







## Efecto del corte, quema y aplicación de herbicida en la estructura y diversidad de especies de un pastizal de *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth en el Desierto Chihuahuense

## Effect of cutting, burning and herbicide application on the structure and species diversity of an *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth grassland in the Chihuahuan Desert

Juanes-Márquez, S. , Encina-Domínguez, J.A.\* , Torres-Mora, M. , Mellado, M. ,  
Álvarez-Vázquez P. , Lara-Reimers, E.A. 

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
Calzada Antonio Narro, 1923, Saltillo. 25315, Saltillo,  
Coahuila, México.



**Please cite this article as/Como citar este artículo:** Juanes-Márquez, S., Encina-Domínguez, J.A., Torres-Mora, M., Mellado, M., Álvarez-Vázquez P., Lara-Reimers, E.A. (2024). Effect of cutting, burning, and herbicide application to *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth grassland on the structure and species diversity of this grassland ecosystem. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1459. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1459>

### Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: January 13<sup>th</sup> 2023.

Accepted/Aceptado: January 20<sup>th</sup> 2024.

Available on line/Publicado: April 12<sup>th</sup> 2024.

### RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar algunas estrategias de eliminación de *Amelichloa clandestina* y su efecto sobre la riqueza y diversidad de especies en un zacatal del noreste de México. Esta especie se estableció tras el abandono de una zona agrícola. En dos áreas de 40 y 60 ha se evaluaron cuatro tratamientos: corte de la cobertura de zacate, aplicación de herbicida, quema del zacate y control. Se aplicaron seis repeticiones por tratamiento en parcelas de 100 m<sup>2</sup>. Se midió la cobertura de las especies en cada esquina de los cuadrantes en parcelas de 2 x 2 m, donde se identificaron las especies y se registró su altura y cobertura aérea. El tratamiento herbicida resultó en la mayor reducción de *A. clandestina*, registrando la menor altura (17.5 cm), cobertura aérea (7.4 cm<sup>2</sup>) y densidad (6,750 plantas ha<sup>-1</sup>) de la especie dominante. Además, presentó el mayor índice de riqueza y diversidad con 2.46 nats. Se concluyó que la aplicación de herbicida fue la mejor alternativa para mantener la riqueza y diversidad de especies en este pastizal de *A. clandestina*.

**PALABRAS CLAVE:** Diversidad de especies, especies invasoras, herbicida, plantas oportunistas.

### \*Corresponding Author:

José Antonio Encina-Domínguez. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, 1923, Saltillo. 25315, Saltillo, Coahuila, México. E-mail: [jaencinad@gmail.com](mailto:jaencinad@gmail.com)

---

## ABSTRACT

---

This study aimed to evaluate various elimination strategies of *Amelichloa clandestina* on the richness and diversity of species in this grassland in northeast Mexico. This species was established after the abandonment of an agricultural area. In two areas of 40 and 60 ha, four treatments were evaluated: cutting of the grass cover, herbicide application, grass burning, and control (undisturbed paddocks). Six replications per treatment were applied in 100 m<sup>2</sup> plots. The vegetation cover of plant species was measured in each corner of the 2 x 2 m plots quadrants, where the species present were identified, and their height and aerial cover were registered. The herbicide treatment resulted in the greatest reduction of *A. clandestina*, with the lowest height (17.5 cm), aerial cover (7.4 cm<sup>2</sup>), and density (6,750 plants ha<sup>-1</sup>) of the dominant species. Also, it presented the highest richness and diversity index with 2.46 nats. It was concluded that herbicide application was the best alternative to maintain the richness and diversity of species in this *A. clandestina* grassland.

---

**KEY WORDS:** Species diversity, Invasive species, Herbicide, Opportunistic plants.

---

## Introducción

A nivel mundial los manejadores de pastizales se han centrado en las especies invasoras como una preocupación ambiental (Reid *et al.*, 2005) esto es debido a que se ha identificado como la segunda causa de pérdida de biodiversidad en los pastizales (Leung *et al.*, 2002; Grice, 2006). Afectan la estructura trófica, causan cambios significativos en el ecosistema e interactúan con otros factores que conducen al cambio ambiental (Dextrase y Mandrak, 2006). Las plantas invasoras amenazan los hábitats naturales (Simberloff, 2005) ocasionando la extinción de especies nativas (Bellard *et al.*, 2016). Este tema se ha convertido en una prioridad en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), del cual México es miembro (March y Martínez, 2007).

Se han identificado varias características de las invasiones de especies (Kolar y Lodge, 2001). Las especies invasoras provienen de un área de distribución diferente o de una región invadida, y son transportadas a nuevas áreas a través de vectores (Lockwood *et al.*, 2005). Afectan el establecimiento de especies nativas y en consecuencia, la estructura de la comunidad vegetal (Pearson *et al.*, 2018). Además, la restauración ecológica, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales (Chornesky *et al.*, 2005).

En el noreste de México después del abandono de tierras de cultivo, se establece el zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), dominando el estrato herbáceo debido a su agresividad

en la colonización de tierras impactadas debido a su alta producción de semillas cleistogamas y casmogamas. Prospera en lugares perturbados, matorrales, pastizales y bosque abiero de pino piñonero entre 2,000 y 2,100 m de altitud. En México su distribución incluye los estados de Coahuila y Nuevo León (Barkworth, 1982), y según Villaseñor (2016) es una especie nativa de México, introducida al Oeste de Texas. Su presencia se registró por primera vez en el condado de Kimble a principios de la década de 1950 y se desarrolló en el valle del río San Saba en la década de 1960 (Russell y Landers, 2017). Aunque esta especie es originaria del noreste de México, es indeseable en pastizales debido a su alta adaptación, crecimiento y velocidad de propagación.

Las prácticas de control de la vegetación no deseada más conocidas son las prácticas químicas, mecánicas y biológicas (Masters y Sheley, 2001; van Wilgen *et al.*, 2001; Vitelli y Pitt, 2006). El control químico y mecánico son los más eficaces y selectivos entre estas alternativas. El control mecánico suprime las especies cortando la parte aérea o eliminando la planta con su raíz. Sin embargo, el control mecánico es mas costosa y laboriosa en lugares donde las especies no deseadas ocupan áreas grandes (van Wilgen *et al.*, 2001).

En las zonas aridas del mundo el fuego ayuda al manejo de los zacates para el ganado (Bernardis, 2008; Russell-Smith *et al.*, 2020). En pastizales, la quema prescrita es una alternativa de manejo por su bajo costo, donde el objetivo es eliminar las plantas secas que no son consumidas por el ganado. Esta práctica estimula el crecimiento de zacate nuevo, menos lignificado, más palatable y de mejor calidad nutricional, consumido por el ganado y aumentando la producción animal (Heringer y Jacques, 2021). Del mismo modo, con las quemas prescritas se puede controlar la propagación de especies indeseables y de esta manera reducir la competencia contra las especies forrajeras, lo que puede acelerar el ciclo de nutrientes del pastizal (de Moura Zanine y Diniz, 2006).

Los herbicidas controlan las especies invasoras debido a su rápida efectividad y bajo costo (Kettenring y Adams, 2011). Algunos pueden controlar especies no deseadas, mientras que los métodos no químicos sólo eliminan los brotes de las plantas pero pueden no prevenir la aparición de rebrotes. El glifosato es uno de los herbicidas post-emergentes más utilizados con un amplio espectro de control de plantas, baja toxicidad, acción no selectiva y sistémica (de Souza *et al.*, 2019). Generalmente, al entrar en contacto con el suelo se inactiva rápidamente y tiene baja toxicidad para los mamíferos (McComb *et al.*, 2008). Controla las plantas susceptibles penetrando a través de las hojas y transportándose hasta los cloroplastos, donde actúa. Es un herbicida comercial que inhibe una enzima específica dentro de la vía metabólica del shikimato, responsable de la síntesis de aminoácidos aromáticos y la producción de otros metabolitos esenciales de las plantas (Heap y Duke, 2018). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos sobre la riqueza y diversidad de especies en un pastizal dominado por *Amelichloa clandestina* en el noreste de México, establecido en una zona agrícola abandonada.

