

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE UN ZACATAL DE *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth, DONDE SE APLICÓ CORTE Y HERBICIDA EN EL RANCHO LOS ÁNGELES, COAHUILA, MÉXICO.

TESIS

Que presenta SAIT JUANES MÁRQUEZ

como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

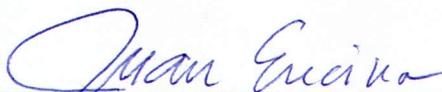
Torreón, Coahuila

Abril 2021

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE UN ZACATAL DE *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth, DONDE SE APLICÓ CORTE Y HERBICIDA EN EL RANCHO LOS ÁNGELES, COAHUILA, MÉXICO

TESIS

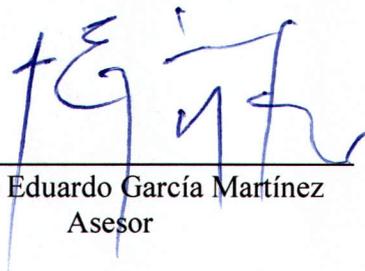
Elaborada por SAIT JUANES MÁRQUEZ como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor Principal



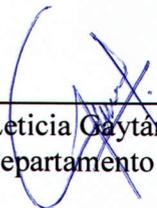
Dr. Miguel Mellado Bosque
Asesor



Dr. José Eduardo García Martínez
Asesor



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Asesor



Dra. Leticia Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, y al programa de **Produccion Agropecuaria**, por la oportunidad que me brindo para llevar a cabo mis estudios de Maestria.

Al CONACyT por el apoyo económico para realizar los estudios de Maestria.

Un gran agradecimiento a mi asesor de tesis el **Dr. Juan Antonio Encina Dominguez** un gran investigador y distinguida persona. Gracias por su tiempo, paciencia, consejos, enseñanzas brindadas y asesorías para concluir este trabajo, las cuales sin duda hicieron de mí un mejor profesionista. Por ese apoyo incondicional que siempre me ha brindado. Gracias.

Al Dr. Perpetuo Alvarez Vazquez agradezco su acompañamiento durante todo este proceso, por sus consejos, por compartir sus experiencias y aprendizajes, que sin duda me han hecho ser mejor persona y profesionista. Por eso y mucho más solo puedo decir Gracias.

Dr. Miguel Mellado Bosque por ser parte de este equipo de trabajo, por la asesoría, acompañamiento, consejos y por el apoyo brindado en las revisiones de tesis, por sus sugerencias y valiosas opiniones. Gracias.

Dr. Jose Eduardo Garcia por su gran apoyo en la realización de este trabajo, y en mi formación como profesionista y en su valioso tiempo dedicado a la revision de este trabajo y sus valiosas opiniones. Gracias.

DEDICATORIA

A MI MADRE

Esmeralda Marquez Marquez

*Por haberme moldeado como la persona que soy,
por educarme y sobre todo por el amor que siempre me has brindado,*

Gracias mama.

A MI FAMILIA, PADRE Y HERMANOS

*Por su apoyo sin medida en todo momento,
por apoyarme en cada decisión y proyecto.*

Gracias.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	.ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivo general.....	3
1.3 Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Caracterización de la especie estudiada.....	4
2.2 Pastizales en México y Coahuila.....	5
2.3 Sucesión ecológica.....	6
2.4 Tipos de sucesión ecológica.....	7
2.4.1 Sucesión primaria.....	7
2.4.2 Sucesión secundaria.....	7
2.5 Mecanismos sucesionales.....	7
2.6 Maleza ruderal y arvense.....	8
2.7 Especies exóticas o invasoras.....	9
2.8 Diversidad y riqueza de especies.....	10
2.9 Métodos para medir la diversidad alfa.....	11
2.9.1 Índice de Margalef.....	11
2.9.2 Índice de dominancia de Simpson.....	12
2.9.3 Índice de Shannon-Weaver (H).....	12
2.9.4 Índice de Pielou (J).....	12
2.10 Métodos para medir la diversidad beta (β).....	12
2.10.1 Índice de disimilitud /similitud.....	12
2.11 Métodos para medir la diversidad Gamma (γ).....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Área de estudio.....	14
3.2 Metodología.....	16

