

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA**

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

---



***RESPUESTA DEL ZACATE ROSADO (*Melinis repens*) A DIFERENTES  
FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN***

POR:

**ING. ERIK ARGUELLES QUINTANA**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS CON ÁREA MAYOR EN RECURSOS NATURALES**

**Chihuahua, Chih., México**

**Junio de 2017**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

Respuesta del zacate rosado (*Melinis repens*) a diferentes frecuencias e intensidades de defoliación. Tesis presentada por Erik Arguelles Quintana como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias, ha sido aprobada y aceptada por:

Ph. D. Carlos Ortega Ochoa  
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología

Ph. D. Alma Delia Alarcón Rojo  
Secretario de Investigación y Posgrado

D. Ph. Agustín Corral Luna  
Coordinador Académico

Ph. D. Alicia Melgoza Castillo  
Presidente

Junio 22, 2017

Fecha

Comité:

Ph. D. Alicia Melgoza Castillo  
D. Ph. Carmelo Pinedo Álvarez  
Dr. Eduardo Santellano Estrada  
Ph. D. Federico Villarreal Guerrero

© Derechos Reservados  
ERIK ARGUELLES QUINTANA  
DIRECCIÓN: PERIFÉRICO FRANCISCO  
R. ALMADA KM. 1, CHIHUAHUA,  
CHIH., MÉXICO C.P. 31453

JUNIO 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco ampliamente al CONACYT quien me apoyo económicamente para realizar mi maestría. También agradezco a todas las personas como alumnos, maestros y personal de la facultad que gracias a su ayuda eh concluido una meta más en mi vida.

A mi madre Bertha Alicia Quintana Arellano quien siempre me ha ayudado a continuar con mis estudios.

A la familia Díaz Irigoyen por abrirme las puertas de su hogar y tratarme como uno más de la familia.

A mi asesora Alicia Melgoza Castillo, una excelente maestra y persona quien apoya a sus alumnos dentro y fuera de la facultad.

A mi amiga Edith Trevizo Hernandez, que juntos nos decidimos a realizar una maestría y ambos la concluimos.

También quiero agradecer a mis amigos Tanhia Alejandra Cordoba, Cristina Gomez, Aracely Jurado y Manuel Alejandro Quintana al igual que a todos los compañeros de maestría y doctorado quienes se convirtieron en amigos y sin su ayuda nada de esto se hubiera concluido.

## **CURRICULUM VITAE**

El autor nació el 16 de enero de 1991 en la Ciudad de Hidalgo del Parral, Chihuahua, México.

2010-2013                      Estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma de Chihuahua obteniendo el título de Ingeniero en Ecología.

2014-2015.                    Supervisor ambiental del Proyecto “Unidad Minera San Julián” ubicado en Guadalupe y Calvo, Chihuahua, México.

## RESUMEN

### RESPUESTA DEL ZACATE ROSADO (*Melinis repens*) A DIFERENTES FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN

POR:

I. E. ERIK ARGUELLES QUINTANA

Maestría en Ciencias

Secretaría de Investigación y Posgrado

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Presidente: Ph. D. Alicia Melgoza Castillo

El zacate rosado (*Melinis repens*) es una especie exótica e invasora que se encuentra en áreas de pastizales del estado de Chihuahua. Debido a que no existe una práctica para su control, una alternativa es desarrollar esquemas de utilización por el ganado. El objetivo de este trabajo fue cuantificar la respuesta a defoliación de este zacate y sentar las bases de su uso como forraje. En invernadero se sembraron semillas de la especie en macetas de un volumen de 6 lt; sólo se permitió el desarrollo de una planta por maceta. El suelo utilizado fue colectado de un área de pastizal invadida por zacate rosado. Un año después y durante la época de crecimiento, las plantas se sometieron a tratamientos de defoliación. Los tratamientos consistieron en cortes quincenales y mensuales en los cuales se removió 50 y 70 % del follaje. En cada fecha de corte, el material removido fue secado y pesado para determinar producción de biomasa aérea. Al final de la época de crecimiento se colectaron raíces y coronas para determinar carbohidratos no estructurales (CNE). Además, un número igual al de las plantas

evaluadas en invernadero fue colectado en campo para determinar CNE. Se detectaron diferencias en producción de biomasa y CNE entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). La mayor ( $P < 0.05$ ) producción de biomasa se obtuvo con la defoliación mensual al 50 % de intensidad. Así también, la mayor ( $P < 0.05$ ) concentración de CNE ocurrió en este tratamiento de defoliación. Con base en la respuesta a los tratamientos de alta intensidad y frecuencia se infiere que el zacate rosado no es tolerante a la defoliación. Esta información puede ser utilizada como herramienta para definir prácticas de manejo que contribuyan a controlar las invasiones de esta especie.

## ABSTRACT

### RESPONSE OF NATAL GRASS (*Melinis repens*) TO DIFFERENT FREQUENCIES AND INTENSITIES OF DEFOLIATION

BY:

ERIK ARGUELLES QUINTANA

Natal grass (*Melinis repens*) is an exotic and invasive species established over large grassland areas of the state of Chihuahua. Given that no control practices have been defined for the species, its use as a forage source for cattle represents an alternative. The objective of this study was to quantify the response to defoliation of this species and to set up knowledge base for its use as forage. Seeds of natal grass were sown on pots of 6 lt capacity under greenhouse conditions, where only one plant was allowed to grow in each pot. The soil used was collected from a grassland area invaded with this species. One year later and at the growth stage, plants were defoliated at different levels. Defoliated treatments consisted on removing 50 and 70 % of foliage every other week and monthly. At each defoliation date, the material was removed, collected in a paper bag and then dried to determine dry mass production. At the end of the growing season, roots and basal shoots were collected for non-structural carbohydrates (NSC) determination. In addition, NSC determination was performed for the same number of plants grown naturally under field conditions. There were differences for production and NSC among treatments ( $P < 0.05$ ). The highest biomass production ( $P < 0.05$ ) was obtained for the treatment 50 % of foliage removed monthly. Furthermore, the highest NSC concentration ( $P < 0.05$ ) was detected for the aforementioned defoliation treatment. These results indicate that Natal grass

is not tolerant to defoliation. This information can be used as a tool to define management practices that could contribute to support the control of this species' invasions.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE GRÁFICAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
Importancia de los Pastizales en Chihuahua.....	2
Principales Problemas en los Pastizales.....	2
Efectos por Invasión de Especies.....	4
Biología del Zacate Rosado ( <i>Melinis repens</i> ).....	5
Defoliación y sus Efectos en Gramíneas.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Determinación de Carbohidratos no Estructurales (CNE).....	10
Análisis de Datos.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	24

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Producción de biomasa aérea acumulada ( $\text{gr planta}^{-1}$ ) del zacate rosado.....	13
2	Concentraciones de CNE en coronas y raíces.....	20
3	Comparación de concentraciones de CNE entre plantas de invernadero y plantas de campo.....	22

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica		Página
1	Producción de biomasa con defoliación del 50 % con una frecuencia de defoliación quincenal.....	15
2	Producción de biomasa con defoliación del 70 % con una frecuencia de defoliación quincenal.....	16
3	Producción de biomasa con defoliación del 50 % con una frecuencia de defoliación mensual.....	17
4	Producción de biomasa con defoliación del 70 % con una frecuencia de defoliación mensual.....	18

## INTRODUCCIÓN

El zacate rosado (*Melinis repens*) es una gramínea que proviene de África e invade diversos ecosistemas. En México, este zacate está presente en todos los Estados. En Chihuahua se reportó como invasora hasta el año 1986 y actualmente se distribuye en extensas áreas de pastizales principalmente en la parte sur del Estado. La invasión de especies exóticas es uno de los principales problemas en los ecosistemas, porque afectan su estructura y función. Esto posteriormente afecta la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos que incluyen el sustento de diversas cadenas productivas y la misma sobrevivencia de la especie humana.

