

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTANICA**



**EVALUACION DE DIFERENTES ENRAIZADORES COMERCIALES
Y *Bacillus subtilis* EN EL CRECIMIENTO DE *Bouteloua
dactyloides* (Nutt) Columbus**

Por:

ROBERTO ANGEL GARCÍA GARCIA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2011.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTANICA**

PRESENTADA POR:

ROBERTO ANGEL GARCÍA GARCIA

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

APROBADA

Presidente del Jurado

MC Leopoldo Arce González

Vocal

Dr. Jesús Valdés Reyna

Vocal

MC Antonio Valdez Oyervides

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2011.

DEDICATORIA

Al **Señor Todopoderoso** por darme la oportunidad de nacer, crecer, desarrollarme en su enseñanza y alcanzar uno de mis objetivos en la vida.

A mis **Padres Graciano García Hernández y Marciana García Bautista**: por sus sacrificios en la vida para darme todo y sin esperar nada a cambio.

A mis hermanos **Erika García, Andrés García García, Mireya García García y Yesica García García**: Por compartir momentos de alegría y tristeza saber que la esperanza algún día tenía que llegar.

A mis dos hijos **Gael García González y Brikelia García Félix**: Que son el amor de mi vida y parte fundamental de este proyecto.

A la Memoria de mis abuelitas que en paz descansen **Felipa Hernández, Ninfa Bautista Merino**, nunca los olvido.

A mi tía **Paulina García Hernández** Por sus sabios consejos que en su momento me transmitió desde niño.

A las Señora **Alicia** y su Esposo **Arturo** por toda la ayuda que recibí de ellos y sus Hijos **Brenda, Nélica y Ricardo**.

A mis tres amigos de toda la vida **Ing. Adonis Fabián Tello, Miguel Tello Hernández** muy en especial en la memoria de mi amigo que en paz descansa **Lic. Manuel Curiel**. Por compartir inolvidables y grandes momentos en la vida

AGRADECIMIENTOS

Al Biólogo M.C. Leopoldo Arce González, por su incondicional y sincera amistad, apoyo, dirección revisión y corrección para la conclusión del presente trabajo.

Al Ingeniero Francisco Alemán Granados, por sus atinadas sugerencias de elegir apropiadamente el tema y por ayudarme a complementar el programa de trabajo.

Al Doctor Rubén López Cervantes, por su valiosa aportación y revisión para llevar a cabo el programa de investigación.

Al ingeniero Mario Alberto Flores Hernández, por su abierta amistad y apoyo constante durante el proceso de investigación.

Al profesor Toshiaki Nogiwa Tanaka, por enseñarme el arte de la mano vacía que en japonés significa Karate do.

Al profesor Eduardo Landeros Ibarra, por haberme iniciado en el arte de la mano vacía en los primeros años.

A todos los profesores y personal del Departamento de botánica, que directa o indirectamente participaron en la conclusión de mi carrera profesional.

A mi Alma Mater, por recibirme en su seno.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INDICE	III
INDICE DE CUADROS	IV
INDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	VI
INTRODUCCION	3
Objetivos	4
Hipótesis	4
REVISION DE LITERATURA	5
Factores al elegir el pasto para jardín	5
Pastos para ornamentación	5
Algunos pastos utilizados como césped	6
<i>Bouteloua dactyloides</i>	6
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	7
Condiciones climáticas y suelo	8
Mantenimiento	9
Enfermedades y plagas	9
Control de malezas	10
<i>Pennisetum clandestinum</i>	10
Distribución en México	11

	11
Descripción técnica	
	12
Hábitat	
Efectos sobre la biodiversidad y ecosistemas	13
<i>Cynodon dactylon</i>	13
Condiciones climáticas y suelos	14
Mantenimiento	15
Enfermedades y plagas	16
<i>Zoysia japonica</i>	17
<i>Paspalum vaginatum</i>	19
Fitorreguladores	20
Sustancias reguladoras de crecimiento	21
Auxinas	21
Giberelinas	21
Citocininas...	22
Características de <i>Bacillus subtilis</i>	22
<i>Bacillus subtilis</i>	23
Características morfológicas	23
Características fisiológicas	23
Best ultra "S"...	23
Análisis garantizado	24
Dosis de aplicación	24
Uso de <i>Bacillus subtilis</i> contra mosquita blanca y <i>Pythium</i>	26
Efecto de <i>Bacillus subtilis</i> en el crecimiento y alimentación de tilapia y	26

langostino	
Composición de Raíz forte	27
Composición de Rooting	28
MATERIALES Y METODOS	29
Materiales	29
Preparación de la solución	29
Descripción de tratamientos	30
Fechas de aplicación	30
Variables evaluadas	31
Diseño experimental utilizado	32
RESULTADOS Y DISCUSION	33
Longitud de vástago	33
Longitud de raíz	34
Peso fresco de vástago	36
Peso fresco de raíz	37
Peso seco de vástago	39
Peso seco de raíz	40
Longitud de hoja más larga	42
Ancho de limbo de la hoja	43
CONCLUSIONES	45
LITERATURA CITADA	46
ANEXO FOTOGRAFICO	49
APENDICE	50

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1.- Composición de Raíz Forte	27
2.- Composición Rooting	28
3.- Fechas de aplicación	30
4.- Comparación de medias de longitud de vástago	34
5.- Comparación de medias de longitud de raíz	35
6.- Comparación de medias de peso fresco de vástago	37
7.- Comparación de medias de peso fresco de raíz	38
8.- Comparación de medias de peso seco de vástago	40
9.- Comparación de medias de peso seco de raíz	41
10.- Comparación de medias de longitud de hoja más larga	42
11.- Comparación de medias de ancho de limbo de la hoja	44

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1.- Longitud de vástago	33
2.- Longitud de raíz	35
3.- Peso fresco de vástago	36
4.- Peso fresco de raíz	38
5.- Peso seco de vástago	39
6.- Peso seco de raíz	41
7.- Longitud de hoja más larga	42
8.- Ancho de limbo de la hoja	43

RESUMEN

La presente investigación se llevo a cabo durante los meses de septiembre y octubre de 2010 bajo condiciones de invernadero en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo; Coahuila a 25°22' de latitud norte y 100° 47' de longitud oeste del meridiano de Greenwich con una altitud de 1743 msnm.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento y desarrollo de zacate búfalo *Bouteloua dactyloides* aplicando dos enraizadores comerciales (Rooting y Raíz Forte) y el probiótico *Bacillus subtilis*. El experimento se estableció mediante un diseño completamente al azar analizado con el paquete de Diseños Experimentales FAUANL versión 2.5 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994). Esta investigación constó de cuatro tratamientos con treinta repeticiones cada uno sumando un total de 120 unidades experimentales realizándose siete aplicaciones cada cuatro días. Las variables evaluadas fueron longitud de vástago, longitud de raíz, peso fresco de vástago, peso fresco de raíz, peso seco de vástago, peso seco de raíz, longitud de hoja más larga y ancho de limbo de la hoja.

Los análisis de varianza y la comparación de medias demostraron diferencia altamente significativa para todas las variables en estudio excepto para ancho de limbo de la hoja en la cual solo se observo diferencia numérica resultando el mejor tratamiento el de *Bacillus subtilis*.

Es muy importante señalar que el análisis estadístico nos mostró que el mejor tratamiento en todas las variables evaluadas resultó ser el de *Bacillus subtilis* seguido del tratamiento consistente en la aplicación de rooting, posteriormente le siguió el de raíz fuerte (enraizadores comerciales) y por último el testigo absoluto (agua corriente).

Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la aplicación de *Bacillus subtilis* promueve un mejor crecimiento y desarrollo en diferentes especies

vegetales a un costo menor que los reguladores de crecimiento comerciales, además, de contribuir a mejorar las condiciones generales del suelo.

Palabras clave: zacate búfalo, *Bouteloua dactyloides*, *Bacillus subtilis*, enraizadores.

INTRODUCCIÓN

Los pastos (césped de jardín) tienen una función decorativa y por lo tanto emocional, ya que proporcionan tranquilidad, relajación y diversión. Además, tienen una amplia gama de funciones indirectas ya que protegen los suelos contra la erosión que provocan el viento y el agua; favorecen la infiltración del agua de lluvia, aumentan el almacenamiento de carbono de agua en el suelo, proporcionan frescura en tiempos calurosos, reducen el riesgo de incendios forestales y son hábitat de fauna silvestre. En el ámbito nacional lamentablemente no se han sabido valorar estos beneficios y la investigación en esta área es mínima.

La problemática de los céspedes es más severa en regiones semiáridas ya que tienen precipitaciones escasas, un clima extremoso y una población que crece día a día lo que ha reducido la disponibilidad del líquido vital que es el agua. Una alternativa real para estas regiones es el uso de plantas nativas con potencial como césped. El zacate búfalo representa una buena opción ya que es una especie perenne nativa de la región semiárida de Norteamérica, su porte es bajo, tiene una amplia adaptación, posee resistencia a la sequía, crece en suelos arcillosos, es tolerante a la salinidad, tiene baja demanda de nutrientes y tolera bajas temperaturas (Brede, 2000). Es una planta dioica y es la única especie nativa que se usa ampliamente como césped en la región de las grandes planicies de Estados Unidos de América y a nivel mundial va cobrando un interés especial, (Wu, 2000).

La calidad de un césped está en función de su uso; ornamental o deportivo (funcionalidad) y de la apariencia deseada. Entre los factores que influyen en la

calidad destacan la textura, la uniformidad, el color y el hábito de crecimiento (Turgeon, 2002, Martínez 2002) reporta dos tipos morfológicos de zacate búfalo en el norte de México; el tipo más común corresponde a plantas con guías numerosas, con entrenudos cortos, hojas angostas y de un color que varía de verde claro a oscuro.

