

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Arreglo Espacial y Densidad de Plantación de Tres Materiales de Zacate Búfalo  
(*Bouteloua dactyloides*) para Césped

Por:

**JUAN CARLOS MARTÍNEZ BALDERAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Arreglo Espacial y Densidad de Plantación de Tres Materiales de Zacate Búfalo  
(*Bouteloua dactyloides*) para Césped

Por:

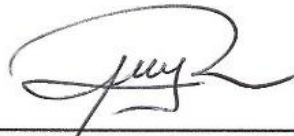
**JUAN CARLOS MARTÍNEZ BALDERAS**

TESIS

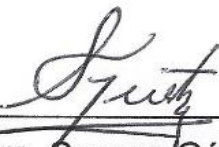
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Ph.D. Juan Manuel Martínez Reyna  
Asesor Principal



Dra. Susana Gómez Martínez  
Coasesor



M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega  
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2018

## AGRADECIMIENTOS

En primera estancia quiero agradecer a Dios, por darme la vida y el privilegio de disfrutar cada día al máximo, con ello la fortuna de estar sano y la posibilidad de ser mejor cada día.

A mi ALMA MATER, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de superarme y ser uno de sus egresados. Por haberme entregado los conocimientos y las herramientas necesarias para formarme como un profesional, además de haberme cobijado como un hijo. Por permitirme la oportunidad de retribuirle en algo lo mucho que me dio, al pertenecer al Equipo Internacional de Identificación de Plantas de Pastizales (EIIPP 2017-2018).

Al Ph.D. Juan Manuel Martínez Reyna por compartir su sabiduría al ser mi profesor y asesor, por su disponibilidad en todo momento, por sus consejos, sugerencias, anécdotas y pláticas tan amenas. Por su apoyo incondicional, pero sobre todo por su amistad.

A la Dra. Susana Gómez Martínez por todo el apoyo brindado durante mi estancia en la universidad, por sus enseñanzas y sobre todo sus valiosas aportaciones en la revisión de mi trabajo de tesis.

A la M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega por su valiosa colaboración en la revisión del presente trabajo.

A Danny Infante por acompañarme en esta travesía y por haberme brindado momentos increíbles e inolvidables, por su amistad, amor y grandes enseñanzas.

A mis mejores amigos, pero sobre todo hermanos: Davo, Mario, Leo, Lalo, y Ana María, por su gran amistad y por todos esos momentos inolvidables que compartimos y por ser mi segunda familia, muchas gracias.

A mí mejor amiga, única e inigualable Claudia Lucas Ruiz, por sus locuras, por sus pláticas, por las muchas aventuras que vivimos y sobre todo por su amistad incomparable.

A mis compañeros y amigos: Darinel, Andrés, Nico, José Luis, Cristino, Yoni, Rudi, Gamaliel, Manzano, Rosa, Luis, Robert, y Jesús Roberto de la Generación CXXIV de la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Producción. Por las aventuras y anécdotas inolvidables.

A mis compañeros y familia del EIIPP 2017-2018: Sait, Mejy, Grecia, Lulú, Lisandro, Julio, Areli, Juan De Dios, Charly, Oscar y Carmela, por todas la aventuras, anécdotas, risas y sobre todo por su amistad.

A mi MEX 44 ANUNNAKI por ser una gran familia para mí, por estar conmigo y enseñarme lo maravillosa que es la vida.

A todos los profesores que me impartieron clases durante mi formación profesional por sus consejos, pláticas, sabiduría, enseñanzas e inculcarme el amor a la agronomía y dejarme una huella con sus clases, especialmente: al Dr. Juan Manual Martínez Reyna nuevamente, a la Dra. Elizabeth Galindo Cepeda, a la Dra. Norma Angélica Ruiz Torres y al Ing. Rodolfo Martínez.

## DEDICATORIAS

### **A mis padres:**

Miguel Martínez Ramos y Esperanza Balderas Flores

Por haberme dado la vida, por su amor incondicional, por su comprensión, por confiar siempre en mí y estar ahí en cada momento, por sus sacrificios, su esfuerzo y por apoyarme en todas mis proyectos. Deseando que tomen este logro como suyo.

### **A mi hermana:**

Cecilia Martínez Balderas

Por ser la mejor hermana del mundo por su amistad, amor, cariño y afecto. Que sepa que nada es imposible. Porque de lo bueno, poco.

### **A mis padrinos:**

Arturo Osorio y Carla Ruiz

Por ser mis segundos padres, apoyarme en cada momento, por sus consejos, por su amor y sabiduría.

### **A mi amigo y hermano:**

Eduardo Jiménez Paulino (+)

Por haberme permitido conocerlo y enseñarme lo mucho que hoy soy, por enseñarme a nunca rendirme y dar siempre lo mejor de mí. Por ser un guerrero, un ángel y una motivación. Descansa en Paz hermano, puedes marcharte todo está hecho. BUITRES POR SIEMPRE.

### **A mis Abuelos:**

Eladio Martínez y Bonifacia Ramos

Cecilio Balderas y Esther Flores

Por sus acertados consejos, sabiduría, amor, cariño, afecto, por estar conmigo y enseñarme cuan valiosa es la vida, a nunca rendirme y ser inmensamente feliz.

A mis tíos: Juvenal, Lourdes, Ismael, Lucio y Mauro por estar conmigo, apoyarme en esta travesía, porque siempre me han considerado más que un sobrino, si no como un hijo. Quiero dedicarles este logro y lo tomen como suyo, ya que a ellos la vida no les permitió gozar algo así, pero yo les quiero compartir esto, de la misma forma en que ellos me compartieron su amor, afecto y buenos deseos.

A mis primos: Valerio, Julia, Héctor, Zeferino, Gabriel, Jesús, Abigail, Eloy, Fernando y Adrián por todo su apoyo cuando inicie y durante la carrera, por sus buenos deseos, por darme palabras de motivación, por poner su esperanzas y confianza en mí e igualmente deseando que tomen este logro como suyo, ya que por diferentes motivos ellos no pudieron obtener una carrera profesional.

A mis primos: María José, Karen, Rolando, Jesús, Alan, Iker y Brayan, les dedico este triunfo, deseando que les sirva como motivación y no desistan hasta obtener un título universitario.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades del Zacate Búfalo.....	3
Origen.....	3
Descripción morfológica.....	3
Descripción citogenética.....	5
Clasificación taxonómica.....	5
Distribución geográfica.....	6
Importancia como césped.....	7
Variedades de zacate Búfalo disponibles en EUA.....	8
Calidad de césped.....	9
Establecimiento y Mantenimiento.....	10
Arreglo espacial y densidad de plantación.....	10
Tipos de establecimiento.....	11
Semilla.....	11
Material vegetativo.....	11
Cepas.....	11
Tepes.....	12

Riegos.....	13
Fertilización.....	13
Podas.....	13
Caracterización Morfológica.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Localización del Área de Estudio.....	15
Material Genético.....	15
Preparación de Material Vegetativo.....	15
Preparación de Terreno.....	16
Establecimiento de Cepas.....	16
Mantenimiento.....	16
Riegos.....	16
Control de malezas.....	16
Fertilización.....	16
Podas.....	16
Diseño Experimental.....	17
Factores y niveles.....	17
Parcela útil.....	18
Variables Evaluadas.....	18
Cualitativas.....	18
Cuantitativas.....	19
Estudio de Caracterización Morfológica.....	20
Análisis Estadístico.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
Caracteres Cualitativos.....	22



Porcentaje de cobertura aérea.....	22
Caracteres Cuantitativos.....	26
Altura de planta.....	26
Densidad de tallos.....	27
Densidad de hojas.....	29
Caracterización Morfológica.....	31
Cepas.....	31
Plantas maduras.....	32
CONCLUSIONES.....	34
LITERATURA CITADA.....	35
APÉNDICE.....	39

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>		<b>Pág</b>
1	Espaciamiento entre cepas para establecimiento de zacate Búfalo recomendado por la empresa Todd Valley Farms.....	12
2	Datos de colecta y nivel de ploidía de los materiales evaluados.....	15
3	Fechas de estimación de cobertura aérea y sus correspondientes DDP.....	19
4	Fechas de muestreos para densidad y sus correspondientes DDP.....	19
5	Fechas de mediciones de alturas y sus correspondientes DDP.....	20
6	Cuadrados medios del análisis de varianza para porcentaje de cobertura en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	22
7	Prueba de medias y medias en arreglo espacial para porcentaje de cobertura aérea en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	24
8	Prueba de medias y medias en materiales de zacate Búfalo para porcentaje de cobertura en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	24
9	Cuadrados medios del análisis de varianza para altura de planta en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	26

10	Prueba de medias y medias en arreglo espacial para altura de planta en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	27
11	Prueba de medias en materiales de zacate Búfalo para altura de planta en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	27
12	Cuadrados medios del análisis de varianza para densidad de tallos en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	28
13	Medias para densidades de plantación en densidad de tallos en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.	28
14	Prueba de medias en materiales de zacate Búfalo para densidad de tallos en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	29
15	Cuadrados medios del análisis de varianza densidad de hojas en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.	30
16	Prueba de medias y medias para densidad de plantación en densidad de hojas en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	30
17	Prueba de medias y medias para materiales de zacate Búfalo en densidad de hojas en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	31
18	Valor promedio de las variables morfológicas en cepas de los tres materiales de zacate Búfalo.....	32
19	Valor promedio de las variables morfológicas en plantas maduras de tres materiales de zacate Búfalo.....	33
20	Número de diferentes tipos de tallos florales por material de zacate Búfalo.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>		<b>Pág</b>
1	Plantas de zacate Búfalo A) Planta hembra; B) Planta macho.....	4
2	Área de distribución y adaptación de zacate Búfalo en EE. UU. y México.....	6
3	Arreglos de plantación en unidades experimentales.....	18
4	Gráfica de estimaciones de porcentaje de cobertura de los tres materiales de zacate Búfalo en los dos arreglos espaciales en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.....	25

## ÍNDICE DE APÉNDICE

<b>Figura</b>		<b>Pág</b>
<b>No.</b>		
A.1	Acomodo de arreglos espaciales A) Arreglo central B) Arreglo general.....	40
A.2	Establecimiento de experimento 24 de junio 2016.....	40
A.3	Porcentaje de cobertura a los 79 DDP.....	40
A.4	Porcentaje de cobertura a los 131 DDP.....	41
A.5	Porcentaje de cobertura a los 388 DDP.....	41
A.6	Método de muestro para obtener densidad de tallos y hojas.....	41
A.7	Tipos de tallos florales. A) Tipo I B) Tipo II C) Tipo III.....	41