En la actualidad no existe un método de control efectivo para evitar el esparcimiento del zacate rosado. Si bien, es una especie con bajo valor nutricional y digestibilidad, su aprovechamiento como forraje es lo más factible (Melgoza *et al.*, 2014). Debido a la dominancia de esta especie, al reemplazar pastizales con pastos nativos, es factible desarrollar planes de manejo con base en la respuesta de esta especie exótica al pastoreo. Los estudios sobre la respuesta a la defoliación en esta especie invasora representan la base para elaborar planes de manejo para su aprovechamiento como fuente de forraje. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta del zacate rosado a diferentes intensidades y frecuencias de defoliación a través de la cuantificación de las reservas de carbohidratos y biomasa.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia de los Pastizales en Chihuahua

Los pastizales proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos. Desde el punto de vista de biodiversidad, los pastizales se encuentran entre los ecosistemas con mayor riqueza de especies en el mundo (Wilson *et al.*, 2012). Además, el 90 % de su biomasa se encuentra bajo el suelo, las tasas de acumulación son altas y la descomposición del material orgánico es lenta; por lo que tienen un papel importante dentro del ciclo global del carbono (Montaño *et al.*, 2016). Los ciclos hidrológicos se mantienen gracias a que los pastizales facilitan la infiltración de agua en el suelo, contribuyen a la belleza del paisaje y son una fuente importante de forraje (Gibson, 2009; Viramontes-Olivas *et al.*, 2012).

En Chihuahua, la ganadería sustentada en el sistema vaca-cría es una de las actividades económicas de mayor tradición. Cerca de 17.5 millones de hectáreas son dedicadas a la producción de bovinos de carne de forma extensiva. Más de 350,000 cabezas de ganado en pie son exportadas a Estados Unidos cada año. Además, la exportación de ganado genera una entrada de divisas al Estado de hasta 192 millones de dólares o 2,213 millones de pesos al año (UGRCH, 2011). Los pastizales son la principal fuente de alimentación de este sistema. Cualquier problema que se presente en los pastizales repercute en el sistema de producción. Por lo tanto, la condición del pastizal en los ranchos ganaderos influye directamente sobre las decisiones de manejo (Chávez y González, 2009).

### Principales Problemas en los Pastizales

Los pastizales se encuentran entre los ecosistemas más amenazados de la tierra. Entre las principales actividades que han contribuido al deterioro de los pastizales son la expansión de la agricultura, urbanización, producción de energía, desertificación, invasión de arbustos y otras especies herbáceas. Estas actividades son las principales involucradas en la pérdida de pastizales templados en el mundo (Hoekstra *et al.*, 2005; Pool *et al.*, 2014).

Para el estado de Chihuahua se reportan 5.95 millones de hectáreas que corresponden a 29.8 % de los pastizales de México (SEMARNAT, 2008). Con respecto a la superficie estatal, los pastizales ocupan el 24 %, donde 3.83 millones de ha son de vegetación primaria y 2.07 millones de vegetación secundaria (SEMARNAT, 2005). COTECOCA (1978) reportó 7.34 millones de hectáreas de pastizales, los cuales incluyen los pastizales medianos abiertos, medianos arbosufrutescentes, amacollados abiertos, halófitos abiertos y halófitos arbosufrutescentes. Posteriormente en 2002, SEMARNAT (2005) cuantificó una reducción de 1.39 millones de hectáreas. Por otro lado, Royo *et al.* (2008), en un trabajo sobre la salud de los pastizales medianos, señala que hay una reducción de 12.8 % (378,287 ha) sólo en este tipo de vegetación. La expansión de cultivos del 2006 al 2011 en los valles centrales del Estado ha dado como resultado una pérdida de 69,240 ha de pastizales en los valles bajos y matorrales (Pool *et al.*, 2014). Además de la pérdida de fuentes de forraje para ganado y fauna, los cambios de uso de suelo son uno de los factores clave que contribuyen al cambio climático (Li *et al.*, 2017). En general, el cambio de uso de suelo en promedio reduce en 0.39 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> la captura de carbono; y específicamente en pastizales, la disminución es de 0.89 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Deng *et al.*, 2016).

Otro problema de los pastizales, al igual que de otros ecosistemas, es la invasión de especies exóticas debido a la velocidad acelerada con la que se comercian y transportan diversos productos (Essl *et al.*, 2011; Marini *et al.*, 2011). Las especies exóticas invasoras son otra amenaza potencial para la diversidad de las plantas nativas. Un estudio reciente mostró que más de 13,000 especies (3.9 % de la flora vascular del mundo) se han naturalizado en algún lugar fuera de su rango nativo como resultado de la actividad humana (Van Kleunen *et al.*, 2015).

### **Efectos por Invasión de Especies**

La invasión por especies exóticas es una de las cinco causas de pérdida de biodiversidad en el mundo y la segunda en México (Naranjo y Dirzo, 2009; Vié *et al.*, 2009). A nivel de comunidad, esto tiene efecto en la riqueza de especies y recursos del suelo (Pysek *et al.*, 2012; Tererai *et al.*, 2013). Aunado a lo anterior, las especies invasoras transmiten diversas enfermedades y plagas, lo que ocasiona pérdida de diversidad de especies nativas (CONABIO, 2016).

Otros impactos incluyen efectos sobre la variación genética de poblaciones nativas mediante hibridación (Vila *et al.*, 2000) y la interrupción de redes mutualistas como la polinización y dispersión (Traveset y Richardson, 2006; Schweiger *et al.*, 2010). Algunas plantas invasoras cambian el hábitat y el funcionamiento de los ecosistemas (Richardson *et al.*, 2000; Hulme, 2007; Vila *et al.*, 2009; Vila *et al.*, 2011) hasta el punto de tener repercusiones en los servicios ecosistémicos y el bienestar humano (Pejchar y Mooney, 2009; Pysek y Richardson, 2010).

El zacate rosado y el africano (*Eragrostis lehmanniana*) son las especies

que se han adaptado y causado problemas de invasión con implicaciones económicas y ecológicas (Vélez *et al.*, 2014). El zacate rosado se mencionó hasta 1986 como especie invasora para el estado de Chihuahua (Lebgue y Valerio, 1986) y actualmente se encuentra en todos los estados de México (Díaz *et al.*, 2012). En Chihuahua se considera una especie naturalizada por lograr reproducirse constantemente y mantener poblaciones por al menos un periodo de 10 años después de su primera introducción (Pysek *et al.*, 2004). La información obtenida de los estudios puede ser útil para entender en que componentes es afectado el ecosistema debido a la invasión de plantas exóticas, así como formas de predecir y controlar su dispersión (Simberloff *et al.*, 2005; Crowl *et al.*, 2008).

### **Biología del Zacate Rosado (*Melinis repens*)**

El zacate rosado se comporta como una planta anual o perenne de vida corta (Lebgue y Valerio, 1986; Beetle *et al.*, 1991; Herrera y Pármanes, 2006; Lebgue, 2002; Melgoza *et al.*, 2008). La altura promedio es de 50 a 60 cm, aunque puede alcanzar hasta poco más de 1 m de altura. Su estructura es generalmente erecta; sin embargo, en ocasiones presenta tallos geniculados en su base. Las hojas son lisas o con pocas vellosidades, de 6 a 20 cm de largo y 0.2 a 0.7 cm de ancho y la lígula es pubescente. La inflorescencia es una panícula de hasta 25 cm de largo, con numerosas espiguillas de 0.3 a 0.5 mm de largo, cubiertas por vellosidades suaves color rosa que en la madurez se vuelven de color blanco a plateado (Beetle *et al.*, 1991; Herrera y Pármanes, 2006). Esta especie es comúnmente reportada a lo largo de carreteras (Lebgue y Valerio, 1986; Beetle *et al.*, 1991; Herrera y Pármanes, 2006); sin embargo, actualmente

se encuentra invadiendo áreas con vegetación nativa sin que se tenga cuantificada la extensión afectada. En Chihuahua, el modelo BIOCLIM aplicado en 129 registros del pasto rosado detectó que más del 60 % de los registros se presentan entre los 1,500 a 1,700 m, pendientes menores de 30 % y exposiciones sur (Sánchez, 2012).