En el zacate búfalo, Wu (2000) encontró diferencias en calidad de césped entre materiales con diferentes niveles de ploidía. Los diploides exhibieron una tasa de crecimiento más rápida y una mayor densidad que los tetraploides y hexaploides. Además en ensayos ejecutados en el norte de California notó que los materiales norteamericanos (hexaploides) comenzaban a perder su color verde a mediados del mes de noviembre y para diciembre lo perdían en su totalidad debido a la latencia, mientras que los materiales mexicanos mantuvieron su color hasta diciembre. Destacó además que dichos materiales tienen un período menor de latencia, una mejor coloración de rebrote en primavera y una tolerancia mayor a las heladas.

Debido a la importancia que presentan las características de este pasto (búfalo) se tiene como **objetivos** en este estudio:

- Evaluar el crecimiento de zacate búfalo aplicando diferentes tratamientos comerciales con para su desarrollo.
- Evaluar el efecto de *Bacillus subtilis* en el crecimiento y desarrollo de este pasto.

Hipótesis:

Con la aplicación de estimulantes del desarrollo, al menos uno de ellos promoverá el crecimiento y desarrollo vegetativo de zacate búfalo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Factores al elegir el pasto para jardín.

Una de las partes básicas de cualquier jardín es el pasto. En sí, se puede llamar jardín a una alfombra de pasto sin ningún otro elemento; es por esto que debes elegirlo de acuerdo al lugar donde vives y al diseño del jardín mismo. Hoy en día hay una gran cantidad de opciones para pasto, que van desde variedades especiales para poco sol y mucha humedad hasta pastos resistentes a la sequía y al ambiente semidesértico.

El pasto necesita sol para crecer pero hay variedades adaptadas a distintas intensidades y horas de luz solar. Aún cuando alguno tenga muy buena apariencia no quiere decir que estará así todo el año. Si el clima es caluroso y soleado, es conveniente tener un pasto que tolere estas condiciones. Hay variedades que se recuperan muy rápido del uso rudo, ya sea para caminar o hacer deporte.

Pastos para ornamentación.

Los pastos para ornamentación han sido introducidos recientemente a los jardines debido a que sus características dramáticas añaden elementos de valor; con la brisa más ligera, un jardín con pastos de este tipo se aviva con movimientos y sonidos. Además los pastos ornamentales adicionan características otoñales e invernales interesantes a los jardines.

Los pastos ornamentales se adaptan a la mayoría de las áreas y son fáciles de cuidar. Pueden prosperar hasta en las tierras más pobres donde otras plantas no lo hacen y muy pocas plagas o enfermedades los atacan; se les puede encontrar en una gran variedad de tamaños, colores y texturas.

Un césped se puede producir a partir de semillas, de tepes o de estolones. Por estolones solo se aplica a unas pocas especies de cespitosas que lo permiten, las más conocidas son:

ALGUNOS PASTOS UTILIZADOS COMO CÉSPED:

Bouteloua dactyloides (Nutt.) Columbus

Sinonimia: *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm.; *Bulbilis dactyloides* (Nutt.) Raf. ex Kuntze

Nombre común: zacate búfalo. Longevidad; perenne. Origen; nativo. Estación de crecimiento; C4, zacate de crecimiento de verano.

Planta baja estolonífera, dioica, formadora de césped. Culmos de 5 a 15 cm de longitud, estolones con entrenudos de 1 a 4 cm de longitud. Vainas estriadas, glabras o pilosas en los márgenes superiores y en la garganta. Lígula ciliada, de 0.8 a 1 mm de longitud. Láminas foliares de 6.5 a 10 cm de longitud, de 1 a 1.5 (-2) mm de ancho, planas, enrolladas, escabrosas en ambas superficies. Inflorescencia estaminada excerta, con 1 a 2 (-4) ramificaciones primarias espigadas, de 1 a 1.5 cm de longitud. Espiguillas de 4 a 5 mm de longitud. Flores casi transparentes. Glumas subiguales de 1.5 a 4 mm de longitud, uninervadas; la segunda en ocasiones corto-aristada. Lema de 3 a 4.8 mm de longitud, con el ápice agudo y mucronado. Pálea del mismo tamaño que la lema. Anteras color naranja-rojizo o salmón. Inflorescencia femenina incluida en las 2 vainas superiores, que son cortas y ensanchadas. Ramificaciones primarias espigadas 2,

de 6 a 7 mm de longitud, de 3 a 4 mm de ancho. Espiguillas color crema, pubescentes o glabras, con dientes o lóbulos en ocasiones aristados, en algunas espiguillas aristas ausentes; flores dorsalmente comprimidas. Segunda gluma cartilaginosa, con nervios poco notorios. Lema de 4 a 5 mm de longitud, levemente coriácea, lustrosa. Pálea un poco más pequeña angosta hacia el ápice, bidentada. Colectada con flores en todos los meses del año.

Distribución.—Amplia, conocida del SW de Canadá; planicies del W de EUA; N y Centro de México.

Hábitat. —Pastizales, matorrales y bosques, en la orilla de caminos; 244 a 2700 m. (Valdés, en prensa)

***Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze**

Sinonimia :Gramón o San Agustín

El pasto San Agustín, incluyendo las variedades de San Agustín Floratam y San Agustín La Silla, es un pasto vigoroso en crecimiento que se propaga exitosamente mediante guía o estolón estéril. Comúnmente se utiliza en residencias, parques públicos, industrias y comercios. El costo inicial y de mantenimiento permite caracterizarlo como uno de los más económicos para cubrir y formar áreas verdes.

El pasto cuenta con hojas individuales donde el diámetro de las mismas se encuentra entre 0.5 cm, lo cual permite identificarlo como un pasto tosco (de textura más gruesa a comparación de otros generos con hojas más delgadas y finas (bermuda, paspalum y zoysia). El pasto de manera natural alcanza una longitud de 12 a 15 cm (la lámina del limbo) sin embargo, su altura total debe mantenerse entre 2.5 y 3.5 cm. El color del follaje se caracteriza como verde limón y existe poca diferencia entre ambas variedades.

La profundidad de la raíz puede alcanzar los 20 cm bajo la superficie natural, una profundidad relativamente somera que permite tolerar sequías de entre 3 y 4 meses (largos períodos). La tolerancia a la sequía aplica solamente cuando el pasto haya enraizado antes de someterse a estas condiciones. Al comparar ambas variedades de San Agustín, el S.A. Floratam enraiza 5 cm más profundo que el S.A. la Silla que pierde fuerza durante dichas condiciones adversas.

Condiciones climáticas y suelos

El pasto San Agustín es originario de zonas costeras y húmedas donde la temperatura ambiente con veranos cálidos de 35⁰ C e inviernos templados de 5⁰C. Se adapta de manera exitosa en zonas áridas siempre y cuando el riego y fertilización no sea una limitante. Se caracteriza por ser un pasto tolerante a calor extremo soportando los 45⁰C, incluyendo su preferencia a la intensidad lumínica (solar) directa. El S.A. La Silla, en este caso, tolera condición de luz directa así como indirecta (media sombra), mientras que el S.A. Floratam regularmente requiere condiciones de luz directa.

El pasto debe recibir riego adicional en zonas donde la precipitación anual sea menor a 750 mm, o en regiones áridas como es el caso del norte de México. Se recomienda que la frecuencia promedio sea de 2 a 3 veces por semana, sin crear condiciones de encharcamiento. Tolerancia a una amplia gama de suelos, incluyendo pH entre 5.0 y 8.5. Sin embargo, al exceder un pH de 7.5, el pasto presenta una condición clorótica donde el color desvanece a amarillo limón (no es mortal).

La salinidad del suelo no es un obstáculo para el desarrollo del pasto, ya que soporta condiciones altamente salitrosas hasta los 16 mmhos de concentración.

Las actividades deportivas, o bien el tráfico continuo sobre este pasto así como cuando se somete a sombra extrema comúnmente pierde su vigor. El pasto es altamente resistente a diferentes competidores naturales como pastos invasivos y hierbas, sin embargo para esto se recomienda que la cubierta de pasto sea continua, densa y quede bajo mantenimiento rutinario.

Mantenimiento.

La frecuencia de corte del pasto, así como su altura varía durante las cuatro estaciones del año, estas dependen directamente de la disponibilidad de los siguientes factores:

- Humedad
- Nutrientes
- Intensidad lumínica
- Horas luz diarias
- Temperatura cálida (> 30⁰C)

Generalmente entre más factores estén disponibles en un medio, más se requerirá cortar el pasto; igualmente entre más factores existan, más corto pueden mantener el pasto si así lo desean.

Enfermedades y plagas

Así como tolera situaciones de estrés, el pasto San Agustín también tolera una gran cantidad de enfermedades y plagas; podría exponerse a diversas enfermedades que por sus nombres en inglés se reconocen como “Brownpatch”, SAD (San Agustín Decline), “Gray Leaf Spot”, “*Helminthosporium*”, “*Pythium*”,

“Rust”, “Downy Mildew”, entre otros. Estas enfermedades por lo general son hongos mismos que pueden controlarse aplicando fungicidas y practicando mantenimiento rutinario del pasto.

Estas enfermedades no son terminales, sino que adelgazan la cobertura del pasto hasta niveles invisibles; algunos métodos altamente efectivos para combatir las incluyen el mantenimiento preventivo de aplicación de fungicidas.

Control de malezas.