## Material y Metodos

### Area de estudio

El estudio se realizó en el noreste de México (25° 06'30'' de latitud Norte y 100° 59' 18'' de longitud Oeste; Figura 1), con una altitud promedio de 2,150 m (Pérez, 2012). La topografía del campo experimental comprende valles, sierras medias con picos angostos y cerros bajos (Vázquez, 2011).

La fórmula climática, según el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (2004), es BSo<sub>k</sub>w(e'), donde BSo significa que tiene un clima seco con una relación precipitación/temperatura superior a 22,9 mm/16 °C. La letra k indica el régimen térmico, con verano caluroso y temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C. Tiene un régimen de precipitaciones, representado por la letra w, que indica la existencia de dos temporadas de lluvias a lo largo del año, de mayo a octubre con el 86,7 % de la precipitación total anual y la segunda de noviembre a abril con el 13,3 % de la precipitación anual ( 350 mm) (García, 2004).

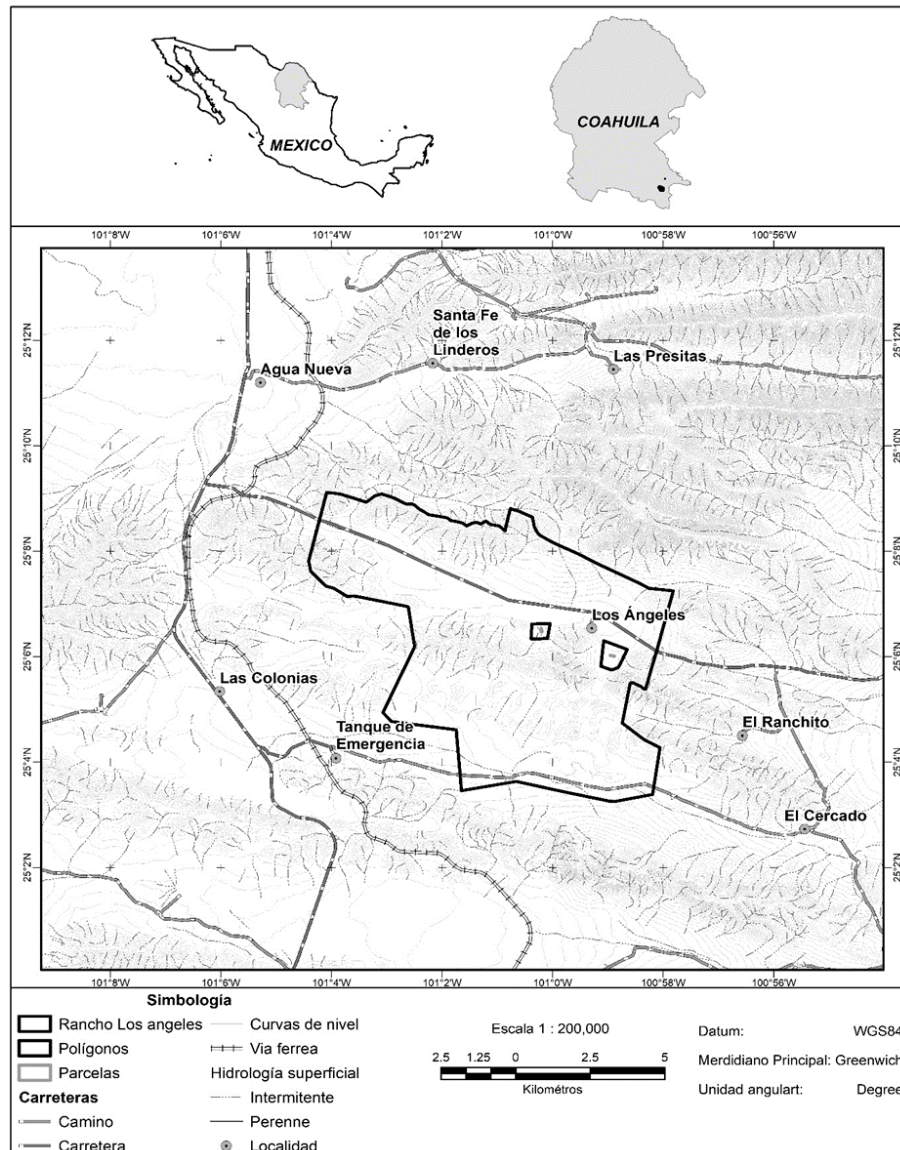
Los suelos del valle tienen un horizonte superficial de color oscuro a marrón rojizo rico en materia orgánica. En la sierra es posible observar suelos uniformes en todo el perfil, de colores oscuros formados por humus oscuros ricos en materia orgánica, de textura franco-arcillosa a franca. En las colinas, estos suelos no representan horizontes de diagnóstico; presentan erosión debido a la fuerte pendiente (Pérez, 2012).

### Tratamientos

En dos áreas agrícolas abandonadas de 60 y 40 ha invadidas por *A. clandestina* se establecieron 24 parcelas (10 x 10 m). Cada grupo incluyó 12 parcelas con una distancia de 3 m entre ellas, con un total de 1.76 ha<sup>-1</sup> (Figura 2).

Los tratamientos fueron: T1 = quema controlada, T2 = aplicación de herbicida, T3 = corte manual y T4 = Control.

Tratamiento 1: Antes de la quema se realizaron brechas cortafuegos para dejar libres franjas de vegetación que rodea el terreno, de esta forma se evitó que el fuego se propagara a otras zonas.



**Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en el noreste de México**

Para un mejor control del fuego, se aplicó agua en estas brechas. Se utilizó la técnica de quema concéntrica que consiste en realizar una línea de encendido en el extremo opuesto a la dirección del viento, y luego se iniciaba el encendido en el otro extremo de manera que ambas líneas se juntaran y se apagaran entre sí. Se formaron tres brigadas de cuatro personas, una de ellas hizo iniciar el incendio, mientras que las otras dos brigadas (seis personas) impidieron que





Además, se recolectaron muestras botánicas de las especies no reconocidas durante el muestreo para su posterior identificación en el herbario de la ANSM. El tiempo transcurrido desde los tratamientos de aplicación hasta la medición fue de dos años.

### Composición florística

La composición florística se determinó cuantificando el valor de importancia relativa (VIR) de la especie; este consiste en la suma de los valores de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa e indica la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en una comunidad (Legendre y Legendre, 2012).

#### La fórmula utilizada fue:

$$\text{VIR} = \text{DeR} + \text{DoR} + \text{RcR}$$

ecuación 1

Donde:

VIR= Valor de Importancia Relativa

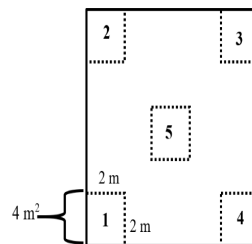
DeR = Densidad Relativa

RoR = Dominancia Relativa

RcR= Frecuencia Relativa

### Diversidad de especies

Luego de identificar las especies en cada sitio experimental, se calcularon los siguientes índices de diversidad: Margalef, Shannon-Wiener (H), Simpson (D) y Pielou (J). La diversidad como valor único combina riqueza de especies e índices de uniformidad, factores fundamentales que definen la diversidad de una comunidad vegetal.