## RESUMEN

El zacate Búfalo (*Bouteloua dactyloides*) tiene un gran potencial para ser utilizado en México como césped de bajo mantenimiento. El hecho de que la mejor forma de establecer esta especie es mediante material vegetativo hace que se incrementen los costos de establecimiento. Ante este panorama los objetivos del estudio fueron comparar en tres materiales de zacate Búfalo, B9, B62 y RC17, el efecto de dos arreglos espaciales (arreglo central y arreglo general) en la cobertura aérea y altura de planta y el efecto de dos densidades de plantación (36 cepas y 366 cepas por m<sup>2</sup>) en la densidad de hojas y tallos. Adicionalmente se caracterizaron morfológicamente los tres materiales. El experimento se realizó en las instalaciones de la UAAAN en Saltillo, Coahuila en 2016 y 2017, bajo un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 2x3. Se obtuvo información de estimaciones de porcentaje de cobertura aérea, muestreos de altura y de densidad de tallos y hojas, la toma de datos se efectuó en diferentes fechas. En ningún caso los análisis de varianza (ANVA) detectaron diferencias estadísticas para la interacción, pero si para uno o ambos factores. En los ANVA de porcentaje de cobertura se presentaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) para arreglos espaciales en tres fechas y en cuatro fechas para los materiales. Las pruebas de medias mostraron a B9 y B62 como los materiales con mayor y menor porcentaje de cobertura, respectivamente. Los ANVA de altura de planta detectaron diferencias estadísticas entre los tres materiales y las pruebas de medias indicaron que RC17 es el material de porte más bajo en contraste B62 es el material más alto. Para la densidad de tallos, los ANVA no presentaron diferencias estadísticas entre las densidades de plantación pero si diferencias estadísticas entre los materiales. RC17 es el material con la mayor densidad de tallos. Los ANVA realizados para la densidad de hojas mostraron diferencias estadísticas entre las densidades de plantación, y se encontraron diferencias altamente significativas entre los materiales. B9 es el material con el mayor número de hojas y el material RC17 tiene el mayor número de hojas por tallos y en consecuencia al tener el mayor número de tallos, también tuvo la mayor cantidad total de hojas (hojas+hojas por

tallo). B62 se mostró como el material con la menor densidad de tallos y hojas. Morfológicamente los materiales son diferentes. En cepas tuvieron una marcada diferencia en color, pubescencia y longitud de lámina foliar. En plantas maduras el color, la pubescencia, el número de tallos florales, el número de involucros por tallo floral y los tipos de tallos florales fueron las características más contrastantes. Los resultados permiten concluir que en este trabajo no existió interacción entre los dos factores en las variables evaluadas. Dentro del factor arreglo espacial, si el tiempo de cobertura no es factor de importancia el arreglo central reduce los costos de establecimiento. La densidad de tallos y hojas no son afectadas por la densidad de plantación por lo que es posible emplear una densidad de plantación baja (36 cepas por m<sup>2</sup>) y reducir con ello los costos de establecimiento. Los tres materiales son diferentes morfológicamente y considerando los criterios de calidad de césped, los más sobresalientes son B9 y RC17.

**Palabras clave:** Zacate Búfalo, cobertura, altura de planta, densidad de hojas, densidad de tallos, caracterización morfológica.

## INTRODUCCIÓN

El zacate Búfalo (*Bouteloua dactyloides*) es una planta nativa de las planicies de Norteamérica que por sus características morfológicas y de adaptación es una buena opción para ser utilizado como césped de bajo mantenimiento. Es una especie de porte bajo, de textura fina, requiere menos podas, riegos y fertilizante que los céspedes tradicionales. El zacate Búfalo es una planta de estación cálida que se extiende rápidamente por estolones generando un césped denso, atractivo y uniforme. Una vez establecido es capaz de sobrevivir en condiciones climáticas extremas como sequías prolongadas, calor y frío intenso. Una de las principales características del zacate Búfalo reside en que sus costos de mantenimiento son bajos, por lo que una vez establecido el ahorro en insumos y de agua es considerable, por ese motivo a mediados de la década de los 80`s el mejoramiento del zacate Búfalo para césped recibió un gran impulso por la Asociación de Golf de Estados Unidos (USGA por sus siglas en inglés) con el apoyo a programas de mejoramiento de esta especie en Texas A&M University, University of California Davis y University of Nebraska Lincoln. El principal objetivo de estos programas fue producir cultivares de zacate Búfalo que redujeran en un 50% los gastos de agua y energía en los campos de Golf (Martínez, 2011). Como resultados de este convenio en EE. UU. se encuentran disponibles más de 20 variedades de zacate Búfalo para césped, adaptado a diferentes zonas del país.

En México solamente la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) realiza investigaciones sobre el zacate Búfalo como césped. El Programa de mejoramiento genético de esta especie en la UAAAN tiene 15 años de existencia. El programa inicio con la realización de colectas de plantas de zacate Búfalo en diferentes zonas geográficas y climáticas del norte y centro del país, buscando genotipos que mostraran potencial para calidad de césped. A la fecha se han seleccionado tres materiales sobresalientes con potencial para ser usados como



césped para regiones semiáridas del país: B9 que proviene de un material colectado en el sureste de Coahuila y, B62 y RC17 seleccionados a partir de colectas realizadas en el norte de San Luis Potosí.

La principal forma de establecimiento del zacate Búfalo en México sería por cepas, que son porciones de estolones enraizados y amacollados, sin embargo este método eleva el costo de establecimiento de esta especie, ya que una charola de 72 cepas de zacate Búfalo en Estados Unidos cuesta en promedio \$50.00 USD.

El establecimiento por medio de cepas de zacate Búfalo para césped reduce el tiempo para cubrir una superficie. El arreglo espacial y la densidad de plantación son factores importantes en el establecimiento de esta especie, pueden variar dependiendo de qué tan rápido se desee la cobertura completa del área a plantar. Si se requiere una cobertura total en el primer año de crecimiento es recomendable reducir el espaciamiento entre cepas, y con ello un incremento en la densidad, es decir en el número de cepas por unidad de superficie. Una consecuencia de esto es el incremento de los costos de establecimiento.

### **Objetivos**

- Comparar el efecto de dos arreglos espaciales en la cobertura aérea y altura del zacate Búfalo.
- Comparar el efecto de dos densidades de plantación en la cantidad de hojas y tallos por superficie del zacate Búfalo.
- Identificar si algún material sobresale en un arreglo espacial o densidad de plantación específica.
- Caracterizar morfológicamente tres materiales de zacate Búfalo.

### **Hipótesis**

- El arreglo espacial y densidad de plantación pueden ser manejados para reducir los costos de establecimiento del zacate Búfalo.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## Generalidades del Zacate Búfalo

### Origen

El zacate Búfalo [*Bouteloua dactyloides* (Nutt) Columbus.] es originario de la región central de México, particularmente en el estado de San Luis Potosí, se considera que de ahí se dispersó a la región de las Grandes Planicies de Norteamérica. Semillas fosilizadas encontradas en praderas de Kansas, en Estados Unidos indican que el origen del zacate Búfalo se remonta a 5 o 7 millones de años (Martínez, 2011).

### Descripción morfológica

Es una especie perenne, dioica y ocasionalmente monoica, su altura oscila de 5 a 25 cm. Tiene un hábito de crecimiento rastrero por medio de estolones delgados con una longitud de 5 a 60 cm, los nudos son glabros y frecuentemente se enraízan para formar nuevas plantas, esto le permite un rápido esparcimiento. Su sistema radicular es de tipo fibroso y puede llegar a tener más de un metro de profundidad. La longitud de sus limbos varía en un rango de 1-17 cm y de 1-3 mm de ancho. El color del follaje puede ser verde oscuro, verde limón o verde azulado (Martínez, 2011; Stubbendieck *et al.*, 2017).

Las inflorescencias de la especie son tan diferentes que en un principio las plantas hembra y macho fueron clasificadas como especies diferentes (Figura 1). En 1818 Nuttall describió esta especie a partir de un espécimen estaminado y lo nombró como *Sesleria dactyloides* y 1855 Steudel nombró como *Antephora axilliflora* al espécimen pistilado; finalmente, en 1859 Engelmann describe al zacate Búfalo como una especie dioica bajo el nombre de *Buchloe dactyloides* (Martínez y Armendáriz, 2010).



Figura 1. Plantas de zacate Búfalo. A) Planta hembra; B) Planta macho.  
(Hernández *et al.*, 2007)

La Inflorescencia masculina es una panícula formada por tres o cuatro ramificaciones espigadas que incluyen de 8 a 10 espiguillas estaminadas y formadas por dos glumas desiguales, la primera reducida hasta un tercio de la longitud de la segunda gluma, y esta última presenta una nervadura central prominente; la primera gluma con o sin nervadura central y de apariencia hialina. Las glumas protegen a dos florecillas, cada una formada por la lema, la palea y los órganos sexuales. La lema sobresale de las glumas, ya que la longitud de la segunda gluma es dos tercios de la longitud de la lema, y con una nervadura central prominente más dos laterales. La palea es de aspecto hialino y del mismo tamaño que la lema, pero sólo tiene dos nervaduras laterales. La palea envuelve a tres anteras (Martínez y Armendáriz, 2010; Stubbendieck *et al.*, 2017).

La inflorescencia femenina es una panícula formada por dos o tres involucros, éstos a su vez tienen dos espiguillas. Cada espiguilla se compone de dos glumas, la primera reducida o vestigial, y la segunda endurecida y con tres aristas, de las cuales la central es la más alargada. Esta segunda gluma se fusiona exclusiva y parcialmente con una segunda gluma de una espiguilla estéril reducida. Las

aristas sobresalen a la lema. Ambas glumas son pubescentes y envuelven a una florecilla con una lema de tres nervaduras (la central es prominente), y las tres se prolongan para formar pequeñas aristas. La palea es del mismo tamaño que la lema, de aspecto hialino y con dos nervaduras laterales. La lema y la palea envuelven a un pistilo con dos estigmas plumosos (Martínez y Armendáriz, 2010; Martínez, 2011).

### **Descripción citogenética**

El número cromosómico básico de esta especie es de  $x=10$  y en forma natural se han encontrado diploides, triploides, tetraploides, pentaploides y hexaploides. Los niveles pares de ploidía son los más comunes (Martínez, 2011).

