



**COMPORTAMIENTO DE PASTOS PRODUCTORES DE SEMILLA BAJO  
RIEGO Y CON DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZACIÓN**

**POR:**

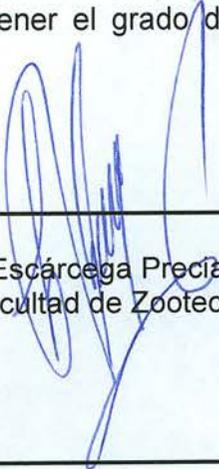
**I. Z. S. P. EDITH SÁENZ FLORES**

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de  
Maestría en Ciencias**

**Área Mayor: Recursos Naturales**

**Universidad Autónoma de Chihuahua  
Facultad de Zootecnia y Ecología  
Secretaría de Investigación y Posgrado**

Comportamiento de pastos productores de semilla bajo riego y con diferentes tipos de fertilización. Tesis presentada por Edith Sáenz Flores como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias, ha sido aceptada y aprobada por:



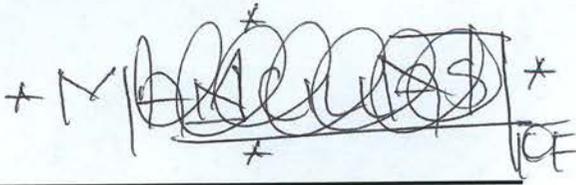
---

M. A. Luis Raúl Escárcega Preciado  
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología



---

M. C. Antonio Humberto Chávez Silva  
Secretario de Investigación y Posgrado



---

D. Ph. Pablo Fidel Mancillas Flores  
Coordinador Académico



---

Dr. Carlos Raúl Morales Nieto  
Presidente

DICIEMBRE 07-2015

---

Fecha

Comité:

Dr. Carlos Raúl Morales Nieto  
Dr. Rubén Alfonso Saucedo Terán  
Dr. Juan Ángel Ortega Gutiérrez  
Ph. D. Alicia Melgoza Castillo

© Derechos Reservados

**Edith Sáenz Flores**  
PERIFÉRICO FRANCISCO R.  
ALMADA KM. 1, CHIHUAHUA,  
CHIH., MÉXICO C.P. 31453

DICIEMBRE 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Carlos Raúl Morales Nieto, por su guía, dedicación, apoyo, paciencia y orientación en este proyecto.

Al Dr. Rubén Alfonso Saucedo Terán, por su confianza al permitirme formar parte de uno de sus proyectos.

Al Dr. Juan Ángel Ortega Gutiérrez, por su orientación en la realización de la presente tesis.

Al Ph. D. Alicia Melgoza Castillo, por su orientación en la realización de la presente tesis.

Al INIFAP, por permitir hacer uso de sus instalaciones en el Sitio Experimental Aldama, en el trabajo de campo.

Al CONACYT, por el apoyo económico brindado a través de la beca de estudios para posgrado.

A la Universidad Autónoma de Chihuahua, por acogerme en su seno como estudiante de maestría.

A mis compañeros Alan, Raúl y Obed, por su ayuda en la realización de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por iluminar mi vida, bendecirme siempre y permitirme alcanzar este sueño.

A mí esposo y a mis hijas, por su amor, motivación y apoyo brindado en la realización de este proyecto.

A mis padres, por sus enseñanzas, consejos y apoyo brindado siempre en todas mis decisiones.

A mis hermanos y sobrinos por formar parte de mi familia y amor incondicional.

## CURRICULUM VITAE

La autora nació el 16 de febrero de 1984, en la ciudad de Parral, Chihuahua, México.

2003-2006	Bachillerato en el Área de Humanidades. Chihuahua, Chih.
2006-2010	Cursó la Licenciatura de Ingeniero Zootecnista en Sistemas de Producción en la Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chih. Titulada con mención especial.
2013 a la fecha	Estudiante de Maestría en Ciencias con Área mayor en Recursos Naturales y línea de investigación en Manejo de Pastizales.
2014	Presentación del trabajo titulado “Producción de semilla de pastos introducidos bajo riego y fertilización en el norte de México” en el V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales.

## RESUMEN

### COMPORTAMIENTO DE PASTOS PRODUCTORES DE SEMILLA BAJO RIEGO Y CON DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZACIÓN

POR:

I. Z. S. P. EDITH SÁENZ FLORES

Maestría en Ciencias en Producción Animal

Secretaría de Investigación y Posgrado

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Presidente: Dr. Carlos Raúl Morales Nieto

Una de las principales limitantes para la resiembra de pastizales es el alto costo de la semilla y el riesgo al establecimiento. Se evaluó el efecto de seis tratamientos de fertilización (Testigo, 120-60-00, 60-30-00, micorriza + 60-30-00, 24-06-12 y 24-06-00) sobre la producción y calidad de semilla de pastos. La investigación se realizó en el Sitio Experimental Aldama del INIFAP, ubicado en el km 33.3 carretera Chihuahua-Ojinaga. El estudio se realizó en condiciones de riego. Las especies evaluadas fueron: zacate navajita, banderita, gigante, buffel, garrapata y llorón. Las variables fueron producción de semilla, calidad de semilla y producción de forraje. Estas se evaluaron cuando el 70 % de la semilla llegó a su madurez fisiológica. Las unidades experimentales fueron parcelas de 12 m<sup>2</sup> agrupadas en tres bloques y se aleatorizaron los tratamientos de fertilización en las parcelas dentro de bloque. El diseño fue en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los mayores incrementos en producción de semilla se obtienen al aplicar 120-60-00 en zacate banderita y buffel y con la dosis 60-30-

00 + micorriza en gigante y garrapata. En germinación de semilla en zacate gigante y garrapata se obtienen con 60-30-00 y con 24-6-12 (Compo) se obtuvieron incrementos de germinación de 61 y 26 % en zacate navajita y gigante respectivamente. La mayor producción de forraje se obtiene al aplicar 120-60-00 principalmente en zacate navajita y gigante. Se recomienda realizar un análisis económico para conocer la relación costo/beneficio. Es necesario dar continuidad a estos trabajos durante varios ciclos de producción.

## **ABSTRACT**

### **BEHAVIOR OF GRASS PRODUCERS OF SEED WITH IRRIGATION AND DIFFERENT TYPES OF FERTILIZATION**

**BY:**

**EDITH SÁENZ FLORES**

One of the main limiting factors of the grassland seeding programs is the high cost of the seeds and the risk in the establishment. The objective was to evaluate the effect of six fertilization levels (control, 120-60-00, 60-30-00, mycorrhiza + 60-30-00, 24-06-12 and 24-06-00) on seed production and the quality of seeds. The research was conducted at the INIFAP Aldama Experimental Site, located at 33.3 km from Chihuahua, on the road to Ojinaga. The study was conducted under irrigation conditions. The species studied were: blue grama, sideoats grama, green sprangletop, buffel grass, willman lovegrass and weeping lovegrass. The variables evaluated were seed production, seed quality and forage production. These were evaluated when 70 % of the seeds reached their physiological maturity. The experimental units were plots of 12 m<sup>2</sup> grouped in three blocks and the fertilization levels were randomized in the plots within the blocks. The design was randomized blocks with three replications. The largest increments in seed production were obtained by applying 120-60-00 on sideoats grama grass and buffel grass and with the dose of 60-30-00 + mycorrhiza in green sprangletop and willman lovegrass. Regarding seed germination of green sprangletop and willman lovegrass, with doses of 60-30-00 and 12-06-24 (Compo) the germination was increased in 61 and 26% for blue grama grass and green sprangletop, respectively. The highest forage production

was obtained by applying 120-60-00 mainly in grama grass and green sprangletop. It is recommended to conduct an economic analysis to determine the cost/benefit ratio. It is necessary to continue this research effort for several production cycles.



## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE GRÁFICAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Situación de los Pastizales en México.....	3
Producción de Semillas.....	9
Importancia de los Nutrientes.....	11
Uso de Fertilizantes.....	13
Fertilizantes tradicionales.....	14
Fertilizantes de liberación lenta.....	14
Fertilizantes orgánicos.....	15
Micorriza.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
Área de Estudio.....	17
Diseño de los Tratamientos Experimentales.....	17
Diseño Experimental.....	18
Preparación y Manejo de la Siembra.....	18
Variables Evaluadas.....	21
Producción de semilla.....	21
Calidad de semilla.....	21



Producción de forraje.....	22
Análisis Estadístico.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
Zacate Navajita.....	23
Zacate Banderita.....	25
Zacate Gigante.....	27
Zacate Buffel.....	29
Zacate Garrapata.....	31
Zacate Llorón.....	33
Comportamiento de las Especies.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
LITERATURA CITADA.....	41



## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Densidad de siembra utilizada para el establecimiento de lotes de producción de semilla en seis especies forrajeras (2013).....	19
2	Componentes de producción y calidad de semilla de zacate navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> ), bajo diferentes fuentes de fertilización.....	24
3	Componentes de producción y calidad de semilla de zacate banderita ( <i>Bouteloua curtipendula</i> ), bajo diferentes fuentes de fertilización.....	26
4	Componentes de producción y calidad de semilla de zacate gigante ( <i>Leptochloa dubia</i> ), bajo diferentes fuentes de fertilización.....	28
5	Componentes de producción y calidad de semilla de zacate buffel ( <i>Pennisetum ciliare</i> ), bajo diferentes fuentes de fertilización.....	30
6	Componentes de producción y calidad de semilla de zacate garrapata ( <i>Eragrostis superba</i> ), bajo diferentes fuentes de fertilización.....	32
7	Componentes de producción y calidad de semilla de zacate llorón ( <i>Eragrostis curvula</i> ), bajo diferentes fuentes de fertilización.....	34



## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica		Página
1	Precipitación registrada en el año 2013 en el municipio de Aldama.....	20
2	Producción de semilla ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de diferentes especies, bajo condiciones de riego y fertilización.....	36
3	Calidad de semilla (% germinación) de diferentes especies, bajo condiciones de riego y fertilización.....	37
4	Producción de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) de diferentes especies, bajo condiciones de riego y fertilización.....	39



## INTRODUCCIÓN

Las áreas de pastizal en México han sido afectadas por actividades antropogénicas de agricultura, ganadería, construcción de caminos y carreteras, presas, entre otras. Estos factores han reducido las áreas de pastizal, aunado a las amenazas del cambio climático. En México existen alrededor de 107.8 millones de hectáreas de pastizal dedicadas a la ganadería extensiva. Sin embargo, esta superficie ha sido afectada por la apertura de tierras agrícolas (SAGARPA, 2008; SEMARNAT, 2008). Se estima que cerca del 85 % de la superficie ubicada en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, se encuentra en una condición que va de regular a pobre. De esta superficie, 37.5 millones de hectáreas requieren de algún tipo de revegetación.

Una buena cubierta en los pastizales es clave para mitigar los efectos del cambio climático y evitar la degradación de los suelos. Además de obtener productos y servicios como: carne, recarga de mantos acuíferos, hábitat de fauna silvestre, entre otros (Royo *et al.*, 2005; Sierra *et al.*, 2014). Para lograr lo anterior, es importante implementar planes de manejo que incluyan las principales prácticas de mejoramiento del pastizal como ajustes de carga animal, manejo de la vegetación indeseable, manejo del pastoreo, obras de conservación de suelo y agua y la resiembra de pastizales como última opción (CONAFOR, 2007; Esqueda *et al.*, 2011).