**Figura 3. Distribución de cuadrantes de 2 x 2 m para determinar la riqueza de especies.**

## **Curva de acumulación de especies**

Es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo (UM). En los estudios ecológicos uno de los principales objetivos es saber cuántas especies hay en una zona determinada (Moreno, 2011). Un método para estimar la riqueza total de especies de una comunidad son las curvas de acumulación de especies. Estas indican el número de especies acumuladas a medida que se incrementa el esfuerzo de recolección en un sitio, de esta forma la riqueza de especies irá aumentando hasta alcanzar un máximo y estabilizarse en una asíntota (Escalante, 2003). Las curvas de acumulación de especies se generaron usando el software EstimateS 9.1.0 y se graficaron usando Excel, arrojando el número de muestras y especies acumuladas. Se utilizó el software STATISTICA 10 para ajustar el modelo Clench. Se eligió el método para estimar los parámetros del modelo y se emplearon los métodos Simplex y Quasi Newton. Se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) junto con los parámetros de las funciones "a" y "b", y se generó un gráfico que ilustra la función ajustada a los datos.

## **Análisis estadístico**

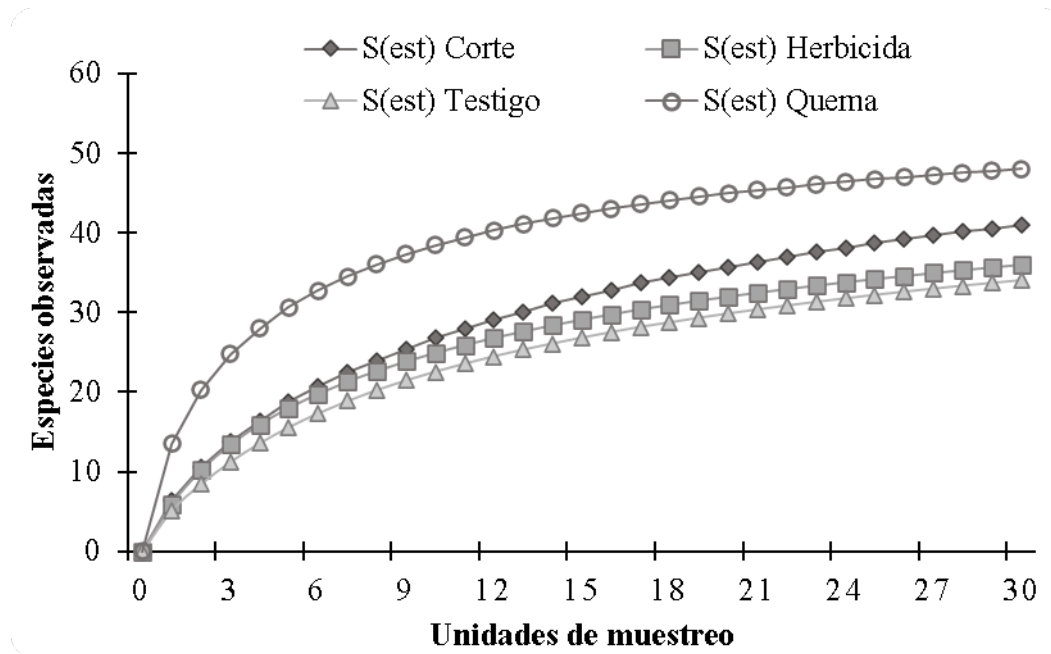
Se realizó un análisis ANOVA utilizando el programa estadístico JMP 15. Cuando se detectó el efecto de los tratamientos ( $p < 0.05$ ), se realizó la prueba de Tukey para comparar medias y determinar la significancia entre tratamientos para altura de planta, cobertura aérea y número de especies presentes.

## **Resultados**

### **Riqueza y diversidad de especies**

Se registraron sesenta y cuatro especies de plantas, correspondientes a 56 géneros y 22 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron: Asteraceae, con 16 especies, Poaceae (12), Convolvulaceae (4) y Lamiaceae (4). La Figura 4 muestra una riqueza de especies del 91 % para el tratamiento de quema, del 77 % para la confiabilidad en el esfuerzo de muestreo, para la poda del 82 %, para la aplicación de herbicidas del 77 % y para el control del 77 %.





**Figura 4.** Curva de acumulación de especies para los tratamientos de corte, quema, aplicación de herbicidas y control mediante el ajuste de la ecuación de Clech.

Para el tratamiento de corte, *A. clandestina* tuvo el VIR más alto, mientras que *Dyssodia papposa* tuvo el más bajo (Tabla 1, Tabla A1). La mayor densidad fue para *A. clandestina* y la más baja para *Salvia reflexa*. En el área donde se aplicó el herbicida, *A. clandestina* tuvo el VIR y la densidad más altos, mientras que *Sanvitalia angustifolia* tuvo el VIR más bajo; tanto *Eruca sativa* como *Anoda cristata* presentaron la menor densidad (Tabla 2, Tabla A2).

Para el tratamiento de quema, *A. clandestina* tuvo el VIR y la densidad más altos, mientras que *Marrubium vulgare* tuvo el VIR más bajo, y *Sanvitalia angustifolia* tuvo la menor densidad (Tabla 3, Tabla A3). La suma total del VIR para cinco especies fue del 60 %, y el 40 % restante correspondió a otras especies de plantas (Tabla 3, Tabla A3). La especie con el VIR y la densidad más altos en el sitio de control fue *A. clandestina*, mientras que *Erigeron pubescens* tuvo el VIR y la densidad más bajos en este sitio (Tabla 4, Tabla A4).

**Tabla 1. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) después de la corte manual.**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	36.9	77,083	52.2
<i>Anoda cristata</i>	6.0	5,166	4.9
<i>Salvia reflexa</i>	21.9	83.3	4.6
<i>Helianthus laciniatus</i>	23.3	416	4.1
<i>Dyssodia papposa</i>	11.4	2,583	3.3
Other species (36)		1,083	30.8

**Tabla 2. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) después de la aplicación de herbicida en su dosis mínima (glifosato 2.3 L ha<sup>-1</sup>).**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	17.5	6,750	15.1
<i>Dyssodia papposa</i>	12.3	5,333	8.9
<i>Eruca sativa</i>	5.5	333	8.8
<i>Anoda cristata</i>	9.2	333	8.7
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	5.7	1,250	5.4
Other species (31)		2,828	53.1

**Tabla 3. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) después de aplicar una quema prescrita.**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	31.0	150,416	37.3
<i>Asphodelus fistulosus</i>	8.2	106,333	8.5
<i>Dyssodia papposa</i>	7.9	46,666	5.7
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	5.4	31,583	4.3
<i>Marrubium vulgare</i>	1.5	43,666	3.7
Other species (43)		2,996	40.27

En cuanto al índice de riqueza, el sitio con el valor más alto fue el de corte y quema, mientras que aquellos con el valor más bajo fueron la aplicación de herbicidas y el sitio de control. Para el índice de diversidad de Shannon, los tratamientos con el valor más alto fueron herbicida y quema, y aquellos con el valor más bajo fueron corte y control. El índice de Pielou fue más alto para la aplicación de herbicidas, y el más bajo fue para el sitio de control. En cuanto al índice de dominancia de Simpson en el herbicida, se registró un valor máximo de 0.94 y un mínimo de 0.60 para el corte (Tabla 5).