El zacate rosado es una planta C4, con alta capacidad de asimilación de CO<sub>2</sub> y rápido incremento del área foliar (Waller y Lewis, 1979). La producción de biomasa del pasto rosado varía dependiendo de la precipitación (Stokes *et al.*, 2011). En años lluviosos se ha registrado una producción de biomasa aérea de 1,736 a 2,913 kg ha<sup>-1</sup> y en años secos de 707 a 1,488 kg ha<sup>-1</sup> (Díaz *et al.*, 2012). Esta especie presenta una relación raíz parte aérea de 1.13 a 1.90, al menos en las primeras etapas de crecimiento (Hernández, 2009). Otros trabajos reportan para gramíneas ya desarrolladas una relación raíz parte aérea de 3 en *Bouteloua gracilis* y 2.5 en *Hilaria mutica* (Mata-González *et al.*, 2002), 4.3 en *Sorghastrum nutans* y 4.9 en *Bouteloua curtipendula* (Dalrymple y Dwyer, 1967). Los valores altos representan mayor inversión de biomasa en raíces para la búsqueda de recursos (Arredondo *et al.*, 1998; James y Drenovsky, 2007). Por lo que, los bajos valores reportados por Hernández (2009) pueden ser una característica de su adaptación para cambiar de anual a perenne.

### **Defoliación y sus Efectos en Gramíneas**

La defoliación de gramíneas por herbivoría tiene efectos negativos para cualquier planta en el corto plazo (Ferrero y Oesterheld, 2002). Sin embargo, muchas especies han evolucionado bajo este proceso e incluso a largo plazo se ven beneficiadas (Briske y Richards, 1995). Debido a la variabilidad en la

respuesta a la defoliación, a nivel de componente de la planta y entre especies forrajeras, es importante determinar el comportamiento de las especies con potencial forrajero.

En el zacate Naiper (*Pennisetum purpureum*) se determinó que la producción total de materia seca se incrementó al incrementar la frecuencia de defoliación (Tessema *et al.*, 2010). La defoliación en períodos de 90 d fue la que produjo mejores resultados para el uso de esta especie como forraje. En otro estudio de defoliación en gramíneas se encontró que *Lolium perenne*, cv. Yatsyn1 fue menos tolerante a la defoliación mientras que, *Phalaris aquatica* cv. Australian y *Festuca arundinaceae* cv. Demeter fueron intermedios y *Dactylis glomerata* cv. Porto fue más tolerante (Cullen *et al.*, 2006). En *Brachiaria humidicola* CIAT 6133, la mayor tasa de crecimiento y producción de forraje se obtuvo en la temporada de lluvias con cortes a 15 cm de altura cada cinco semanas (Martínez *et al.*, 2008). En general, intensidades y frecuencias de defoliación son información suficiente para determinar patrones de pastoreo (Briske y Richards, 1995; Ferraro y Oesterheld, 2002). Paralelo a la evaluación para determinar su resistencia al pastoreo, se pueden desarrollar nuevas investigaciones sobre defoliación e intensidad de radiación (Martínez *et al.*, 2012) y microorganismos en suelo (Medina-Roldán y Bardgett, 2011), entre otros posibles factores.

La producción de biomasa en respuesta a una defoliación está en relación a la cantidad y al uso de las reservas de energía, carbohidratos no estructurales (Turner *et al.*, 2007; Moreno-Ferro *et al.*, 2015). Los carbohidratos no estructurales (CNE), como por ejemplo la glucosa y el almidón, juegan un papel

importante en los procesos metabólicos de las plantas y representan rasgos funcionales importantes en la adaptación de la planta al medio externo (Li *et al.*, 2016). El contenido de CNE y su composición (proporción de glucosa: almidón) indican las estrategias de adaptación de la planta a ambientes cambiantes (Trom *et al.*, 1989; Koch, 1996; Loewe *et al.*, 2000). En el caso del pasto *Bromus willdenowii*, los CNE se utilizan primeramente en la producción de nuevas hojas, posteriormente en el crecimiento radicular y por último en la producción de nuevos tallos (Turner *et al.*, 2007). A pesar de que la reserva de CNE es la principal fuente de energía en la respuesta a la defoliación, en esta especie de pasto se vio que la respuesta también depende del nivel de nitrógeno en la planta. La determinación del uso de los CNE en *Lolium perenne* dio las bases para establecer prácticas de manejo del pastoreo (Donaghy y Fulkerson, 1998). El corte a 50 mm de altura y etapa de rebrote con 3 hojas maximizan la persistencia y productividad de praderas con esta especie. La exacta determinación de la distribución de carbohidratos puede ayudar a entender mejor el comportamiento estacional de algunas especies de plantas (Chow y Lendhäuser, 2004; Moreno-Ferro *et al.*, 2015). La composición de CNE presenta variaciones en el crecimiento y en la fotosíntesis, así como también en repuestas al estrés abiótico (Teace y Fogel, 2007); por lo que varía con la temporada del año, disponibilidad de luz y etapa vegetativa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó bajo condiciones de invernadero. Las plantas de zacate rosado utilizadas en este experimento fueron sembradas en macetas individuales en septiembre 2015 y evaluadas de junio a octubre de 2016. El suelo utilizado fue colectado de un área invadida con la especie en estudio. Este suelo es de origen aluvial, color pardo rojizo oscuro, textura franco arenosa y estructura granular (COTECOCA, 1978).

Las semillas de zacate rosado se sembraron en macetas con un volumen de 6 lt. Se aplicó riego hasta capacidad de campo y las especies no deseadas, como hierbas y otras gramíneas, se retiraron para mantener solamente una planta de zacate rosado por maceta. En diciembre del 2015, cuando las plantas entraron en latencia, se realizó un corte a una altura de 5 cm a partir del suelo. Este corte se realizó para facilitar el muestreo del crecimiento en el 2016.

Los tratamientos de defoliación aplicados a las plantas fueron: testigo o sin defoliación (T), corte quincenal al 50 % (Q50), corte quincenal al 70 % (Q70), corte mensual al 50 % (M50) y corte mensual al 70 % (M70). El porcentaje de defoliación fue con base en la altura del follaje, ya que la planta produce tallos altos donde presenta la inflorescencia. Los tratamientos se llevaron a cabo del primero de junio al 17 de octubre del 2016. Se establecieron 12 repeticiones por tratamiento. Las macetas se mantuvieron a capacidad de campo durante todo el experimento y no se añadió fertilizante. En cada fecha de corte, el material fue colocado en bolsas de papel e identificado con una clave de tratamiento, repetición y fecha. Las bolsas se pusieron a secar por 48 h a una temperatura de 70 °C y posteriormente se pesaron.