Un lote de pasto saludable y vigoroso no tiene mayor problema en dominar el desarrollo de hierbas invasivas. Sin embargo, un pasto bajo mínima supervisión y/o debilitado por plaga puede permitir invasiones de distintas especies de zacatón y/o hierbas de hoja robusta. Por ejemplo, hierbas invasoras como el trébol y la golondrina pueden invadir durante el invierno mientras el pasto se encuentra en reposo. Estas especies de hierba pueden controlarse mediante aplicación de herbicidas hormonales para fortalecer el pasto durante el inicio de la primavera.

***Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov Pasto kikuyo**

Sinónimia: *Pennisetum longistylum* (Hochst.) var. *clandestinum* (Chiov.) Leeke, *Pennisetum inclusum* Pilg., *Dicanthelium clandestinum* (L.) Gould.

Nombre común: Kuyuyú, tapete (Martínez, 1979), colchoncillo.

Este pasto exótico, introducido como forrajera, se ha extendido explosivamente en los últimos 30 años. En las regiones templadas y subtropicales húmedas y subhúmedas de México, forma prácticamente todos los céspedes y praderas, y domina los pastizales perturbados en los alrededores de las poblaciones grandes y pequeñas. También invade la vegetación natural, p.ej. los pastizales

y ciénegas en los bosques de pino-encino y en el bosque mesófilo, además es un problema en muchos cultivos. Es la invasiva más seria de climas templados y subtropicales, pero es propagado activamente por la facilidad con la cual se establecen cubiertas vegetales con él, y por su valor forrajero.

Distribución en México

Se ha registrado de Baja California Norte, Chiapas, Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Puebla, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998). También se menciona en Chihuahua, Jalisco, Colima, Querétaro, Michoacán.

Descripción técnica

Basada en Rzedowski y Rzedowski, 2001.

Hábito y forma de vida: Planta perenne, rastrera, formando matas. Puede trepar, apoyándose en arbustos.

Tamaño: De 5-10 cm de longitud.

Tallo: De corto crecimiento, marcadamente rastreros, con entrenudos cilíndricos, glabros (sin ornamentación), de 1-2 cm de longitud; nudos glabros.

Hojas: Glabras o con pelos. Vainas esparcidamente vilosas en el envés a glabras, con márgenes membranosos y secos; lígula en forma de anillo de pelos de 1-2 mm de longitud, láminas foliares planas o conduplicadas (dobladitas a lo largo de su nervio medio), con el ápice obtuso, de (1.5) 2 a 9 cm de longitud, de 2 a 5 mm de ancho, glabras o esparcidamente vilosas en la base.

Inflorescencia: Inconspicua, escondida entre las vainas, compuesta, con espigas cortas axilares. Sólo se pueden ver los estambres por fuera cuando florece.

Espiguilla/Flores: Espiguilla 2 a 3 (4), de 1.4 a 1.8 cm de longitud, escasas, ocultas en las vainas superiores, una espiguilla pedicelada y las demás sésiles, pedicelo de la espiguilla de 2 a 5 mm de longitud, cada una con 15 a 16 cerdas hasta de 1 cm de longitud, glumas ausentes; lema de la flor estéril igual a la

lema de la flor fértil, con varias nervaduras, pálea casi igual a la lema. Estambres y estigmas exertos.

Raíz: Rizomas fuertes y estolones bien desarrollados.

Características especiales: La floración puede pasar desapercibida por la inflorescencia inconspicua.

Hábitat

Común en potreros, orillas de caminos y los alrededores de poblaciones. Es prácticamente la única especie de céspedes en muchas regiones. No soporta la sombra.

Distribución por tipo de zonas bioclimáticas: Bosque de pino-encino, bosque mesófilo.

Distribución altitudinal:1350-3100 m.

Influencia del ser humano sobre su distribución local o regional

El ser humano es el principal dispersor al introducirlo a propósito como forrajera, ornamental, y para controlar la erosión.

Propagación, dispersión y germinación

Se propaga vegetativamente. Las partes del tallo pueden sobrevivir de una temporada a otra. Las semillas pueden pasar el tracto digestivo de animales intactos.

Ciclo de vida: Perenne.

Fenología: La planta solo florece si es pastoreado o cortado.

Forma de polinización: Por viento.

Efectos sobre la biodiversidad y ecosistemas

Es una invasora importante de vegetación abierta en las zonas templadas húmedas y subhúmedas.

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos

Sólo se ha registrado como maleza en manzana, pero existe en muchos más. Es especialmente molesto en alfalfa.

Usos

Esta especie se emplea como forraje en el trópico. Debido a que forma buen césped se usa en jardinería.

Estatus de naturalización de exóticas

Naturalizada.

Situación legal en otros países

Es considerada maleza nociva en varios estados de E.U.A. y en otras partes del mundo, y se encuentra bajo restricciones.

Cynodon dactylon (L.) Pers.

Sinonimia:

Nombre común : Bermuda Grass, zacate Bermuda, pasto diente de perro, Bahama Grass, Devil's Grass, Couch Grass, Indian Doab, grama, gramilla, chépica, pasto bermuda, Scutch Grass, gramón, pata de perdiz

Planta rizomatosa y estolonífera; culmos de 10 a 25 cm de longitud, delgados, glabros, erectos o decumbentes; nudos y entrenudos vainas más cortas que los entrenudos, vilosas en el ápice, las inferiores aquilladas, los bordes membranáceos; lígulas membranáceas, cilioladas; láminas detrás de la lígula en

los márgenes inferiores, de 2 a 6.5 cm de longitud por 1 a 3.5 mm de ancho, aplanadas, en ocasiones conduplicadas, vilosas, detrás de la lígula en los márgenes inferiores, ocasionalmente en ambas superficies. Inflorescencia compuesta por 4 a 6 espigas, de 2 a 6 cm de longitud, arregladas en un verticilo; espiguillas de 2 a 2.8 mm de longitud, imbricadas, verde violáceas; glumas de 1 a 2.3 mm de longitud, dobladas y aquilladas sin arista; lema y pálea glabra del largo de la lema o un poco más corta, raquilla prolongada, desnuda o llevando una segunda flor masculina o rudimentaria. .

Condiciones climáticas y suelos.

El pasto bermuda es originario de zonas tropicales y subtropicales, se desarrolla de manera óptima en lugares donde hay veranos extensos con temperaturas superiores a 25⁰C, este pasto prefiere el invierno corto y ligero con temperaturas mínimas de 5⁰C. La temperatura diurna ideal para el desarrollo de pasto bermuda es entre 35⁰C y 38⁰C.

No obstante a lo anterior, el pasto es altamente resistente a temperaturas extremosas. Por ejemplo, puede desarrollarse en zonas climáticas donde las temperaturas nocturnas descienden a 1⁰C, siempre y cuando las temperaturas diurnas alcancen los 20⁰C. Si en dado momento la temperatura ambiente promedio se encuentra por debajo de los 10⁰C (otoño-invierno), el pasto entra en estado invernal donde su crecimiento inicial se detiene y su color desvanece un tono. El pasto no muere sino que guarda reserva de carbohidratos en sus rizomas para su futuro crecimiento durante la próxima primavera.

Los pastos bermuda prefieren intensidad lumínica directa, así mismo, entre más soleados sean los días y la intensidad lumínica sea relativamente alta (primavera-verano), incrementa el crecimiento de los rizomas, estolones y de las hojas del pasto. Por otro lado, bajo condiciones de una intensidad de luz reducida (menor a 60% de luz solar directa), las hojas del pasto se alargan y los rizomas se debilitan, en consecuencia, la cubierta del pasto se esparce bajo condiciones sombrías.

El pasto debe recibir riego adicional en zonas donde la precipitación anual sea menor a 400 mm o bien en regiones áridas como es el caso del norte de México. Se recomienda que la frecuencia promedio de riego sea entre 2 a 3 veces por semana, sin crear condiciones de encharcamiento. Este pasto tolera una amplia gama de suelos, incluyendo arcillas y suelos arenosos siempre y cuando los nutrientes vitales estén disponibles. Tolerancia condiciones de suelos ácidos y alcalinos, se desarrolla mejor en suelos con buen drenaje, tolera una amplia gama de pH en el suelo, sin embargo se desarrolla mejor en los rangos de 6.5 y 8.0.

Mantenimiento.

El pasto bermuda se caracteriza como el pasto más tolerante a condiciones de sequía, cuando este se somete a estas condiciones, la cubierta del mismo exhibe un color amarillo con una tonalidad irregular, sin embargo, recupera su aspecto normal al recibir humedad.

Por lo general, la frecuencia de riego del pasto bermuda depende del uso que tenga, así como también de los siguientes factores ambientales:

*Humedad

*Viento

*Intensidad lumínica

*Temperatura cálida (>30°C)

La frecuencia y altura de corte del pasto bermuda depende de la variedad, el uso y el nivel de mantenimiento. Por lo general, el pasto genera una cubierta densa y resistente al tráfico por lo que se recomiendan cortes de entre 1.3 y 2.5 cm de altura.

Se recomienda también aplicar la práctica de aeración sobre el pasto para mejorar la calidad del suelo donde crece el mismo. Esta práctica involucra el afloje del suelo mediante un rodillo provisto de picos o cuchillas el cual se desliza superficialmente sobre el pasto. La aeración permite mejor drenaje de agua y nutrientes hacia las raíces. Esta técnica en combinación con el arroje y cortes rutinarios fortalece la salud y el vigor del pasto, así como un crecimiento parejo y uniforme de la cobertura superficial.

Enfermedades y plagas.

El pasto bermuda tolera distintas condiciones ambientales y sobrevive naturalmente en lugares donde la fertilidad del suelo y la lluvia no sean factores limitantes, así como también las temperaturas invernales no descieran de manera extremosa. Este pasto puede encontrarse con algo de competencia como lo son las malezas y plagas, éstos solamente suelen incrementarse cuando se trata de pasto de bajo mantenimiento.