**Tabla 4. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) en un sitio no perturbado (control).**

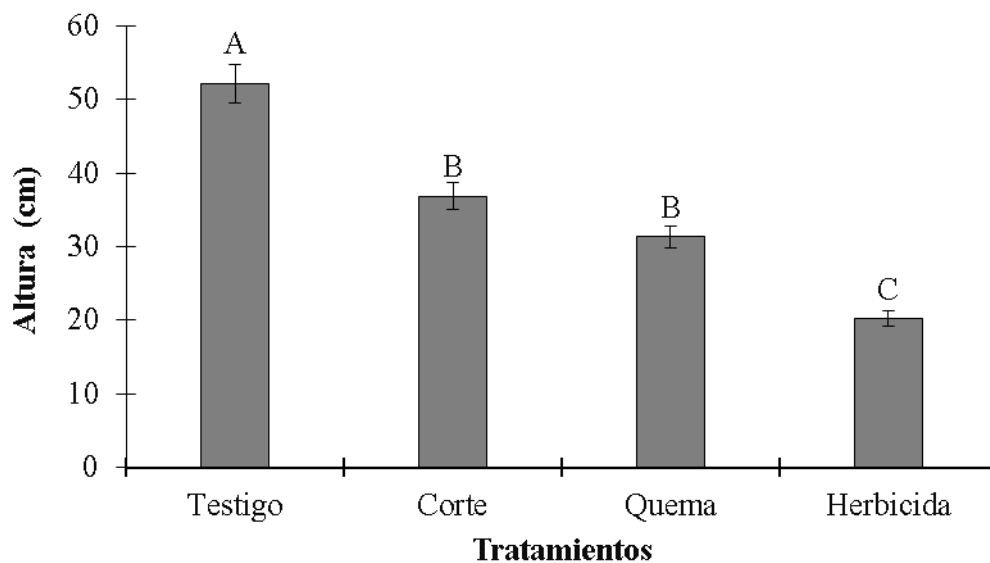
Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	54.3	49,833	56.7
<i>Oenothera kunthiana</i>	7.6	2,083	5.2
<i>Anoda cristata</i>	5.1	167	4.1
<i>Helianthus laciniatus</i>	16.4	333	3.2
<i>Erigeron pubescens</i>	10.2	167	2.6
Other species (29)		1,034	28.0

**Tabla 5. Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Pielou y Simpson para los tratamientos aplicados.**

Tratamientos	A	P	Índice de Riqueza (Margalef)	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	Equidad (Pielou)	Índice de dominancia (Simpson)
Corte	19	22	5.47	1.83	0.49	0.60
Herbicida	18	18	4.92	2.46	0.68	0.94
Quema	17	31	5.38	2.45	0.63	0.84
Control	17	17	4.78	1.46	0.41	0.83

A= Annual P= Perennial

La altura de *A. clandestina* difirió ( $p \leq 0.0001$ ) entre los tratamientos. *A. clandestina* en el sitio de control mostró el valor más alto, seguido por el corte, la quema y la aplicación de herbicidas (Figura 5). En cuanto a la cobertura aérea de *A. clandestina*, el sitio de control tuvo el promedio más alto, seguido por la quema, el corte y la aplicación de herbicidas (Figura 6). En cuanto a la densidad de *A. clandestina*, esta fue mayor para la quema y menor para la aplicación de herbicidas (Figura 7).



**Figura 5. El efecto de los tratamientos en la altura de *Amelichloa clandestina* (medias  $\pm$  error estándar). Las barras con letras diferentes difieren significativamente ( $p < 0.05$ ).**

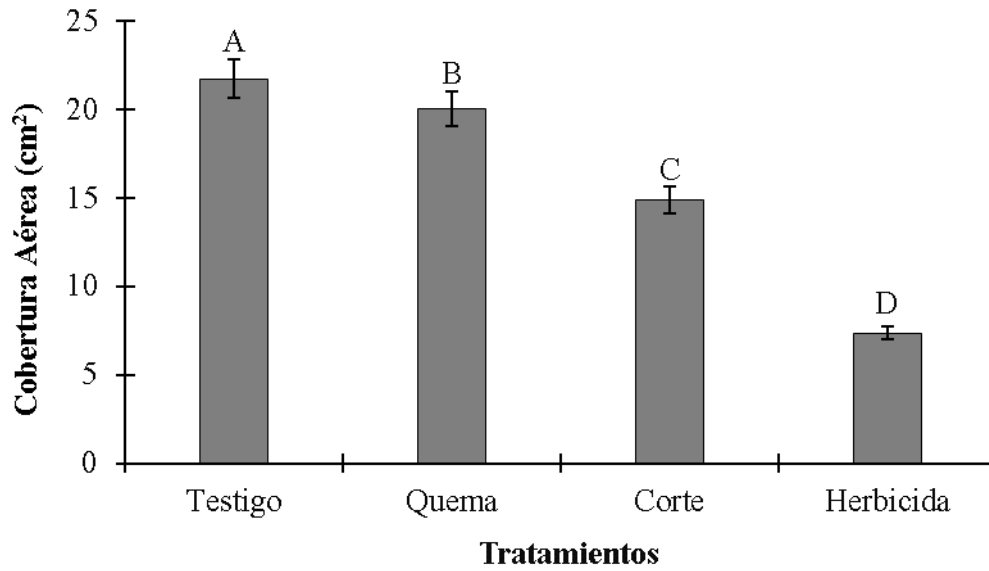


Figura 6. El efecto de los tratamientos en la cobertura aérea de *A. clandestina* (medias  $\pm$  error estándar). Las barras con letras diferentes son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

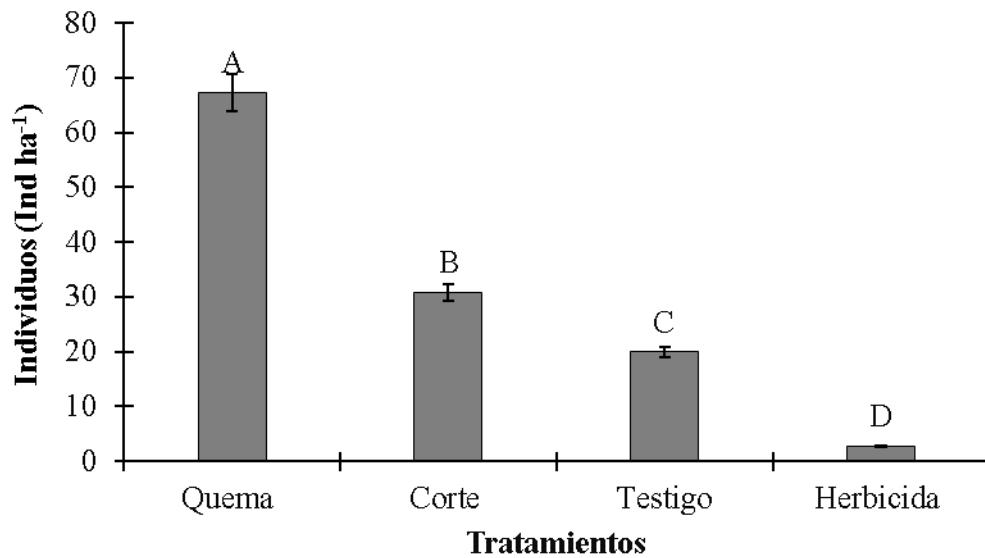


Figura 7. El efecto de los tratamientos sobre la densidad de *A. clandestina* (medias  $\pm$  error estándar). Las barras con letras diferentes son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

## Discusión

En los cuatro tratamientos la riqueza de especies supera el 70 %, lo que revela que el muestreo fue suficiente para determinar este atributo. Los tratamientos de quema y testigo ambos presentaron un 77 %, siendo este bajo es decir, tienen una confiabilidad mínima. Aún así, aporta validez científica y utilidad para el estudio y conservación de la biodiversidad (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