La resiembra de pastos consiste en diseminar semilla de especies forrajeras, adaptadas a las condiciones del área a resembrar (Padilla *et al.*, 2009). Sin embargo, una de las principales limitantes para realizar una resiembra es la disponibilidad y el costo de la semilla. En México existe un atraso



tecnológico en materia de recursos genéticos forrajeros, ya que cerca del 90 % de las semillas forrajeras es importada a un elevado costo (Ramos y Espinoza, 1999). En nuestro país sólo se producen pequeñas cantidades de semilla, recolectándola a orillas de carreteras o en pequeños lotes de producción. La falta de producción de semilla ha sido la principal causa de los costos elevados y de la baja demanda. Sin embargo, existe el potencial y la tecnología para la producción de semilla, siendo una buena opción el establecer lotes de producción con especies debidamente evaluadas y mejoradas. Además, el producir semilla de especies forrajeras previamente evaluadas y seleccionadas, garantiza la obtención de semilla de calidad y un mejor establecimiento y persistencia a las condiciones de la región (Morales y Melgoza, 2010). Por lo anterior, es importante producir semilla de pastos en el estado de Chihuahua, a menores costos que la semilla importada de Estados Unidos (Ramos y Espinoza, 1999).

El uso de fertilizantes incrementa la producción y calidad de semilla, sin embargo, es importante aplicar una fertilización adecuada para hacer un uso eficiente de los nutrientes. Por lo anterior, es importante evaluar los requerimientos de fertilización y la fuente de suministro adecuada para cada especie (FAO, 2000).

Los resultados reportados en esta tesis contribuirán a fomentar la multiplicación de semilla, a través de recomendaciones para el establecimiento de lotes productores de semilla en diversas regiones del Estado. Esto permitirá cubrir las demandas por semilla de especies forrajeras para su uso en la restauración. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos de fertilización sobre la producción y calidad de semilla de seis especies forrajeras.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### Situación de los Pastizales en México

El desierto chihuahuense es uno de los ecosistemas más extensos del mundo. Se extiende desde el centro-sur de Estados Unidos hasta el centro de México. Su extensión es de 629,000 km<sup>2</sup>, de los cuales el 75 % está localizado en México. De esta superficie menos del 15 % está cubierta por pastizales naturales. El desierto chihuahuense incluye los estados mexicanos de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, en Estados Unidos, Arizona, Nuevo México y Texas. En este ecosistema, el cambio más drástico ha ocurrido en los últimos 40 años, donde se han perdido cerca de 1.2 millones de hectáreas de pastizales nativos, es decir cerca del 10 % de su cobertura total (PMARP, 2012). Además, cerca del 89 % están en mal estado de salud o de conservación, lo que pone a este ecosistema en alto grado de riesgo (CONABIO, 2014). En el estado de Chihuahua existe cerca de un millón de hectáreas en mala condición y más de 500 mil hectáreas de tierras de cultivo abandonadas (Royo *et al.*, 2005). Estas áreas carecen de mantillo, presentan erosión eólica severa, invasiones de arbustivas y gramíneas introducidas, con un bajo porcentaje de cobertura basal. Tal situación ha provocado la pérdida de cerca del 70 % de la capacidad forrajera en el estado, reduciendo al 50 % la producción ganadera de Chihuahua (ECOPAD, 2007; PACP-Ch, 2011; CONABIO, 2014).

La diversidad vegetal en el agostadero permite a la fauna y al ganado una dieta de mayor calidad y le provee un nivel adecuado de nutrientes. Los bovinos son selectivos y seleccionan las especies de mayor valor nutricional (Fulbright y



Ortega, 2006). Lo anterior provoca un deterioro y reducción en las áreas de pastizal, lo cual se refleja en una pérdida de la diversidad genética de especies nativas. Es importante recuperar la diversidad natural de estos ecosistemas. La implementación de un programa de mejoramiento permite la recuperación de estos pastizales (PACP-Ch, 2011). La resiembra de pastizales utilizando especies nativas es lenta, comparada con el uso de especies introducidas. Además, los elevados costos y el alto riesgo de fracaso las convierte en prácticas poco recomendables. Sin embargo, se puede incrementar la cantidad y calidad del forraje y lograr un impacto ecológico, al recuperar y conservar estos recursos genéticos (Morales *et al.*, 2008).

Entre las especies forrajeras nativas más importantes se encuentran el zacate gigante (*Leptochloa dubia*), navajita (*Bouteloua gracilis*), banderita (*Bouteloua curtipendula*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), temprano (*Setaria macrostachya*), punta blanca (*Digitaria californica*), toboso (*Pleuraphis mutica*), salado (*Distichis spicata*), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), entre otras (Morales y Melgoza, 2010; Quero *et al.*, 2012). Los zacates introducidos han logrado establecerse y adaptarse a las condiciones del norte de México. Además, se caracterizan por ser resistentes a sequías, muy eficientes en el uso del agua y tienen mayor tolerancia a la defoliación que las especies nativas. Esto facilita su predominancia sobre los pastos nativos que son menos tolerantes al pastoreo intenso (Beltrán *et al.*, 2009; Quero *et al.*, 2012). Además, su periodo de rebrote puede comenzar hasta seis semanas antes que la mayoría de los zacates nativos. Pueden llegar a producir hasta cuatro veces más forraje que las especies nativas (Esqueda y Carrillo, 2001). Entre las especies introducidas que



han logrado adaptarse a las zonas áridas y semiáridas, se encuentran: zacate llorón (*Eragrostis curvula*), rhodes (*Chloris gayana*), klein (*Panicum coloratum*), buffel (*Pennisetum ciliare*), bermuda (*Cynodon dactylon*), garrapata (*Eragrostis superba*), zacate johnson (*Sorghum halepense*; Quero *et al.*, 2012).

El zacate navajita es una especie perene, nativa de vida larga, originario del Norte de México. Tolerante a la sequía y frío, requiere de 200 a 400 mm de precipitación por año. Puede alcanzar un tamaño de hasta 70 cm de alto. Su inflorescencia son racimos compuestos de 1 a 3 espigas persistentes en forma de peines, compuestos de 40 a 100 espiguillas. Inicia su crecimiento de mayo a junio y florece de julio a agosto. Es común encontrarlo en pastizales naturales y matorrales xerófilos. Su valor forrajero es excelente, contiene de 12 a 15 % de proteína cruda en crecimiento y de 8.0 a 11 % cuando llega a la madurez (Lebgue, 2012).

El zacate banderita es la segunda especie en importancia ecológica y forrajera dentro de su género. Es una especie perene, nativa de vida larga, muy adaptable a las condiciones áridas y semiáridas del país. Es usado principalmente para el pastoreo y muy apetecido por el ganado. Se adapta a un amplio rango de suelos y a casi todos los tipos de pastizales del estado de Chihuahua (Harlan *et al.*, 1953; COTECOCA, 1978). Inicia su crecimiento a principios de primavera y florece de Junio a Noviembre. Presenta tallos erectos que pueden alcanzar hasta 75 cm de altura. Su inflorescencia es una panícula de 10 a 30 cm de longitud con espiguillas de 1.0 a 3.0 cm de longitud. Contiene de 7.0 a 8.0 % de proteína en la época de verde y es muy preferido por el ganado (Mejía y Dávila, 1992; Herrera y Cortes, 2009).



El zacate gigante es una especie perene de las más preferidas por el ganado. Es nativa del norte de México, ayuda en el establecimiento de otras especies de lento crecimiento y es usada principalmente para el pastoreo. Tiene un contenido de proteína de 8.0 a 14 % en verde, su crecimiento inicia en abril y su floración de Junio a Septiembre. Crece en pastizales amacollados, arbosufrutescentes, lomeríos y laderas pedregosas, suelos someros y arenosos. Se presenta en altitudes desde los 500 hasta 2300 msnm. Presenta tallos de 30 a 110 cm de altura, sus hojas son suaves y succulentas de 15 a 50 cm de largo y de 1.0 a 10 mm de ancho. Su inflorescencia es una panícula compuesta de 4.0 a 25 cm de longitud con dos a 15 racimos que miden de 12 a 25 cm de largo. Se recomienda para control de erosión (Morales y Melgoza, 2010; Lebgue, 2012).

El zacate buffel es una especie perene introducida del sur de África. Es de fácil establecimiento, utilizado principalmente para el pastoreo de ganado y control de erosión. Su contenido de proteína es de 11 a 12 % en época de crecimiento. Se adapta bien en suelos arenosos y de textura media pero se ha establecido también en suelos pobres y áridos. Es resistente a la sequía pero poco resistente a temperaturas bajas. Los tallos tienen una longitud de 50 a 120 cm. Producen hojas de 8.0 a 30 cm de largo y de 2.5 a 8.0 mm de ancho. La inflorescencia es una panícula de 2.0 a 13 cm de largo y de 1.0 a 2.6 cm de ancho. Inicia su crecimiento a finales de invierno y florece al inicio de primavera (Alcalá, 1995; Morales y Melgoza, 2010).

El zacate garrapata es una especie perene introducida de África, usada como forraje de corte, pastoreo y control de erosión. Tiene buena aceptación por el ganado y su contenido de proteína va de 12 a 14 % en época de crecimiento.



Presenta tallos de 50 a 100 cm de altura y producen una gran cantidad de hojas de 2.0 a 8.0 mm de ancho. La inflorescencia es una panícula con espiguillas grandes y planas con un promedio de 20 flores. Florece de Abril al mes de Agosto. Crece a orillas de ríos, tierras bajas, arroyos, suelos de textura limosa y arcillosa. Es un forraje de buena calidad, sin embargo, ciertos factores como la sequía, heladas, pisoteo, etc., pueden interrumpir el crecimiento de la planta (Beltrán *et al.*, 2009; Morales y Melgoza, 2010).

El zacate llorón es una especie originaria del sur de África. Presenta tallos de 75 a 150 cm de altura con hojas de 20 a 30 cm de largo y 1.0 a 1.5 mm de ancho. Su inflorescencia es una panícula de 25 a 40 cm de largo y 8.0 a 12 cm ancho. Es utilizada principalmente para pastoreo de ganado y evitar la erosión. Ha mostrado resistencia a la sequía, al pastoreo y a las heladas. Es muy recomendado para la rehabilitación de agostaderos. Su contenido de proteína es de 12 a 14 % en época de crecimiento (Dahl y Cotter, 1984; Masters y Britton, 1990).

En México, más del 50 % del territorio está destinado a la producción pecuaria. Sin embargo, el mal manejo de los pastizales, ha sido la principal causa de este deterioro del pastizal (PACP-Ch, 2011). Lo anterior ha ocasionado que cerca del 85 % de las tierras de pastoreo se encuentren degradadas y con altos niveles de erosión e invasión de arbustivas (PACP-Ch, 2011). En el estado de Chihuahua cerca de 1.6 millones de hectáreas de pastizal presentan un deterioro que va de moderado a extremo. De esta superficie más de 500 mil hectáreas corresponden a tierras de cultivo abandonadas (Royo *et al.*, 2005). Por la situación anterior, es importante establecer planes de manejo a largo plazo para



recuperar estas áreas e incrementar la cobertura de pastos para mejorar la condición de los agostaderos (Vallentine, 1989). La resiembra de pastizales representa una opción para la recuperación a corto plazo de este ecosistema. Esta práctica se recomienda realizarla en áreas donde la cobertura de pastos nativos sea menos del 15 % o bien en áreas que fueron abiertas al cultivo y abandonadas. No obstante, la resiembra debe considerarse como la última opción para la rehabilitación del pastizal, ya que son costosas e implican un alto riesgo de fracaso en el establecimiento del pastizal (Velásquez, 2014). Al realizar estas prácticas, se recomienda utilizar especies nativas de preferencia e introducidas cuando no exista riesgo de invasión (Vallentine, 1989). Si se desea utilizar especies introducidas, es necesario buscar información de sitios similares donde se hayan establecido con éxito. De lo contrario, se corre el riesgo que no se adapten al lugar y que no expresen su potencial.