Algunos insectos y plagas que se alimentan de este pasto incluyen gusano soldado, gusano cogollero, gusano blando, hormigas, arañas y cochinillas. Algunos se alimentan de la savia de las hojas mientras que otros atacan directamente a la raíz inhibiendo el desarrollo adecuado del pasto. Para exterminar plagas, por lo general se recomienda utilizar pesticidas, sin embargo,

puede tolerar naturalmente cierta cantidad de estas plagas e invasiones siempre y cuando no pasen al extremo.

Cuando el pasto exhibe señales de enfermedad (amarillamiento o debilitación), es importante que se disminuya temporalmente las aplicaciones de nitrógeno ya que éste podría darle fuerza a la plaga o enfermedad.

Pasto zoysia *Zoysia japonica* Steud.

El pasto zoysia es una especie perenne que cuenta con estolones así como con rizomas, este pasto normalmente se vuelve café después de la primera helada, sin embargo es de las especies que se recupera más rápido al entrar la primavera. Se caracteriza de hojas rígidas debido a su alto contenido de silicio, con una punta afilada.

Altamente versátil, el pasto zoysia es ideal para utilizarse en jardines, en ciertos casos se puede utilizar en campos de golf, parques y/o canchas deportivas. Puede sembrarse en una amplia gama de suelos, incluyendo suelos arenosos o arcillosos, así como también en suelos ácidos o alcalinos; se adapta a zonas costeras, ya sea de climas cálidos o templados.

En general, el pasto zoysia es muy tolerante a condiciones de sequía , aún cuando éste presente un color amarillo bajo condiciones extremas de sequía, éste mismo guarda la capacidad de recuperar su color, al recibir riego posterior o lluvia. El pasto suele utilizarse a lo largo de costas donde el drenaje natural del suelo es adecuado, se caracteriza por ser muy tolerante al tráfico, sin embargo son

relativamente lentos para recuperarse en áreas maltratadas a comparación de otros pastos. Por lo general suelen utilizarse para jardines/patios, campos de golf y canchas de béisbol. No se recomienda para deportes de alto impacto y tráfico como el fútbol soccer o el fútbol americano, particularmente porque tarda mucho en recuperar huecos causados por el desgaste.

El pasto zoysia crece desde el inicio de la primavera hasta el otoño tardío siempre y cuando no presente alguna limitante de humedad y de nutrientes. Aunque es considerado como un pasto con alta resistencia a la sequía, cuando se somete a estas condiciones, su crecimiento se detiene y tiende a cambiar su color verde por el amarillo. Se debe regar entre 2 y 3 veces por semana dependiendo de la temperatura ambiental y las condiciones del suelo; un suelo arenoso requiere riego más frecuente que un suelo arcilloso. Del mismo modo, entre más cálida la temperatura más frecuencia de riego se necesita para mantener el pasto saludable; durante la época de invierno, este pasto requiere de riego esporádico para protegerlo del ambiente seco y para fortalecer su textura aún y cuando éste en estado invernal.

Requiere de aplicaciones moderadas de nitrógeno para mantener una cobertura densa. Cuando se trata de jardines o patios, 2 ó 3 aplicaciones de nitrógeno durante la época de crecimiento bastaran para mantener una cubierta densa y de color verde. Cada aplicación debe de ser de por lo menos 1 lb de nitrógeno por cada 1000 ft². Debe aplicarse a finales de la primavera, a principios de verano y en el otoño.

Cuando la poda del pasto es frecuente y éste se mantiene en alturas mínimas la cubierta del pasto tiende a ser aún más densa, sin embargo, gran cantidad de

personas prefieren mantener una cubierta normal y evitarse el corte con tanta frecuencia.

Si el pasto se ubica en patios o jardines a pleno sol, puede mantenerse entre 1 y 2 pulgadas de altura con cortes cada 5 a 7 días, cuando se corta con menos frecuencia que la recomendada y/o en exceso, el corte efectuado entonces, resultará disparejo.

El pasto zoysia es relativamente poco atacado por insectos. Algunas enfermedades como el phytium y la roya pueden aparecer cuando hay condiciones de alta humedad ambiental. Sin embargo, el pasto tiende a recuperarse cuando hay condiciones de baja humedad; la gallina ciega es la plaga más frecuente en éste pasto, se recomienda el monitoreo del sitio durante el verano y el otoño, cuando la población de gallina ciega exceda de 50 individuos por m², se recomienda hacer un tratamiento con insecticidas específicos.

Gramma de agua *Paspalum vaginatum* Sw

Nombre común: Gramma de agua, césped del mar, gramilla blanca, grama, chéptica blanca, chípica

Este es un césped para zonas de clima cálido que tolera alta salinidad (halófito) y se encuentra disponible como rollo o en estolones “certificados”; de hecho, es similar en textura y uso a los híbridos de bermuda. Tiene además otras características especialmente bajo condiciones ambientales adversas, principalmente admite situaciones de estrés: sequías prolongadas, altos niveles

salinos, baja intensidad de luz, estanca agua y tolera niveles de pH del suelo extremadamente altos y bajos.

Por otra parte, tolera la mayoría de los recursos de agua alternativos, inclusive agua de efluentes, aguas salobres, residuales y agua de mar. Además, requiere menos riego y fertilización y aplicaciones mínimas de pesticidas en comparación a otros cultivos de clima cálido.

Dado que la calidad y conservación del agua se tornara aún más crítica en el futuro, este pasto puede ser la mejor elección para fairways, tees y roughs de campos de golf, así como para áreas residenciales, parques, campos deportivos y proyectos de recuperación para áreas deterioradas.

Fitorreguladores

Calderón (1987), menciona que los fitorreguladores del crecimiento vegetal son compuestos orgánicos aparte de los nutrientes y que a pequeñas concentraciones inhiben, promueven o modifican de alguna manera, cualquier proceso fisiológico de las plantas.

Primo y Carrasco (1980), mencionan que son fitorreguladores aquellos compuestos orgánicos que actúan inhibiendo o estimulando el crecimiento y la formación de órganos.

Rojas y Róvalo (1985), mencionan que los fitorreguladores son un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo y que actúa en muy pequeñas concentraciones para activar o deprimir algún proceso del desarrollo de la planta.

Sustancias Reguladoras de Crecimiento

Auxinas

Las auxinas estimulan la división celular; por ejemplo, fomentan el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Las auxinas son muy efectivas para iniciar la formación de raíces en varias especies vegetales, lo que constituyó la base de la primera aplicación práctica en agricultura de sustancias del crecimiento. Las auxinas pueden iniciar la floración e inducir el amarre de frutos y su desarrollo en algunas especies. La aplicación de éstas, incrementa el tamaño de frutos jóvenes y en su desarrollo, adelanta también la maduración de algunos frutos. También desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleoptilos (Saldívar, 1994).

Giberelinas

Primo y Carrasco (1980), mencionan que las giberelinas son sustancias orgánicas cuyo efecto más característico sobre las plantas se da en el desarrollo del tallo y hojas, observándose un mayor crecimiento de los entrenudos, llegándose en algunos casos a alturas diez veces mayores que las plantas no tratadas. Además sustituyen el efecto del frío y de la duración del día sobre la ruptura del letargo de los brotes y la diferenciación de brotes florales.

Citocininas

Rojas (1988), menciona que las citocininas, son un grupo de hormonas que más recientemente se han descubierto y por lo tanto, el menos conocido en su acción y efectos.

Además de fomentar la división celular, las citocininas influyen en la diferenciación de los cultivos; interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento. Otro efecto de las citocininas es retrasar el envejecimiento (Weaver, 1996).

Características de *Bacillus subtilis*

El *Bacillus subtilis* es una bacteria con características de bastón gran-positivo. Es una forma de spora, móvil y es un organismo aerobio obligado (aunque en condiciones con medios de cultivo complejos que contienen glucosa, se desarrollan como anaerobios con crecimiento débil y puede ocurrir fermentación). El *B. subtilis* forma en los medios de cultivo colonias que son opacas y pueden arrugarse, su coloración va del arena al castaño. Se encuentra en tierra y pudriendo material de plantas y no es patógeno.

http://www.arrowscientific.com.au/bacillus_subtilis.html)

Bacillus subtilis

Es el agente causal de la contaminación, tanto en los animales como en el hombre. Su poder patógeno se debe al poder antifagocitario de su cápsula (Decheco, s/f).

Características morfológicas

Bacilos rectos, aislados o en cadenas. Pueden bajo ciertas condiciones formar cápsulas, contaminación por flagelos peritricos. Es una bacteria gram positiva; el tamaño oscila entre 3 y 4 μ por 1 μ de ancho (Decheco, s/f).

Características fisiológicas

Es una bacteria aeróbica y anaeróbica. La temperatura de crecimiento oscila entre 25 y 35 $^{\circ}\text{C}$; se encuentra en el suelo, dada la resistencia de las esporas a las condiciones adversas, dependiendo del sustrato produce una diversidad de compuestos antibióticos y aminoácidos; antibióticos como la bacitracina, polimixina, triodicina, etc. (Decheco, s/f).

Best Ultra “S”

DEAQ, 2008 menciona que el Best Ultra “S” es un producto microbiológico-orgánico recomendado para el control y manejo de enfermedades de las plantas ocasionado por microorganismos del suelo, su formulación es única ya que contiene un grupo de tres cepas de *Bacillus subtilis*, altamente efectivas sobre los principales géneros de importancia, como son *Fusarium*, *Rhizoctonia*,

Phytophthora, *Phytium*, *Verticillium*, entre otros. Best Ultra “S” puede usarse en cualquier etapa del cultivo, tanto para el tratamiento de semillas, tubérculos, rizomas, plántulas en charola, semilleros y almácigos de las plantas en drench durante las etapas fenológicas críticas del cultivo, protegiendo preferentemente desde el establecimiento del cultivo, o cuando se presente el máximo riesgo de ataque de los patógenos. Best Ultra S puede emplearse tanto en cultivos de hortalizas, frutas, cultivos de flor de corte y ornamentales, granos, cereales y cultivos industriales, bajo cualquier sistema de producción orgánica, convencional, de transición, intensiva o extensiva.