En el pastizal estudiado se registraron 64 especies de plantas, agrupadas en 56 géneros y 22 familias (ANEXO 1). Sin embargo, un estudio previo realizado en 2020 por Arévalo *et al.* (2021) registraron una mayor riqueza, siendo de 70 especies, lo cual muestra una diferencia de 6 especies siendo las siguientes: *Acalypha monostachya*, *Pseudognaphalium roseum*, *Mimosa biuncifera*, *Muhlenbergia rigida*, *Opuntia rastrera* y *Panicum hallii*. La flora registrada representa el 2.10 % de la flora reportada por Villarreal (2001) para el estado de Coahuila, México. La riqueza específica es mayor a la reportada para un bosque ubicado en la vertiente occidental de las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina y afectado por un incendio un año después del disturbio, donde se registraron 36 especies (Verzino *et al.*, 2005). Es menor que la reportada para un pastizal de *Pleuraphis mutica*, con 109 especies (Encina-Domínguez *et al.*, 2014). Según Rzedowski (1992), los pastizales y matorrales xerófilos albergan 6,000 especies de plantas (20 % de la flora total), el 1.06 % de estas especies se registran en el pastizal de *A. clandestina*.

Las familias más importantes fueron Asteraceae con 16 especies, Poaceae (12), Convolvulaceae y Lamiaceae (4), asimismo, son las de mayor riqueza de especies en pastizales halófilos del norte de México (Valle de Janos, Chihuahua; Vega-Mares *et al.*, 2014). La elevada riqueza de especies de la familia Asteraceae coincide con otras regiones de México (Villaseñor y Espinosa, 1998) y se debe al alto número de géneros y especies, especialmente las especies herbáceas (Katinas *et al.*, 2007; Villaseñor y Ortiz, 2014). La riqueza de Asteraceae se atribuye a sus adaptaciones evolutivas, alta fertilidad, eficiencia de dispersión y plasticidad química (Villaseñor, 2018). Las 14 especies de Asteraceae registradas representan 2.68 % de las 522 reportadas para Coahuila (Villarreal *et al.*, 1996). Las siete especies registradas de Poaceae representan 3.76 % de las 319 encontradas en Coahuila (Valdés-Reyna, 2015). Para la familia Convolvulaceae se registraron cuatro especies, las que representan 11.7 % de las 34 reportadas para Coahuila (Villarreal, 2001). La familia Lamiaceae de las cuatro especies encontradas representa 4.6 % de las 87 reportadas para Coahuila (Martínez-Gordillo *et al.*, 2017).

En el pastizal estudiado, los tratamientos de quema, corte, herbicida y control mostraron que *A. clandestina* es la especie dominante debido a que presentó el mayor porcentaje de VIR, con un VIR menor en la parcela donde se aplicó herbicida y mayor en la parcela control. Los altos valores de esta especie invasora se atribuyen al avance de la sucesión secundaria y a la negativa del ganado para consumirla. Las herbáceas perennes son favorecidas en las primeras etapas de la sucesión, mientras que las anuales tienden a desaparecer (Liu *et al.*, 2015). En el estrato herbáceo, el tratamiento con mayor riqueza de especies fue donde se aplicó la quema prescrita, donde se registraron 48 especies, superando al tratamiento de corta con 41 especies, herbicida



con 36 especies y control con 34 especies. Esto indica que el pastizal invadido por *A. clandestina* en su composición florística inicial aumentó en un 41 % con el tratamiento de quema, permitiendo el establecimiento de especies a partir del banco de semillas.

Las especies anuales tienen mayor capacidad de dispersión y rápido desarrollo (Morlans, 2005). El mecanismo de facilitación de la sucesión es un proceso interespecífico en el que las primeras especies de la sucesión modifican el ambiente para que otras puedan colonizar y desarrollarse hasta alcanzar su madurez fisiológica (Alcaraz, 2013). En el presente estudio *Anoda cristata*, *Dyssodia papposa*, *Eruca vesicaria* y *Salvia reflexa* (Apéndice 1) son especies pioneras que aparecieron en las etapas iniciales después del abandono de las tierras de cultivo. Después de estas, se desarrolló una secuencia de plantas herbáceas perennes, entre las que se encuentra *A. clandestina*, especie oportunista establecida debido a su amplia capacidad de dispersión, tolerancia a condiciones adversas y altas tasas de producción de semilla, dominando la sucesión ecológica (Barkworth, 1982). En los tratamientos aplicados se registraron un mayor número de especies perennes, lo que indica un mayor avance en la sucesión de la vegetación y un mayor equilibrio en la diversidad de especies (Morlans, 2005).

La diversidad más alta (índice de Shannon) se presentó en el sitio donde se aplicó el herbicida. En la mayoría de las comunidades este índice varía entre 0.5 y 5.0, aunque su valor promedio es de 2 a 3 nats, valores inferiores a 2.0 se consideran bajos y de 3.0 son altos (Shannon, 1948). Los tratamientos de corte y testigo registraron un índice bajo mientras que la quema y herbicida registraron una diversidad media. Para la aplicación de herbicida, el alto valor del índice de Simpson indica una mayor riqueza de especies en cuanto al sitio de control, corte y quema, así como la abundancia o número de individuos por especie, lo que sustenta el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 1988). La mayor riqueza de especies en el tratamiento herbicida coincide con Burge *et al.* (2017), donde esta fue mayor en las parcelas donde se aplicó herbicida. Por otro lado, Farthing *et al.* (2018) señalan que los tratamientos de Siega Múltiple + Glifosato, Siega Única + Glifosato y Resembración de Veza se asociaron con una mayor riqueza de especies en todos los sitios. Debido a los tratamientos aplicados, la reducción de biomasa de *A. clandestina* permitió una mayor radiación solar en el suelo (Bobbink *et al.*, 1989), lo que incrementó el número de plántulas y la capacidad de competir por los recursos (White, 1973). Las diferencias significativas en la altura de *A. clandestina* mostraron que el herbicida registró los mejores resultados en el control de la altura de las especies invasoras, reduciendo esta en un 69 % respecto al control, en la parcela de quema un 43 %, y en corte un 33 %. Los resultados coinciden con Hillhouse y Schacht (2015) ya que las parcelas tratadas con imazapic + glifosato mostraron mayores rendimientos en el control de zacates de invierno que las parcelas testigo.

La aplicación de herbicida propició una mayor reducción de la cobertura aérea en 67 % que en el testigo, seguida del corte y la quema. De acuerdo con Masters *et al.* (2001) y Wallerand y Schmidt (1983), el glifosato y el glifosato + imazapic son más efectivos para reducir los zacates de estación fría sin reducir las especies de la estación cálida. Además, Farthing *et al.* (2018) registraron que todos los tratamientos con glifosatos redujeron  $\geq 95.36$  % la cobertura de *Cynodon dactylon* con respecto al testigo, lo que indica que la aplicación de herbicida es una alternativa para el control y manejo de zacates.

En el tratamiento donde se aplicó el herbicida la especie *A. clandestina* presentó la menor densidad en comparación con los otros tratamientos. La mayor densidad fue donde se aplicó la quema ya que esta eliminó la biomasa de la especie, condicionando la sobrevivencia de las plantas, su posterior crecimiento y el establecimiento de nuevos individuos. Estos resultados son consistentes con la investigación donde se utilizó tebuthiurón, glifosato e imazapir + glifosato para reducir la producción de *A. clandestina* (Hillhouse y Schacht, 2015; Anglin, 2018).