3.3 Tratamientos aplicados.....	16
3.3.1 Tratamiento 1:	16
3.3.2 Tratamiento 2:	16
3.3.3 Tratamiento 3:	16
3.4 Determinación de riqueza de especies	16
3.5 Composición florística	17
3.6 Diversidad de especies	19
3.7 Tendencia en la acumulación de especies	19
3.8 Capacidad de rebrote.....	20
3.9 Radiación solar interpretada.....	20
3.10 Análisis estadístico.....	21
IV. RESULTADOS	22
4.1 Riqueza y diversidad de especies	22
4.2 Estadística comparativa.....	25
4.2.1 Análisis de varianza (ANOVA)	25
4.3 Capacidad de rebrote.....	27
4.4 Altura de la planta	29
4.5 Intercepción luminosa	30
V. DISCUSIÓN.....	33
5.1 Composición florística	33
5.2 Diversidad y riqueza de especies	35
5.3 Capacidad de rebrote.....	36
5.4 Altura.....	37
5.5 Intercepción luminosa	37
VI. CONCLUSIONES	38
VII. REFERENCIAS	39
VIII. ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Estación del año, número de corte y fechas de muestreo de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>), en el Municipio de Saltillo, Coahuila, México.....	21
Cuadro 2.	Atributos estructurales de un zacatal dominado por zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) aplicando un corte a 10 cm del suelo en primavera. Valores son media \pm desviación estándar.....	23
Cuadro 3.	Atributos estructurales de un zacatal dominado por zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) aplicando un herbicida en su dosis mínima (2.3 L/ha). Valores son media \pm desviación estándar.....	23
Cuadro 4.	Atributos estructurales de un zacatal dominado por zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) en el Sureste de Coahuila. Valores son media \pm desviación estándar.....	24
Cuadro 5.	Índices de diversidad de Margalef, Shannon, Pielou y Simpson para los tratamientos establecidos.....	24
Cuadro 6.	Producción de biomasa (kg MS ha ⁻¹) de zacate picoso (<i>A. clandestina</i>) sometido a diferente método de control, en el Noreste de México.....	28
Cuadro 7.	Altura (cm) del zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) sometido a diferentes métodos de control, en el Noreste de México.....	30
Cuadro 8.	Intercepción luminosa (%) de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) sometido a diferente método de control, en el Noreste de México.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Temperatura media y precipitación en las diferentes estaciones y fechas de muestreo en el rancho “Los Ángeles”, Municipio de Saltillo, México.....	14
Figura 2.	Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, Coahuila, México.....	15
Figura 3.	Distribución de los tratamientos dentro de un conglomerado. T1 = Corte del follaje de la especie, T2 = Aplicación de herbicida y T3 = Testigo.....	16
Figura 4.	Distribución de los cuadrantes de 4 m ² (2 × 2 m) dentro de cada parcela, por tratamiento y repetición.....	17
Figura 5.	Tendencia en la curva de acumulación de especies de los tratamientos corte, herbicida y testigo mediante el ajuste de la ecuación de Clech.....	22
Figura 6.	Altura del zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) por efecto de corte (defoliación de la planta a 10 cm del suelo), herbicida (glifosato a una mínima dosis= (2.3 L/ha) y testigo (parcelas sin impactar). Se muestran medias ± error estándar. Medias con distinta letra difieren (p<0.05).....	25
Figura 7.	Cobertura aérea de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) por efecto de corte (defoliación de la planta a 10 cm del suelo), herbicida (glifosato a una mínima dosis= (2.3 L/ha) y testigo (parcelas sin impactar). Se muestran medias ± error estándar. Medias con distinta letra difieren (p<0.05).....	26
Figura 8.	Densidad de zacate picoso (<i>Amelichloa clandestina</i>) derivada de corte (defoliación de la planta a 10 cm del suelo), aplicación de herbicida (glifosato a una mínima dosis= (2.3 L/ha) y testigo (parcelas sin impactar). Valores son medias ± error estándar). Medias con distinta letra difieren (p<0.05).....	27