En general los materiales hexaploides toleran más las heladas que los diploides y tetraploides. También existen diferencias en el crecimiento, generalmente los diploides exhiben una tasa de crecimiento más rápida y una mayor densidad que los tetraploides y hexaploides (Martínez, 2011).

### **Clasificación taxonómica**

El nombre científico del Zacate Búfalo es *Bouteloua dactyloides* (Nutt) Columbus.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Tribu: Cynodonteae

Género: *Bouteloua*

Especie: *B. dactyloides* (Nutt) Columbus

### **Sinonimias**

*Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm.

## Distribución geográfica

El zacate Búfalo es una planta de porte bajo, se distribuye desde la región central de México, pasando por las Grandes Planicies de EE. UU., hasta el sur de Canadá como se muestra en la Figura 2.

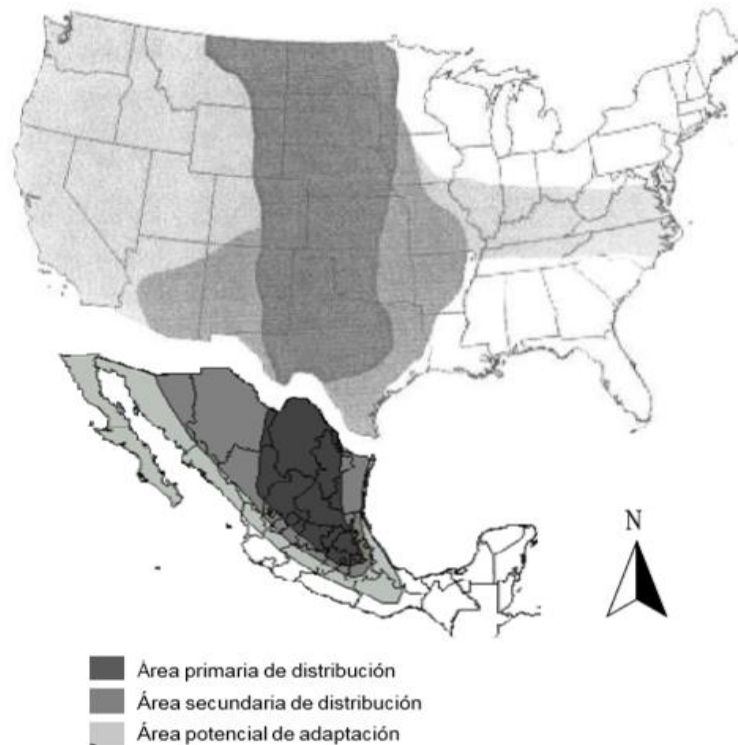


Figura 2. Área de distribución y adaptación del zacate Búfalo en E.E. U.U. y México. (Díaz, 2006)

En México, Díaz (2006) reporta que el zacate Búfalo se distribuye en un rango de latitud de 19.02 a 29.44 °N y de longitud de 97.7 a 107.5 °W esto incluye la mayor parte de la zona comprendida entre la Sierra Madre Oriental y Occidental desde el eje Neovolcánico al sur hasta la frontera con Texas al norte. Se le puede encontrar en 16 estados de la República Mexicana.

La mayor altitud en la que se ha recolectado el zacate Búfalo en México es a 2838 m en el cerro del Potosí en Nuevo León, por el contrario en Tamaulipas se colectó a sólo 10 msnm (Díaz, 2006).

En Estados Unidos de América, el zacate Búfalo se distribuye desde la frontera con México, hasta la región sur de Canadá, en el área comprendida desde las Montañas Rocallosas, hasta el Valle del Mississippi (Martínez, 2011).

En Canadá, sólo se encuentra a lo largo de los ríos Souris y Blind, en los valles de Saskatchewan y Manitoba. En esta zona el zacate Búfalo está declarado como especie en peligro de extinción (Manitoba Conservation, 2007).

Díaz (2006) reporta que en México se encuentra una mayor presencia de materiales hexaploides conforme la latitud aumenta; los diploides se presentan con mayor frecuencia en latitudes menores; en tanto que los tetraploides se distribuyen principalmente en latitudes intermedias entre los niveles extremos.

### **Importancia como césped**

Debido a que el agua se está convirtiendo, cada vez en un recurso más limitado y los problemas ambientales preocupan más a la población, Martínez (2011) recomienda ampliamente al zacate Búfalo como una gran opción de césped para las zonas semiáridas de México.

Las sequías cíclicas como las prolongadas le han permitido al zacate Búfalo desarrollar su eficiencia en el uso del agua. Las raíces del zacate Búfalo alcanzan una profundidad de tres pies (90 cm) o más, esta característica morfológica le permite que use la humedad del suelo disponible en zonas más profundas, en comparación a otras especies (Schild *et al.*, 2009).

El zacate Búfalo se puede utilizar en áreas que se ven afectadas por la erosión eólica, hídrica o degradación del suelo, Sandoval *et al.* (2015) concluyeron que el zacate Búfalo es una excelente opción para la restauración de suelos degradados en Oaxaca, México, y adicionalmente encontraron que el zacate Búfalo es una alternativa viable para ser utilizado como césped.

Las ventajas del uso del zacate Búfalo como césped son las siguientes: es de porte bajo, tiene bajos requerimientos de mantenimiento, necesita poco o nada de fertilizante, requiere una poda poco frecuente, tiene bajos requerimientos de agua y está libre de enfermedades y daños por insectos (Hoyle *et al.*, 2014).

Durante años se ha utilizado al zacate Búfalo como césped alrededor de casas y granjas en las partes más secas de las Grandes Llanuras Centrales y Llanuras del sur, en Estados Unidos. Sin embargo, es en los últimos años que ha recibido la atención que merece como césped para su uso en las ciudades y áreas urbanas (Warner Brothers Seed Company, 2015).

En Estados Unidos se han desarrollado variedades de zacate Búfalo como césped, las cuales ya están disponibles en el mercado. Estas variedades proporcionan mejoras en el color del césped, la retención del color en la latencia, la densidad, la textura, y la salida de la latencia en la primavera (Ball *et al.*, 2002).

### **Variedades de zacate Búfalo disponibles en EUA**

Las variedades disponibles de zacate Búfalo que pueden producir un césped de buena calidad y se comercializan por semilla son: Bison, Bowie, Cody, Plains, Topgun, Texoka y Sharp. Cabe señalar que las variedades mejoradas de Texoka y Sharp se utilizan principalmente para la resiembra en pastizales, produciendo un césped menos atractivo.

En el marco del 30º aniversario de la colaboración del programa de mejoramiento de la Universidad Nebraska Lincoln con la Asociación de Golf de los Estados Unidos (USGA) se anunció la liberación de una nueva variedad de césped de zacate Búfalo, llamada "Sundancer". Las ventajas de esta variedad comparada con otras variedades de semilla es que una vez establecida, Sundancer superó a las otras variedades en la calidad del césped, el color, salida de latencia y la densidad del follaje (Amundsen, 2014).

Algunas variedades se comercializan únicamente en forma vegetativa (cepas) estas variedades forman un césped de mejor calidad, pero puede ser más costoso de usar para el establecimiento del césped en comparación a las variedades disponibles en semillas. Los tipos vegetativos disponibles comercialmente son: Prairie, 609, Legacy, Prestige y Turffalo. Prairie y 609 son propensos a entrar en latencia moderada a significativa durante la mayoría de los inviernos a lo largo de la Cordillera en Colorado y no son tan recomendados,

excepto en el sur y sureste de Colorado y el área de la Ciudad de Grand Junction (Koski and Cox, 2014).

Otra variedad importante es UC Verde que fue mejorada específicamente para el área de California y los valles del desierto bajo, incluyendo Tucson, Arizona. Esta variedad fue el resultado de años de investigación en UC Davis y UC Riverside. Se ha demostrado que UC Verde funciona con 12 pulgadas (30.48 cm) de agua por año. Produce un césped hermoso, podado a 2-3" (5-7.5 cm) de altura. El ahorro de agua es del 75% comparado con Festuca alta, y del 30 al 40% menos que Bermuda, Zoysia y San Agustín (Florasource, 2017).

### **Calidad de césped**

Las principales características que definen la calidad de un césped son las siguientes:

**Densidad** es la cantidad de plantas y/o retoños (tallos y hojas) por unidad de superficie. Es una medida que puede variar por factores medioambientales, por el genotipo y por acciones culturales (Monje, 2006; Martínez, 2011).

**Porcentaje de cobertura aérea** es un factor que determina la uniformidad del césped, es decir a mayor porcentaje de cobertura aérea su apariencia será mejor y viceversa (Rosas, 2003). La uniformidad se consigue gracias a la textura, la altura de poda, la densidad y densidad de plantación, el color, al material genético y otros factores culturales (Monje, 2006).

**Altura del césped** es importante, ya que esta define el tipo y número de podas, por lo que céspedes cortos son mejores, dado que requieren menos mantenimiento (Rosas, 2003).

**Textura** se relaciona con la anchura de las láminas foliares. Una textura fina se relaciona con hojas angostas y se considera más atractiva (zacate Búfalo) que la textura gruesa con hojas anchas como el zacate San Agustín (Martínez, 2011).

**Color** es un elemento importante a considerar en la calidad del césped, en el zacate Búfalo existe una gama de tonalidades que incluyen: verde amarillo, verde oscuro y verde grisáceo (Martínez, 2011). El color está relacionado con la



fertilidad del suelo, el potencial genético, el estado sanitario de las plantas y la calidad de la poda (Carranza, 2016).

### **Establecimiento y Mantenimiento**

El éxito y la satisfacción del zacate Búfalo como césped, dependerá de las prácticas utilizadas en el establecimiento y mantenimiento. Si bien puede considerarse un zacate de bajo mantenimiento una vez establecido, la obtención de un césped de zacate búfalo a partir de semillas puede ser un proceso laborioso y algo frustrante. El uso de tepes mejora los resultados, pero será más costoso que si se usan semillas o cepas para el establecimiento (Koski and Cox, 2014).

El zacate Búfalo crece mejor en lugares abiertos, una duración de 6 a 8 horas de la luminosidad diaria es suficiente para obtener un césped aceptable. Establecido en áreas semi-sombreadas será más delgado. En áreas muy sombreadas el crecimiento se detiene (Hoyle *et al.*, 2014).