Análisis garantizado	% (P/V)
Esporas de <i>Bacillus subtilis</i> (1.0 x 10 ⁸ ufc/ ml).....	30.00%
Metabolitos de fermentación de hongos benéficos múltiples.....	42.00%
Flora microbiana benéfica de lixiviados de M.O. animal y vegetal.....	10.00%
<i>Azotobacter</i> spp.....	5.00%
Chitosan hidrolizado.....	1.50%
Estabilizadores orgánicos.....	1.50%
Acondicionadores y diluyentes.....	10.00%

Dosis de aplicación

Hortalizas en general (al establecimiento, realizar 2 repeticiones) 1 a 2 l/ha

Producción de plántula (en el agua de riego) 0.5 a 1.0 ml/l agua

Para un mejor desempeño del producto, se recomienda fermentar por un período mínimo de 48 h con Fulvamin 18 a una proporción de 1:1.

Beneficios

- Amplio rango de acción contra nemátodos y hongos fitopatógenos de la raíz.
- Recomendado para todo tipo de cultivo bajo cualquier sistema de producción. Permite una mejor absorción de nutrientes.
- Beneficia las condiciones de la rizósfera.
- Mayor sanidad de las raíces.
- Mantiene a la planta vigorosa.

Estudios realizados por Cruz (2004), en donde evaluó in vitro diferentes aislados de *Bacillus* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa, observó porcentajes de inhibición al patógeno 35.5 y 40.4 %, en comparación al testigo. De igual manera, en evaluación de campo, la menor incidencia y severidad se obtuvo con los aislados de *Bacillus*. Virgen (1990), reportó que *B. subtilis* a una dosis de 1.2×10^{10} bac/10 gr tuvo un menor porcentaje de marchitamiento causado por *Fusarium oxisporum sp niveum*, en el cultivo de melón. En el mismo entorno Guillen *et. al;* (2006) muestra que en pudrición de raíz de cultivo de chile, redujo la incidencia en 80 % y severidad en 39 % respecto al testigo.

En la investigación realizada por Ortiz (2009), muestra que *Bacillus subtilis* tiene un efecto sobre el desarrollo de la planta, en donde encontró hasta un 8.76 % de incremento. Oseguera (2005), estudió bacterias del género *Bacillus* como promotores del crecimiento, donde observó en el cultivo de tomate un mayor peso del follaje comparado con otros tratamientos.

Uso de *Bacillus subtilis* contra mosquita blanca y *Pythium*

Cada día crece más el uso de productos de control biológico basados en microorganismos benéficos. Se ha determinado en particular que la aplicación de rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal tiene un efecto benéfico en las plantas mediante la colonización de las raíces. La rizobacteria *Bacillus subtilis* confiere vitalidad y también resistencia a las plantas frente a estrés biótico y abiótico. Estas condiciones de estrés son muy comunes donde los agricultores riegan sus cultivos con aguas salinas. A través de sus experimentos el profesor A. Hanafi del Departamento de Protección Vegetal en Agadir, Marruecos, evaluó el impacto de *Bacillus subtilis* –utilizado en condiciones de estrés por salinidad y en condiciones normales- en la resistencia y tolerancia de tomate a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el hongo patógeno que ataca las raíces, *Phytium sp.*

Este investigador concluye que el riego de tomate con agua salina hace menos sensible a la planta a los ataque de mosca blanca; por otra parte, la inoculación de las plantas con *Bacillus subtilis* aparentemente induce resistencia a *Bemisia tabaci*, tanto si el ambiente es salino o no. Adicionalmente, la inoculación de plantas con esta bacteria induce resistencia a *Phytium*, especialmente bajo condiciones salinas.

Efecto de *Bacillus subtilis* en el crecimiento y alimentación de tilapia y langostino

El uso de probióticos - microorganismos benéficos para el cultivo- en acuicultura se ha intensificado en los últimos diez años (Verschuere *et al.* 2000). Una de las causas es probablemente la imitación de su uso en la alimentación de

monogástricos y mascotas. Además, la misma intensificación de la acuicultura de peces y crustáceos (Gómez- Márquez 1998, Gómez Márquez *et al.* 2003, Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez 2003, Campaña Torres *et al.* 2003, Re-Araujo y Acosta Ruiz 2003) puede ser otro factor influyente, lo que aumenta los problemas con enfermedades o la calidad del agua.

Uno de los microorganismos más usados como probiótico es la bacteria *B. subtilis*. En 1941 el ejército alemán en África del Norte descubrió que los árabes se automedicaban la disentería ingiriendo excremento fresco de camello y verificaron que la ingestión de *B. subtilis* era la causa de esta mejoría, aplicando luego este tratamiento (sin el excremento) con éxito a sus propias tropas (Rothschild 1993). *B. subtilis* se encuentra en todo el ambiente, sobre todo en el suelo. No muestra toxicidad hacia vertebrados, aunque la EPA 82000, solicitó más estudios acerca de su efecto en invertebrados y animales acuáticos. Muestra una marcada acción bactericida y fungicida por lo que se ha aprobado su uso como biopesticida en plantas (EPA 2000). *B. subtilis* es un ingrediente común en las mezclas de probióticos recomendadas para el uso en animales acuáticos.

Composición de enraizadores comerciales utilizados en el presente trabajo

Cuadro 1.- Composición de Raíz Forte (biogenerador radicular)

Análisis	% en Peso
Activadores metabólicos enzimáticos	25.00
Auxinas (500 ppm)	0.050
Giberelinas y Citocininas (20 y 130 ppm)	0.015
Fósforo	2.504
Nitrógeno	1.603
Potasio	0.746
Calcio, Magnesio y Azufre	0.018
Fierro y Zinc	0.005
Vitaminas y Aminoácidos	0.530

Sustancias Fúlvicas	2.745
Inductores de Resistencia a Enfermedades	10.000
Promotores Biológicos	56.784

Cuadro 2.- Composición de Rooting (biogenerador radicular)

Ingredientes	% Peso
Extractos de Origen Vegetal Conteniendo las Sigüientes Hormonas y Vitaminas Biológicamente Activas	78.36
Auxinas	530.0 ppm
Vitaminas	500.0 ppm
Fósforo Asimilable (P ₂ O ₅)	15 000 ppm
Diluyentes y Acondicionadores	20.14

Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de septiembre y octubre de 2010, bajo condiciones de invernadero ubicado en el área experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila; a 25° 22' de latitud norte y 100° 47' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 msnm.

Materiales

El material vegetativo consistió de esquejes de pasto *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) Columbus (zacate búfalo) con 5.0 cm de longitud provenientes de podas de material del departamento de Fitomejoramiento. El sustrato utilizado consistió en tierra común para jardín previamente tamizada.

Enraizadores comerciales	Probeta de 200 ml
-Esquejes de pasto	-Charolas de plástico de 6 cavidades
-Cubeta de 20 litros	<i>Bacillus subtilis</i>
-Regadera manual	-Regla de 30 cm

Preparación de la solución

Para evaluar el efecto de *Bacillus subtilis* en el crecimiento y desarrollo del zacate búfalo, se aplicó una dosis del mismo, así como dos tratamientos comerciales además de un testigo absoluto; para la preparación de la solución se colocaron 15

litros de agua en una cubeta a la cual se le añadió el tratamiento correspondiente para posteriormente ser aplicado al material vegetativo con una regadera manual realizándose un total de siete aplicaciones.

Descripción de tratamientos

Este experimento consistió de cuatro tratamientos con treinta repeticiones cada uno sumando un total de 120 unidades experimentales:

Tratamiento	Dosis de producto/l de agua
1.- <i>Bacillus subtilis</i>	15 cm ³
2.- Raíz Forte	3 cm ³ + 1 g
3.- Rooting	7.5 cm ³
4.- Testigo Absoluto	15 l de agua

Cuadro #3.- Fechas de aplicación:

1 ^a .-	30 de septiembre
2 ^a .-	03 de octubre
3 ^a	07 de octubre
4 ^a	10 de octubre
5 ^a	14 de octubre
6 ^a	17 de octubre
7 ^a	21 de octubre

Variables evaluadas

Las variables evaluadas en el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

- Longitud de vástago (cm)
- Longitud de raíz (cm)
- Peso fresco de vástago (gr)
- Peso fresco de raíz (gr)
- Peso seco de vástago (gr)
- Peso seco de raíz (gr)
- Longitud de hoja más larga
- Ancho limbo de hoja

Diseño experimental utilizado

El experimento se estableció mediante un diseño completamente al azar analizado con el paquete de Diseños Experimentales FAUANL versión 2.5 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994), bajo el siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