El éxito de una resiembra está influenciado por factores climáticos y edáficos, especie a resembrar, suelo y precipitación. La selección de la especie correcta incrementa la probabilidad de éxito en una resiembra (Piña, 2005; Rondon y Vidal, 2005; Martin, 2014). Las condiciones del suelo es otro factor clave para el éxito de una resiembra. Por lo que es recomendable manipular sus características, con el fin de aumentar la retención del agua y la tasa de infiltración. La cantidad de humedad es un factor importante en el establecimiento y desarrollo de gramíneas. Además, es recomendable realizar obras de conservación de agua y suelo que ayuden a retener escurrimientos a fin de facilitar el establecimiento de las plantas sembradas. Por otro lado, es importante que la superficie resembrada se excluya de pastoreo durante el



primer año para facilitar el establecimiento de los pastos. En el segundo año se le puede asignar una carga ligera después de la temporada de lluvias, para luego incorporarla poco a poco al sistema del pastoreo del rancho (Esqueda *et al.*, 2011).

González y Moreno (2001) realizaron una resiembra de gramíneas nativas e introducidas en un rancho ganadero de Durango, donde evaluaron la resiembra en surcos y curvas a nivel, utilizando dos densidades de resiembra. Estos reportaron que el zacate klein fue la especie que obtuvo la mayor producción de materia seca ( $12,741.667 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con curvas a nivel en la densidad uno (200 plantas  $\text{m}^{-2}$ ), lo cual representa 16.75 veces más de MS que el testigo (vegetación nativa). Además, González y Chávez (1998) evaluaron tres fechas de barbecho (Noviembre 1987, Febrero y Mayo 1988) en la parte central del estado de Chihuahua. La siembra se realizó en melgas y surcos para evaluar el establecimiento del zacate klein (*Panicum coloratum*) y gigante (*Leptochoa dubia*). Reportaron que en noviembre la cobertura, altura y producción de forraje fue mayor en las dos especies. El zacate klein y gigante produjeron rendimientos de 180.6 y 366.7 kg MS  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

### **Producción de Semillas**

Para recuperar áreas de pastizal degradadas a corto plazo, es necesario implementar la diseminación artificial de semilla de buena calidad. Por lo anterior, la producción de semilla de especies y variedades sobresalientes es fundamental para la rehabilitación de pastizales (Morales *et al.*, 2008; CONAZA, 2011; Morales *et al.*, 2012). En nuestro país la producción de semilla de pastos es una práctica costosa, a pesar de que existe la tecnología. Sin embargo, cerca



del 90 % de las semillas forrajeras es importado a un elevado costo y dudosa calidad. Los precios para 2013 de semilla importada con mayor demanda fueron: navajita \$ 330.00, banderita, \$ 294.00, gigante \$ 437.00, buffel \$ 270.00, garrapata \$ 240.00 y llorón \$169.00 pesos por kg (Curtis & Curtis Seed ®). A nivel nacional sólo se produce una pequeña cantidad de semilla en lotes de producción y otra parte es recolectada a orillas de carretera (Ramos y Espinoza, 1999).

Para obtener semilla de buena calidad se deben establecer lotes dedicados exclusivamente para este fin con las prácticas pertinentes y un manejo adecuado, ya que esto garantiza una buena calidad de la semilla (Victoria y Calderón, 1995). Lo primero es seleccionar un sitio con una topografía no mayor al 5.0 %. Seleccionar suelos profundos con textura media de preferencia. La disponibilidad de agua para riego es uno de los aspectos más importantes a considerar. La selección de un terreno libre de malezas y plantas tóxicas evita problemas de contaminación del lote semillero (Morales *et al.*, 2010). Por otro lado, es importante realizar una buena preparación del terreno (subsoleo, barbecho y rastreo) para obtener condiciones óptimas para la germinación y emergencia, lo cual facilita el establecimiento del cultivo (Escalante *et al.*, 2007). Otro aspecto importante a considerar es la calidad y la selección de la especie. Además, otras características como adaptación al medio, disponibilidad en el mercado, demanda por parte de los productores y la facilidad para cosechar la semilla (Hernández *et al.*, 2001).

La densidad de siembra ( $\text{kg SPV ha}^{-1}$ ) varía con la especie y se realiza para asegurar la mayor germinación y establecimiento de plantas (Morales *et al.*,



2010). Para seleccionar el método de siembra (manual o mecánico) es importante considerar la disponibilidad de los implementos. Además, para determinar la profundidad de siembra es importante considerar el tamaño de la semilla (Victoria y Calderón, 1995). El riego es otra actividad esencial para obtener alto rendimiento de semilla. Durante el establecimiento del lote se recomienda aplicar dos riegos ligeros los primeros 15 d después de la siembra. Después de la emergencia de las plantas, se aplican riegos cada 15 d dependiendo de las condiciones climáticas y tipo de suelo. Sin embargo, de los 60 a 90 d antes de la maduración de la semilla, se deben aplicar riegos pesados (Hernández *et al.*, 2001). Además, es importante llevar un control de malezas para mantener limpio el lote durante los primeros 40 d. Esto evita problemas de contaminación durante la cosecha y acondicionamiento de la semilla (Mueller-Warrant y Rosato, 2005). Por último, la cosecha se puede realizar en forma manual o utilizando maquinaria. El momento más adecuado para la cosecha es cuando la semilla está madura y seca, de ese modo se puede almacenar sin peligro de afectar su viabilidad (Jurado *et al.*, 2009).

### **Importancia de los Nutrientes**

Para mantener la capacidad productiva del suelo, es necesario incluir prácticas de nutrición vegetal y mejoramiento que permitan un balance óptimo entre planta y suelo (Hernández *et al.*, 2001). Para la gran mayoría de las plantas los elementos esenciales que contribuyen a su crecimiento son derivados del aire que proveen de carbono (C) como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), el agua que provee hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H<sub>2</sub>O (agua) y del suelo que contiene el fertilizante y abono animal. La planta absorbe los nutrientes del suelo, ayudada



por microorganismos que se encargan de transformar esos nutrientes a formas accesibles para ellas (FAO, 1999). Estos se dividen en macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes se dividen en primarios y secundarios. Los primarios están compuestos por nitrógeno, fósforo y potasio, se necesitan en grandes cantidades para el crecimiento de las plantas, son aplicados si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los secundarios son magnesio, azufre y calcio, las plantas también los absorben en cantidades considerables (FAO, 1965).

El nitrógeno está involucrado en los principales procesos de desarrollo de las plantas. Es esencial para constituir proteínas y contribuye en la absorción de otros nutrientes. Es el elemento más limitado en casi todos los suelos, por lo que es necesario suministrarlo, ya que contribuye en el crecimiento y rendimiento de las plantas (Thompson y Troeh, 1988). Una aplicación limitada de este nutriente reduce la producción y calidad de la semilla. Una aplicación excesiva ocasiona acame de plantas y pérdida de semilla durante la cosecha (Hirel *et al.*, 2007). Para lograr una aplicación adecuada de nitrógeno es necesario conocer sus requerimientos. En gramíneas, el aplicar entre 100 y 150 kg de N ha<sup>-1</sup> incrementa el rendimiento de semilla, ya que este nutriente aumenta el número, longitud de panículas y llenado de espiguillas (Joaquín *et al.*, 2009).

El fósforo es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para el desarrollo de los tejidos que forman los puntos de crecimiento de la planta. Es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (Peter *et al.*, 1992). Rivera *et al.* (2009) en un estudio realizado en avena encontraron que la



disponibilidad adecuada de fosforo, incrementa la concentración de ácido fítico en la semilla, lo cual es importante para mantener viabilidad, vigor y capacidad de la semilla para germinar.

El potasio tiene un papel vital en la síntesis de carbohidratos y proteínas, mejora el régimen hídrico de la planta, haciéndola más tolerante a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien nutridas de potasio sufren menos enfermedades (FAO, 1999).

Entre los micronutrientes se encuentra el magnesio, contenido en las partes verdes de la planta, ya que es el constituyente central de la clorofila. Interactúa en las reacciones enzimáticas relacionadas con la transferencia de energía de la planta (Peter *et al.*, 1992). Otro micronutriente es el azufre, esencial en la constitución de las proteínas y está involucrado en la formación de la clorofila. Por lo anterior, es importante en el crecimiento de las plantas. También, el calcio es esencial en el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. La deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres (FAO, 1999). Además, otros micronutrientes como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y boro (B), forman parte de las sustancias claves en el crecimiento de la planta. Estos son absorbidos en cantidades minúsculas (Fageria *et al.*, 2002).

### **Uso de Fertilizantes**

El uso de fertilizantes puede duplicar o triplicar la producción de forraje o semilla de un cultivo. Su uso eficaz hace que los nutrientes del suelo y agua sean mejor aprovechados. Además, se incrementa la longitud de las raíces en las plantas (Astier *et al.*, 2002).



**Fertilizantes tradicionales.** La dosis óptima de estos fertilizantes para el establecimiento de lotes productores de semilla de pastos es 120-60-00. Esta dosis se expresa en kilogramos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), efectuando la primera aplicación (60-60-00) al momento de la siembra. La segunda aplicación (60-00-00) se puede realizar 100 d antes de cosechar la semilla. Es importante dar un riego después de la aplicación del fertilizante para que estos se incorporen al suelo y sean absorbidos por las plantas (Franco *et al.*, 2005).

**Fertilizantes de liberación lenta.** El uso de fertilizantes de liberación lenta que contengan N, P, K y otros nutrientes benéficos para las plantas, representan otra opción de fertilización. Su liberación lenta asegura un periodo largo de tiempo y un aporte continuo de nutrientes. Esto asegura una nutrición equilibrada y gradual a la planta. Además, la liberación de nutrientes masiva ocurre entre las semanas 6 a 12, lo cual corresponde al tiempo de mayor demanda de nutrientes de la planta y favorece su asimilación (Lightbourn *et al.*, 2010).

Chavarría (2013) evaluó tres dosis de fertilizantes en tres fuentes (hidrosoluble aplicada en fertiriego, granulada convencional y liberación lenta), sobre el crecimiento y producción de chile en Costa Rica. Este estudio reportó que la fuente de liberación lenta produjo la mayor absorción de todos los elementos nutritivos. Además, la producción de biomasa fue similar en las tres fuentes y superior al testigo. Por otra parte, Barrios *et al.* (2010) compararon los efectos de la liberación controlada (urea) y la urea convencional, sobre la tasa de nitrificación en dos suelos de Iowa, EEUU. Reportaron que la aplicación de



liberación controlada disminuyó la tasa máxima de nitrificación e incrementó el período de nitrificación.