## **Determinación de Carbohidratos no Estructurales (CNE)**

El 17 de octubre del 2016 se realizaron las extracciones de las plantas para la determinación de carbohidratos no estructurales (CNE). La extracción se llevó a cabo al inicio del día, para evitar la fluctuación de CNE durante el día (Holt y Hilst, 1969). La extracción de raíces del suelo se llevó a cabo lavando con agua fría. Las raíces de cada maceta se cubrieron con hielo para reducir la actividad enzimática. La corona o base de la planta se muestreó dejando aproximadamente un centímetro de la parte aérea y otro centímetro de la parte subterránea. Debido al tamaño de muestra de raíces y corona, se combinaron cuatro plantas, por lo que para este análisis de CNE se tuvieron tres repeticiones por tratamiento. Además de las plantas testigo y las sometidas a los tratamientos bajo condiciones controladas, en campo se colectaron plantas de la misma especie para comparar CNE bajo condiciones naturales. Las raíces y coronas se muestrearon de igual forma que las plantas que crecieron bajo condiciones controladas.

En el laboratorio, todas las muestras se secaron en un horno de laboratorio marca Felisa a 70 °C por 48 h. Posteriormente, las muestras se molieron en un molino (THOMAS-Wiley modelo 4) y se cribaron a través de un tamiz de malla #60. Los análisis de laboratorio se realizaron según los procedimientos reportados por la AOAC (1965) y Smith *et al.* (1964), con algunas modificaciones. Los CNE se extraen de 0.1 g de materia seca de las muestras con 30 ml de etanol al 80 % que hierve durante 15 min a baño María. Se filtran las muestras con papel filtro número 1 y se retira la muestra sólida restante ya que los CNE se disuelven en el decantado. La solución filtrada se vertió en un matraz aforado de 50 ml y se

aclaró con 2.5 ml de hidróxido de bario al 5 % y 2.5 ml de sulfato de zinc al 5 %. Posteriormente la muestra se aforó a 50 ml con agua destilada. Las soluciones se colocan en tubos y se centrifugan a 2,500 rpm durante 20 min. Finalmente se toman 2 ml de la parte superior de la solución centrifugada para la coloración por 1 ml de fenol al 5 % y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Después de enfriar, los CNE se miden mediante la técnica colorimétrica a una longitud de onda de 535 nm y la absorbancia se compara con lecturas de un conjunto de soluciones estándar de glucosa. Con base en la disponibilidad de muestra, estas se corrieron por duplicado o triplicado. Las concentraciones de CNE se determinan como un porcentaje de materia seca de la muestra.

### **Análisis de Datos**

Los datos de producción de forraje se capturaron en Excel para su análisis estadístico. El diseño del experimento fue completamente al azar con 12 repeticiones. A los datos de producción se les aplicó un análisis de varianza. Para el análisis se utilizó el programa SAS 9.1.3 (SAS, 2006). Los resultados de CNE se expresaron como  $\text{mg g}^{-1}$ . Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con una prueba de Tukey para la separación de medias; se utilizó el programa estadístico SAS 9.1.3 (SAS, 2006). El modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

donde:  $Y_{ij}$  = variable de respuesta,  $\mu$  = media general,  $\tau_i$  = efecto del tratamiento y  $\varepsilon_{ij}$  = error experimental, el cual se supone idéntica e independientemente distribuido de manera normal, con media cero y varianza  $\sigma^2_{\varepsilon}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción al final de la época de crecimiento mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 1). Con base en estos resultados, el zacate rosado no es resistente a la defoliación porque el total de biomasa acumulada con el tratamiento menos severo (M50) mostró ser igual al testigo. Comúnmente, los zacates con potencial como forraje son capaces de incrementar la biomasa después de ser defoliados (Cullen *et al.*, 2006).

En trabajos de campo con zacate rosado se han reportado producciones de biomasa de 1,736 a 2,913 kg ha<sup>-1</sup> para años con precipitaciones normales; mientras que en años secos se han registrado de 707 a 1,488 kg ha<sup>-1</sup> (Díaz *et al.*, 2012). En Chihuahua, el zacate rosado llega a tener arriba del 80 % de cobertura en áreas invadidas (Miranda, 2012; Gutiérrez, 2015) y se han reportado producciones de 1,845 kg ha<sup>-1</sup> (Jurado *et al.*, 2008). Esta producción es baja comparada con otras especies exóticas y nativas (Flores, 2013). En una recopilación de datos sobre producción, las especies nativas presentan valores de producción más bajos de 1,980 a 3,200 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que las exóticas pueden producir de 3,140 a 5,680 kg ha<sup>-1</sup> (Morales *et al.*, 2008). En esta comparación, el zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*), especie introducida de África como el zacate rosado, se reporta con 3,140 kg ha<sup>-1</sup> superior a lo reportado para el zacate rosado. Muy posiblemente, la constitución anatómica del zacate rosado es más abierta, follaje menos compacto y no forma densos macollos ya que cuando llega a ser perenne no perdura por muchos años (Shaw, 2012; Melgoza *et al.*, 2014). Si bien, en una revisión del zacate rosado Flores (2013) considera a esta especie con alta producción de forraje; la alta o baja producción

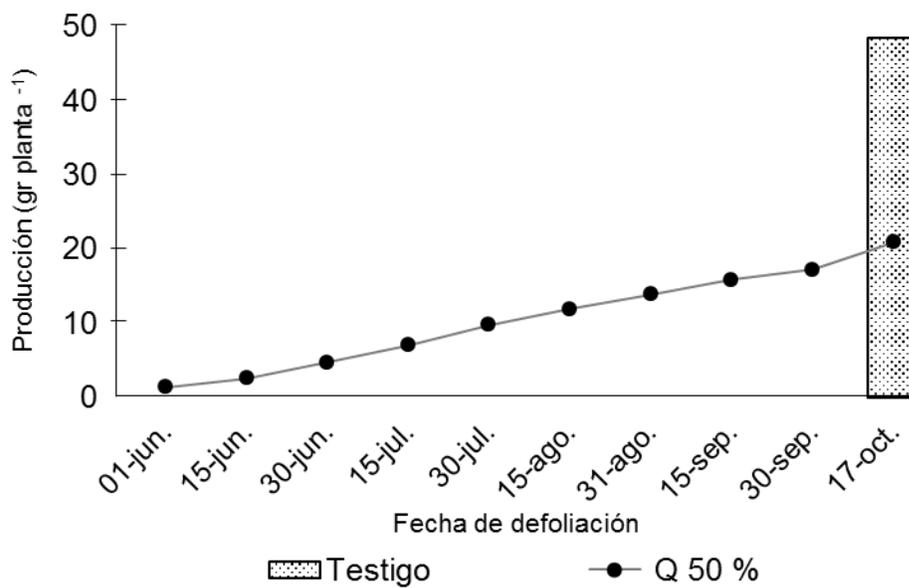
Cuadro 1. Producción de biomasa aérea acumulada (gr planta<sup>-1</sup>) del zacate rosado (*Melinis repens*) bajo diferentes intensidades y frecuencias de defoliación

Tipo de defoliación	Producción de biomasa
Testigo	46.364 ± 3.109 <sup>a</sup>
Quincenal y 50 %	19.577 ± 2.995 <sup>c</sup>
Quincenal y 70 %	17.755 ± 3.109 <sup>c</sup>
Mensual y 50 %	45.467 ± 2.970 <sup>a</sup>
Mensual y 70 %	32.794 ± 2.883 <sup>b</sup>