## Conclusiones

La aplicación de herbicida y quema incrementó la diversidad y riqueza de especies, superando los tratamientos de corte y testigo. Por lo cual estos tratamientos son herramientas eficientes para promover la diversidad en pastizales invadidos por *A. clandestina*. Los valores más bajos del VIR en la mayoría de las especies mostraron que fueron suprimidos por esta especie, que dominó las etapas iniciales de sucesión debido a su alta capacidad de respuesta a perturbaciones, altas tasas de reproducción, gran capacidad de dispersión y tolerancia a condiciones adversas. El uso del herbicida casi eliminó a *A. clandestina*. Así, este tratamiento presentó los mejores resultados para su control porque registró el menor Valor de Importancia Relativa (VIR) y mejores resultados de altura, cobertura aérea y densidad.

## Recomendaciones

La aplicación de glifosato tiene consecuencias sobre la salud humana, y debe ser controlada, principalmente en la agricultura o la producción de alimentos. El presente estudio no recomienda su aplicación ni promueve su uso. Sin embargo, el objetivo de utilizar este químico fue proponer una estrategia de control alternativa, además de que se realizó una sola aplicación y dosis bajas. Debido a su baja residualidad y fácil degradación, esta aplicación no ocasionó un impacto al ecosistema.

## Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo.

## Agradecimientos

Agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología por la beca otorgada al primer autor para realizar estudios de maestría en ciencias.

## Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

## Referencias

- Alcaraz, F. J. (2013). Sucesión (sindinámica). *Geobotánica*, 13, 1-15.
- Anglin, L. M. (2018). Using post-emergent herbicides to control The Cool Season Invasive Perennial *Amelichloa clandestina*. Doctoral Tesis. San Angelo, Texas. Angelo State University, 27 p.
- Arévalo, J. R., Encina-Domínguez, J. A., Juanes-Márquez, S., Álvarez-Vázquez, P., Nuñez-Colima, J. A., & Mellado, M. (2021). Restoration of Rangelands Invaded by *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth after 12 Years of Agriculture Abandonment (Coahuila, Mexico). *Agriculture*, 11(9), 886. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090886>
- Barkworth, M. E. (1982). Embryological characters and the taxonomy of the Stipeae (Gramineae). *Taxon*, 31(2), 233-243. <https://doi.org/10.2307/1219986>.
- Bellard, C., Cassey, P., & Blackburn, T. M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters*, 12(2), 20150623. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623>
- Bernardis, A. C. (2008). Evaluación del impacto ambiental de quemas prescriptas en pastizales en el N.O. de Corrientes. Tesis M.S. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Resistencia, Argentina, 90 p.
- Bobbink, R. D., Den Dubbelden, K., & Willems, J. H. (1989). Seasonal dynamics of phytomass and nutrients in chalk grassland. *Oikos*, 216-224. <https://doi.org/10.2307/3565425>
- Burge, O. R., Bodmin, K. A., Clarkson, B. R., Bartlam, S., Watts, C. H., & Tanner, C. C. (2017). Glyphosate redirects wetland vegetation trajectory following willow invasion. *Applied Vegetation Science*, 20(4), 620-630. <https://doi.org/10.1111/avsc.12320>
- Chornesky, E. A., Bartuska, A. M., Aplet, G. H., Britton, K. O., Cummings-Carlson, J., Davis, F. W., & Wigley, T. B. (2005). Science priorities for reducing the threat of invasive species to sustainable forestry. *Bioscience*, 55(4), 335-348. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0335:SPFRTT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0335:SPFRTT]2.0.CO;2)
- de Moura Zanine, A., & Diniz, D. (2006). Efeito da queima sob o teor de umidade, características físicas y químicas, matéria orgânica e temperatura no solo sob pastagem. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(4), 1-11.
- de Souza Lacerda, A. L., Filho, R. V., de Souza, Z. M., & Torres, J. L. R. (2019). Use of different doses of glyphosate to control invasive plants: “*Bidens pilosa*”, “*Commelina benghalensis*”, “*Digitaria insularis*”, “*Ipomoea grandifolia*” and “*Tridax procumbens*.” *Australian Journal of Crop Science*, 13(4), 529–535. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.455116027798121>
- Dextrase, A. J., & Mandrak, N. E. (2006). Impacts of alien invasive species on freshwater fauna at risk in Canada. *Biological Invasions*, 8(1), 13-24. <https://doi.org/10.1007/s10530-005-0232-2>
- Encina-Domínguez, J. A., Valdés-Reyna, J., & Villarreal-Quintanilla, J. A. (2014). Estructura de un zacatal de toboso (*Hilaria mutica*: Poaceae) asociado a sustrato ígneo en el noreste de

- Coahuila, México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 8(2), 583-594.
- Escalante, E. T. (2003). ¿Cuántas especies hay ?. Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos*, 52, 53-56.
- Farthing, T. S., Muir, J. P., Falk, A. D., & Murray, D. (2018). Efficacy of seven invasive-bermudagrass removal strategies in three Texas ecoregions. *Ecological Restoration*, 36(4), 306-314. <https://doi.org/10.3368/er.36.4.306>
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5 ed. Instituto de Geografía-UNAM: Serie Libros. México, 50 p.
- Grice, A. C. (2006). The impacts of invasive plant species on the biodiversity of Australian rangelands. *The Rangeland Journal*, 28(1), 27. <https://doi.org/10.1071/RJ06014>
- Heap, I., & Duke, S. O. (2018). Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. *Pest Management Science*, 74(5), 1040-1049. <https://doi.org/10.1002/ps.4760>
- Heringer, I., & Jacques, A. V. A. (2021). Burning and management alternatives on forage accumulation and floristic composition of a native pasture. *In International Grasslands Congress*, 19, 827-828.
- Hillhouse, H. L., Schacht, W. H., Masters, R. A., Sleugh, B. B., & Kopp, C. W. (2015). Tebuthiuron use in restoring degraded tallgrass prairies and warm-season grass pastures. *The American Midland Naturalist*, 173, 99–110
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de arcnología*, (8), 151-161.
- Katinas, L., Gutiérrez, D. G., Grossi, M. A., & Crisci, J. V. (2007). Panorama de la familia Asteraceae (= Compositae) en la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(1-2), 113-129.
- Kettenring, K. M., & Adams, C. R. (2011). Lessons learned from invasive plant control experiments: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 48(4), 970-979. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.01979.x>
- Kolar, C. S., & Lodge, D. M. (2001). Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(4), 199-204. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02101-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02101-2)
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). Numerical ecology. Elsevier.
- Leung, B., Lodge, D. M., Finnoff, D., Shogren, J. F., Lewis, M. A., & Lamberti, G. (2002). An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1508), 2407-2413. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2179>
- Liu, J., Feng, C., Wang, D., Wang, L., Wilsey, B. J., & Zhong, Z. (2015). Impacts of grazing by different large herbivores in grassland depend on plant species diversity. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), 1053-1062. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12456>
- Lockwood, J. L., Cassey, P., & Blackburn, T. (2005). The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(5), 223-228. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.02.004>
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton university press. 179 p.
- March, M. I., & Martínez, J. M. (2007). Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- Martínez-Gordillo, M., Bedolla-García, B., Cornejo-Tenorio, G., Fragoso-Martínez, I., García-Peña, M. D. R., González-Gallegos, J. G., & Zamudio, S. (2017). Lamiaceae de México. *Botanical Sciences*, 95(4), 780-806.
- Masters, R. A., & Sheley, R. (2001). Invited synthesis paper: principles and practices for managing rangeland invasive plants. *Journal of Range Management*, 54(5).
- Masters, R. A., Beran, D. D., & Gaussoin, R. E. (2001). Restoring tallgrass prairie species mixtures on leafy spurge-infested rangeland. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 54(4), 362-369.
- McComb, B. C., Curtis, L., Chambers, C. L., Newton, M., & Bentson, K. (2008). Acute toxic hazard evaluations of glyphosate herbicide on terrestrial vertebrates of the Oregon coast range. *Environmental Science and Pollution Research*, 15(3), 266-272. <https://doi.org/10.1065/espr2007.07.437>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: La Sociedad Entomológica Aragonesa, 86 p.
- Morlans, M. (2005). Dinámica de ecosistema a II sucesión ecológica: Tendencias esperadas. Cajamarca, Perú, 20-21.
- Pearson, D. E., Ortega, Y. K., Eren, Ö., & Hierro, J. L. (2018). Community assembly theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(5), 313-325. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.03.002>
- Pérez, R. S. (2012). Programa de manejo de pastizales en el Rancho Ganadero Experimental Los Ángeles. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 12-14.
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., & Zurek, M. B. (2005). *Ecosystems and human well-being-Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press.
- Russell, M. L., & Landers Jr, R. Q. (2017). Mexican needlegrass. *Texas A&M AgriLife Extension Service*, 1-4.
- Russell-Smith, J., Edwards, A. C., Sangha, K. K., Yates, C. P., & Gardener, M. R. (2020). Challenges for prescribed fire management in Australia's fire-prone rangelands—the example of the Northern Territory. *International Journal of Wildland Fire*, 29(5), 339-353. <https://doi.org/10.1071/WF18127>
- Rzedowski, J. (1992). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. en: G. Halffter (compilador). La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. Instituto de Ecología, Amelichloa C. Xalapa. 47-56.
- Shannon, C. E., Wiener, W. (1948). The mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 378-423.
- Simberloff, D. (2005). Non-native species do threaten the natural environment!. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 18(6), 595-607. <https://doi.org/10.1007/s10806-005-2851-0>
- Valdés-Reyna, J. (2015). Gramíneas de Coahuila. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., 556 pp.
- van Wilgen, B. V., Richardson, D., & Higgins, S. I. (2001). Integrated control of invasive alien plants in terrestrial ecosystems. *Land Use and Water Resources Research*, 1(1732-2016-140256).