**Fertilizantes orgánicos.** La descomposición de materia orgánica suministra nutrientes y sustancias húmicas al suelo y tiene un efecto directo en su fertilidad. Además, incide en la absorción de nutrientes y en el crecimiento de la planta. Se reduce el uso de fertilizantes químicos y ayuda en la emisión de gases de efecto invernadero (Rojas y Moreno, 2008).

Echeverri *et al.* (2010) evaluaron el efecto de la sustitución parcial del fertilizante químico por orgánico, sobre la producción de forraje de zacate kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Los tratamientos fueron 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, 25 kg de N ha<sup>-1</sup> más 200 kg de fertilizante orgánico y 25 kg de N ha<sup>-1</sup> más 300 kg de fertilizante orgánico. No se encontró diferencia en producción de forraje y relación hoja-tallo. Esto significa que es posible sustituir el uso de fertilizantes químicos por orgánicos, como alternativa viable para la fertilización de gramíneas.

### **Micorriza**

Se forma de una asociación simbiótica entre la planta y los microorganismos que se establecen en el sistema radical. Es un grupo de hongos que contribuyen en la adaptación y desarrollo de la especie vegetal, ya que las bacterias y hongos proveen diferentes nutrientes en forma asimilable para la planta (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000). Además, la micorriza participa en la absorción y transferencia del fósforo, zinc, magnesio y cobre, logrando absorber y transportar estos nutrientes al interior de la planta (Peter *et al.*, 1992).



En un estudio donde se evaluó el efecto del uso de micorriza sobre la producción de maíz, se obtuvieron incrementos en producción de grano en un 8.0 %, sin embargo, en rendimiento de forraje sólo se incrementó un 2.0 % (García *et al.*, 2007). Moreno *et al.* (2006) evaluaron la producción de sorgo en dos localidades del municipio de Matamoros, Tamaulipas, México. Inocularon la semilla con hongo endomicorrícico arbuscular *Glumos intraradices*, la aspersión de la hormona *brassinoesteroides* y la adición de 44 y 33 kg ha<sup>-1</sup> de N y P, respectivamente. Reportaron que la inoculación con *Glumos intraradices* y su combinación con la hormona *brassinoesteroides*, influyeron positivamente en la altura de la planta, peso de raíz, peso de grano y producción de forraje, ambos tratamientos superaron en un 29 % al testigo.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El experimento se realizó en el área agronómica del Sitio Experimental Aldama del INIFAP, ubicado en el km 33.3 de la carretera Chihuahua-Ojinaga. La temperatura media anual es de 19.4 °C. La precipitación media anual es de 336.3 mm, donde el 76 % de esta precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre (Medina *et al.*, 2006). El suelo presenta un pH de 7.0 y su contenido de materia orgánica es de 0.356 %. El nivel de fósforo asimilable es de 15.5 ppm según el método de Olsen. El contenido de sodio es de 140 ppm, de potasio es de 355 ppm. El contenido en calcio es de 2780.3 ppm y de magnesio es de 264 ppm. La capacidad de intercambio catiónico del suelo es de 17.62 meq/100 g.

### Diseño de los Tratamientos Experimentales

Los tratamientos evaluados fueron diferentes fertilizantes, donde el tratamiento 1 fue considerado como testigo (sin fertilizante). En el tratamiento 2 se utilizó una fuente granulada convencional con 120-60-00 (N-P-K), dividida en dos aplicaciones iguales de urea (N) y monofosfato de amonio (P). Para el tratamiento 3 se utilizó una fuente granulada convencional con 60-30-00, dividida en dos aplicaciones iguales de urea y monofosfato de amonio. En el tratamiento 4 se inoculó la semilla con micorriza y se utilizó una fuente granulada convencional con 60-30-00, dividida en dos aplicaciones iguales de urea y monofosfato de amonio. Para el tratamiento 5 se utilizó una fuente de liberación lenta con 24-06-12 en una sola aplicación al momento de la siembra con 36.66 kg de novatek y 82.5 kg de blaukorn. Para el tratamiento 6 se utilizó una fuente orgánica con 24-06-00, con dos aplicaciones de bioteksa-N y bioteksa-P.



## **Diseño Experimental**

La unidad experimental fueron parcelas de 4 x 3 metros (12 m<sup>2</sup>), divididas en cuatro surcos espaciados a 80 cm. Estas parcelas se agruparon en tres bloques para homogenizar las características del suelo en el área experimental y para facilitar la distribución del riego. Dentro del bloque se aleatorizaron los tratamientos de fertilización en las parcelas. El diseño fue en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las especies evaluadas fueron: zacate navajita variedad alma [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], banderita variedad niner [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], gigante variedad van horn [*Leptochloa dubia* (Kunth) Nees.], buffel variedad común (*Pennisetum ciliare* L.), garrapata [*Eragrostis superba* (Peyr.)] y llorón variedad ermelo [*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees].

## **Preparación y Manejo de la Siembra**

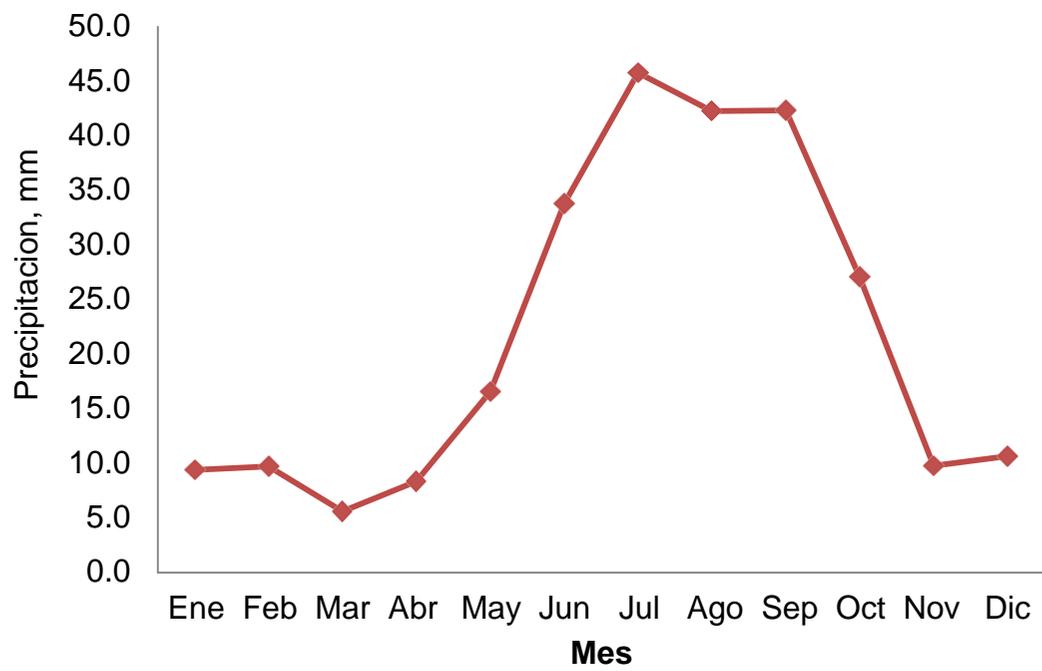
La preparación de la cama de siembra se realizó con barbecho, rastreo y nivelación del terreno. Para estimar el porcentaje de semilla pura viable para cada especie, se consideró la densidad de siembra, la cual se ajustó de acuerdo al porcentaje de germinación y pureza, contenido en la etiqueta de garantía del lote de la semilla (Cuadro 1). La siembra se efectuó de forma manual, depositando la semilla en la parte media entre la cresta y el fondo del surco. La fecha de siembra fue el 16 de mayo de 2013. Los riegos se efectuaron mediante aspersion cada tercer día durante el primer mes y cada cinco días en los meses posteriores, hasta completar el ciclo de crecimiento, el cual concluyó en el mes de octubre con un total de 410 mm de lámina de riego. La precipitación pluvial en este período fue de 227 mm (Gráfica 1). De esta manera, la lámina total de agua fue de 637 mm.



Cuadro 1. Densidad de siembra utilizada para el establecimiento de lotes de producción de semilla en seis especies forrajeras (2013)

Especie	Densidad de siembra (kg SPV ha <sup>-1</sup> )	Semilla comercial (kg ha <sup>-1</sup> )
Navajita	1.7	4.3
Banderita	5.0	7.4
Gigante	3.0	3.5
Buffel	5.0	5.7
Garrapata	2.0	2.4
Llorón	2.0	2.4

kg SPV ha<sup>-1</sup>= Kilogramos de semilla pura viable por hectárea.



Gráfica 1. Precipitación registrada en el año 2013 en el municipio de Aldama CONAGUA, 2013.



Los tratamientos de fertilización se aplicaron al momento de la siembra. La segunda aplicación en los tratamientos con fertilización química que así se requería, se efectuó a los 45 d posteriores a la fecha de siembra. Además, se aplicaron herbicidas y control manual de las malezas de hoja ancha, según se requirió. Para tal caso, se aplicó el herbicida Pastar (aminopyralid + 2,4-D) al 0.5 % a razón de 300 L/ha.

### **Variables Evaluadas**

En cada una de las especies se evaluó producción de semilla, calidad de semilla y producción de forraje. La cosecha de semilla y forraje en cada especie se realizó cuando la semilla había llegado a su madurez fisiológica (70 % de desgrane). Solo en zacate garrapata se realizaron dos cortes de semilla y forraje.

**Producción de semilla.** Se cosecharon las inflorescencias en un metro lineal en los surcos centrales de cada parcela. Las muestras se depositaron en bolsas de papel y fueron secadas al sol, después se extrajo la semilla de cada inflorescencia en forma manual. Luego se acondicionó la semilla, se obtuvieron los pesos y se transformaron a  $\text{kg ha}^{-1}$ .

**Calidad de semilla.** Las muestras de semilla se almacenaron durante 8.0 meses a temperatura ambiente en bolsas de papel para asegurar su viabilidad. Las pruebas de calidad de la semilla se realizaron bajo condiciones de laboratorio en cámaras de crecimiento a una temperatura de  $26 \pm 2$  °C. Para evaluar cada tratamiento de fertilización se utilizaron cuatro (repeticiones) cajas Petri provistas de papel filtro y algodón con 50 semillas para cada una de las seis especies. Los conteos de semillas germinadas se realizaron a diario hasta los 28 d posteriores a la siembra.



**Producción de forraje.** Se obtuvieron tres muestras de forraje en 0.5 metros lineales por parcela en los dos surcos centrales para evitar el efecto de orilla. El forraje se depositó en bolsas de papel para su secado y pesaje. Una vez que las muestras de forraje llegaron a peso constante, se obtuvieron los pesos y se transformaron a kg MS ha<sup>-1</sup>.

### **Análisis Estadístico**

Los datos obtenidos para calidad de semilla fueron sometidos a una transformación angular de *arco-seno* ( $\text{seno}^{-1}$ ), por no cumplir con el supuesto de normalidad. Esta transformación fue necesaria para realizar el análisis de varianza (ANOVA). En todas las variables analizadas se realizó una comparación de medias cuando se probó el efecto de tratamiento ( $\alpha = 0.05$ ), utilizando la prueba estadística Tukey. Los análisis estadísticos se efectuaron usando el procedimiento MIXED del SAS 9.1.3 (SAS, 2006). Con base en el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Donde:

$V_{ij}$  = variable respuesta

$\mu$  = efecto de la media general.