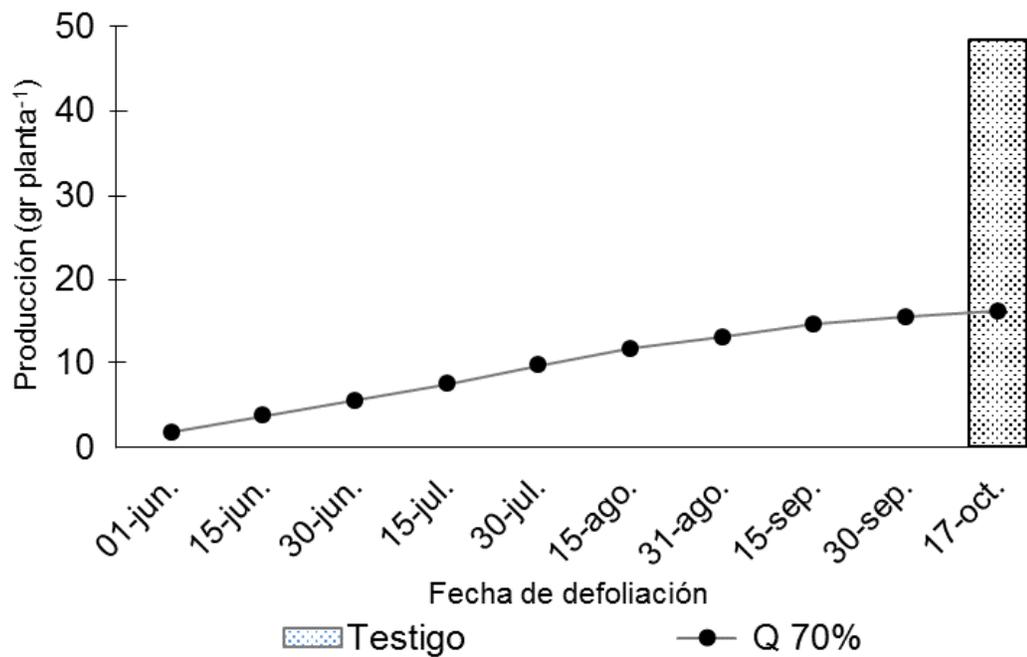
<sup>abc</sup> Literales en columna muestran diferencia estadística (p<0.05)

va en relación a la vegetación nativa que se tenía, opciones de especies para llevar a cabo resiembras y objetivos del productor. Comúnmente, las especies exóticas presentan mayores producciones que los pastizales nativos, lo que las hace de interés desde el punto de vista ganadero. El pastizal nativo apenas produce 730 kg ha<sup>-1</sup> (Blair *et al.*, 1991; Britton *et al.*, 1992), mientras que en zacates exóticos, como el WW-B.Dahl (*Bothriochloa bladhii*) en zonas semiáridas se han reportado 6,736 a 8,498 kg ha<sup>-1</sup> (Dahl, 1995; McCollum, 2000). Sin embargo, a pesar de que el zacate rosado presenta producciones por arriba del pastizal nativo, las Gráficas del 1 a 4 muestran una baja respuesta a los tratamientos de defoliación. Los cortes más frecuentes, que corresponden a un período de quince días, no dan oportunidad a la especie de recuperarse. Mientras tanto, los cortes mensuales dan mayor oportunidad de recuperación a la planta. Estos resultados representan una línea base que pueda ayudar a la toma de decisiones para controlar esta especie o mantenerla como fuente de forraje. Las plantas, en relación al pastoreo tienen categorías de tolerancia o bien evitan el pastoreo. La tolerancia a defoliación incluye características fisiológicas que facilitan el crecimiento. Por otra parte, las especies que evitan la defoliación presentan características morfológicas y químicas que la evitan (Briske, 1996; Strauss y Agrawal, 1999; Cullen *et al.*, 2006).

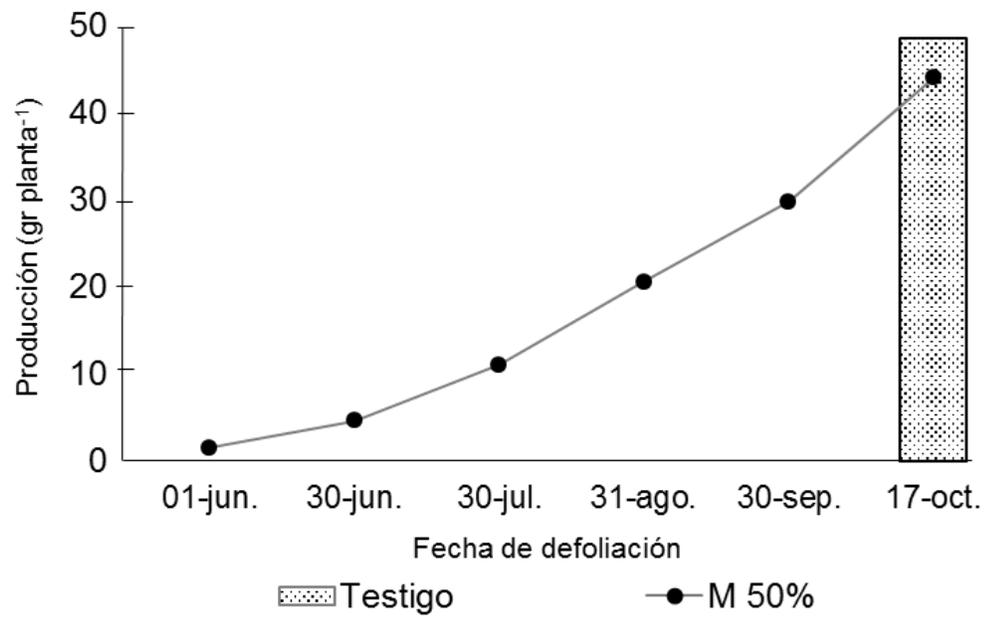
El zacate rosado posee características de plantas con estrategias *K* y *r*, como parte de su comportamiento como anual y perenne. Por ello, esta especie puede estar en etapa de crecimiento a través de todo el año si las condiciones del invierno no son severas. Si bien, los resultados de este trabajo apoyan la idea de que el zacate rosado no es tolerante al pastoreo, su hábito de crecimiento



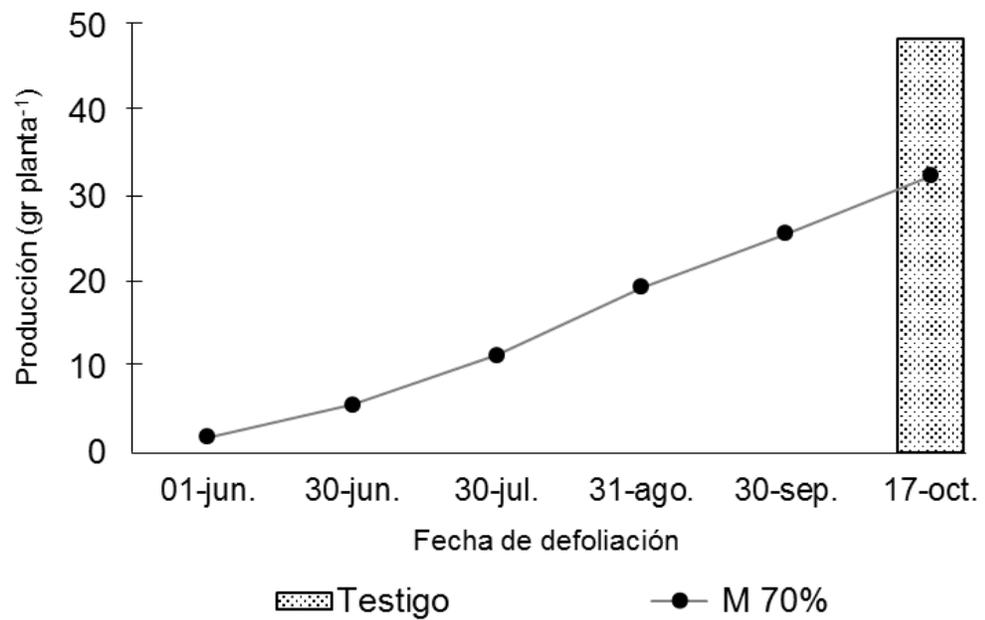
Gráfica 1. Producción de biomasa aérea acumulada (gr planta<sup>-1</sup>) del zacate rosado (*Melinis repens*) bajo una intensidad de defoliación del 50 % con una frecuencia de defoliación quincenal.