μ = Media general

α_i = Efecto de tratamientos

E_{ij} = Error experimental

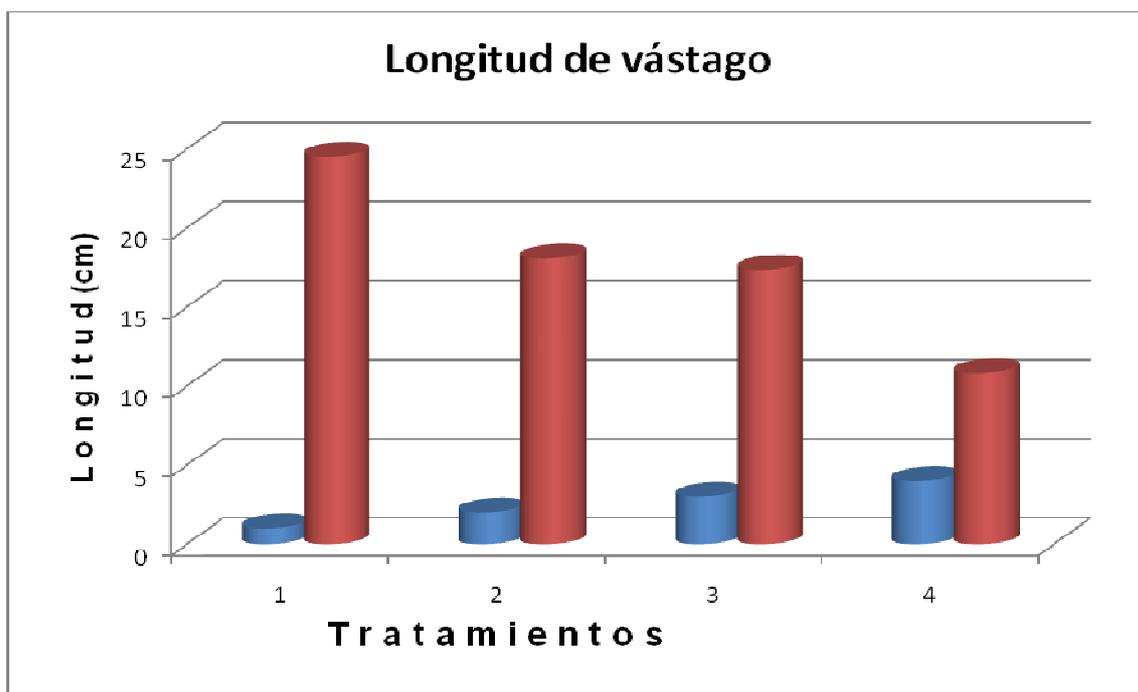
$i = 1, 2, 3, \dots$ tratamientos, $j = 1, 2, 3, \dots$ repeticiones

Resultados y Discusión

Longitud de Vástago

Para esta variable, los resultados obtenidos en el análisis de varianza nos muestran una diferencia altamente significativa donde se puede apreciar en la figura 1 que el mejor resultado se dio con el tratamiento número uno el cual consistió en la aplicación de *Bacillus subtilis* obteniendo una longitud de 24.52 cm superando a los tratamientos restantes en 26.3, 29 y 55.8 % respectivamente. Esto concuerda con la investigación realizada por Ortiz (2009), donde muestra que *B. subtilis* tiene un efecto sobre el desarrollo de la planta encontrando hasta un 8.76 % de incremento.

Fig. No. 1. Efecto de los diferentes tratamientos utilizados sobre la variable longitud de vástago.



Cuadro No. 4 Comparación de medias

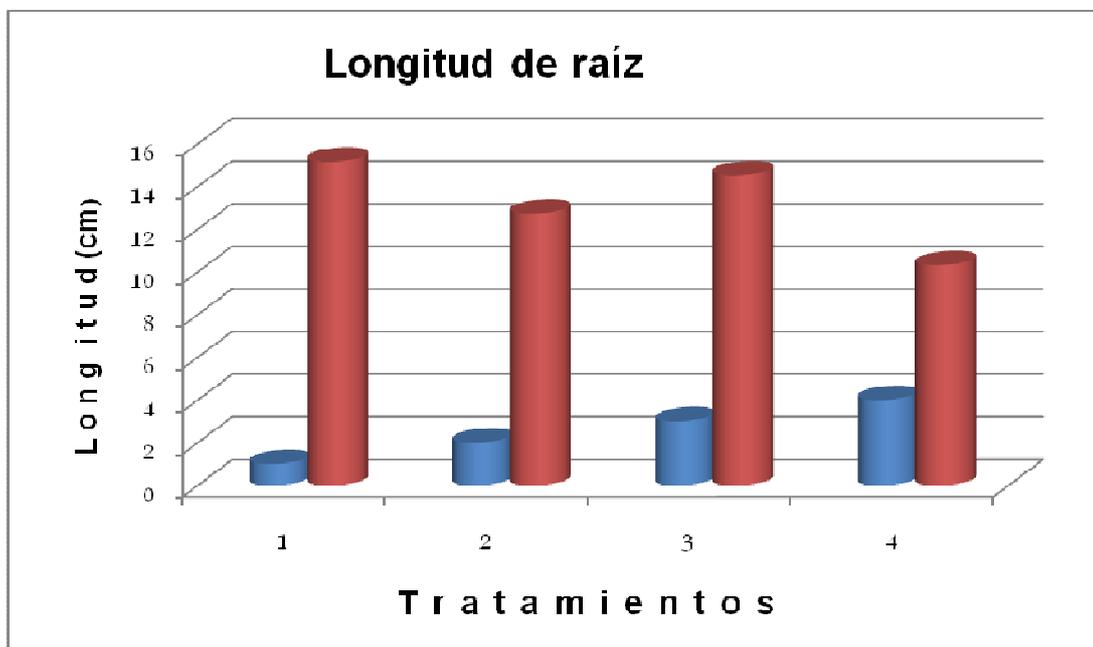
Tratamiento	Media
1	24.5200 A
2	18.0733 B
3	17.3900 B
4	10.8233 C

Nivel de significancia= 0.01

Longitud de Raíz

Los datos obtenidos para longitud de raíz presentan diferencias altamente significativas a favor de los tratamientos 1 y 3 (fig. 2) los cuales consistieron en la aplicación de *B. subtilis* y Rooting (biogenerador radicular) respectivamente, dichos tratamientos obtuvieron una longitud de 15.18 y 14.53 cm respectivamente mientras que el tratamiento número 2 (Raíz-Forte) obtuvo 12.73 cm, por otro lado, el tratamiento testigo absoluto alcanzó 10.31 cm de longitud, es decir, el mejor tratamiento superó al testigo en un 32.08 % . Es importante señalar que la aplicación de *B. subtilis* superó en un 4.2 y 16.3 % a los tratamientos comerciales (Rooting y Raíz Forte) respectivamente.

Fig. No. 2. Efecto de los diferentes tratamientos utilizados sobre la variable longitud de raíz.



Cuadro No. 5. Comparación de medias

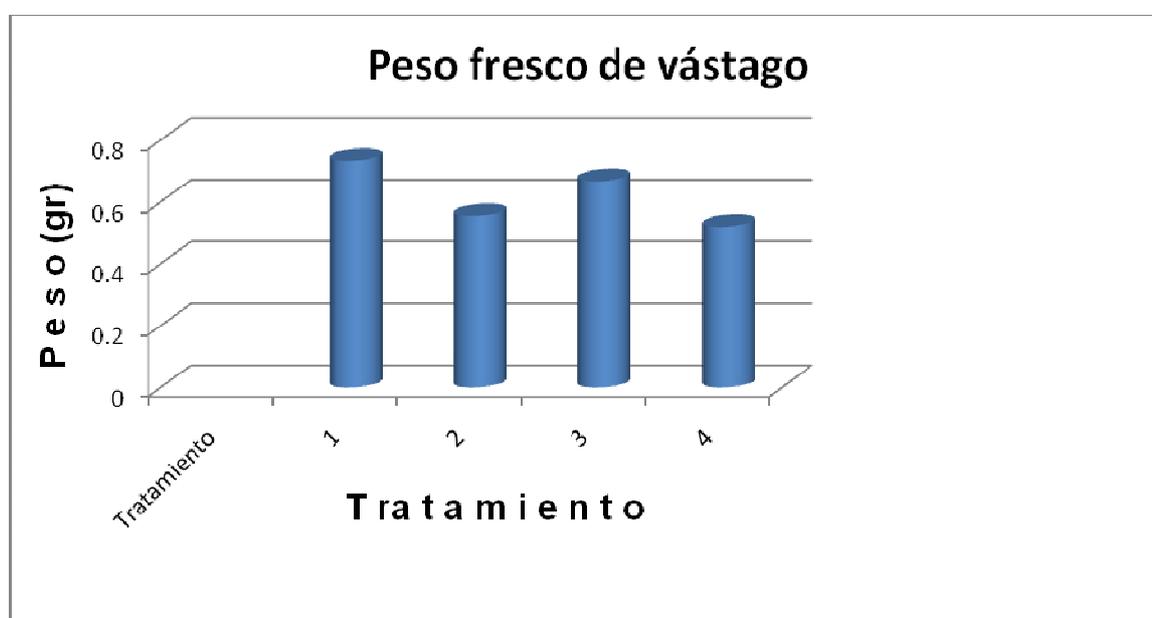
Tratamiento	Media
1	15.1800 A
3	14.5367 A
2	12.7333 B
4	10.3167 C

Nivel de significancia= 0.01

Peso Fresco Vástago

El análisis de varianza para peso fresco de vástago nos indica que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos (fig. 3) donde el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de *B. subtilis* que alcanzó un peso de 0.7321 gr mientras que el resto registraron un peso de 0.6677 (Rooting), 0.5547 (Raíz Forte) y 0.5204 (testigo absoluto), es decir, fueron inferiores al mejor tratamiento en un 8.79 (diferencia numérica), 24.23 y 28.91 % respectivamente; por lo que el tratamiento de *B. subtilis* utilizado en el presente trabajo tiene un efecto positivo para esta variable. Resultados similares encontró Oseguera (2005) el cual realizó un trabajo utilizando bacterias del género *Bacillus* como promotores del crecimiento donde observo en el cultivo de tomate un mayor peso del follaje comparado con otros tratamientos.