$T_i$  = efecto fijo del  $i$ -ésimo tipo de fertilizante.

$B_j$  = efecto aleatorio del  $j$ -ésimo bloque

$e_{ij}$  = error aleatorio



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Zacate Navajita

La producción de semilla del zacate navajita se muestra en el Cuadro 2. Las producciones mayores de semilla fueron en los tratamientos 2, 3 y 4, los cuales resultaron iguales ( $P>0.05$ ) entre sí, pero diferentes al resto de los tratamientos ( $P<0.05$ ). Beltrán *et al* (2010) estimaron la producción de forraje y semilla en zacate navajita “Cecilia”, bajo condiciones de riego en el Campo Experimental San Luis, INIFAP, donde obtuvieron una producción de semilla de  $390 \text{ kg ha}^{-1}$ . Esta producción es superior a la obtenida en este estudio, debido a que el lote tenía varios años de establecido y las producciones reportadas en el presente estudio corresponden al primer año de producción.

Los resultados de la tasa de germinación de semilla del zacate navajita, se muestran en el Cuadro 2. Se puede observar que independientemente de los tratamientos de fertilización, las tasas de germinación fueron muy bajas, con un máximo de 14.5 % de germinación (tratamiento 5), las cuales resultaron iguales entre ( $P>0.05$ ) sí. Beltrán *et al.* (2010) reportaron tasas de germinación de hasta el 82.6 % en lotes de semilla de zacate navajita. Aunque las condiciones experimentales fueron similares en ambos estudios, las discrepancias en las tasas de germinación pueden deberse a que la semilla evaluada en el presente estudio corresponde a semilla del primer año, la cual es posible que aún presentara un alto porcentaje de semillas en latencia.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de producción de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) de zacate navajita. Las producciones mayores de forraje se obtuvieron con los tratamientos 2, 3 y 4, que resultaron iguales ( $P>.05$ ) entre sí.

Cuadro 2. Componentes de producción y calidad de semilla, del zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), bajo diferentes fuentes de fertilización

Tratamiento	Semilla* (kg ha <sup>-1</sup> )	Germinación (%)	Forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )
1- Testigo	181 <sup>b</sup>	9.0 <sup>a</sup>	2052 <sup>c</sup>
2- 120-60-00	289 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	3192 <sup>a</sup>
3- 60-30-00	243 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a</sup>	2693 <sup>ab</sup>
4- 60-30-00+micorriza	264 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	2938 <sup>a</sup>
5- Compo 24-6-12	207 <sup>b</sup>	14.5 <sup>a</sup>	2214 <sup>b</sup>
6- Bioteksa 24-06-00	231 <sup>b</sup>	13.0 <sup>a</sup>	2014 <sup>c</sup>
EE	26	2.0	287

\*Cariópside más fascículos; EE = Error estándar.

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias (P<0.05) entre tratamientos.



Beltrán *et al.* (2010) reportaron producciones de forraje desde 5270 hasta 6210 kg MS ha<sup>-1</sup>. Tal vez lo anterior se pueda deber a que estas producciones fueron de lotes que tenían varios años de establecidos.

### **Zacate Banderita**

La producción de semilla del zacate banderita se presenta en el Cuadro 3. Donde la mayor producción de semilla se obtuvo en los tratamientos 2 y 5, los cuales resultaron iguales ( $P>0.05$ ) entre sí, sin embargo, solo el tratamiento 2 resulto diferente al resto de los tratamientos. Beltrán *et al.* (2013) estimaron la producción de forraje y semilla en zacate banderita “Diana”, bajo condiciones de riego en la región árida y semiárida de San Luis Potosí, reportando una producción de semilla de 465 a 998.5 kg ha<sup>-1</sup>. La media de esta producción es similar a la obtenida en este estudio. Corleto *et al.* (2009) estimaron la producción de forraje y semilla del zacate banderita, bajo condiciones de fertilización y temporal en el sur de Italia. Donde observaron una producción de semilla de 280 kg ha<sup>-1</sup> al tercer año, siendo inferior a la obtenida en este estudio. Estas diferencias pueden deberse a que este estudio se realizó bajo condiciones de riego.

En el Cuadro 3 se muestran las tasas de germinación de zacate banderita. Se observa que los tratamientos 3, 4 y 5 obtuvieron la tasa más alta de germinación sin diferencias entre ellos ( $P>0.05$ ). Beltrán *et al.* (2013) reportaron una tasa de germinación del 88.8 %, la cual es similar a la tasa más alta obtenida en este estudio. Además, Corleto *et al.* (2009) encontraron tasas de germinación del 19.5 % en semilla de zacate banderita. Lo anterior no concuerda con lo encontrado en este estudio, tal vez porque estas diferencias pueden deberse al hecho de que este estudio se llevó a cabo bajo condiciones de riego.

Cuadro 3. Componentes de producción y calidad de semilla del zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), bajo diferentes fuentes de fertilización

Tratamiento	Semilla* (kg ha <sup>-1</sup> )	Germinación (%)	Forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )
1- Testigo	451 <sup>b</sup>	70.5 <sup>bc</sup>	2111 <sup>b</sup>
2- 120-60-00	707 <sup>a</sup>	63.5 <sup>c</sup>	2813 <sup>a</sup>
3- 60-30-00	506 <sup>b</sup>	81.5 <sup>a</sup>	2286 <sup>ab</sup>
4- 60-30-00+micorriza	483 <sup>b</sup>	75.5 <sup>ab</sup>	1911 <sup>b</sup>
5- Compo 24-6-12	549 <sup>ab</sup>	69.5 <sup>bc</sup>	2425 <sup>ab</sup>
6- Bioteksa 24-06-00	475 <sup>b</sup>	76.5 <sup>ab</sup>	2013 <sup>b</sup>
EE	85	3.4	311

\*Carióside + fascículos; EE = Error estándar.

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias (P<0.05) entre tratamientos.



El Cuadro 3 presenta la producción de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) obtenida en el zacate banderita, bajo diferentes fuentes de fertilización. Se observa que las mayores producciones de forraje corresponden a los tratamientos 2, 3 y 5, los cuales fueron iguales ( $P > 0.05$ ) entre sí, sin embargo, solo el tratamiento 2 resulto diferente al resto de los tratamientos. Beltrán *et al.* (2013) reportaron producciones de forraje desde 6120 hasta 9850  $\text{kg Ms ha}^{-1}$ , las cuales son superiores a las de este estudio. Este comportamiento se puede atribuir al hecho de que durante el primer año las plantas utilizan la mayor parte de sus nutrientes para su crecimiento y establecimiento en campo. Por su parte, Corleto *et al.* (2009) reportaron producciones de forraje de 2600  $\text{kg MS ha}^{-1}$  durante el primer año, las cuales fueron similares a las obtenidas en este estudio.

### **Zacate Gigante**

La producción obtenida de semilla del zacate gigante se presenta en el Cuadro 4. En este se muestra que las mayores producciones de semilla se obtuvieron con los tratamientos 2, 3, 4 y 5, los cuales resultaron iguales ( $P > 0.05$ ). Joaquín *et al.* (2009) evaluaron el pasto guinea (*Panicum maximum*) y encontraron que al aplicar entre 100 y 150  $\text{kg de N ha}^{-1}$ , se incrementa el rendimiento de semilla, debido a que tal vez el nitrógeno influye en el número, longitud de panículas y llenado de espiguillas. Lo anterior coincide con lo encontrado en este estudio, donde los tratamientos que contenían nitrógeno inorgánico, obtuvieron la más alta producción de semilla, esto puede atribuirse a que las fuentes inorgánicas aportan nutrientes como nitrógeno y fosforo más fácilmente asimilables por las plantas.

Cuadro 4. Componentes de producción y calidad de semilla, del zacate gigante (*Leptochloa dubia*), bajo diferentes fuentes de fertilización

Tratamiento	Semilla* (kg ha <sup>-1</sup> )	Germinación (%)	Forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )
1- Testigo	416 <sup>c</sup>	76.5 <sup>b</sup>	5872 <sup>b</sup>
2- 120-60-00	568 <sup>ab</sup>	86.5 <sup>ab</sup>	5422 <sup>b</sup>
3- 60-30-00	578 <sup>ab</sup>	93.0 <sup>ab</sup>	7975 <sup>a</sup>
4- 60-30-00+micorriza	670 <sup>a</sup>	95.5 <sup>a</sup>	6753 <sup>ab</sup>
5- Compo 24-6-12	565 <sup>ab</sup>	96.5 <sup>a</sup>	7020 <sup>ab</sup>
6- Bioteksa 24-06-00	435 <sup>c</sup>	96.0 <sup>a</sup>	5363 <sup>b</sup>
EE	65	3.5	653

\*Cariópside + fascículos; EE = Error estándar.

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.



El porcentaje de germinación del zacate gigante se muestra en el Cuadro 4. Se puede observar que los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6, no mostraron diferencias ( $P>0.05$ ) entre ellos y el rango de germinación fluctuó desde 86.5 hasta 96 %.

El Cuadro 4 muestra la producción de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) obtenida en zacate gigante. Se observa que la mayor producción de forraje corresponde a los tratamientos 3, 4 y 5, los cuales fueron iguales ( $P>0.05$ ) entre sí, sin embargo, solo el tratamiento 3 mostró diferencias con el resto de los tratamientos.

### **Zacate Buffel**

El Cuadro 5 contiene la producción de semilla del zacate buffel. Donde las mayores producciones de semilla corresponden a los tratamientos 2, 3, 4 y 5, las cuales fueron iguales ( $P>0.05$ ) entre sí. Vasquez (2000) evaluó el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo sobre la producción de forraje y semilla en zacate buffel variedad Común II, bajo condiciones de riego en Zaragoza, Coahuila. En dicha investigación se concluyó que al aplicar de 80 a 120  $\text{kg N ha}^{-1}$  se incrementa la producción de semilla en un 50 % respecto al testigo. Dicho incremento concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

La tasa de germinación de la semilla de zacate buffel se presenta en el Cuadro 5. Los tratamientos que obtuvieron la mayor tasa de germinación fueron el 2, 3 y 6, los cuales resultaron iguales ( $P>0.05$ ) entre ellos, con una germinación máxima de 17 % (tratamiento 3). Vásquez (2000) al evaluar el efecto de la fertilización sobre la calidad de semilla de zacate buffel, no encontró diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos. En otro estudio realizado por Gómez y González (2002) evaluaron la germinación de tres variedades de zacate buffel, recolectadas en el agostadero y reportaron una germinación promedio del 15.9 %.

Cuadro 5. Componentes de producción y calidad de semilla en zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), bajo diferentes fuentes de fertilización

Tratamiento	Semilla* (kg ha <sup>-1</sup> )	Germinación (%)	Forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )
1- Testigo	223 <sup>b</sup>	8.0 <sup>c</sup>	9917 <sup>b</sup>
2- 120-60-00	324 <sup>a</sup>	14.5 <sup>ab</sup>	14556 <sup>a</sup>
3- 60-30-00	272 <sup>ab</sup>	17.0 <sup>a</sup>	10125 <sup>b</sup>
4- 60-30-00+micorriza	245 <sup>ab</sup>	11.5 <sup>b</sup>	11597 <sup>ab</sup>
5- Compo 24-6-12	295 <sup>ab</sup>	6.5 <sup>c</sup>	12306 <sup>ab</sup>
6- Bioteksa 24-06-00	215 <sup>b</sup>	12.5 <sup>ab</sup>	9344 <sup>b</sup>
EE	48	2.3	1243

\* Cariópside + fascículos; EE = Error estándar.