Gráfica 2. Producción de biomasa aérea acumulada (gr planta<sup>-1</sup>) del zacate rosado (*Melinis repens*) bajo una intensidad de defoliación del 70 % con una frecuencia de defoliación quincenal.



Gráfica 3. Producción de biomasa aérea acumulada (gr planta<sup>-1</sup>) del zacate rosado (*Melinis repens*) bajo una intensidad de defoliación del 50 % con una frecuencia de defoliación mensual.



Gráfica 4. Producción de biomasa aérea acumulada (gr planta<sup>-1</sup>) del zacate rosado (*Melinis repens*) bajo una intensidad de defoliación del 70 % con una frecuencia de defoliación mensual.

puede compensar esta falta de tolerancia. Otra característica de especies tolerantes es la de no presentar sincronía en el desarrollo de nuevos brotes, ya que estos ocurren en diferentes estados fenológicos a lo largo del año (Briske, 1996).

En general, después de la defoliación, la planta remueve CNE para la formación y producción de tejido foliar removido, así como del tejido radicular en busca de recursos para el desarrollo foliar (Briske y Richards, 1995; Cullen *et al.*, 2006). Sin embargo, las cantidades de reservas, el tiempo que tardan en distribuirse y que tejidos se restablecen primero después de la defoliación es variable entre especies (Turner *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2012; Saedi *et al.*, 2013). En el caso del zacate rosado su comportamiento no es común en cuanto a su ciclo de vida; algunos autores lo reportan como anual y otros como perenne (Shaw, 2012; Melgoza *et al.*, 2014). Este tipo de crecimiento, en respuesta al ambiente, tiene indudablemente un efecto en el uso de los CNE a la defoliación.

Con base en el contenido de CNE encontrado se puede determinar que el vigor de la planta se mantiene con la defoliación mensual y cuando se remueve sólo el 50 % del follaje (Cuadro 2). Los más altos valores ( $P < 0.05$ ) para este tratamiento son 0.962 y 0.909 mg g<sup>-1</sup> en raíz y corona, respectivamente. Por otro lado, los más bajos ( $P < 0.05$ ) comúnmente fueron en las defoliaciones quincenales al 70 %. Estos resultados implican que el zacate rosado no es tolerante a un uso intenso ni frecuente. Esto apoya el establecimiento de esquemas para su uso y también para un posible control a través del manejo del pastoreo. Los análisis de CNE han sido utilizados en otros trabajos para determinar patrones de utilización en gramíneas como *Bothriochloa bladhii*

Cuadro 2. Concentración de CNE en raíces y coronas bajo condiciones de invernadero y aplicación de diferentes tratamientos

Tipo de defoliación	Raíz	Corona
Testigo	0.667 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.691 ± 0.061 <sup>b</sup>
Quincenal y 50 %	0.404 ± 0.001 <sup>d</sup>	0.461 ± 0.008 <sup>c</sup>
Quincenal y 70 %	0.295 ± 0.020 <sup>e</sup>	0.440 ± 0.004 <sup>c</sup>
Mensual y 50 %	0.962 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.910 ± 0.004 <sup>a</sup>
Mensual y 70 %	0.517 ± 0.001 <sup>c</sup>	0.646 ± 0.001 <sup>b</sup>

<sup>abcd</sup> Literales en columna muestran diferencia estadística (p<0.05)

(Villanueva-Ávalos, 2008), *Bromus willdenowii* (Turner *et al.*, 2007), *Lolium perenne*, *Phalaris aquatica*, *Festuca arundinaceae* y *Dactylis glomerata* (Cullen *et al.*, 2006).

El Cuadro 3 muestra la comparación de los CNE entre el testigo que creció en condiciones controladas y plantas colectadas de campo que no fueron pastoreadas al menos durante el año del 2016. El contenido de CNE es mayor ( $P < 0.05$ ) tanto en raíz como en corona en las plantas que crecieron en campo. La diferencia en los resultados puede deberse a la variabilidad en edad y estado de crecimiento de las plantas en campo. En cambio, las que crecieron en condiciones controladas tenían un año de edad. Diversos trabajos han encontrado que la respuesta a defoliación, dependen del estado de crecimiento de la planta (Harmony y Hickman, 2004; Philipp, 2004; Villanueva-Ávalos, 2008).

Cuadro 3. Concentración de CNE raíces y coronas de las plantas testigo en invernadero y las recolectadas en campo

Condición	Raíz	Corona
Invernadero	0.667 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.691 ± 0.061 <sup>b</sup>
Campo	1.628 ± 0.020 <sup>a</sup>	1.201 ± 0.036 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Literales en columna muestran diferencia estadística (p<0.05)

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados de producción de biomasa y contenido de CNE al final de la época de crecimiento, se infiere que el zacate rosado no es tolerante a la defoliación. Las menores producciones y contenidos de CNE se presentaron en las defoliaciones más frecuentes. Asimismo, los valores más altos fueron en la defoliación mensual y con 50 % de remoción del follaje. Por lo tanto, el pastoreo frecuente e intenso puede ser utilizado como herramienta para el control de ésta especie en ranchos donde no se quiere que se siga propagando. Por otra parte, en ranchos donde mantener a esta especie es importante, el no pastorear de forma intensa o frecuente a esta especie asegurará mantener estands vigorosos.

Es importante continuar este tipo de trabajos a través del tiempo para el monitoreo de la producción y reservas energéticas del zacate rosado bajo condiciones controladas. Esta información nos reduce la variabilidad de los factores en campo y nos permite entender el comportamiento sólo con base en las frecuencias e intensidades de corte aplicadas. Sin embargo, también es importante la cuantificación de estas variables bajo condiciones de campo ya sea de plantas pastoreadas o bien en áreas excluidas de éste. Ambos tipos de estudios darán más soporte a programas de control y de uso.

## LITERATURA CITADA

- Arredondo, J. T., T. A. Jones y D. A. Johnson. 1998. Seedling growth of intermountain perennial and weedy annual grasses. *J. Range Manage.* 51:584-589.
- AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. 1965. Official methods of analysis of the Association of Official Agriculture Chemists. 10th ed. Washington, D. C., USA, 498-499.
- Beetle, A., D. Johnson, A. Navarro y R. Alcaraz. 1991. Gramíneas de Sonora. SARH. Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Son.
- Blair, B. K., C. Villalobos, R. Tower y C. Britton. 1991. Evaluation of WW-857 at the Texas Tech Experimental Ranch. En: Research highlights. Dep. of Natural Resources Management. Texas Tech University. Lubbock, TX.
- Briske, D. D. 1996. Strategies of plants survival in grazed systems: A functional interpretation. En: *The Ecology and Management of Grazing Systems*. Hodgson, J. y A. W. Illius, eds. CAB International, Wallingford, UK.
- Briske, D. D. y J. H. Richards. 1995. Plant response to defoliation: a physiological, morphological and demographyic evaluation. En: *Wildland plants: physiological ecology and development morophology*. Bedunah, D. J. y R. E. Sosebee, eds. Soc. For Range Management. Denver, CO. 635-710 pp.
- Britton, C., C. Villalobos y K. Blair. 1992. Evaluation of WW-857 for pasture seedings in Texas. Research Highlights. Dep. of Natural Resources Management. Texas Tech University. Lubbock, TX.
- Chávez, S. A. H y G. F. González. 2009. Estudios Zootécnicos (Animales en Pastoreo). En: *Rancho Experimental La Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal*. Chávez, A. H., ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 113-206.
- Chow, P. S. y M. S. Landhäuser. 2004. A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. *Tree Physiol.* 24: 1129-1136.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2016. Sistema de información sobre especies invasoras en México. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>. Consultado 31 Mayo 2016.
- COTECOCA. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. 1978. Chihuahua. Subsecretaría de Ganadería. SARH. México.
- Crowl, T. A., T. O. Crist, R. R. Parmenter, G. Belovsky y A. E. Lugo. 2008. The spread of invasive species and infectious diseases as drivers of ecosystem change. *Front. Ecol. Environ.* 6:238-246.
- Cullen, B. R., D. F. Chapman y P. E. Quilegy. 2006. Comparative defoliation

