tampoco coincide con lo encontrado en este trabajo, ya que se presentó de 0.001441 a 0.088 mg con una media de 0.03201 mg, siendo en este caso también la diferencia de especies.

Al conjuntar todas las características de banderilla y tomando en cuenta en que número de fitómero se presenta la mayor longitud, área y peso foliar, para poder darse cuenta cuando es el mejor momento para que ese vástago sea cortado o consumido por el ganado sin causarle daño a la planta, posterior al rebrote; lo anterior, puede llevarnos a tener una buena producción de forraje en forma sostenida.

Ya de acuerdo con Narro (1984), esta tiene una baja densidad y un efecto de agregación sobre las partículas minerales del suelo, lo que provoca una reducción en la densidad aparente. Lo anterior coincide con lo reportado por Carreón (1985) y Contreras (1985) que menciona que las aplicaciones de materia orgánica redujeron la Da del suelo.

Modelos de Regresión

El análisis de regresión que se uso para la relación de las variables utilizadas para la obtención de la ecuación de predicción, arrojó resultados que presentan correlaciones significativas, para el tamaño de muestra empleado. En este caso el modelo de regresión lineal $Y = a + bx$, fue el mas adecuado para relacionar los diferentes componentes y fue el que presento mayor r^2 (0.7926), el segundo modelo presentó un coeficiente de determinación de (0.6658) y el último modelo, arrojó un r^2 (0.8067)

Los modelos obtenidos son abstracciones y simplificaciones de la realidad y que los atributos de un modelo perfecto, son la generalidad, el realismo y la precisión. La utilización del modelo de regresión lineal dependerá del tiempo disponible, el personal de la precisión deseada, porque para el empleo del modelo se requiere de dos mediciones.

CONCLUSIONES

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

1. En base a los datos que se obtuvieron al describirlos atributos de las hojas de diferentes fitómeros de zacate banderilla, se encontró que si es posible describirlos (quitarle lo oculto al fenómeno de estudio) al notar que en los valores máximos están muy por arriba de la $\bar{x} \pm S = 68.24$ por ciento. Lo que quiere decir, que existen dispersores por el lado de los valores altos de longitud, área y peso; si bien el lado de los valores encontrados se comportan como normales todavía existen datos sobresalientes en la escala alta, que nos indican que el zacate banderita todavía tiene potencial de tener una mayor longitud, área y peso, pero es necesario continuar mejorando el suelo en su ambiente físico y biológico.
2. Al comparar los atributos de las hojas de diferentes fitómeros del zacate banderilla, se encontró que el tratamiento tres fue sobresaliente al mostrar diferencias significativas sobre el tratamiento dos.

3. Considerando la información obtenida en relación a obtener una asociación para los atributos del fitómero, se encontró que los modelos lineales tuvieron el mejor ajuste en la predicción.

LITERATURA CITADA

- About, J.L. and T.C. 1973. Persistence of phosphorus in calcareous Soil. *Sci. Soc. Amer. Proc.* 37: 60 – 63. USA.
- Borril, M. 1989. Inflorescence initiation and leaf size in some gramineae. *Welsh Plant Breeding station, nr. Aberystwyth. Annals of Botany, N. S* 23 (90): 217 – 227.
- Broadhant, J.M. 1953. The soil organic fraction. In: *Adv. Agron.* 5
- Bryan, H.N. 1989. Florida State Horticultural Society. *Hort. Science.*
- Cable, D. R 1979. Ecology of Arizona cottontop. Research Paper RM – 209. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Forest Service U. S Department of Agriculture. 21 p.
- Contreras N. M. 1985. Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de papa. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Contreras N. M. 1985. Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de papa. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Carter, M. R. 1992. Influence of Reduced Tillage System on Organic Matter, Microbial Biomass, Macro – aggregate Distribution and Structural

stability of the surface Soil in humic Climate. Agriculture/agronomy.
23 (4): 361 – 372.

Castellanos J., Z. 1985. Memorias del primer ciclo de conferencias sobre la utilización de estiércol en la agricultura. IAETM, A.C. Secc. Laguna, Torreón, Coahuila.

Dauvry, F.L. 1906. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Proc. Soil. Sci. Soc. Am (4):60-64.