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.



Estos resultados son similares al promedio de germinación obtenido en los tratamientos con los mayores porcentajes de germinación.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) de zacate buffel. Aquí se observa que los tratamientos con mayor producción de forraje fueron el 2, 4 y 5, los cuales resultaron iguales ( $P>0.05$ ) entre ellos. Vásquez (2000) encontró que con aplicaciones de 80 a 120 Kg N ha<sup>-1</sup>, se incrementan los rendimientos de forraje en zacate buffel en un 44 %, respecto al testigo. En este estudio la mayor producción de forraje se obtuvo con la aplicación del tratamiento 2 (120-60-00) comparado con el testigo, el cual mantuvo un 46 % de incremento. Esto refleja el efecto del nitrógeno sobre la producción de biomasa aérea en esta especie. El comportamiento anterior es similar a lo reportado por Vásquez (2000). Además, en otro estudio realizado por Márquez *et al.* (2007) evaluaron la frecuencia de corte y tipos de fertilización en tres genotipos de *Pennisetum purpureum*, concluyendo que la fertilización con nitrógeno influyó positivamente en la producción de forraje, lo cual concuerda con este estudio, donde los tratamientos que contenían la mayor cantidad de nitrógeno fueron donde se obtuvo la mayor producción de forraje, ya que el nitrógeno tiene un efecto positivo en el crecimiento de la plantas.

### **Zacate Garrapata**

La producción de semilla en zacate garrapata se muestra en el Cuadro 6. La producción reportada corresponde a dos cortes efectuados en el primer año de establecimiento. La mayor producción de semilla se obtuvo con los tratamientos 2, 4 y 5, los cuales fueron iguales ( $P>0.05$ ) entre ellos. Beltrán *et al.* (2009) evaluaron la producción de forraje y semilla en zacate garrapata en tierras

Cuadro 6. Componentes de producción y calidad de semilla en zacate garrapata (*Eragrostis superba*), bajo diferentes fuentes de fertilización

Tratamiento	Semilla* (kg ha <sup>-1</sup> )	Semilla** (kg ha <sup>-1</sup> )	Germinación (%)	Forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> ) 1)
1- Testigo	1174 <sup>c</sup>	226 <sup>c</sup>	67.0 <sup>b</sup>	7289 <sup>b</sup>
2- 120-60-00	1606 <sup>a</sup>	309 <sup>a</sup>	85.3 <sup>a</sup>	9192 <sup>a</sup>
3- 60-30-00	1128 <sup>c</sup>	217 <sup>c</sup>	82.0 <sup>a</sup>	7130 <sup>b</sup>
4- 60-30-00+micorriza	1619 <sup>a</sup>	312 <sup>a</sup>	76.0 <sup>ab</sup>	8411 <sup>ab</sup>
5- Compo 24-6-12	1425 <sup>ab</sup>	274 <sup>ab</sup>	77.0 <sup>ab</sup>	7545 <sup>b</sup>
6- Bioteksa 24-06-00	1254 <sup>bc</sup>	241 <sup>bc</sup>	83.5 <sup>a</sup>	7347 <sup>b</sup>
EE	104	20	3.8	846

\*Semilla con cubiertas o envolturas (en greña); \*\*Semilla limpia (cariópside); EE= Error estándar.

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias (P<0.05) entre tratamientos.



agrícolas de baja productividad en San Luis Potosí. Esta evaluación se realizó bajo riego y fertilización (120-60-00), donde obtuvieron una producción de semilla (con cubiertas) de 1468 kg ha<sup>-1</sup> durante el primer año. Estas producciones son similares a las obtenidas en este estudio.

La tasa de germinación de semilla de zacate garrapata se presenta en el Cuadro 6. El porcentaje de germinación en los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6 no presentaron diferencias ( $P>0.05$ ). Estos porcentajes son muy similares a los reportados por Beltrán *et al.* (2009), quienes obtuvieron un 76.6 % de germinación en zacate garrapata durante el primer año de establecimiento del lote.

En el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos de producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) del zacate garrapata. Las mayores producciones de forraje se obtuvieron en los tratamientos 2 y 4, los cuales fueron estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ). Beltrán *et al.* (2009) reportaron producciones de forraje en zacate garrapata de 9400 kg MS ha<sup>-1</sup>, las cuales son congruentes a algunas producciones obtenidas en este estudio.

### **Zacate Llorón**

La producción de semilla de zacate llorón se presenta en el Cuadro 7. Se observa que no se encontraron diferencias entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). Corleto *et al.* (2009) estimaron la producción de semilla y forraje de diferentes especies de pastos en tres lugares del sur de Italia y reportaron que el zacate llorón puede producir hasta 430 kg ha<sup>-1</sup> de semilla al tercer año del manejo de lote. Existe una gran diferencia en producción de semilla reportada entre ambos estudios, tal vez se deba a la diferencia de variedades utilizadas y a que la producción reportada en este estudio corresponde al primer año de establecimiento del lote.

Cuadro 7. Componentes de producción y calidad de semilla de zacate llorón (*Eragrostis curvula*), bajo diferentes fuentes de fertilización

Tratamiento	Semilla* (kg ha <sup>-1</sup> )	Germinación (%)	Forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )
1- Testigo	5.6 <sup>a</sup>	74.0 <sup>b</sup>	6204 <sup>c</sup>
2- 120-60-00	7.6 <sup>a</sup>	68.6 <sup>c</sup>	7599 <sup>ab</sup>
3- 60-30-00	5.9 <sup>a</sup>	85.3 <sup>a</sup>	7203 <sup>ab</sup>
4- 60-30-00+micorriza	8.6 <sup>a</sup>	81.3 <sup>ab</sup>	7384 <sup>ab</sup>
5- Compo 24-6-12	6.3 <sup>a</sup>	83.3 <sup>ab</sup>	6589 <sup>b</sup>
6- Bioteksa 24-06-00	7.7 <sup>a</sup>	76.6 <sup>bc</sup>	8223 <sup>a</sup>
EE	2.0	3.0	608

\*Semilla limpia (cariópside); EE error estándar.

<sup>abc</sup> Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.



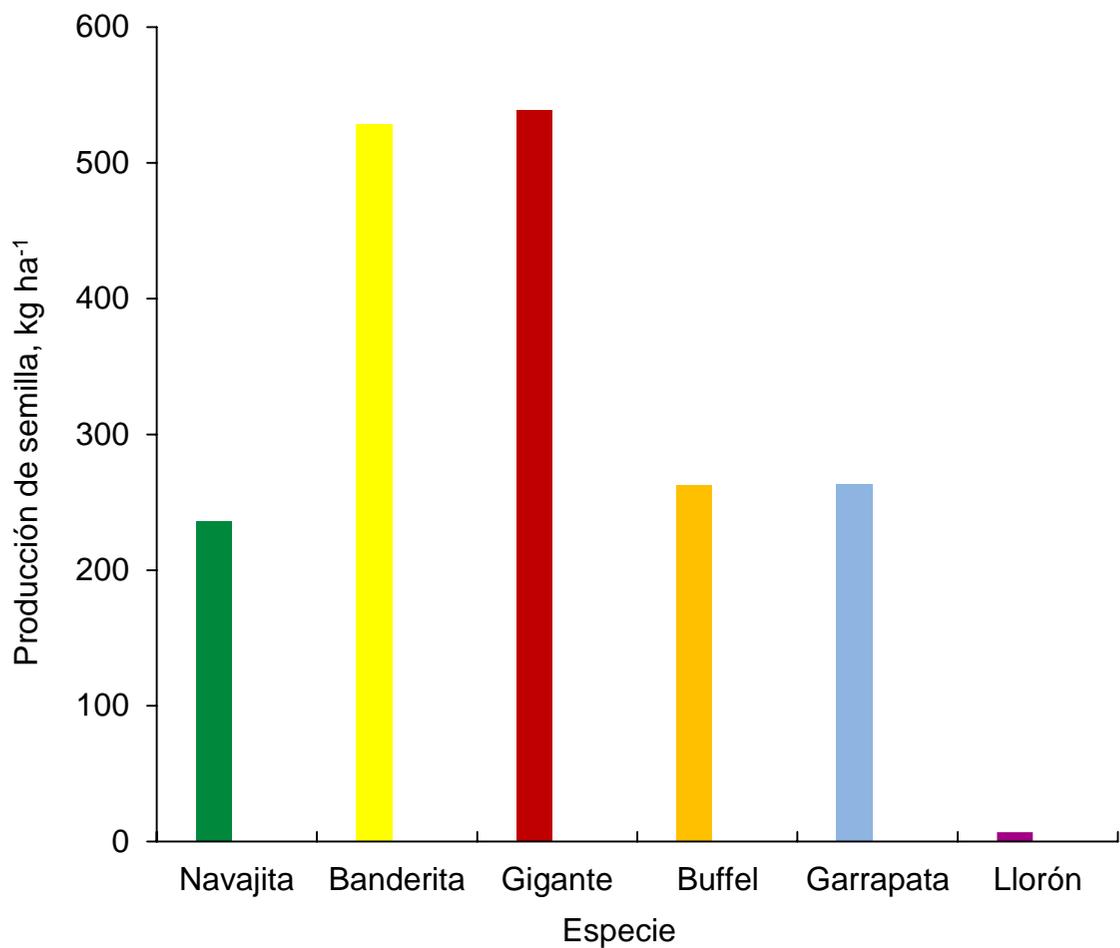
La tasa de germinación de zacate llorón se muestra en el Cuadro 7. En dicho Cuadro se observa que los tratamientos 3, 4 y 5 presentaron la mayor tasa de germinación y fueron iguales entre ellos, sin embargo, el tratamiento 3 resultó diferente al resto ( $P>0.05$ ) de los tratamientos, ya que presentó el mayor porcentaje de germinación (85 %). Por su parte, Corleto *et al.* (2009) reportaron una tasa de germinación en zacate llorón del 98.5 % en semilla obtenida en el tercer año. Estos resultados son superiores a los obtenidos en este estudio. Tal vez esta diferencia se puede atribuir a la edad productiva del lote. Además, Beltrán *et al.* (2009) reportaron un 80 % de germinación en semillas cosechada en lotes de un año de establecidos. Este resultado es similar al obtenido en este estudio.

Los resultados de producción de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) de zacate llorón se presentan en el Cuadro 7. Las mayores producciones de forraje correspondieron a los tratamientos 2, 3, 4 y 6 y fueron iguales entre sí ( $P>0.05$ ). Estas altas producciones de forraje son características de la variedad Ermelo. Corleto *et al.* (2009) reportaron una producción de forraje de  $8300 \text{ kg MS ha}^{-1}$  al primer año de establecido el lote, lo cual es similar a la obtenida en este estudio.