- tolerance of temperate perennial grasses. *Grass and Forage Science*. 61:405-412.
- Dahl, B. E. 1995. Developmental morphology of plants. En: *Wildland plants: physiology ecology and developmental morphology*. Bedunah, D. J. y R. E. Sosebee (eds). Society for Range Management. Denver, CO.
- Dalrymple, R. L. y D. Dwyer. 1967. Root and shoot growth of five range grasses. *J. Range Manage.* 20:141-145.
- Deng, L., G. Y. Zhu, Z. S. Tang y Z. P. Shangguan. 2016. Global patterns of the effects of land-use changes on soil carbon stocks. *J. Global Ecology and Conservation*. 5:127- 138.
- Díaz, R. A., E. Flores, A. De Luna, J. J. Luna, J. T. Frías y V. Olalde. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. *Rev Méx Cienc Pecu.* 3:33-47.
- Donaghy, D. J. y W. J. Fulkerson. 1998. Priority for allocation of water-soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass Forage Sci.* 53:211-218.
- Essl, F., S. Dullinger, W. Rabitsch, P. E. Hulme, K. Hülber, V. Jarošík, I. Kleinbauer, F. Krausmann, I. Kühn, W. Nentwig, M. Vilà, P. Genovesi, F. Gherardi, M. L. DesprezLoustau, A. Roques y P. Pyšek. 2011. Socioeconomic legacy yields an invasion debt. *Proceedings Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108: 203–207.
- Ferrero, D. O. y M. Oesterheld. 2002. Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review. *OIKOS*. 98:125-133.
- Flores, E. 2013. Pato Rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka. 2013. En: *Gramíneas introducidas, importancia e impacto en ecosistemas ganaderos*. Quero, A. (ed.). Biblioteca Básica de Agricultura. Texcoco, México.
- Gibson, D. J. 2009. *Grasses and grassland ecology*. Oxford, New York. USA.
- Gutiérrez, O. G. 2015. Composición botánica y valor nutricional en la dieta de bovinos paseando un área invadida por zacate rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka] en el estado de Chihuahua. Tesis maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Jurado, P., C. Ortega y C. Pinedo. 2008. Zacate rosado (*Rhynchelytrum repens*), una especie invasora en la región centro-sur del estado de Chihuahua. Memorias del V simposio internacional de pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Harmony, K. R. y K. R. Hickman. 2004. Comparative morphology of Caucasian Old World Bluestem and native grasses. *Agron. J.* 96:1540-1544.
- Hernández, N. S. 2009. Viabilidad y crecimiento del zacate rosado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka). Tesis maestría. México: Universidad Autónoma de Chihuahua.

- Herrera, A. Y. y D. S. Pármanes. 2006. Guía de pastos para el ganado del estado de Durango. IPN-CIIDIR. Durango, Dgo.
- Hoekstra, J. M., T. M. Boucher, T. H., Ricketts y C. Roberts C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecol. Lett.* 8: 23–29.
- Holt, D. A. y A. R. Hilt. 1969. Daily variation in carbohydrate content of selected forage crops. *Agron. J.* 61: 239-242.
- Hulme, P. E. 2007. Biological invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses. En: *Biodiversity under Threat*. Hester R. y R. M. Harrison, eds. Cambridge University Press, Cambridge. EUA.
- James, J. J. y R. E. Drenovsky. 2007. A basis for relative growth rate differences between native and invasive forb seedlings. *Rangeland Ecol. Manage.* 60:395 - 400.
- Koch, K. 1996. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47: 509–540.
- Lebgue, T. 2002. Gramíneas de Chihuahua, manual de identificación. Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih.
- Lebgue, T. y A. Valerio. 1986. Manual para identificar las gramíneas de Chihuahua. Talleres gráficos del gobierno del estado de Chihuahua. Chihuahua, Chih.
- Li, N., N. He, G. Yu, Q. Wang y J. Sun. 2016. Leaf non-structural carbohydrates regulated by plant functional groups and climate: Evidences from a tropical to cold-temperate forest transect. *J. Ecol. Indicators.* 62: 22-31.
- Li, L., W. Wu, X. Liu, B. D. Fath, H. Sun, X. Liu, X. Xiao y J. Cao. 2017. Land use/cover change and regional climate change in an arid grassland ecosystem of inner Mongolia, China. *Ecol Model.* 353: 86-94.
- Loewe, A., W. Einig, L. Shi, P. Dizengremel y R. Hampp. 2000. Mycorrhiza formation and elevated CO<sub>2</sub> both increase the capacity for sucrose synthesis in source leaves of spruce and aspen. *New Phytol.* 145: 565–574.
- Marini, L., R. A. Haack, R. J. Rabaglia, E. P. Toffolo, A. Battisti y M. Faccoli. 2011. Exploring associations between international trade and environmental factors with establishment patterns of exotic Scolytinae. *Biol. Invasions.* 13: 2275–2288.
- Martínez, D., A. Hernández, J. F. Enríquez, J. Pérez, S. S. González y J. G. Herrera. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de defoliación. *Téc. Pecu. Méx.* 46:427-438.
- Martínez, L., M. G. Agnusdei, S. G. Assuero y H. Pérez. 2012. Size/density compensation in *Chloris gayana* Kunth cv. Fine Cut subjected to different defoliation regimes. *Grass Forage Sci.* 67:255-262.
- Mata-González, R., R. E. Sosebee y C. Wan. 2002. Shoot and root biomass of

- desert grasses as affected by biosolids application. *J. Arid Environ.* 50:477-488.
- McCollum, T. 2000. Old World Bluestem pastures management strategies. Texas Agricultural Extension Service. Amarillo, TX.
- Medina-Roldán, E. y R. D. Bardgett. 2011. Plant and soil responses to defoliation: a comparative study of grass species with contrasting life history strategies. *Plant Soil.* 344:377-388.
- Melgoza, A., C. Morales, J. S. Sierra, M. H. Royo, G. Quintana y T. Lebgue. 2008. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua. UGRCH-Fundación PRODUCE. Chihuahua, Chih.
- Melgoza, A., M. I. Balandrán, R. Mata y C. Pinedo. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. Revisión. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 5:429-442.
- Miranda, R. 2012. Aplicación de fuego prescrito para el control del zacate rosado (*Melinis repens*). Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México
- Morales, C. R., R. Saucedo y P. Jurado. 2008. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. En: Rancho La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal. Chávez, A., comp. Libro Técnico No. 2. INIFAP. Chihuahua, Chih.
- Montaño, N. M., F. Ayala, S. H. Bullock, O. Briones, F. García, R. García, Y. Maya, Y. Perroni, C. Siebe, Y. Tapia, E. Troyo y E. Yépez. 2016. Almacenes y flujos de carbono en ecosistemas áridos y semiáridos de México: síntesis y perspectivas. *Terra Latinoamericana.* 34:39-59.
- Moreno-Ferro, M., A. de Moura Zanine, D. J. Ferreira, A. Lima de Souza y L. J. Valerio-Geron. 2015. Organic reserves in tropical grasses under grazing. *American J. Plant Sci.* 6:2329-2338.
- Naranjo, E. J. y R. Dirzo. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: Capital natural de México. Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio. R. Dirzo, R. González y I. J. March, comps. Conabio, México. 247-276
- Pejchar, L. y H. A. Mooney. 2009. Invasive species, ecosystem services and human wellbeing. *Trends Ecol. Evol.* 24: 497–504.
- Philipp, D. 2004. Influence of varying replacement of potential evapotranspiration on water use efficiency and nutritive value of three old world bluestems (*Bothriochloa* spp). Ph. D. Dissertation. Texas Tech University. Lubbock, TX.
- Pool, D. B., A. O. Panjabi, A. Macias-Duarte y D. M. Solhjem. 2014. Rapid expansion of croplands in Chihuahua, Mexico threatens declining North American grassland bird species. *J. Biol. Cons.* 170: 274–281.