- Departamento de Agrometeorología, 1994. Boletín Agrometeorológico. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ditix, V.K. and Kishore N. Effect of humic acids and fulvic acids fractions of soils organic matter on seed germination. Indian j. Sci. Ind. 1.
- Fernandez V., H. 1968. The actino humic acids of different sources on the development of plant and their effect on increasing concentration of the nutrient solution. P. 805-806. Inc: Study Week on Organic Matter and Soil Fertility North-Holland Publishing Co. Amsterdam.
- Freder, L.E. and Brown, W.N. 1965. A cytotoxic study of *Bouteloua curtipendula* and *B. uniflora*. Bul. Torr. Bit. Club 82: 121- 130.
- Gay, CH.W. Jr., Dwyer, D.D. y R.E. 1970. New México Range plants, New México Sta. Univ. Coop. Ext. Serv. Cir. 374.
- González S., E. 1995. Caracterización morfológica del zacate punta blanca *digitaria californica* Benth. Chase. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.p. 28-38.
- Gould, F.W. and Kapadia, Z.J. 1962. Biosystematic studies in the *Bouteloua curtipendula* complex. I. The aneuploid rhizomatous *Bouteloua curtipendula* of Texas. Amer. Jour. Bot. 49: 887 – 892.
- Harlan, J. R., Zinder, L. A. Celarier, R. P. 1952. Cytological studies of southern great Internacional Grassland Congreso. 228 – 232.
- Hernández E., y Ramos, S. A. 1968. Mejoramiento de las plantas forrajeras en México. Memoria del tercer Congreso Nacional de Citogenética (1er. Simposio). Sociedad Mexicana de Citogenética A. C. Ceneinea, Chapingo, México.
- Hernando V.B., Ortega and C. Forton. 1976. Soil organic matter studies. Instituto de Edafología y Biología General. Madrid, España. p. p 60 - 63
- Hoover, M.M., M. A Hein, M.A Darton and C. D. Erlanson. 1948. The main grasses for form and home. Grasses. USDA. Yearbook agriculture 655 – 658.
- Labrador M., J., Guilberteau C., L. López B. y J.L. Reyes P. 1993. La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid , España. Num. 3.
- Luna G., C. 1992. Simulación del riego superficial en surcos usando una ecuación integral. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 125 p.

- Narro F., E. 1984. Apuntes del curso de Análisis físico del suelo y planta. UAAAN. Saltillo Coahuila. México.
- Omega Agroindustrial, S.A. de C.V. 1989. Humitron, Humiplex. Boletín Técnico. Saltillo, Coahuila, México.
- Ortiz V., B. y Ortiz S., C. A. 1987. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. México. p .p 30 – 34.
- Palomares R. 1990. Revista frutos. Numero 12. Año 4. C.N.P.H. México, D.F.
- Popas P. A. and Schnizer M.M. 1971. Fulvic acid adventitious root formation. Depto. of Agriculture of Canada. Soil. Biology. Biochem. p 54.
- Prat, S. 1970. Effect of humic substances on plants. Second Intern Peat Congress, Leningrad. Edit. R.A. Robertson, H.M.S.O. Edimburgh.
- Reynaga V., J. R. 1995. Transformación ecológica de pastizales. En: J. G. Medina T., M. J. Ayala O., L. Pérez R. y J. Gutiérrez C. Rehabilitación de ecosistemas de pastizales, conceptos y aplicaciones. XI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Saltillo, Coahuila, México. p.p. 11-23.
- Russell, J.S. and Greacen E.C. 1977. Soil factor in crop production in a semiarid enviroment, University of Queensland Press.
- Sánchez C., M. 1997. Rehabilitación ecológica del pastizal, I. Manejo superficial e incorporación de material orgánico al suelo. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 97p.
- Savory, A. 1988. Holistic Resource Management. Ed. Island Press. Washington, D.C. p.p. 564.
- Sladky, Z. 1959. The application of extracted humus substances to overground parts of plants. Biol. Plant. Pregue. 1.
- Steelink, S.A. 1963. Effects of humic sustances on plants growth. In Humic substances Effects on Soil and Plants. R.E.D.A. Roma. Italy.
- Vaca A., J. L. 1993. Patrón de producción de una mezcla establecida de especies forrajeras por efecto del medio ambiente. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 64 p.
- Voisin, A. 1971. Dinámica de los pastos. Ed. Tecnos. Madrid, España. p.p. 452.

Wight, J.R. and F.H. Siddoway. 1972. Improving precipitation efficiency of rangeland by surface Modification. J. of Soil and Water Conservation. (27): 170-174.

APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza de la regresión lineal, para las variables área foliar y longitud foliar de *Bouteloua curtipendula*.

F. V	G. L	S c	CM	F c	Ft 0.05
Regresión	1	197586.3	197586.3	2285.3436	1.000000
Error	598	51701.89	86.458		
Total	599	249288.1	416.1738		

Cuadro A2. Análisis de varianza de la regresión lineal, para las variables peso foliar y área foliar de *Bouteloua curtipendula*.

F. V	G. L	S c	CM	F c	F t 0.05
Regresión	1	0.1003503	0.1003503	24.95.8053	1.000000
Error	598	2.404411 ⁻²	4.02076 ⁵		
Total	599	0.1243945	2.076703 ⁻⁴		

Cuadro A3. Análisis de varianza de la regresión lineal, para las variables peso foliar y longitud foliar de *Bouteloua curtipendula*.

F. V	G. L	S c	CM	F c	F t 0.05
Regresión	1	8.283126 ⁻²	8.283126 ⁻²	1191.7529	1.000000
Error	598	4.156322 ⁻²	6.950372 ⁻⁵		
Total	599	0.1243945	2.076703 ⁻⁴		