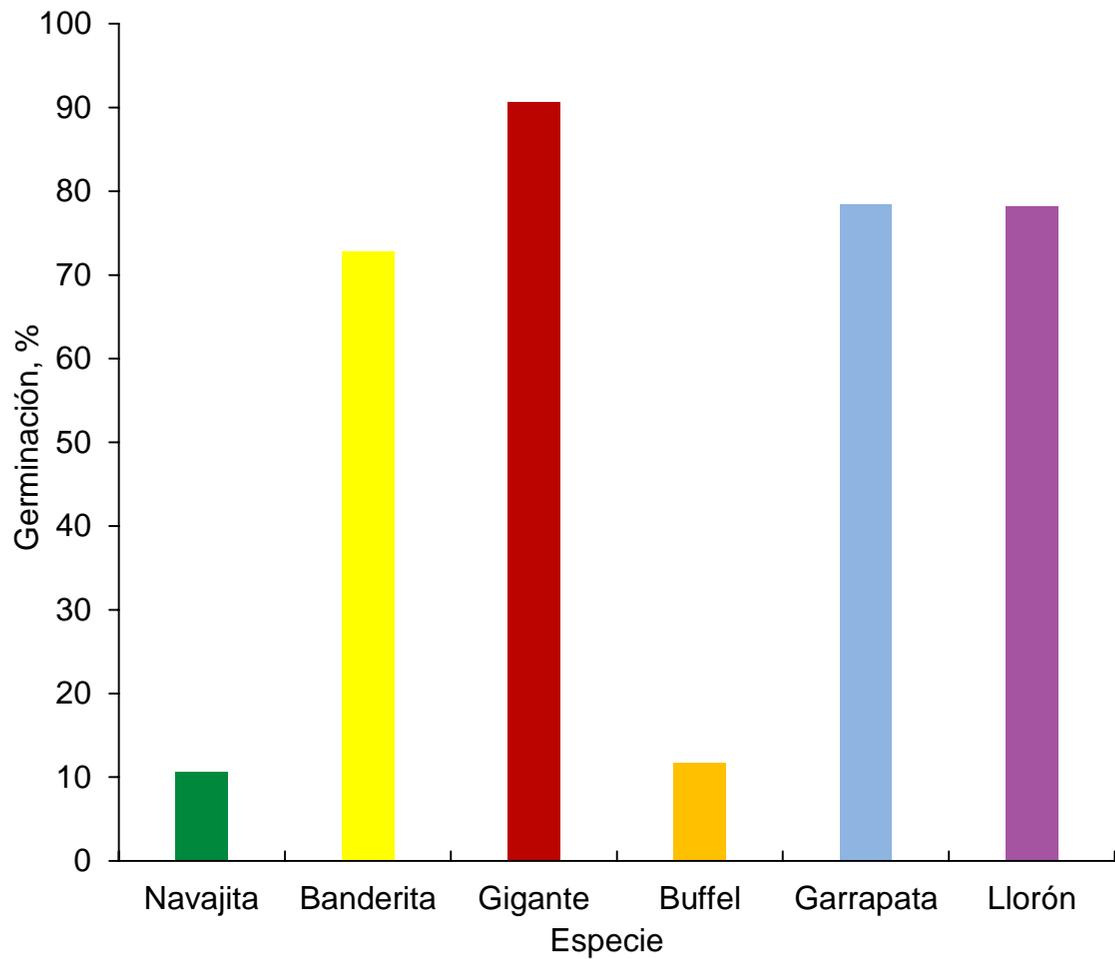
### **Comportamiento de las Especies**

La Gráfica 2 muestra el promedio de la producción de semilla de todos los tratamientos de fertilización en las seis especies. En dicha grafica se observa que los zacates gigante y banderita fueron las especies que presentaron la mayor producción de semilla. También, se observa que la producción de semilla de zacate navajita, buffel y garrapata, mostró un comportamiento similar.

En la Gráfica 3 se presenta el promedio de germinación de los tratamientos



Gráfica 2. Producción de semilla (kg ha<sup>-1</sup>) de diferentes especies, bajo condiciones de riego y fertilización.

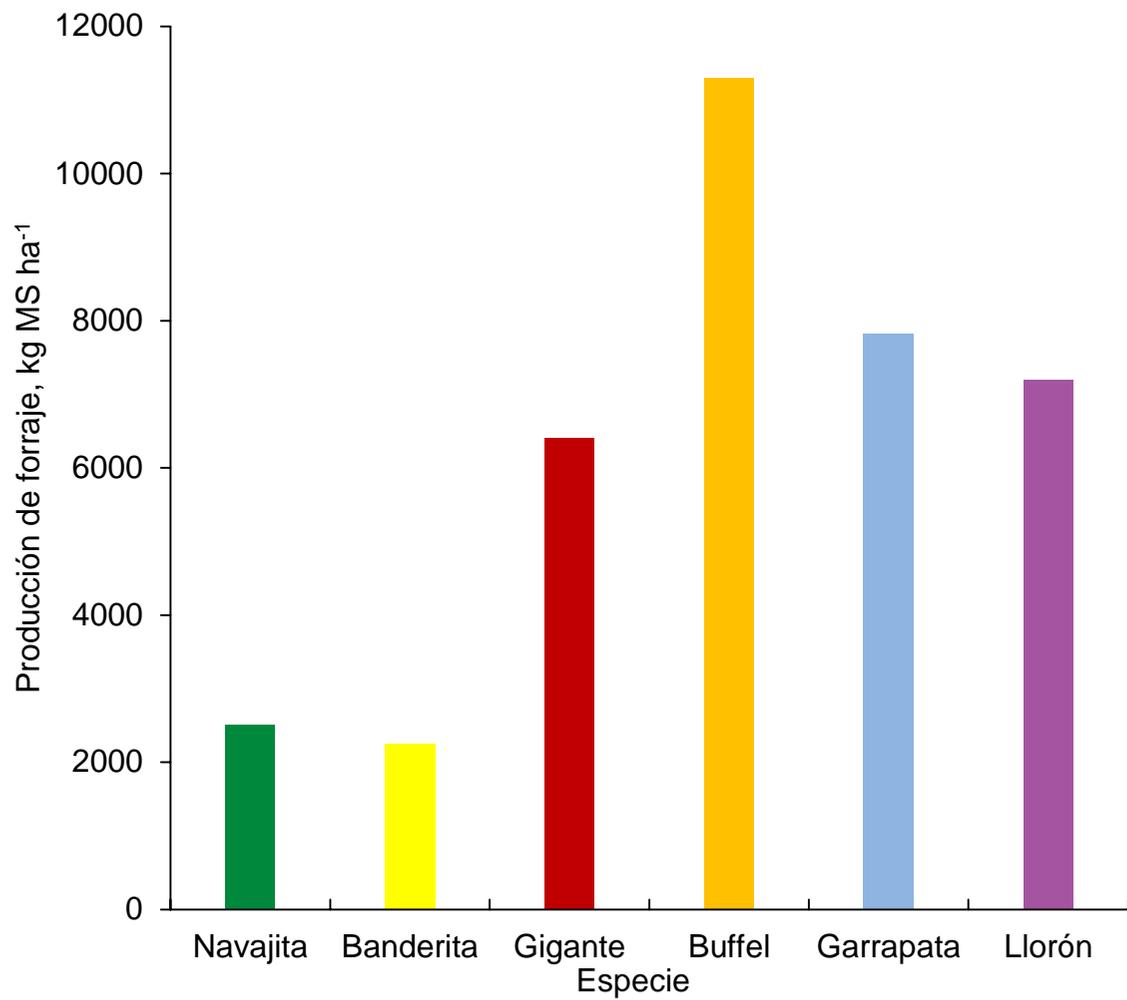


Grafica 3. Calidad de semilla (% germinación) de diferentes especies, bajo condiciones de riego y fertilización.



en las diferentes especies. Aquí el zacate gigante presentó el mayor porcentaje de germinación y los zacates banderita, garrapata y llorón mostraron una germinación similar. Por último, se puede observar que los zacates navajita y buffel presentaron una tasa baja de germinación.

El promedio de la producción de forraje de las diferentes especies se presenta en la Gráfica 4. En esta se observa que el zacate buffel obtuvo la mayor producción de forraje. Además, se observa que el zacate gigante, garrapata y llorón mostraron una producción similar. Por último, se puede observar que la producción de forraje de zacate navajita y banderita fue menor que el resto de las especies, sin embargo, su producción es aceptable de acuerdo al potencial de producción de estas especies.



Gráfica 4. Producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) de diferentes especies, bajo condiciones de riego y fertilización.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los mayores incrementos en producción de semilla comparados con el testigo, se obtienen al aplicar la fórmula 120-60-00, principalmente en zacate banderita (56 %) y buffel (45 %). Sin embargo, con la aplicación de 60-30-00 + micorriza se obtienen incrementos del 61 y 38 % en zacate gigante y garrapata, respectivamente.

Los mayores incrementos en germinación de semilla se obtienen al aplicar 60-30-00 principalmente en zacate gigante (21.5 %) y garrapata (22.3 %). La aplicación de 24-6-12 (Compo) al momento de la siembra se obtienen incrementos de germinación de 61 y 26 % en zacate navajita y gigante, respectivamente.

Los mayores incrementos en producción de forraje se obtienen al aplicar la fórmula 120-60-00 principalmente en zacate navajita (55.5 %) y gigante (46.7 %).

Se recomienda realizar un análisis económico para conocer la relación costo/beneficio de los diferentes tratamientos de fertilización así como la rentabilidad de esta actividad.

Es necesario dar continuidad a estos trabajos durante varios ciclos de producción para documentar su comportamiento y la vida útil de estas especies.

Finalmente, es importante considerar que el cuello de botella en la producción de semilla de pastos es la falta de equipo para la cosecha y limpieza de la semilla.



## LITERATURA CITADA

- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 2000. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra*. 17:179-191.
- Alcalá, C. H. 1995. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. Patronato del centro de investigaciones pecuarias del estado de Sonora, A.C. En: <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/P95009.php>. Consultado 17 Marzo 2015.
- Astier, M., M. Maass y J. Etchevers. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*. 36:605-620.
- Barrios, M., R. Killorn y J. García. 2010. Nitrificación del amonio a partir de un fertilizante de liberación controlada y urea convencional en dos suelos de Iowa, EEUU. *Bioagro*. 22:193-200.
- Beltrán, S. L., C. A. García, J. A. Hernández, C. Loreto, C. Loreto, J. Urrutia, L. A. González y H. G. Gámez. 2013. "Banderilla Diana" *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Rev Mex Cien Pecu*. 4:217-221.
- Beltrán, S. L., C. A. García, J. A. Hernández, C. Loreto, J. Urrutia, L. A. González y H. G. Gámez. 2010. "Navajita Cecilia" *Bouteloua gracilis* H.B.K (Lag.). Nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Rev Mex Cien Pecu*. 1:127-130.
- Beltrán, S. L., C. O. Loredó, C. A. García, J. A. Hernández, J. Urrutia, H. G. Gámez, L. A. González y T. Núñez. 2009. Llorón imperial y garrapata hércules nuevas variedades de pastos para el altiplano de San Luis Potosí. S. E. San Luis. INIFAP-SAGARPA: Folleto Técnico. 36:1-39.
- Chavarría, A. E. 2013. Eficiencia de tres fuentes fertilizantes sobre la producción de chile dulce (*Capsicum annum*) c.v. Natali y sus curvas de absorción, en la producción de chile dulce en invernadero. *Ingeniería agrícola*. 3:29-39.
- CONABIO. 2014. La biodiversidad en Chihuahua. Estudio de estado. En <http://www.conabio.gob.mx>. Consultado 11 Marzo 2015.
- CONAFOR. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. 3ª ed. 60 editores. Jalisco, México.
- CONAGUA. 2013. Reporte del clima en México. Coordinación general del servicio meteorológico nacional gerencia de metrología y climatología subgerencia de pronóstico a mediano y largo plazo. Reporte anual 2013.
- CONAZA. 2011. Análisis de la problemática de la sequía 2011–2012 y sus efectos en la ganadería y la agricultura de temporal. En: <http://www>.