Fig. No. 3. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la variable peso fresco de vástago.



Cuadro No. 6. Comparación de medias

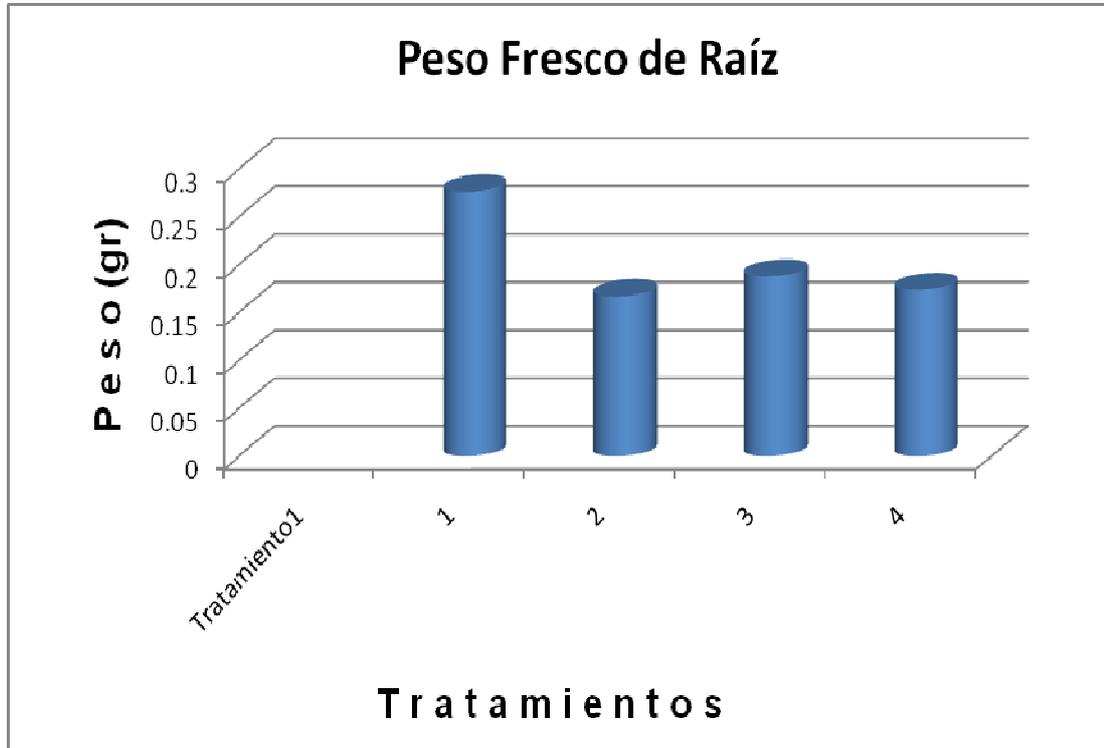
Tratamiento	Media
1	0.7321 A
3	0.6677 A
2	0.5547 B
4	0.5204 B

Nivel de significancia = 0.01

Peso Fresco de Raíz

La comparación de medias para esta variable nos muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos donde se observó que el mejor fue nuevamente el de *B. subtilis* (fig. 4) percibiéndose un 39.02 % con un peso de 0.2765 gr superior al tratamiento menos favorecido (Raíz forte) que solo obtuvo un peso de 0.1670 gr; por otra parte, los tratamientos restantes que fueron rooting alcanzó 0.1878 gr y testigo absoluto con 0.1737 gr resultaron inferiores en 32.07 y 37.17 % en relación con el tratamiento de *B. subtilis*. Esto concuerda con Oseguera (2005), el cual estudió bacterias del género *Bacillus* observando en cultivo de tomate un mayor peso del follaje.

Fig. No. 4. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la variable peso fresco de raíz.



Cuadro No. 7 Comparación de medias

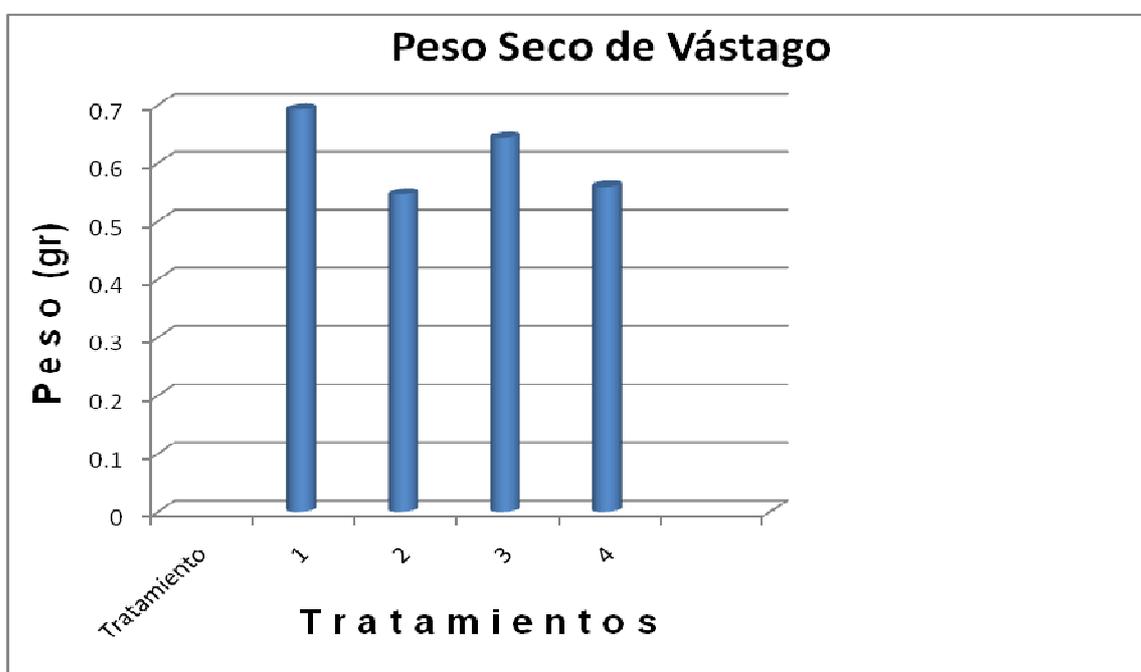
Tratamiento	Media
1	0.2765 A
3	0.1878 B
4	0.1737 B
2	0.1670 B

Nivel de significancia = 0.01

Peso Seco de Vástago

En la variable peso seco de vástago el análisis de varianza y la comparación de medias presenta diferencia numérica entre los tratamientos de Bacillus subtilis y Rooting,(fig. 5) sin embargo, estos superan estadísticamente al testigo absoluto y al tratamiento de Raíz Forte; mientras que B. subtilis alcanzó un peso de 0.6917 gr, Raíz Forte que fue el de menor peso obtuvo 0.5757gr, es decir, B. subtilis fue superior en un 21.1 % lo cual indica que este estimula el desarrollo del pasto y en consecuencia el peso seco de vástago.

Fig. No. 5. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la variable peso seco de vástago.



Cuadro No. 8. Comparación de medias

Tratamiento	Media
1	0.6917 A
3	0.6437 A
4	0.5588 B
2	0.5457 B

Nivel de significancia = 0.01

Peso Seco de Raíz

Para la variable peso seco de raíz (fig. 6) se apreció que hay diferencia altamente significativa donde el mayor valor se obtuvo con el tratamiento de *B. subtilis* con 0.2250 gr superando a los demás tratamientos en 26.53, 30.17 y 40.57 los cuales obtuvieron 0.1653 (trat. 3), 0.1571 (trat. 4) y 0.1337 gr (trat. 2) respectivamente.

Fig. No. 6. Efecto de los diferentes tratamientos utilizados sobre la variable peso seco de raíz.



Cuadro No. 9. Comparación de medias

Tratamiento	Media
1	0.2250 A
3	0.1653 B
4	0.1571 B
2	0.1337 C

Nivel de significancia = 0.01

Longitud de Hoja más Larga

Los datos obtenidos en el análisis de varianza y la comparación de medias, nos indican que solo hay diferencia estadística altamente significativa de los tratamientos de *B. subtilis*, Rooting y Raíz Forte con 6.12, 5.74, y 5.64 cm de longitud en relación con el testigo que obtuvo 4.21 cm siendo estos superiores en 6.15, 7.78 y 31.13 % respectivamente.

Fig. No. 7. Efecto de los diferentes tratamientos utilizados sobre la variable longitud de hoja más larga.