Hoyle (2017) recomienda usar al zacate Búfalo en áreas como, jardines en general, céspedes residenciales, cementerios, áreas nativas, campos deportivos, y en campos de golf en zonas de *fairways* y *roughs*. También se ha utilizado con éxito en los camellones de carreteras, pistas de aeropuertos, bulevares, áreas de picnic y bordes de caminos.

### **Arreglo espacial y densidad de plantación**

La eficiencia con que la población de plantas utiliza los recursos ambientales disponibles para el crecimiento es el reto que se encuentra para obtener buenos resultados. Una de las prácticas de manejo que permite un uso eficiente de los mismos es la densidad de plantación: que es el número de plantas (cepas) por superficie; y su arreglo espacial que es la separación entre líneas (que representa la anchura de la calle) y la distancia entre plantas dentro de la línea. (Pérez, 2002; Fernández *et al.*, 2017). Con esta técnica, se procura alcanzar un punto de equilibrio entre la oferta de recursos y la competencia Intraespecíficas (Fernández *et al.*, 2017).

## **Tipos de establecimiento**

El zacate Búfalo utilizado como césped, se puede establecer mediante semilla o material vegetativo.

### **Semilla**

Este método es el sistema más económico. En grandes extensiones, se realiza con máquinas sembradoras y en extensiones pequeñas o medianas, se realiza al voleo, en forma manual o con una sembradora. El objetivo de este sistema es que la siembra sea homogénea y uniforme, tratando de obtener una semilla o planta por cm<sup>2</sup> (Parracia, 2012).

### **Material vegetativo**

Este tipo de plantación se realiza principalmente por cepas (“plugs” en inglés) y tepes, lo cual se logra gracias a la característica estolonífera y rizomatosa de las gramíneas.

Este tipo de reproducción es la más utilizada en la producción de césped. Una ventaja comparativa con la semilla es que tarda menos tiempo en lograr mayor cobertura del suelo.

### **Cepas**

El zacate Búfalo es una de las pocas especies que se propagan por medio de cepas. Estas son porciones de estolones enraizados y amacollados en charolas de germinación de 72 cavidades. Es la forma más económica de establecer esta especie, ya que las semillas es difícil germinar uniformemente y los tepes son caros. Este método es muy utilizado por varias compañías en Estados Unidos con el zacate Búfalo (Martínez, 2011).

El precio de la variedad Legacy de zacate Búfalo disponible en cepas, se muestran a continuación. (Revisado en abril de 2018)

- High Country Gardens charola con 70 cepas \$ 49.95 USD
- Nature Hills charola con 72 cepas \$ 59.95 USD
- Todd Valley Farms charola con 72 cepas \$ 49.00 USD

El portal de internet de la empresa “*Todd Valley Farms*” explica como calcular la densidad de cepas necesarias para plantar una superficie específica: Primero pide calcular el área a plantar en pies cuadrados, y determinar el arreglo espacial deseado, multiplicar el área (pies cuadrados) por el número apropiado del Cuadro 1 que se obtiene de acuerdo al espaciamiento entre cepas, para encontrar el número de cepas a utilizar. Luego, se divide la cantidad de cepas necesarias entre 72 para calcular la cantidad de bandejas que se necesitará para la plantación.

Cuadro 1. Espaciamiento entre cepas para establecimiento de zacate Búfalo recomendado por la empresa *Todd Valley Farms*.

Espaciamiento Pulgadas (cm)	Valores Multiplicar por
18 (45 )	0.44
15 (37.5)	0.64
12 (30)	1.00
9 (22.5)	1.78
6 (15)	4.00

El espacio entre cepas puede variar, dependiendo de qué tan rápido se desee una cobertura completa. Las cepas no deben colocarse a más de 24 pulgadas (60 cm). Si las condiciones de suelo y preparación no son adecuados, o si requiere una cobertura óptima, hay que reducir la separación a 12 pulgadas (30 cm) o menos para obtener una buena cobertura dentro de la primera temporada de crecimiento (Schild *et al.*, 2009).

### **Tepes**

Se denomina tepe al césped enraizado extraído del suelo mediante una máquina especial que hace el trabajo de extracción de las raíces, sacando al césped en placas de espesor variable con las raíces necesarias para asegurar un buen enraizamiento (Rofes y Rofes, 2009).

Estos tepes de acuerdo a las dimensiones que ofrecen los proveedores, se van colocando sobre el suelo ya preparado. La ventaja que ofrece este sistema es que se obtiene un césped acabado y utilizable inmediatamente, mientras que se establece en el terreno (Corrales, 2008).

Este método de establecimiento es más costoso que la siembra por semilla o cepas, por lo cual se recomienda utilizarlo en lugares pequeños, áreas de césped faltantes, lugares de difícil siembra y como resiembra en céspedes deteriorados. Se pueden colocar en cualquier época evitando días de excesivo frío o calor. La gran ventaja que presentan los tepes es que no permiten la competencia de malezas (Parracia, 2012).

En Costa Rica, las plantaciones de césped para fines comerciales trabajan con densidades que varían de 2000 a 3000 m<sup>2</sup> semilla asexual (tepes) por hectárea, dependiendo del tiempo que se requiera para que el césped alcance una cobertura del 100% (Pineda *et al.*, 2006).

### **Riegos**

Schild *et al.* (2009) recomiendan regar sólo para mantener una superficie ligeramente húmeda y humedecer el subsuelo. Esta práctica ayuda a reducir la competencia de la maleza. El riego excesivo aumentará la cantidad de malezas anuales que emergen en el césped.

### **Fertilización**

Se recomienda de 0 hasta 2 libras (0.9 Kg) de nitrógeno por 1,000 pies<sup>2</sup> (92.9 m<sup>2</sup>) por temporada, dependiendo del mantenimiento deseado (Brakie, 2013). La fertilización afecta la cantidad de podas, riegos y el control de malezas. Aplicando más de 2 libras (0.9 Kg) de nitrógeno por temporada afecta la ventaja de bajo mantenimiento y puede conducir a problemas (Hoyle *et al.*, 2014).

### **Podas**

El zacate Búfalo no requiere muchas podas. Tolera una amplia gama de alturas de corte, porque es naturalmente de crecimiento bajo de 4 (10 cm) a 8 (20 cm) pulgadas, puede que no requiera ser podado en absoluto. Aunque el zacate

Búfalo se puede mantener corto, el pasto alto es más resistente a la sequía y a las malezas (Hoyle *et al.*, 2014). Se recomienda una poda al mes y en ocasiones es necesaria para controlar malezas más altas.

### **Caracterización Morfológica**

Para aprovechar los recursos vegetales es importante realizar una caracterización morfológica cuya descripción permita un mayor conocimiento de los recursos genéticos disponibles, que facilite su utilización.

La caracterización morfológica sirve de base para seleccionar ecotipos sobresalientes e identificar características de interés, para incorporarlas a individuos sobresalientes, los cuales puedan ser registrados, liberados y utilizados en programas de mejoramiento (Morales *et al.*, 2009).

Dentro de los caracteres morfológicos que definen a un césped están los descriptores varietales que corresponden al desarrollo vegetativo en tallos y hojas como el ancho y longitud de hoja, la longitud de entrenudo y diámetro de estolón (Saluzzo *et al.*, 2015).

Hernández *et al.* (2007) en México reportan que existe variabilidad morfológica y de calidad de césped en 45 materiales de zacate Búfalo evaluados, y los clasifica en cuatro grupos. Además, mencionan que los materiales diploides se agruparon con los tetraploides y un material pentaploide con los hexaploides.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Área de Estudio

El trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área de invernaderos, ubicada geográficamente a una latitud de 25° 21' 19.1" N, una longitud de 101° 01' 50.9" W y una altitud de 1781 msnm. La temperatura promedio anual reportada en esta área es de 19.8° C.

### Material Genético

Se evaluaron tres genotipos de zacate Búfalo: B9, B62 y RC17 cuya información de sus sitios de colecta y nivel de ploidía se muestran en el Cuadro 2. Estos materiales son originarios de la región sureste del Estado de Coahuila y región norte de San Luis Potosí.

Cuadro 2. Datos de colecta y nivel de ploidía de los tres materiales evaluados.

Material	Entidad	Latitud N	Longitud W	Altitud msnm	Nivel de ploidía
B9	Coah	25° 15' 00"	101° 21' 00"	1698	4x
B62	SLP	23° 40' 48"	100° 52' 48"	2650	2x
RC17	SLP	23° 41' 47.8"	100° 53' 24"	2646	2x

### Preparación de Material Vegetativo

Los materiales se propagaron vegetativamente en abril de 2016. El material utilizado fueron fracciones de guía que incluían un nudo y una fracción de entrenudo, estos fueron plantados en charolas de plástico con 72 cavidades, el sustrato utilizado fue peat most. Los tres genotipos se mantuvieron en condiciones de invernadero, donde permanecieron hasta que se obtuvieron las cepas listas para el trasplante en campo. Una cepa es una fracción de nudo y entrenudo enraizada y amacollada. Durante este tiempo los materiales se

regaron de acuerdo a las necesidades de las plantas y se fertilizaron foliarmente cada semana con la fórmula 20-30-10.

### **Preparación de Terreno**

Primeramente se eliminaron las malezas y piedras existentes en el área, posteriormente se removió el suelo, para obtener un suelo bien mullido y con un buen drenaje, y se concluyó con una nivelación del terreno.

### **Establecimiento de Cepas**

La plantación se realizó el 24 de junio de 2016 (Figura A.2), se utilizó una estaca de madera para hacer los hoyos y plantar las “cepas” a una profundidad de 15cm, una vez establecidas las cepas se regó abundantemente.

### **Mantenimiento**

De junio de 2016 hasta noviembre de 2017, periodo que corresponde a este estudio, el experimento se trabajó en un esquema de bajo mantenimiento.

### **Riegos**

Los materiales se mantuvieron con un riego pesado semanalmente, en época de lluvia los riegos se realizaron sólo cuando las plantas lo requirieron.

### **Control de malezas**

En época de crecimiento activo como en estado de latencia las malezas se controlaron manualmente. Durante toda la evaluación la presencia de malezas fue mínima.

### **Fertilización**

El 30 de marzo de 2017 se fertilizó con el producto comercial Happy Flower®, con la fórmula 31-1.5-00 y 0.28 Fe, a una dosis de 6.6 g por unidad experimental.

### **Podas**

Se podó en tres ocasiones: la primera se realizó el 4 de octubre de 2016, la segunda fue el 30 de marzo de 2017 y la última se efectuó el 11 de agosto de 2017. Durante la estación de crecimiento activo, se mantuvieron delimitadas las parcelas.

## Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue un bloques completamente al azar, con un arreglo factorial (2x3) con dos niveles, en tres repeticiones y seis unidades experimentales por repetición, de 50 cm x 60 cm (0.3m<sup>2</sup>) (Figura A.2).

El modelo lineal general utilizado se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + u_{ij}$$

Donde

- $Y_{ij}$  = Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A y al nivel (j) del factor B.
- $\mu$  = Media general.
- $\tau_i$  = Efecto producido por el nivel i-ésimo del factor A.
- $\beta_j$  = Efecto producido por el nivel j-ésimo del factor B.
- $(\tau\beta)_{ij}$  = Efecto producido por la interacción entre AxB.
- $u_{ij}$  = Error experimental.

### Factores y niveles

Se incluyeron dos factores: materiales y arreglo espacial o densidad de plantación. El nombre de segundo factor dependió de la variable que se evaluó.

Los niveles de cada factor se detallan a continuación:

1) Material:

- B9
- B62
- RC17



## 2) Arreglo espacial:

- Arreglo central (1): 11 cepas fueron colocadas al centro de la unidad experimental, con una separación de 5 cm (Figura 3 y A.1).
- Arreglo general (2): 11 cepas fueron distribuidas en toda el área de la unidad experimental, con una separación de 20 cm (Figura 3 y A.1).

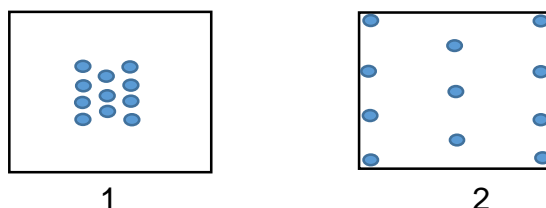


Figura 3. Arreglos de plantación en unidades experimentales.

### Densidad de plantación:

- Densidad uno (1): 11 cepas en  $300 \text{ cm}^2$  que corresponde a una densidad de 366 cepas por  $\text{m}^2$ .
- Densidad dos (2): 1 cepa en  $300 \text{ cm}^2$  que corresponde a una densidad de 36 cepas por  $\text{m}^2$ .

### Parcela útil

En el factor arreglo espacial la parcela útil fue de  $3000 \text{ cm}^2$  ( $0.3 \text{ m}^2$ ). Para la densidad de plantación la parcela útil fue de  $300 \text{ cm}^2$  ( $0.03 \text{ m}^2$ ).

### Variables Evaluadas

En este experimento se evaluaron variables cualitativas las cuales se tomaron de manera visual y variables cuantitativas que se evaluaron mediante muestreos.

La toma de datos se realizó de agosto de 2016 hasta noviembre de 2017.

### Cualitativas

- Porcentaje de cobertura aérea, la toma de datos fue mediante estimaciones visuales del porcentaje de cobertura aérea de la unidad experimental ( $3000 \text{ cm}^2$ ). Las fechas de estimación de cobertura y sus correspondientes días después de la plantación (DDP) se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Fechas de estimación de cobertura aérea y sus correspondientes DDP.

<b>Fecha</b>	<b>DDP</b>
5 de agosto de 2016	40
18 de agosto de 2016	53
13 de septiembre de 2016	79
4 de noviembre de 2016	131
29 de marzo de 2017	276
6 de abril de 2017	284
9 de mayo de 2017	319
22 de mayo de 2017	332
26 de junio de 2017	367
3 de julio de 2017	374
19 de julio de 2017	388

DDP= Días después de plantación.

### Cuantitativas

- La densidad corresponde al número de tallos y hojas por unidad de superficie. La estimación de esta variable se realizó a través de muestreos para lo cual se utilizó un marco circular de 11 cm de diámetro (95.03 cm<sup>2</sup>) las muestras se tomaron al centro de cada unidad experimental (en la parcela útil) como se muestra en la Figura A.5. En el Cuadro 4 se presentan las fechas de los muestreos efectuados y sus correspondientes días después de la plantación (DDP).

A los 505 DDP se determinó el promedio total de hojas en los tallos contabilizados (HO\*TA), esto se obtuvo del promedio del número de hojas en 10 tallos multiplicado por el total de tallos contabilizados. Con lo anterior se originó un gran total de hojas para lo cual se sumó el total de hojas en el muestreo más el promedio total de hojas en los tallos [HO+ (HO\*TA)].

Cuadro 4. Fechas de muestreos para densidad y sus correspondientes DDP.

<b>Fecha</b>	<b>DDP</b>
4 de octubre de 2016	100
2 de agosto de 2017	402
4 de noviembre de 2017	505

DDP= Días después de plantación

- **Altura de césped.** La altura se obtuvo tomando tres mediciones aleatorias por unidad experimental (parcela útil de 3000 cm<sup>2</sup>). Se colocó una regla verticalmente apoyada en el suelo y la altura se midió hasta las hojas las cuales se extendieron de manera que los ápices estuvieran rectos. Las fechas de mediciones y sus correspondientes días después de la plantación (DDP) se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Fechas de mediciones de alturas y sus correspondientes DDP.

<b>Fecha</b>	<b>DDP</b>
18 de agosto de 2016	53
4 de noviembre de 2016	131
19 de julio de 2017	388
2 de agosto de 2017	402
4 de noviembre de 2017	505

DDP= Días después de plantación

### **Estudio de Caracterización Morfológica**

La descripción morfológica se realizó tanto en plantas de cepas como en plantas maduras.

#### **Descripción en cepas**

- **Número de guías.** Esto se determinó contando cantidad de guías, por cepa. Una guía es un tallo en crecimiento con al menos dos entrenudos desarrollados.
- **Número de entrenudos.** Se contaron los entrenudos a partir del primer nudo en la base de la cepa hasta el último nudo diferenciado en el ápice de la guía.
- **Longitud de guías.** Estas se extendieron sobre una base plana y con una regla se tomó la longitud, midiendo a partir del primer nudo en la base de la cepa hasta el último nudo diferenciado en el ápice.
- **Longitud de entrenudos.** Se obtuvo al dividir la longitud de guía entre el número de entrenudos por guía.

- Diámetro de entrenudos. Con un vernier se midió el grosor de los entrenudos al centro de cinco entrenudos tomados al azar por planta.
- Longitud del limbo. Se midió extendiendo una lámina foliar sobre una regla, midiendo desde la lígula hasta el ápice de la hoja extendida.
- Ancho de lámina foliar. Se tomó como referencia dos centímetros por encima de la lígula en la hoja, para poder tomar con una regla el ancho de la lámina foliar.
- Pubescencia. Se tomó visualmente en cada material y se determinó considerando la abundancia de vellosidades en la planta.

### **Descripción en plantas maduras**

- Número de Tallos florales. En los muestreos de densidad de hojas y tallos se contabilizaron los tallos florales.
- Número de involucros por tallo floral. En una muestra de 15 tallos florales se contaron los involucros y se obtuvo un promedio.
- Tipos de tallos florales. En la misma muestra de 15 tallos florales se determinaron los diferentes tipos.
- Guías sin enraizar. En la parcela útil del factor arreglo espacial se contaron las guías que no estaban enraizadas y sobresalían del follaje.
- Longitud de entrenudos. Se midieron tres guías con cinco nudos y se dividió entre cuatro, para obtener el promedio de longitud.
- Pubescencia. Se tomó visualmente en cada material y se determinó considerando la abundancia de vellosidades en la planta.

### **Análisis Estadístico**

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SAS Versión 9.0 (SAS Institute, 2002), mediante el cual se hicieron los análisis de varianza y prueba de medias con Tukey a todas las variables evaluadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracteres Cualitativos

#### Porcentaje de cobertura aérea

En el Cuadro 6 se presentan los análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de cobertura aérea en 11 fechas de estimación representadas por sus correspondientes días después de plantación (DDP). No hubo diferencias estadísticas para la interacción, pero si para ambos factores. Se encontraron diferencias significativas para el factor arreglo espacial a los 79, 131 DDP y a los 284 DDP existieron diferencias altamente significativas. Los ANVA detectaron diferencias altamente significativas para el factor material a los 284 DDP y diferencias significativas a los 319, 367 y 388 DDP.

De las 11 fechas de estimación de porcentaje de cobertura aérea, en nueve fechas el Coeficiente de Variación (CV) fue menor al 13%, únicamente en las dos primeras fechas los valores sobrepasaron el 20% de variación, nuestros valores se encuentran dentro del porcentaje aceptado en agronomía.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para porcentaje de cobertura en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

F.V.	G.L.	40 DDP	53 DDP	79 DDP	131 DDP
Bloque	2	151.388 NS	379.166 NS	55.500 NS	64.888 NS
Arre. Esp.	1	12.500 NS	34.722 NS	420.500 *	234.722 *
Material	2	101.388 NS	150.000 NS	67.166 NS	105.055 NS
Arre. Esp.*Mat.	2	204.166 NS	38.888 NS	135.500 NS	109.722 NS
Error Exp.	10	104.722	239.166	62.166	42.355
Total	17				
	CV	20.5%	24.1%	9.4%	7.4%

## Continuación Cuadro 6...

F.V.	G.L.	276 DDP	284 DDP	319 DDP	332 DDP
Bloque	2	143.055 NS	9.722 NS	279.166 **	12.500 NS
Arre. Esp.	1	88.888 NS	401.388 **	88.888 NS	200.000 NS
Material	2	126.777 NS	334.722 **	204.166 *	237.500 NS
Arre. Esp.*Mat.	2	59.722 NS	34.722 NS	59.722 NS	4.166 NS
Error Exp.	10	78.055	14.722	37.500	69.166
Total	17				
	CV	12.4%	4.9%	7.6%	10.3%

## Continuación Cuadro 6...

F.V.	G.L.	367 DDP	374 DDP	388 DDP
Bloque	2	59.722 NS	18.055 NS	5.166 NS
Arre. Esp.	1	138.888 NS	138.888 NS	37.555 NS
Material	2	301.388 *	268.055 NS	51.500 *
Arre. Esp.*Mat.	2	1.388 NS	9.722 NS	0.388 NS
Error Exp.	10	63.055	89.722	8.433
Total	17			
	CV	9.2%	10.9%	3%

FV=Fuentes de variación, GL= Grados libertad, DDP.= Días después de plantación, Arre. Esp.= Arreglo espacial, Mat.= Materiales, Exp.= Experimental y CV= Coeficiente de variación.