[conaza.gob.mx/transparencia/Documents/Publicaciones/boletin5.pdf](http://conaza.gob.mx/transparencia/Documents/Publicaciones/boletin5.pdf).

Consultado 12 Marzo 2015.

- Corleto, A. E., Cazzato, P. Ventriceelli, S. L. Cosentino, F. Gresta, G. Testa, M. Maiorana, F. Fornaro y D. De-Grigorio. 2009. Performace of perennital tropical grasses in different mediterranean environments in southern Italy. Trop grasslands. 43:129-138.
- COTECOCA. 1978. Comisión técnica consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero, Chihuahua. Subsecretaría de Ganadería. SARH. México.
- Dahl, B. E. y P. F. Cotter. 1984. Management of weeping lovegrass in west Texas. Manage. Note 5. Texas Tech Univ. Lubbock, Texas EUA.
- Echeverri, J., L. Restrepo y J. Parra. 2010. Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. Rev. Lasallista de Investigación. 7:94-100.
- ECOPAD. 2007. Estrategias para la conservación de pastizales del desierto chihuahuense. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/2007%20Ecopad%20Final.pdf>. Consultado 27 Febrero 2015.
- Escalante, E. L., C. Linzaga y Escalante. 2007. Formas de preparar el terreno de siembra para obtener buenas cosechas. Rev. Alt. 5:2-13.
- Esqueda, M. H. y R. L. Carrillo. 2001. Producción de forraje y carne en pastizales resemebrados con gramíneas introducidas. Téc Pecu Méx. 39:139-152.
- Esqueda, M. H., E. E. Sosa, A. H. Chávez, F. Villanueva, M. J. Lara, M. H. Royo, J. S. Sierra, A. González y S. Beltrán. 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Cuajimalpa. D.F. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 4:1-47.
- Fageria, N. V., Balicar y R. Clark. 2002. Micronutrients in crop production. Advances in Agronomy. 77:185-268.
- FAO. 1965. Los fertilizantes y su uso. En: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>. Consultado 21 Noviembre 2014.
- FAO. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. En: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/gepnms.pdf>. Consultado 16 Noviembre 2014.
- FAO. 2000. Estrategias en materia de fertilizantes. En: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertstrs.pdf>. Consultado 15 Junio 2015.
- Franco, L., H. Calero y C. V. Duran. 2005. Evaluación de la tecnología por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos



- sostenibles en el norte del departamento de Valle de Cuaca. Universidad Nacional de Colombia. CIAT. Cali, Colombia. 32.
- Fulbright, T. E. y J. A. Ortega. 2006. White-tailed deer habitat: Ecology and management on rangelands. 1a ed. Texas University-Kingsville. EUA.
- García, J. G., V. Moreno, I. C. Rodríguez, A. Mendoza y N. Mayek. 2007. Efecto de cepas de *azospirillum brasilense* en el crecimiento y rendimiento de grano del maíz. Rev. Fitotec. Mex. 30:305-310.
- Gómez, M. S. y J. R. González. 2002. Latencia de la semilla en nuevas variedades de zacate buffel *Cenchrus ciliaris*. Programa de pastos. Departamento fitomejoramiento. En: <http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances2002/Zaridas/GomezBuffel.pdf>. Consultado 20 Marzo 2015.
- González, E. A. y A. H. Chávez. 1998. evaluación de diferentes fechas de barbecho en el establecimiento de gramíneas en pastizales. Téc. Pecu. Mex. 36:187-196.
- González, P. A. y R. Moreno. 2001. Evaluación de la producción de gramíneas forrajeras nativas e introducidas. Rev. Chapingo Serie Zonas Aridas. 1:90-95.
- Harlan, J. R., L. A. Snyder y R. P. Celarier. 1953. Cytological studies of southern great plains grasses. Proc. 6th Int. Grassland Congress. 1:229-232.
- Hernández, R. P., E. Cuéllar y J. Martínez. 2001. Validación de la producción de semilla y forraje de buffel zaragoza 115 bajo riego en módulos pecuarios establecidos con productores del Norte-centro de Coahuila. S. E. Zaragoza. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 1-24.
- Herrera, Y. y A. Cortés. 2009. Diversidad de gramíneas de Durango, México. Polibotánica. 28: 49-61.
- Hirel, L., L. Parent y A. Karam. 2007. Simulation modeling of soil and plant nitrogen use in a potato cropping system in the humid and cool environment. Agr. Ecosyst. Environ. 115:248-260.
- Joaquín, T. B., S. C. Joaquín, G. A. Hernández y P. J. Pérez. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. Téc. Pecu. Mex. 47:69-78.
- Jurado, P. A., Melgoza, C. R. Morales. M. H. Royo y C. Ortega. 2009. Propagación de algunas plantas nativas de los agostaderos de Chihuahua. S. E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA-UACH. Folleto Técnico. 23:1-30.
- Lebgue, T. 2012. Gramíneas de Chihuahua. 4a ed. Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.



- Lightbourn, L. A., V. Garza, G. González y A. González. 2010. Bioteksa y el nuevo paradigma de la nutrición vegetal. En: <http://www.institutolightbourn.edu.mx/laposibilidaddeloimposible.pdf>. Consultado 15 Julio 2014.
- Márquez, F., J. Sánchez, D. Urbano y C. Dávila. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Zootecnia Tropical. 25:253-259.
- Martín, G. O. 2014. Técnicas de refinamiento y recuperación de pastizales. Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina. Serie didáctica. 85:1-65.
- Masters, R. A. y C. M. Britton. 1990. Ermelo weeping lovegrass response to clipping, fertilization, and watering. J. Range Management. 43:461-465.
- Medina, G., G. Díaz, M. Berzoza, M. Silva, A. Chávez y A. Báez. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chihuahua. 1a ed. Centro de investigación regional norte centro dirección de coordinación y vinculación del estado de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Mejía, M. T. y P. Dávila. 1992. Gramíneas útiles de México. 1a ed. UNAM. Instituto de biología. D. F. México.
- Morales, C. R., M. H. Royo y C. R. Lara. 2010. Guía técnica para la producción y cosecha de semilla de pastos nativos en Chihuahua. S. E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 27:1-34.
- Morales, C. R., R. Saucedo y P. Jurado. 2008. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. Rancho experimental la campana 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal. Libro Técnico No. 2. Chih. México.
- Morales, N. C. y A. Melgoza. 2010. Características productivas de zacates forrajeros importantes en el norte de México. S. E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 28:1-51.
- Morales, N. C., J. F. Enríquez, J. F. Villanueva, F. Herrera, A. R. Quero, J. Becerra, R. A. Sánchez y P. Jurado. 2012. Manual para el establecimiento y manejo de semilleros de especies forrajeras en México. S. E. Santiago Ixcuintla. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 21:1-76.
- Moreno, R., M. Royo, A. Díaz, I. Garza y A. Ramírez. 2006. *Brassinoesteroides* e inoculación con *Glomus intraradices* en el crecimiento y la producción de sorgo. Terra Latinoamericana. 25:77-83.
- Mueller-Warrant, G. W. y S. C. Rosato. 2005. Weed control for tall fescue seed production and stand duration without burning. Crop. Sci. 45: 2614-2628.
- PACP-Ch, 2011. Plan de acción para la conservación y uso sustentable de los Pastizales del desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-



2016. En: [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/PACP\\_chihuahua.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/PACP_chihuahua.pdf). Consultado 17 Febrero 2014.
- Padilla, C., G. Crespo y Y. Sardinas. 2009. Degradación y recuperación de pastizales. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 43:351-354.
- Peter, H., R. F. Raven, S. E. y E. Eichhorn. 1992. *Biología de las plantas*. 4a ed. Editorial Revete. Barcelona, España.
- Piña, M. O. 2005. Prácticas de restauración y conservación de suelos de uso agropecuario. Asesores agropecuarios del norte de Tamaulipas, S. C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ039. México, D. F.
- PMARP, 2012. Plan Maestro de la alianza regional para la conservación de los pastizales del Desierto Chihuahuense. En: [http://rmbo.org/v3/Portals/0/Documents/International/Master\\_Plan\\_Chihuahua\\_jan2012.pdf](http://rmbo.org/v3/Portals/0/Documents/International/Master_Plan_Chihuahua_jan2012.pdf). Consultado 27 Febrero 2015.
- Quero, C. A., J. F. Villanueva, C. R. Morales, E. D. Bolaños., J. Castillo, J. Maldonado y F. Herrera. 2012. Manual de evaluación de recursos genéticos de gramíneas y leguminosas forrajeras. S. E. Santiago Ixcuintla. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 22-1:41.
- Ramos, J. L., y J. M. Espinoza. 1999. Proyecto nacional de producción de semillas forrajeras. S. E. Pabellón. INIFAP-IRNOC. Despegable Informativo. 7.
- Rivera, J. G., F. A Peraza, J. C. Serratos, P. Posos, S. H Guzmán, E. Cortez, G. Castañón y M. Mendoza. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el contenido de ácido fítico y vigor de la semilla de avena de la variedad Saia en México. *Rev. Phytol.* 78:37-42.
- Rojas, J. y N. Moreno. 2008. Producción y formulación de prototipos de un biofertilizante a partir de bacterias nativas asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). *Rev. Col. de Biotec.* 10:50-62.
- Rondon, J. A. y R. Vidal. 2005. Establecimiento de la cubierta vegetal en áreas degradadas. *Rev. For. Lat.* 38: 63-82.
- Royo, M., A. Melgoza, J. S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. Conferencia Magistral. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. UAZ, INIFAP. Zacatecas, México.
- SAGARPA. 2008. Producción de carne en México. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/estudio/carne.pdf>. Consultado 15 Noviembre 2014.
- SAS, Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.
- SEMARNAT. 2008. Programa hacia la igualdad de género y la sustentabilidad



ambiental 2007-2012. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. En: <http://www.semarnat.gob.mx/participacion-social/igualdad-de-genero/Documents/Proigesam%20dummie.pdf>. Consultado 16 enero 2015.

- Sierra, J. S., M. H. Royo y E. Ronquillo. 2014. El zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en Chihuahua. S. E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico. 48:1-42
- Thompson, L. M. y Troeh F. R. 1988. Los suelos y su fertilidad. 4a ed. Editorial Revete. Barcelona, España.
- Vallentine, J. F. 1989. Range developments and improvements. Academic Press Inc. San Diego, Cal. USA.
- Vazquez, M. C. 2000. Efecto del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Tesis de Licenciatura. Facultad de División de Ciencia Animal. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Velásquez M., I. Sánchez, R. Gutiérrez, J. A. Muñoz y H. Macías. 2014. Impacto hidrológico del cambio de uso del suelo de un pastizal nativo a praderas de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Revista Chapingo. 13: 47–58.
- Victoria, I. J. y H. Calderón. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. Cenicaña. 1:115-129.