- Vázquez, A. R. (2011). Memoria del herradero 2011. Descripción del “Rancho los Ángeles”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.1-6.
- Vega-Mares, J. H., Estrada-Castillón, A. E., Villarreal-Quintanilla, J. Á., & Martínez, G. Q. (2014). Flora of the halophytic grasslands in the Valle de Janos, Chihuahua, Mexico. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 8(1), 151-163.
- Verzino, G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Rodríguez Reartes, S., & Nóbile, R. (2005). Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, Sierras de Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), 25-34.
- Villarreal, J. Á. (2001). Flora de Coahuila. Instituto de Biología UNAM. Primera edición. México D.F. 139 P.
- Villarreal, Q. J. Á., Reyna, J. V., & Villaseñor, J. L. (1996). Corología de las asteráceas de Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana*, (36), 29-42.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87,559-902.
- Villaseñor, J. L. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358.
- Villaseñor, J. L., & Espinosa, G. F. J. (1998). Catálogo de las Malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México D.F. 449 p.
- Villaseñor, J. L., & Ortiz, E. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85,134-142.<https://doi.org/10.7550/rmb.31987>
- Vitelli, J. S., & Pitt, J. L. (2006). Assessment of current weed control methods relevant to the management of the biodiversity of Australian rangelands. *The Rangeland Journal*, 28(1), 37-46. <https://doi.org/10.1071/RJ06016>
- Wallerand, S. S. D., & Schmidt, K. (1983). Improvement of eastern Nebraska tallgrass range using atrazine or glyphosate. *Journal Range Management*, 36,87-90.
- White, L. M. (1973). Carbohydrate reserves of grasses: a review. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 26(1), 13-18.



## ANEXO 1

**Tabla A1. Atributos estructurales de un pastizal dominado zacate picoso (*A. clandestina*) después de un corte manual.**

Especie	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	36.9	77,083	52.2
<i>Anoda cristata</i>	6.0	5,167	4.9
<i>Salvia reflexa</i>	21.9	2,000	4.6
<i>Helianthus laciniatus</i>	23.3	6,083	4.2
<i>Dyssodia papposa</i>	11.0	3,250	3.3
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	4.7	3,167	3.0
<i>Erigeron pubescens</i>	5.3	2,667	2.7
<i>Gaura coccinea</i>	7.7	2,917	2.1
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	16.4	1,250	1.8
<i>Marrubium vulgare</i>	0.7	2,917	1.6
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	10.4	1,500	1.6
<i>Eruca sativa</i>	5.3	2,000	1.6
<i>Convolvulus equitans</i>	3.8	917	1.5
<i>Oenothera kunthiana</i>	3.1	2,333	1.3
<i>Laennecia coulteri</i>	6.7	667	1.1
<i>Mirabilis oblongifolia</i>	9.3	1,333	1.0
<i>Parthenium hysterophorus</i>	3.0	750	0.9
<i>Asphodelus fistulosus</i>	6.3	2,583	0.9
<i>Asclepias brachystephana</i>	13.7	417	0.8
<i>Glandularia bipinnatifida</i>	1.3	417	0.8
<i>Ipomoea purpurea</i>	4.8	417	0.7
<i>Townsendia mexicana</i>	6.3	833	0.7
<i>Euphorbia serrula</i>	1.3	333	0.6
<i>Oenothera berlandieri</i>	7.0	250	0.6
<i>Euphorbia exstipulata</i>	9.8	333	0.6
<i>Verbena neomexicana</i>	2.9	250	0.4
<i>Bouteloua curtipendula</i>	31.5	167	0.4
<i>Rumex crispus</i>	3.0	167	0.4

Continuación

**Tabla A1. Atributos estructurales de un pastizal dominado zacate picoso (*A. clandestina*) después de un corte manual.**

Especie	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Sonchus oleraceus</i>	1.5	167	0.4
<i>Erodium cicutarium</i>	1.5	167	0.4
<i>Symphotrichum subulatum</i>	21.0	83	0.4
<i>Dichondra argentea</i>	3.0	500	0.4
<i>Buddleja scordioides</i>	23.3	417	0.4
<i>Machaeranthera tanacetifolia</i>	36.0	83	0.3
<i>Disakisperma dubium</i>	60.3	250	0.3
<i>Nassella tenuissima</i>	43.0	83	0.2
<i>Stachys agraria</i>	7.0	83	0.2
<i>Physaria fendleri</i>	5.0	83	0.2
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	9.0	83	0.2
<i>Argemone echinata</i>	8.0	83	0.2
<i>Monarda citriodora</i>	29.0	83	0.2

**Tabla A2. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) después de la aplicación de herbicida en su dosis mínima (glifosato 2.3 L ha<sup>-1</sup>).**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	37.5	6,750	15.1
<i>Dyssodia papposa</i>	12.3	10,000	8.9
<i>Eruca sativa</i>	5.5	14,417	8.8
<i>Anoda cristata</i>	9.3	5,333	8.8
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	5.7	4,917	5.4
<i>Marrubium vulgare</i>	3.1	11,000	4.9
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	14.8	4,667	4.8
<i>Salvia reflexa</i>	19.6	1,833	4.8