Las medias generales y los resultados de las pruebas de medias de cobertura aérea para los DDP que fueron realizadas para el factor arreglo espacial se muestran en el Cuadro 7. Los arreglos mostraron diferencias en porcentaje de cobertura hasta los 79 DDP, el arreglo general presentó un 88% y el arreglo central un 78.3% al final del primer ciclo de crecimiento y para el periodo de entrada a latencia (131 DPP) el arreglo general mostró un 91.3% y el arreglo central un 84.1% de cobertura. Después de la salida de latencia (284 DDP) fue la última fecha en que existieron diferencias en el porcentaje de cobertura entre los arreglos posteriormente ambos arreglos casi alcanzaron el 100% de cobertura (Figura A.5). Con estos resultados se puede determinar que si se desea tener una cobertura del 100% en el primer año de crecimiento y no en los primeros meses, colocar cepas al centro de parcelas de (3000 cm<sup>2</sup>), simulando una fracción de tepe como mencionan Pineda *et al.* (2006) en Costa Rica, reduciría

los costos de establecimiento de zacate Búfalo, al ahorrar mano de obra, tiempo y material vegetativo para la plantación.

Cuadro 7. Prueba de medias y medias en arreglo espacial para porcentaje de cobertura aérea en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Arreglo Espacial</b>	<b>40 DDP</b>	<b>53 DDP</b>	<b>79 DDP</b>	<b>131 DDP</b>	<b>276 DDP</b>	<b>284 DDP</b>
General	48.8	65.5	88 A	91.3 A	73.3	81.6 A
Central	50.5	62.7	78.3 B	84.1 B	68.8	72.2 B

Continuación Cuadro 7...

<b>Arreglo Espacial</b>	<b>319 DDP</b>	<b>332 DDP</b>	<b>367 DDP</b>	<b>374 DDP</b>	<b>388 DDP</b>
General	82.2	83.3	88.3	88.8	97.7
Central	77.7	76.6	82.7	83.3	94.8

DDP= Días después de plantación. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

Las medias generales de cobertura aérea y los resultados de las pruebas de medias para los DDP para el factor material se presentan en el Cuadro 8. Hasta los 284 DDP los tres materiales mostraron diferencias estadísticas en el porcentaje de cobertura, también se encontró que los materiales RC17 y B9 cubrieron más rápido la parcela útil después de la salida del periodo de latencia. Esto nos indica que estos dos materiales salen más rápidamente de la latencia al inicio de la primavera, que es una de las principales características que se buscan en materiales de zacate Búfalo como lo mencionaron Ball *et al.* en 2002. A los 388 DDP los materiales ya se encontraban casi al 100% de cobertura de la parcela (Figura A.5). EL genotipo B9 se mostró como el material más sobresaliente en porcentaje de cobertura a lo largo de todo el experimento, seguido de RC17.

Cuadro 8. Prueba de medias y medias en materiales de zacate Búfalo para porcentaje de cobertura en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Material</b>	<b>40 DDP</b>	<b>53 DDP</b>	<b>79 DDP</b>	<b>131 DDP</b>	<b>276 DDP</b>	<b>284 DDP</b>
RC17	52.5	64.1	86.6	92.3	73.3	81.6 A
B9	51.6	69.1	82.8	86.6	74.1	80.8 A
B62	45	59.1	80	84.1	65.8	68.3 B

Continuación Cuadro 8...

Material	319 DDP	332 DDP	367 DDP	374 DDP	388 DDP
RC17	80 AB	80.8	85.8 AB	86.6	97.5 AB
B9	85.8 A	85.8	92.5 A	92.5	98.5 A
B62	74.1 B	73.3	78.3 B	79.1	93 B

DDP= Días después de plantación. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

En la Figura 4 se presenta el comportamiento del porcentaje de cobertura aérea de los tres materiales en los dos arreglos espaciales en 11 fechas de estimación en diferentes fechas y sus correspondientes DDP. En ella se puede observar como en los 40 y 53 DDP los tres materiales en sus dos arreglos se exhiben muy semejantes, también se muestran las diferencias que existen a los 284 DDP en la salida de latencia entre los materiales y los arreglos espaciales. Así mismo se puede apreciar en la figura que a los 79, 131 y 284 DDP que el arreglo espacial 2 presenta una mejor cobertura aérea.

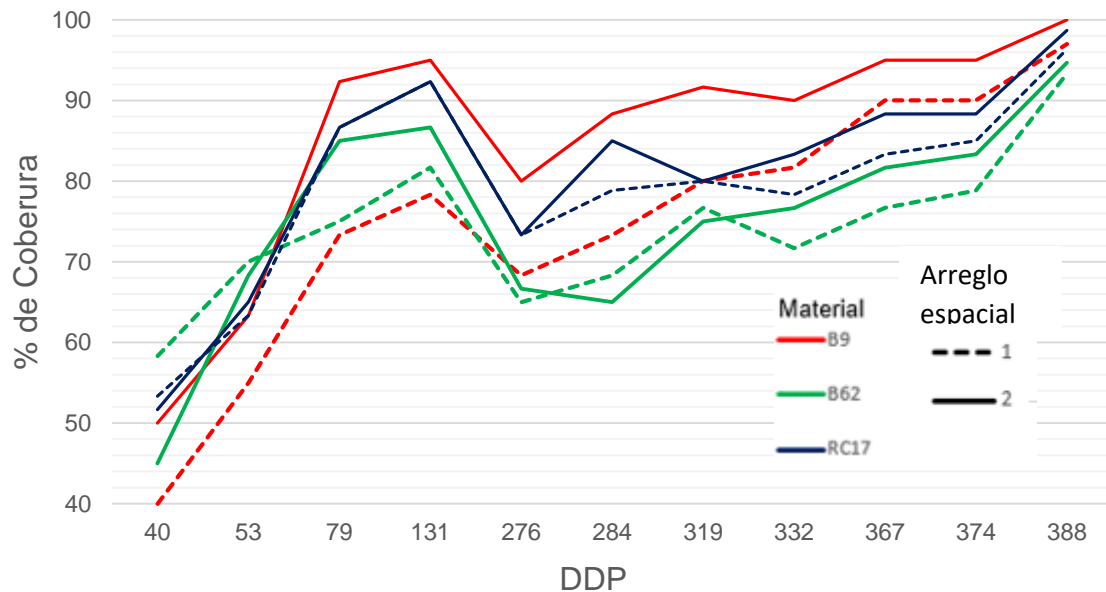


Figura 4. Estimaciones de porcentaje de cobertura de tres materiales de zacate Búfalo en dos arreglos espaciales en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.



## Caracteres Cuantitativos

### Altura de planta

En el Cuadro 9 se muestran los ANVA para la altura de planta en las cinco fechas de muestreos y sus correspondientes DDP, en ellos no se presentaron diferencias estadísticas para la interacción, pero si para ambos factores. Se observan diferencias significativas para el factor arreglo espacial únicamente a los 388 DDP. También se encontró que existen diferencias altamente significativas en la altura de planta entre materiales a los 53, 388, 402 y 505 DDP. En las cinco fechas de muestreos los CV no superan el 14% de variación en nuestro estudio.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza para altura de planta en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>53 DDP</b>	<b>131 DDP</b>	<b>388 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
Bloque	2	1.721 NS	22.976 **	0.388 *	0.227 NS	2.837 *
Arre. Esp.	1	3.860 NS	0.098 NS	0.500 *	0.845 NS	0.108 NS
Material	2	13.166 **	7.150 NS	17.930 **	12.135 **	39.788 **
Arre. Esp.*Mat.	2	0.024 NS	0.377 NS	0.291 NS	0.186 NS	0.270 NS
Error Exp.	10	16.045	2.057	0.072	1.017	0.674
Total	17					
	CV	11.6%	11.8%	3.8%	13.1%	8.8%

FV=Fuentes de variación, GL= Grados libertad, DDP.= Días después de plantación, Arre. Esp.= Arreglo espacial, Mat.= Materiales, Exp.= Experimental y CV= Coeficiente de variación.

Como se observa en el Cuadro 10 únicamente a los 388 DDP existen diferencias estadísticas para el factor altura de planta, el arreglo espacial general fue el que presentó la altura más baja con un promedio de 6.8 cm. En los céspedes tener una especie de porte bajo, genera ahorro en el mantenimiento ya que la cantidad de podas son menos, Hoyle *et al.* (2014) mencionan al zacate Búfalo como una especie que requiere pocas podas, una al mes, ésta es una de las principales ventajas que caracterizan a esta especie.

Cuadro 10. Prueba de medias y medias en arreglo espacial para altura de planta en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Arreglo Espacial</b>	<b>55 DDP</b>	<b>131 DDP</b>	<b>388 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
General	11.2	12.1	6.8 A	7.7	9.1
Central	10.3	12	7.2 B	7.3	9.3

DDP= Días después de plantación. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

Las medias generales y los resultados de las pruebas de medias para el factor material en altura de planta, se muestran en el Cuadro 11. Se observa que RC17 es el material más sobresaliente estadísticamente con el porte más bajo, al contrario, B62 con un altura máxima de 11.8 cm es el material más alto de los tres genotipos evaluados. Tener un material de porte bajo reduce los costos de manteniendo (Rosas, 2003). El necesitar menos podas hace que el zacate Búfalo sea utilizado en áreas de mantenimiento mínimo.

Cuadro 11. Prueba de medias y medias en materiales de zacate Búfalo para altura de planta en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Material</b>	<b>53 DDP</b>	<b>131 DDP</b>	<b>388 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
RC17	9.6 A	11.5	5.5 A	6.2 A	6.6 A
B9	10.3 B	13.3	6.7 B	7.2 A	9.2 B
B62	12.4 B	11.3	8.9 C	9 B	11.8 C

DDP= Días después de plantación. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

### **Densidad de tallos**

Los análisis de varianza para la variable densidad de tallos se muestran en el Cuadro 12 y en él se puede observar que no se presentaron diferencias estadísticas para la interacción, ni para el factor densidad de plantación, únicamente existieron diferencias para el factor materiales. Diferencias altamente significativas se encontraron a los 100 y 505 DDP y diferencias significativas a los 402 DDP, esto indica que existe un material sobresaliente para este importante factor de calidad de césped.