RESUMEN**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE UN ZACATAL DE *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth, DONDE SE APLICÓ CORTE Y HERBICIDA EN EL RANCHO LOS ÁNGELES, COAHUILA, MÉXICO****SAIT JUANES MÁRQUEZ****TESIS****Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:****MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA****UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO****Asesor:****Dr. Juan Antonio Encina Domínguez**

El abandono de áreas cultivadas y el sobrepastoreo del pastizal semidertico propician la invasión de especies oportunistas. En el sureste de Coahuila, el zacate picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Backworth) es una planta oportunista que cubre áreas agrícolas abandonadas, debido a su gran capacidad para colonizar terrenos de cultivo abandonados. En dos áreas de zacatal de 40 y 60 ha cada una, ubicadas en el Rancho Los Ángeles, al sureste de Coahuila, México. Se evaluaron tres tratamientos: Corte de la especie, aplicación de un herbicida (glifosato) y un testigo (área sin impactar), con seis repeticiones por tratamiento. Se delimitaron parcelas de 10 x 10 m (100 m²). Para probar el resultado de los tratamientos y determinar los cambios en la riqueza y diversidad de especies, se midió la cobertura de las especies y altura. Se determinó la producción de biomasa, radiación solar interpretada, de *A. clandestina*. La aplicación de herbicida dio como resultado mayor riqueza y diversidad de especies con 2.46 nats para el índice de Shannon, lo cual revela una diversidad media. El menor rendimiento de biomasa se presentó en el corte C1 en verano con 449 kg MS ha⁻¹ para el sitio uno y en el sitio dos en el corte C7 en primavera con 496 kg MS ha⁻¹. En conclusión, la aplicación mínima de herbicida ayuda a controlar a la especie *A. clandestina* y a reducir su producción de biomasa y de esta manera incrementa la riqueza de especies.

Palabras clave: Capacidad de rebrote, Diversidad de especies, Herbicida, Planta oportunista.

ABSTRACT**ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A GRASSLAND OF *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth, WHERE CUTTING AND HERBICIDE WERE APPLIED IN LOS ANGELES RANCH, COAHUILA, MEXICO****SAIT JUANES MÁRQUEZ****THESIS****Presented as a partial requirement to obtain the degree of:****MASTER IN AGROPECUARIAN PRODUCTION SCIENCE****UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO****Adviser:****Dr. Juan Antonio Encina Domínguez**

The abandonment of cultivated areas and the overgrazing of the semi-arid pasture favor the invasion of opportunistic species. In the southeast of Coahuila, the spiny grass (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Backworth) is an opportunistic plant that covers abandoned agricultural areas, due to its great capacity to colonize abandoned farmlands. In two zacatal areas of 40 and 60 ha each, located in Rancho Los Ángeles, southeast of Coahuila, Mexico. Three treatments were evaluated: cutting of the species, application of a herbicide (glyphosate) and a control (area without impact), with six repetitions per treatment. 10 x 10 m (100 m²) plots were delimited. To test the results of the treatments and determine the changes in the richness and diversity of species, the coverage of the species and height was measured. The biomass production, interpreted solar radiation, of *A. clandestina* was determined. Herbicide application resulted in higher species richness and diversity with 2.46 nats for the Shannon index, which reveals a medium diversity. The lowest biomass yield was presented in cut C1 in summer with 449 kg DM ha⁻¹ for site one and in site two in cut C7 in spring with 496 kg DM ha⁻¹. In conclusion, minimal herbicide application helps control *A. clandestina* species and reduce its biomass production and thus increases species richness.