## Continuación

**Tabla A2. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) después de la aplicación de herbicida en su dosis mínima (glifosato 2.3 L ha<sup>-1</sup>).**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Oenothera kunthiana</i>	7.0	6,500	4.5
<i>Laennecia coulteri</i>	1.1	10,500	3.9
<i>Erigeron pubescens</i>	2.9	8,750	3.9
<i>Helianthus laciniatus</i>	16.6	2,333	3.8
<i>Gaura coccinea</i>	18.5	1,750	2.8
<i>Mirabilis oblongifolia</i>	11.5	2,167	2.5
<i>Stachys agraria</i>	1.8	3,250	2.1
<i>Dichondra argentea</i>	5.8	833	1.6
<i>Argemone echinata</i>	17.8	333	1.5
<i>Parthenium hysterophorus</i>	22.2	500	1.3
<i>Erodium cicutarium</i>	5.9	417	1.3
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	12.2	500	1.2
<i>Asphodelus fistulosus</i>	21.4	1,250	1.1
<i>Disakisperma dubium</i>	14.8	333	1.1
<i>Buddleja scordioides</i>	12.3	417	0.9
<i>Rumex crispus</i>	12.7	333	0.7
<i>Lactuca serriola</i>	6.0	250	0.6
<i>Machaeranthera tanacetifolia</i>	15.3	583	0.5
<i>Euphorbia serrula</i>	1.3	167	0.4
<i>Glandularia bipinnatifida</i>	1.8	167	0.4
<i>Physalis virginiana</i>	7.3	250	0.4
<i>Aristida havardii</i>	44.0	333	0.3
<i>Convolvulus arvensis</i>	8.0	83	0.3
<i>Parthenium incanum</i>	6.0	333	0.3
<i>Euphorbia exstipulata</i>	16.0	167	0.3
<i>Verbena neomexicana</i>	15.0	83	0.3
<i>Eragrostis barrelieri</i>	10.0	83	0.2
<i>Ipomoea purpurea</i>	5.0	83	0.2

**Tabla A3. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) después de aplicar una quema prescrita.**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	31.0	150,417	37.3
<i>Asphodelus fistulosus</i>	8.3	106,333	8.6
<i>Dyssodia papposa</i>	8.0	46,667	5.8
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	5.5	31,583	4.3
<i>Marrubium vulgare</i>	1.5	43,667	3.7
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	18.3	11,333	3.2
<i>Glandularia bipinnatifida</i>	2.7	16,667	2.9
<i>Salvia reflexa</i>	15.9	9,917	2.7
<i>Eruca sativa</i>	3.2	9,000	2.2
<i>Euphorbia exstipulata</i>	11.0	5,417	2.2
<i>Euphorbia serrula</i>	1.9	3,917	2.1
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	8.0	5,000	2.0
<i>Anoda cristata</i>	5.5	5,250	1.6
<i>Parthenium hysterophorus</i>	9.4	10,167	1.5
<i>Gaura coccinea</i>	10.5	4,583	1.4
<i>Rhynchosia senna</i>	10.9	4,500	1.4
<i>Verbena neomexicana</i>	10.5	7,083	1.3
<i>Clematis drummondii</i>	14.8	2,250	1.2
<i>Helianthus laciniatus</i>	31.9	5,000	1.2
<i>Convolvulus equitans</i>	6.8	1,083	1.1
<i>Eragrostis mexicana</i>	8.1	3,500	1.0
<i>Argemone echinata</i>	10.7	2,333	0.9
<i>Parthenium incanum</i>	5.2	3,917	0.8
<i>Erodium cicutarium</i>	2.3	1,333	0.8
<i>Erigeron pubescens</i>	4.1	3,083	0.8
<i>Bouteloua dactyloides</i>	10.0	500	0.8
<i>Hoffmannseggia watsonii</i>	5.0	1,167	0.7
<i>Mirabilis linearis</i>	18.3	667	0.6
<i>Cirsium texanum</i>	5.8	917	0.5
<i>Rumex crispus</i>	1.7	1,417	0.5
<i>Oenothera berlandieri</i>	8.9	917	0.5
<i>Aristida havardii</i>	23.3	500	0.5
<i>Disakisperma dubium</i>	49.1	417	0.4
<i>Mirabilis oblongifolia</i>	12.8	1,833	0.4

Continuación

**Tabla A3. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) después de aplicar una quema prescrita.**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Oenothera kunthiana</i>	3.0	1,417	0.4
<i>Oxalis latifolia</i>	4.0	2,417	0.3
<i>Ipomoea purpurea</i>	9.2	333	0.3
<i>Dichondra argentea</i>	2.3	250	0.3
<i>Laennecia coulteri</i>	6.9	1,250	0.3
<i>Chamaesaracha coronopus</i>	5.2	833	0.2
<i>Bouteloua curtipendula</i>	44.7	333	0.2
<i>Amaranthus blitoides</i>	2.5	167	0.2
<i>Salvia reflexa</i>	22.6	333	0.1
<i>Aristida adscensionis</i>	25.0	83	0.1
<i>Setaria leucopila</i>	7.3	333	0.1
<i>Convolvulus arvensis</i>	8.0	83	0.1
<i>Dalea bicolor</i>	5.5	167	0.1
<i>Brassica rapa</i>	29.0	83	0.1
<i>Scleropogon brevifolius</i>	6.0	83	0.1

**Tabla A4. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) en el sitio no perturbado (control).**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	54.3	49,833	56.7
<i>Oenothera kunthiana</i>	7.6	6,750	5.2
<i>Anoda cristata</i>	5.1	2,083	4.2
<i>Helianthus laciniatus</i>	16.5	3,500	3.2
<i>Erigeron pubescens</i>	10.2	2,167	2.7
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	16.5	1,917	2.6
<i>Eruca sativa</i>	4.0	2,833	2.5
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	17.0	1,750	2.3

Continuación

**Tabla A4. Atributos estructurales de un pastizal dominado por zacate picoso (*A. clandestina*) en el sitio no perturbado (control).**

Especies	Altura media (cm)	Densidad (individuos ha <sup>-1</sup> )	VIR (%)
<i>Laennecia coulteri</i>	34.1	1,250	1.9
<i>Gaura coccinea</i>	31.0	833	1.9
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	2.7	1,000	1.7
<i>Dyssodia papposa</i>	7.4	1,333	1.6
<i>Machaeranthera tanacetifolia</i>	17.6	1,083	1.5
<i>Salvia reflexa</i>	6.8	750	1.4
<i>Stachys agraria</i>	1.7	1,083	0.9
<i>Verbena neomexicana</i>	12.8	333	0.8
<i>Ipomoea purpurea</i>	20.3	333	0.8
<i>Glandularia bipinnatifida</i>	16.8	333	0.8
<i>Mirabilis oblongifolia</i>	16.0	250	0.8
<i>Dichondra argentea</i>	3.3	1,083	0.7
<i>Symphyotrichum subulatum</i>	64.0	167	0.7
<i>Cirsium texanum</i>	13.0	333	0.6
<i>Disakisperma dubium</i>	35.0	167	0.6
<i>Argemone echinata</i>	8.5	167	0.5
<i>Oenothera berlandieri</i>	18.0	167	0.5
<i>Sonchus oleraceus</i>	2.0	167	0.5
<i>Clematis drummondii</i>	45.0	167	0.4
<i>Marrubium vulgare</i>	3.0	250	0.3
<i>Mirabilis linearis</i>	19.0	83	0.3
<i>Solidago velutina</i>	22.0	83	0.3
<i>Monarda citriodora</i>	30.0	83	0.3
<i>Muhlenbergia torreyi</i>	6.0	83	0.3
<i>Parthenium hysterophorus</i>	4.0	83	0.3
<i>Euphorbia serrula</i>	2.0	83	0.3