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza para densidad de tallos en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>100 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
Bloque	2	562.055 **	6208.666 *	221.166 NS
De. Pl.	1	43.555 NS	612.500 NS	648.000 NS
Material	2	394.388 **	7863.500 *	2090.166 **
De.Pl.*Mat.	2	31.055 NS	810.166 NS	58.166 NS
Error Exp.	10	45.122	1105.133	256.500
Total	17			
C.V.		21%	27.8%	29.1%

FV =Fuentes de variación, GL= Grados libertad, DDP= Días después de plantación, De. Pl.= Distribución de plantación, Mat.= Materiales, Exp.= Experimental y CV= Coeficiente de variación.

En el Cuadro 13 se presentan las medias generales para la densidad de tallos para el factor densidad de plantación. Si bien no existieron diferencias estadísticas, por lo que densidad de plantación no afectó este parámetro de calidad del césped, si se puede apreciar una variación en la cantidad de tallos en dos épocas del año. Los valores más altos de cantidad de tallos por superficie de muestreo se presentaron durante la época de crecimiento activo y los más bajos en el periodo de inicio de latencia, esto en ambos ciclos de crecimiento. Los resultados nos indican que al usar la densidad de plantación 2 para establecer un césped de zacate Búfalo, generaría un ahorro en los costos de establecimiento en la cantidad de material vegetativo, sin afectar la cantidad de tallos, ya que una charola de zacate Búfalo con 72 cepas tiene un costo promedio en el mercado en abril de 2018 de \$50.00 dólares.

Cuadro 13. Medias para densidades de plantación en densidad de tallos en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Densidad de Plantación</b>	<b>100 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
2	30.3	125.3	49
1	33.4	113.6	61

DDP= Días después de plantación

Las pruebas de medias de densidad de tallos para el factor material se presentan en el Cuadro 14, los resultados señalan que en las tres fechas el material RC17 tuvo la mayor cantidad de tallos. En contraste B62 fue el material con la menor cantidad de tallos. Además se puede apreciar la amplia variación en la cantidad de tallos entre los tres materiales en dos épocas del año. La densidad de tallos es el principal indicador para determinar el potencial de césped de una especie (Martínez, 2011). Un césped denso tendrá mejor apariencia, textura, uniformidad, será más atractivo, no permitirá la presencia de malezas y tendrá mejor apariencia después de una poda baja.

Cuadro 14. Prueba de medias en materiales de zacate Búfalo para densidad de tallos en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Material</b>	<b>100 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
RC17	41.167 A	147.67 A	75.167 A
B9	28.333 B	132.17 A	51.500 AB
B62	26.167 B	78.67 B	38.333 B

DDP= Días después de plantación. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

### **Densidad de hojas**

En el Cuadro 15 se presentan los análisis de varianza para densidad de hojas. Los ANVA no revelaron diferencias estadísticas para la interacción, pero si para ambos factores. No mostraron diferencias en los dos factores a los 100 DDP, pero a los 402 y 505 DDP si se encontraron diferencias altamente significativas entre las dos densidades de plantación y entre los tres materiales. Los ANVA también indicaron diferencias altamente significativas entre los materiales a los 402 y a los 505 DPP para el promedio de hojas por tallos (HO\*TA) y para el gran total de hojas [HO+ (HO\*TA)].

Los CV en esta variable en la a los 100 DDP fue de 32.3% en la cual no hubo significancia en la interacción y los factores, en la cantidad de hojas por tallos a los 505 DDP se presentó un CV de 37% y existieron diferencias en los materiales.

Cuadro 15. Cuadrados medios del análisis de varianza densidad de hojas en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

F.V.	G.L.	100 DDP	402 DDP	505 DDP	505 DDP HO*TA	505 DDP HO+(HO*TA)
Bloque	2	2144.222 NS	679.388 NS	506.055 NS	21299.041 NS	20639.013 NS
De. Pl.	1	7040.888 NS	12429.388 **	15370.888 **	2686.445 NS	5205.400 NS
Material	2	9646.722 NS	14726.055 **	25249.388 **	153496.542 **	73346.513 **
De.Pl.*Mat.	2	430.388 NS	2819.388 NS	780.055 NS	2635.951 NS	1718.323NS
Error Exp.	10	28603.555	1249.788	1206.588	11750.857	9893.922
Total	17					
	C.V.	32.3%	19.7%	19.3%	37%	21%

F.V.= Fuentes de Variación, G.L.= Grados de Libertad, D.D.P.= Días Después de Plantación, DE. PL.= Densidad de Plantación, MAT.= Materiales, Exp.= Experimental C.V.= Coeficiente de variación, HO= Hojas, TA= Tallos, HO\*TA= promedio de hojas por tallo, [HO+(HO\*TA)]= Gran total de hojas.

Las medias generales y los resultados de las pruebas de medias de densidad de hojas para los DDP para el factor densidad de plantación se muestran en el Cuadro 16. Las pruebas de medias muestran que a los 402 DDP la densidad 2 es superior a la densidad uno, pero a los 505 en el total de hojas la densidad 1 se sobrepone a la densidad 2. Entre las dos densidades de plantación no existieron diferencias estadísticas para hojas por tallo y para el gran total de hojas. Emplear la densidad 2 para establecer un césped de zacate Búfalo genera un ahorro en los costos de establecimiento, específicamente en la disminución cepas en la plantación, obteniendo estadísticamente la misma cantidad de hojas que la densidad 1, en el primer año de crecimiento. Una mayor densidad de hojas generará un césped atractivo, con mejor textura, mayor área fotosintética, un color más evidente y llamativo.

Cuadro 16. Prueba de medias y medias para densidad de plantación en densidad de hojas en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

Densidad de plantación	100 DDP	402 DDP	505 DDP	505 DDP HO*TA	505 DDP HO+(HO*TA)
1	185.0	152.7 B	209.1 A	280.1	489.2
2	145.4	205.3 A	150.6 B	304.5	455.2

DDP= Días Después de Plantación HO= Hojas, TA= Tallos, HO\*TA= promedio de hojas por tallo, [HO+(HO\*TA)]= Gran total de hojas. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

En el Cuadro 17 se presentan las medias y los resultados de las pruebas de medias para densidad de hojas de los tres materiales para los DDP que se realizaron, las pruebas muestran que el genotipo B9 es el material con mayor número de hojas, seguido de RC17. En la variable número de hojas por tallo B9 y RC17 estadísticamente presentan una mayor cantidad de hojas por tallo, en el gran de total de hojas RC17 es el genotipo que estadísticamente tiene la mayor cantidad de hojas, seguido de B9 que se encuentra en un nivel intermedio de acuerdo a las pruebas de medias. Un material con una mayor densidad de hojas, será mejor aceptado en el mercado, más vistoso, uniforme, puede ser empleado en espacios deportivos y tendrá mayor área fotosintética.

Cuadro 17. Prueba de medias en materiales para densidad de hojas en diferentes fechas y sus correspondientes DDP.

<b>Material</b>	<b>100 DDP</b>	<b>402 DDP</b>	<b>505 DDP</b>	<b>505 DDP</b>	<b>505 DDP</b>
			<b>HO</b>	<b>HO*TA</b>	<b>HO+(HO*TA)</b>
RC17	180	166.5 B	158.1 B	431.9 A	590.1 A
B9	195.8	233.6 A	269.8 A	327 A	455.7 AB
B62	119.8	137 B	128.6 B	117.9 B	370.7 B

DDP= Días Después de Plantación HO= Hojas, TA= Tallos, HO\*TA= promedio de hojas por tallo, [HO+(HO\*TA)]= Gran total de hojas. Medias con diferente letra en una columna son significativamente diferentes (Tukey) ( $p \leq 0.05$ ).

## Caracterización Morfológica

### Cepa

En el Cuadro 18 se muestran los promedios para las variables de la caracterización morfológica de los tres materiales en cepas. La variable número de guías presentó un promedio de 1, 1.3 y 1.66 guías en los materiales RC17, B62 y B9 respectivamente. La longitud de guía fue de 25.35 cm, para el genotipo B62, en RC17 constó de 20.3 cm y en B62 de 13.4 cm. La longitud de entrenudos vario de 4 cm en B9 hasta 7.9 cm en B62. El grosor de entrenudo fue de 0.59 mm en B62, 0.64 mm en B9 y de 0.66 mm en RC17. En la caracterización de las hojas, B9 y RC17 presentaron una longitud de limbo con un promedio de 9.45 y 11.74 cm respectivamente, para B62 fue una media de 16.5 cm. La variable

ancho de la lámina foliar B62 tuvo una media de 2.04 mm, RC17 1.8 mm y B9 1.67 mm. La pubescencia en las plantas de los materiales B9, RC17 y B62 fue alta, media y baja respectivamente. En color los tres materiales es diferente: B9 de color verde oscuro, RC17 verde medio y B62 verde limón.

Cuadro 18. Caracterización morfológica de tres materiales de zacate Búfalo en cepas.

<b>Variables Morfológicas</b>	<b>Materiales</b>		
	<b>B9</b>	<b>RC17</b>	<b>B62</b>
Número de guías	1.66	1	1.33
Longitud guía (cm)	12	20.3	25.35
Número de entrenudos	3	3	3.2
Longitud entrenudo (cm)	4	6.8	7.9
Grosor entrenudo(mm)	0.64	0.66	0.59
Longitud hoja (cm)	9.45	11.74	16.5
Ancho hoja (mm)	1.67	1.8	2.04
Pubescencia	Alta	Media	Baja
Color	Verde oscuro	Verde medio	Verde limón

### **Plantas maduras**

En el Cuadro 19 se muestran los valores promedio de características morfológicas en plantas maduras. El material B62 establecido en campo tiene un promedio de 14 guías sin enraizar en la parcela útil, para B9 fue de 6.16 y en RC17 3.3. La longitud de entrenudos fue de 2.9 cm en B9 hasta 3.73 cm en B62. En lo que respecta a pubescencia y color los materiales mostraron los mismos resultados que en cepas. La cantidad de tallos florales promedio en RC17 fue de 80 como máxima y una mínima de 27.5 en el material B62. El valor promedio del número de involucros por tallo floral fue muy similar en los tres materiales, RC17 tuvo 4, B62 3.3 y B9 3.26.

En producción de semilla, una característica que se debe tomar en cuenta, es la cantidad de tallos florales. Su importancia radica en la posibilidad de obtener materiales que se establezcan por semilla, como sucede actualmente en Estados Unidos. RC17 tendría potencial para ser utilizado en cruza con materiales masculinos y obtener así variedades de zacate Búfalo propagadas por semilla.