- Pysek, P. y D. M. Richardson. 2010. Invasive species, environmental change and management, and health. *Ann. Rev. Environ. Res.* 35: 25–55.
- Pysek, P., D. M. Richardson, M. Rejmanek, G. L. Webster, M. Williamson y J. Kirschner. 2004. Alien plants in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon.* 53:131-143.
- Pysek, P., V. Jarosík, P. E. Hulme, J. Pergl, M. Hejda, U. Schaffner y M. Vila. 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Glob. Change Biol.* 18: 1725-1737.
- Richardson, D. M., P. Pysek, M. Rejmanek, M. G. Barbour, F. D. Panetta y C. J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Div. Dist.* 6: 93–107.
- Royo, M. H., J. S. Sierra, C. R. Morales, R. L. Carrillo, A. Melgoza y P. Jurado. 2008. Estudios ecológicos de pastizales. En: Chávez, A. H., comp. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de la tecnología en pastizales y producción animal. INIFAP, Chihuahua, Chihuahua.
- Saedi, K., A. Sepehri, H. Gharedaghi y M. Pessarakli. 2013. Impact of two stocking systems and phenology on wáter-soluble-carbohydrates reserves of frangeland species in Western Iran. *World Applied Sci J.* 27:1288-1296.
- Sánchez, J. J. 2012. Caracterización de hábitat y riesgo de invasión por zacate rosado (*Melinis repens*) en pastizales áridos y semiáridos de Chihuahua, México. Tesis maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chih., México.
- SAS Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3. User's guide. Cary, NC, USA.
- Schweiger, O., J. C. Biesmeijer, R. Bommarco, T. Hickler, P. E. Hulme, S. Klotz, I. Kühn, M. Moora, A. Nielsen, R. Ohlemüller, T. Petanidou, S. G. Potts, P. Pyšek, J. C. Stout, M. T. Sykes, T. Tscheulin, M. Vilà, G. R. Walther, C. Westphal, M. Winter, M. Zobel y J. Settele. 2010. Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. *Biol. Rev.* 85: 777–795.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. 380.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F.
- Shaw, R. B. 2012. Guide to Texas grasses. AT&M University Press. College Station, TX.
- Simberloff, D., I. M. Parker y P. N. Windle. 2005. Introduced species policy, management and future research needs. *Front. Ecol. Environ.* 3:12-20.

- Smith, D., G. Paulsen y C. A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissue. *Plant Physiol.* 39: 960-962.
- Strauss, S. Y. y A. A. Agrawal. 1999. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. *Trends Ecol Evol.* 14:179-185.
- Stokes, C. A., G. E. MacDonald, C. R. Adams, K. A. Langeland y D. L. Miller. 2011. Seed biology and ecology of natal grass (*Melinis repens*). *Weed Sci.* 59:527-532.
- Teace, M. A. y M. L. Fogel. 2007. Stable carbon isotope biogeochemistry of monosaccharides in aquatic organisms and terrestrial plants. *Org. Geochem.* 38:458-473.
- Tererai, F., M. Gaertner, S. M. Jacobs y D. M. Richardson. 2013. *Eucalyptus* invasions in riparian forests: Effects on native vegetation community diversity, stand structure and composition. *Forest Ecol. Manag.* 297:84-93.
- Tessema, Z. K., J. Mihret y M. Solomon. 2010. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach). *Grass Forage Sci.* 65: 421-430.
- Traveset, A. y D. M. Richardson. 2006. Biological invasions as disruptors of plant-animal reproductive mutualisms. *Trends Ecol. Evol.* 21: 208-216.
- Trom, E. R., G. W. Sheath y A. M. Bryant. 1989. Seasonal variations in total nonstructural carbohydrate and major element levels in perennial ryegrass and paspalum in a mixed pasture. *New Zeal. J. Agr. Res.* 32: 157-165.
- Turner, L. R., D. J. Donaghy, P. A. Lane y R. P. Rawsley. 2007. Patterns of leaf and root regrowth, and allocation of water-soluble carbohydrates reserves following defoliation of plants of prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth.). *Grass Forage Sci.* 62:497-506.
- UGRCH. Unión Ganadera Regional del Estado de Chihuahua. 2011. La Ganadería de Carne y Mercado Internacional. En: <http://www.ugrch.org/noticias/jul02.htm>. Consultado 23 Mayo 2016.
- Van Kleunen, M., W. Dawson, F. Essl, J. Pergl, M. Winter, E. Weber, H. Kreft, P. Weigelt, J. Kartesz, M. Nishino, L. A. Antonova, J. F. Barcelona, F. J. Cabezas, D. Cardenas, J. Cardenas-Toro, N. Castaño, E. Chacon, C. Chatelain, A. L. Ebel, E. Figueiredo, N. Fuentes, *et al.* 2015. Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature.* 525: 100-103.
- Vélez, C. E., C. R. Morales, O. G. Gutiérrez, A. Melgoza, C. Pinedo y O. Ruiz. 2014. Manejo y aprovechamiento nutricional de pastizales invadidos con zacate rosado (*Melinis repens*). Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chih.
- Vié, J. C., C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart. 2009. Wildlife in a changing world. An analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species. IUCN. Gland, Suiza.

- Villanueva-Ávalos, J. F. 2008. Effect of defoliation patterns and developmental morphology on forage productivity and carbohydrate reserves in WW-B Dahl grass [*Bothriochloa bladhii* (Retz) S.T. Blake]. Disertación Doctoral. Texas Tech University. Lubock, TX.
- Vila, M., C. Basnou, P. Pysek, M. Josefsson, P. Genovesi, S. Gollasch, W. Nentwig, S. Olenin, A. Roques, D. Roy, P. E. Hulme y DAISIE partners. 2009. How well do we understand the impacts of alien species on ecological services? A Pan-European cross-taxa assessment. *Front Ecol. Environ.* 8: 135–144.
- Vila, M., E. Weber y C. M. D'Antonio. 2000. Conservation implications of invasion by plant hybridization. *Biol. Invasions.* 2: 207–217.
- Vila, M., J. L. Espinar, M. Hejda, P. E. Hulme, V. Jarošík, J. L. Maron, J. Pergl, U. Schaffner, Y. Sun y P. Pyšek. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecol. Lett.* 14: 702–708.
- Viramontes-Olivas, O. A., V. M. Reyes-Gómez, A. Rangel-Rodríguez, C. Ortega-Ochoa, R. A. Soto-Cruz, J. Camarillo-Acosta y T. Lebgue-Keleng. 2012. Papel hidrológico-ambiental de pastizales nativos e introducidos en la cuenca alta del río Chuvíscar, Chihuahua, México. *TECNOCENCIA Chihuahua.* 6:181-193.
- Waller, S. S. y J. K. Lewis. 1979. Occurrence of C3 and C4 photosynthetic pathways in North American grasses. *J. Range Manage.* 32:12-28.
- Wilson, J. B., R. K. Peet, J. Dengler y M. Pärtel. 2012. Plant species richness: the world records. *J. Veg. Sci.* 23: 796–802.