Cuadro No. 10. Comparación de medias

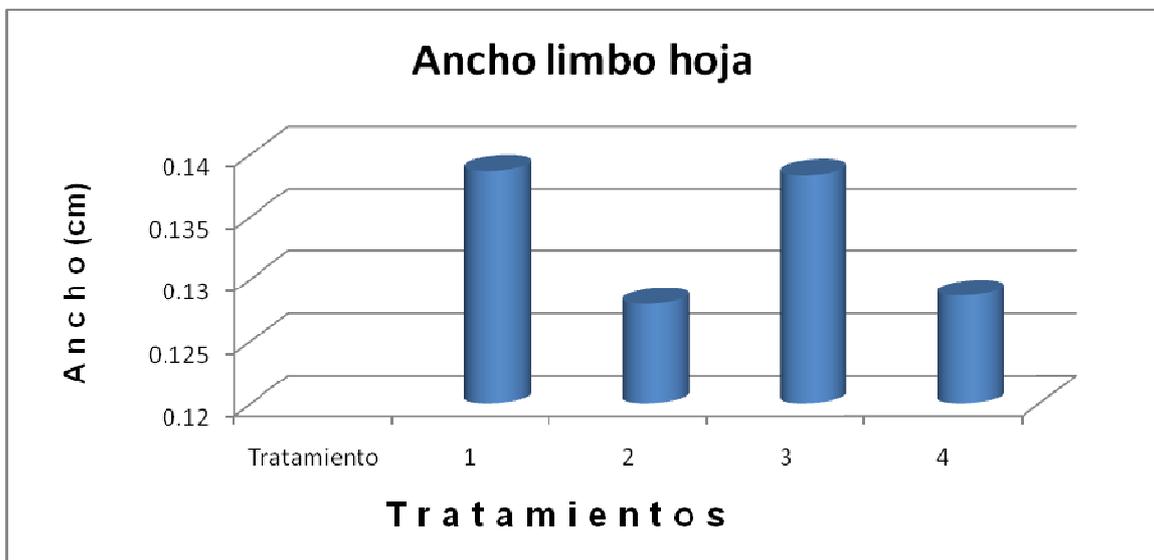
Tratamiento	Media
1	6.1233 A
3	5.7467 A
2	5.6467 A
4	4.2167 B

Nivel de significancia = 0.01

Ancho Limbo de la Hoja

Para esta variable los datos obtenidos nos mostraron que no existe diferencia estadística entre los tratamientos observados, sin embargo, si se presentó diferencia numérica donde el mejor tratamiento fue el de *B. subtilis* con 0.1387 cm de ancho seguido del tratamiento de Rooting con 0.1383, posteriormente le siguió el testigo absoluto que obtuvo 0.1287 y por último el tratamiento de Raíz Forte con 0.1280 cm de ancho, percibiéndose una diferencia de 7.7 % entre el mejor y el peor tratamiento.

Fig. No. 8. Efecto de los diferentes tratamientos utilizados en la variable ancho de limbo de la hoja.



Cuadro No. 11. Comparación de medias

Tratamiento	Media
1	0.1387 A
3	0.1383 A
4	0.1287 A
2	0.1280 A

Nivel de significancia = 0.01

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

- La aplicación del probiótico *Bacillus subtilis* en los esquejes de pasto *Bouteloua dactyloides* presentaron un efecto positivo en la variable longitud de vástago ya que se incremento significativamente en comparación con los demás tratamientos.
- Quedo demostrado también que para la variable longitud de raíz la aplicación de *Bacillus subtilis* favoreció el crecimiento superando al testigo comercial denominado Rooting el cual es específico para el desarrollo de la raíz.
- Es importante señalar que para el resto de las variables evaluadas el tratamiento de *Bacillus subtilis* resultó ser el mejor superando tanto a los testigos comerciales como al testigo absoluto. Resultados similares encontraron diferentes autores los que demostraron que la aplicación de este probiótico tuvo un efecto positivo sobre el desarrollo y rendimiento en planta de tomate.
- Cabe destacar que la única variable en donde no se encontró diferencia estadística fue en la de ancho de limbo de la hoja, sin embargo, se presentó diferencia numérica resultando el mejor tratamiento la aplicación de *Bacillus subtilis* seguido de los dos tratamientos comerciales.
- Es factible que el uso de *Bacillus subtilis* puede ser utilizado de manera similar a los reguladores de crecimiento para promover un mejor desarrollo de vástago y raíz en diferentes especies vegetales a un costo mucho menor que el de los reguladores de crecimiento comerciales, además, de contribuir a mejorar las condiciones de los suelos.

LITERATURA CITADA

- Brede D. 2000. Turfgrass Maintenance, Reduction Handbook: Sports, Lawns and Golf. Ann Harbor Press. USA. pp 1-67.
- Briones-F, P. y E. Lozano-Álvarez. 2003. Factors Affecting growth of the Spiny lobsters *Panulirus gracilis* and *Panulirus inflatus* (decapoda: Paniluridae) in Guerrero, México. Rev. Biol. Trop. 51: 165-174.
- Calderón, A. E. 1987. "Fruticultura General", El esfuerzo del hombre. Tercera Edición. Edit. LIMUSA. México.
- Cruz, C. L. 2004. Potencial Antifúngico de Cepas de *Bacillus* spp. Y Extracto de *Larrea tridentata* contra *Rhizoctonia solani* en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestro en Ciencias en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Decheco, E; A. s/f. Taxonomía Bacteriana. Microbiología I. Universidad Nacional Fedérico Villarreal Facultad: F. I. I. S. Escuela: Ing. Agro- Industrial. p. 10.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ). 2008. DEAQ. Fertilizantes, Agroquímicos y Productos Orgánicos. Ed. PLM. México. P 1571.
- EPA (BUS. Enviromental Protection Agency). 2000. Biopesticide registration action Document: *Bacillus subtilis*. 10 p.
- Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, I. H. Salgado-Ugarte y R. Guzmán-Arroyo. 2003. Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, México. Rev. Biol. Trop. 51: 221-228

- Gómez-Márquez, J. L. 1998. Age and growth of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) in México. *Rev. Biol. Trop.* 46: 929-936
- Guillen, C., R. Hernández, C., F., D. y Gallegos, M., G. 2006. *Bacillus spp.*, como Biocontrol de un Suelo Infestado con *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Phytophthora capsici* Leonian y su Efecto en el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo de Chile (*Capsicum annum* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología.* p 105.
- Lira, S. R. H. 1994. Fisiología vegetal. Ed. Trillas. México. 237 p.
- Martínez R. J. M. (2002). Colección de Germoplasma de Zacate Búfalo (*Buchloe dactyloides*) In: Memorias del XIX Congreso Nacional de Citogenética. Septiembre 1-5 Saltillo, Coahuila. p 385.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. Marín. N.L.
- Ortiz, M. R. 2009. Evaluación de Agentes Microbianos como Promotores del Crecimiento y Antagonistas de la Marchitez del Chile (*Capsicum annum* L.). Tesis de Licenciatura en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. p 26.
- Oseguera. A., S. 2005. Uso de Bacterias Esporuladas como Promotoras de Crecimiento en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y Papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. p 38.
- Primo Y. E. y J. M. Carrasco D. 1980. "Química Agrícola" Plaguicidas y Fitorreguladores. Primera Reimpresión. Editorial Alambra Mexicana S. A. México, D. F.

- Rojas G. N. 1988. Manual Teórico Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. Segunda Reimpresión. Ed. LIMUSA, S. A. de C. V. México, D. F.
- Rojas G. y M. Róvalo. 1985. Fisiología Vegetal Aplicada. Tercera Edición. Editorial Litográfica de México, S. A. de C. V.
- Rothchild, P. 1993. The *Bacillus subtilis* story. John Willey and Sons. 300 p
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 1406 pp.
- Turgeon A. J. (2002). Turfgrass Management, 6th edition, Prentice-Hall, Inc. USA. 400 p.
- Valdés, R.J. (en prensa). Las Gramíneas de Coahuila.
- Verschuere L., G. Rombaut, P. Sorgeloos y W. Verstraete. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Mol. Micr. Biol. Rev. 64: 651-671.
- Virgen, C., G. 1990. Control Biológico de *Fusarium oxysporum* sp. *Niveum* con *Bacillus subtilis* en sandía Bajo Condiciones de Campo. Tesis de Maestro en Ciencias en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p. 44.
- Villaseñor, J.L. y F.J., Espinosa. (1998). *Catálogo de Malezas de México*. UNAM y Fondo de Cultura Económica
- Weaver, R. J. 1996. Reguladores de crecimiento de las Plantas en la Agricultura, Octava reimpresión. Ed. Trillas, México, 622 p.
- Wu L. (2000) Buffalograss: This ancient American forage grass may have a future as turf. Diversity. 16 (1, 2): 42-43.

ANEXO FOTOGRAFICO

Peso fresco de vástago





Peso fresco de raíz



Longitud de vástago



Longitud de raíz



Ancho del limbo de la hoja



APENDICE

Cuadro 1.- Análisis de varianza para la variable longitud de vástago.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	2821.101563	940.367188	81.7758	0.000
Error	116	1333.921875	11.499327		
Total	119	4155.023438			

C.V.=19.16%

Cuadro 2.- Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	427.148438	142.382813	29.6595	0.000
Error	116	556.867188	4.800579		
Total	119	984.015625			

C.V.= 16.61%

Cuadro 3.- Análisis de varianza para la variable peso fresco de vástago

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	0.870358	0.290119	24.8060	0.000
Error	116	1.356678	0.011696		
Total	119	2.227036			

C.V.=17.48%

Cuadro 4.- Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P < F
Tratamientos	3	0.233009	0.077670	49.2516	0.000
Error	116	0.182932	0.001577		
Total	119	0.415941			

C.V.= 19.73

Cuadro 5.- Análisis de varianza para la variable peso seco de vástago.

FV	GL	SC	CM	F	P < F
Tratamientos	3	0.437126	0.145709	11.2862	0.000
Error	116	1.497597	0.012910		
Total	119	1.934723			

C.V.= 18.63%

Cuadro 6.- Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz.

FV	GL	SC	CM	F	P < F
Tratamientos	3	0.135982	0.045327	37.9701	0.000
Error	116	0.138477	0.001194		
Total	119	0.274459			

C.V.= 20.29%

Cuadro 7.- Análisis de varianza para la variable longitud de hoja más larga

FV	GL	SC	CM	F	P < F
Tratamientos	3	63.002930	21.000977	40.5315	0.000
Error	116	60.104248	0.518140		
Total	119	123.107178			

C.V.= 13.25%

Cuadro 8.- Análisis de varianza para la variable ancho de limbo de la hoja

FV	GL	SC	CM	F	P < F
Tratamientos	3	0.003108	0.001036	2.3849	0.072
Error	116	0.050390	0.000434		
Total	119	0.053499			

C.V.= 15.62%