Cuadro 19. Valor promedio de las variables morfológicas en plantas maduras de tres materiales de zacate Búfalo.

<b>Variables Morfológicas</b>	<b>Materiales</b>		
	<b>B9</b>	<b>RC17</b>	<b>B62</b>
Guías sin enraizar	6.16	3.33	14
Longitud de entrenudos (cm)	2.9	3.23	3.73
Número de Tallos florales	71.5	80	27.5
Número de involucros por tallo floral	3.26	4.0	3.3
Pubescencia	Alta	Media	Baja
Color	Verde oscuro	Verde medio	Verde limón

En los materiales evaluados se identificaron tres diferentes tipos de tallos florales (Figura A.7):

- I. Tallo floral con una inflorescencia y un nudo de inserción de la inflorescencia.
- II. Tallo floral con dos inflorescencias y un nudo de inserción.
- III. Tallo floral con dos inflorescencias y dos nudos de inserción.

El Cuadro 20 concentra los diferentes tipos de tallos florales encontrados en los materiales B9, B62 y RC17. Esta característica diferencia notablemente al material RC17 por la ausencia del tipo I y la predominancia del tipo III, lo que favorece a que tenga un mayor número de involucros por tallo floral.

Cuadro 20. Número de diferentes tipos de tallos florales por material de zacate Búfalo.

Material	Tipo I	Tipo II	Tipo III
B9	3	5	7
B62	8	5	2
RC17	0	1	14

La variación encontrada en los tipos de tallos florales hace que esta característica pueda ser utilizada para realizar la descripción varietal de los materiales mejorados de esta especie.



## CONCLUSIONES

- No existió interacción entre los materiales y los arreglos espaciales en el porcentaje de cobertura aérea y altura de planta.
- No existió interacción entre los materiales y las densidades de plantación en uno de los principales factores que mayor incide en la calidad de césped que es la densidad de tallos y hojas.
- El arreglo general presenta una mayor cobertura en el primer ciclo de crecimiento, pero utilizar este arreglo espacial incrementa los costos de establecimiento.
- Si el tiempo de cobertura no es factor de importancia el arreglo central reduce los costos de establecimiento.
- Las dos densidades de plantación no afectaron al parámetro densidad de tallos. Por lo que emplear la densidad 2 generará la disminución de los costos en la plantación.
- La densidad 2 genera un ahorro en los costos de establecimiento, en la disminución de material vegetativo sin afectar la densidad de hojas.
- Los tres materiales son diferentes morfológicamente.
- Basándose en los criterios descritos sobre calidad de césped B9 y RC17 son los más sobresalientes.

## LITERATURA CITADA

- Amundsen, K. 2014. The next generation of buffalograss cultivars. Center for Grassland Studies, Vol. 20 No. 3. University of Nebraska Lincoln. <https://turf.unl.edu/research/sundancer/Sundancer%20CGS%20Article-sm.pdf> [Fecha de consulta: Febrero 2018]
- Ball, S., Y. L. Qian and C. Stushnoff. 2002. Soluble carbohydrates in two buffalograss cultivars with contrasting freezing tolerance. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(1), 45-49.
- Brakie, M. R. 2013. Plant guide for buffalograss [*Bouteloua dactyloides* (Nutt.) J.T. Columbus]. USDA-Natural Resources Conservation Service, East Texas Plant Materials Center. Nacogdoches, TX 75964.
- Carranza, L. J. E. 2016. Evaluación de tres dosis de siembra de *Cynodon dactylon* var. black jack como formadora de césped en Trujillo, La Libertad. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Corrales, M. J. E. 2008. Estudio para el diseño de drenaje, riego y gramado de la cancha de futbol del Estadio " Arturo Cumplido Sierra" del municipio de Sincelejo. Tesis Doctoral. Universidad de Sucre. Sincelejo, Colombia.
- Díaz, N. P. 2006. Distribución geográfica del Zacate Búfalo (*Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm) en México y su asociación con el nivel de ploidía. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México.
- Fernandez, E. y O. Giayetto. 2017. El cultivo del maní en Córdoba 2 Edición: *En: Arreglo espacial y densidad de plantas*. Morla, F., O. Giayetto, G. Cerioni, y E. Fernández. Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36 Km.601 Río Cuarto, Argentina. pp 217-230.

- Hernández, C. R. E., J. M. Martínez R., M. H. Reyes V., J. R. González D. y H. Díaz S. 2007. Caracterización morfológica y de calidad de césped de ecotipos de zacate Búfalo [*Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm.]. Revista Fitotecnia Mexicana, 30:381-390.
- Hoyle, J. 2017. Turfgrass selection, MF-2032. Kansas State University.
- Hoyle, J., S. Keeley and M. Fagerness. 2014. Buffalograss Lawns, M-F658. Kansas State University.
- Koski, T. and R. Cox. 2014. CMG Garden Notes #7.224-Buffalograss Lawns. Colorado State University Extension.
- Laurencena, M. I., M. S. Carponi, C. M. Scorciapino, P. D. Reinoso y M. L. Butus. 2001. Evaluación de cobertura, textura y color para determinar uniformidad en césped con fines deportivos. Revista Científica Agropecuaria. [http://www.fca.uner.edu.ar/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%2005/rca\\_5\\_pdf/5\\_11\\_16.pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%2005/rca_5_pdf/5_11_16.pdf) [Fecha de consulta: Febrero 2018]
- Manitoba Conservation, Wildlife and Ecosystem Protection Branch. 2007. Manitoba's Species At Risk. Buffalograss (*Buchloë dactyloides*). <https://www.gov.mb.ca/sd/wildlife/sar/pdf/buffalograss.pdf> [Fecha de consulta: Febrero 2018]
- Martínez, R. J. M. 2011. El zacate Búfalo (*Buchloe dactyloides*) un césped para zonas semiáridas: Establecimiento y Manejo. Biblioteca Básica de Agricultura. Editorial del Colegio de Postgraduados, Carretera México- Texcoco Km. 36.5 Montecillos, Texcoco, Estado de México. 44 p.
- Martínez, R. J. M. y S. Armendáriz E. 2010. Bases morfológicas de cómo pudo haberse originado el dimorfismo sexual en el pasto búfalo. Revista Fitotecnia Mexicana, 33: 69-73.
- Monje, J. R. J. 2006. Manejo de céspedes con bajo consumo de agua. 2ª edición. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, España.
- Morales N. C., L. Madrid P., A. Melgoza C., M. Martínez S., S. Arévalo G., Q. Rascón C. y P. Jurado G. 2009. Análisis morfológico de la diversidad del

pasto [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Técnica Pecuaria en México*, 47: 245-256.

- Parracia, A. N. 2012. Césped: principales especies, manejo y métodos de propagación usados en parques y jardines. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica, Argentina. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/césped-principales-especies-manejo.pdf> [Fecha de consulta: Febrero 2018]
- Pérez, B. M. A. 2002. Densidad de plantación y riego: aspectos ecofisiológicos, agronómicos y calidad de la uva en cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Pineda, A., K. Obaldia, B. K. Singh y J. Yeomans. 2006. Manual de céspedes: el establecimiento, producción y mantenimiento en el trópico húmedo. *Tierra Tropical*, 2(1). <http://tierratropical.org/es/editions/edition-2-1-2006/manual-of-turf-grass-establishment-production-and-maintenance-in-the-humid-tropics/> [Fecha de consulta: Febrero 2018]
- Rofes, A. Ll. V. y J. M. Rofes S. 2009. Proyecto rehabilitación y mejora del parque municipal Teodoro González. Tomo 2º: pliego de condiciones, mediciones y presupuestos. Tortosa, España.
- Rosas, P. J. A. 2003. El zacate Búfalo (*Buchloe dactyloides*): una alternativa de césped para la región semiárida de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Saluzzo, H., P. D. Reinoso y V. Martínez. 2015. Caracterización y evaluación del crecimiento como césped de *Paspalum alnum*, *Paspalum denticulatum* y *Paspalum vaginatum*. *Phyton*. 84: 51-57.
- Sandoval, G.R., C. Sandoval G y J. M. Martínez R. 2015. Restauración de suelos degradados mediante la utilización de gramíneas, en cuatro regiones del estado de Oaxaca. 1er Congreso Iberoamericano sobre Sedimentos y Ecología. Querétaro, México.

SAS. 2002. Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schild, A.J., E. R. Gaussoin and C. R. Shearman. 2009. Establishing Buffalograss Turf in Nebraska. NebGuide G1945. University of Nebraska–Lincoln

Stubbendieck, J., S. L. Hatch, N. M. Bryan and C. D. Dunn. 2017. North American wildland plants: a field guide. U of Nebraska Press. 509 p.

### **Sitios WEB**

Florasource, Ltd horticultural products. `UC Verde' Buffalograss Instalation and Care Guidilenes. 2017. [http://www.ucverdeplugs.com/wp-content/uploads/2016/05/UC-Verde%C2%AE-Installation-andCare Guidelines. pdf](http://www.ucverdeplugs.com/wp-content/uploads/2016/05/UC-Verde%C2%AE-Installation-andCare%20Guidelines.pdf)  
(Consultado Febrero 2018.)

High Country Gardens. Legacy Buffalograss Plugs Trays (Legacy)  
<https://www.highcountrygardens.com/sustainable-lawns/buffalo-grass>  
(Consultado Abril 2018)

Nature Hills. Legacy Buffalograss Plugs Trays (Legacy)  
<https://www.naturehills.com/grasses/lawn-grass> (Consultado Abril 2018)

Todd Valley Farms. Legacy Buffalograss Plugs Trays (Legacy)  
<http://www.toddvalleyfarms.com/store/scripts/prodView.asp?idproduct=19>  
(Consultado Abril 2018)

Warner Brothers Seed Company. 2015. Investments that Grow. Buffalograss.  
<http://www.wbseedco.com/buffalograss.htm>

# APÉNDICE



Figura A.1. Arreglos espaciales A) Arreglo central B) Arreglo general.



Figura A.2. Establecimiento de experimento 24 de junio 2016.



Figura A.3. Porcentaje de cobertura a los 79 DDP. Foto tomada en dos secciones del experimento





Figura A.4. Porcentaje de cobertura a los 131 DDP.



Figura A.5. Porcentaje de cobertura a los 388 DDP.



Figura A.6. Método de muestro para obtener densidad de tallos y hojas.



Figura A.7. Tipos de tallos florales. A) Tipo I B) Tipo II C) Tipo III.