Keywords: Regrowth capacity, Species diversity, Herbicide, Opportunistic plant.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas áridos y semiáridos cubren una gran porción de la superficie planetaria, debido a la influencia humana, su degradación es un problema grave y su rehabilitación es importante desde la perspectiva de la producción y la ecología (Aronson *et al.*, 1993). Un problema son las plantas invasoras, ya que tienen un impacto negativo en la vegetación por su capacidad para competir con las especies del lugar (Kettenring y Adams, 2011), modifican la composición de especies, amenazan la biodiversidad, y reducen la productividad de los ecosistemas (Ehrenfeld, 2010; Bajwa *et al.*, 2016). Si estas especies no se controlan, afectarán el rendimiento y valor nutricional del forraje, incrementando los costos de producción y manejo del ganado, además de hacer que el pastoreo sea difícil, reducen la tasa de reproducción, y el aumento de peso del animal (Pellegrini *et al.*, 2007).

La productividad y preservación de los pastizales son factores relevantes para mantener los sistemas de producción animal. Así mismo, la permanencia de los pastizales estriba en la capacidad vegetal para reestablecer los vástagos muertos y conservar una densidad de población estable, esto depende directamente de la combinación de los patrones estacionales en su proceso de crecimiento, pérdida y supervivencia (Ramírez-Reynoso *et al.*, 2011). Por su parte Bedoya-Patiño *et al.* (2010) estipulan que, para la permanencia y la recuperación de la vegetación, se requiere de material de propagación en el suelo (banco de semillas).

En los últimos años, se han producido cambios en el uso de la tierra, que están involucrado en el cambio climático global, perturbando procesos y ciclos biogeoquímicos como el ciclo hidrológico y el ciclo del carbono (Lambin, 1994). El cambio en el uso del suelo modifica las características ambientales en múltiples escalas espaciales (Tscharntke *et al.*, 2012). A escala del paisaje, las actividades humanas modifican el tipo y distribución de la cobertura del suelo (Fahrig *et al.*, 2011). Una reducción de vegetación original en el paisaje puede afectar la población de especies (Martensen *et al.*, 2012). No obstante, el acrecentamiento de la cobertura terrestre en un paisaje puede sustentar poblaciones de especies que utilizan los recursos proporcionados (Tscharntke *et al.*, 2012). En la escala del hábitat local, un resultado común del cambio de uso del suelo es el reemplazo del

bosque con vegetación más estructurada, a ser dominada por árboles más simples o pastizales más pequeños (Brawn *et al.*, 2001).

Posterior a la supresión de actividades humanas, los terrenos abandonados son colonizados por la vegetación a través de la sucesión secundaria que comienza con especies herbáceas y algunas arbustivas que, en ausencia de disturbios, pueden formar comunidades boscosas (Prévosto *et al.*, 2006). Por su parte Sluiter (2005) menciona que, la velocidad a la que ocurre los cambios succionales dependen de elementos afines con las particularidades del suelo, el clima, la distancia de otras comunidades vegetales y los tipos anteriores de actividades agrícolas, entre otros.

En el sureste de Coahuila, posterior al abandono de las tierras de cultivo, se establece el zacate picoso (*Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth debido a su capacidad para colonizar terrenos impactados. Habita en lugares con disturbio, en suelos calcáreos, en matorrales, zacatales y bosques de pino piñonero entre los 800 y 2,100 m de altitud. En México, su distribución abarca las entidades de Coahuila y Nuevo León, es una especie endémica del Desierto Chihuahuense, introducida al oeste de Texas. Su presencia se registró por vez primera en el condado de Kimble a principios de la década de 1950 y se estableció en el valle del río San Saba en la década de 1960 (Russell y Landers, 2017). Sin embargo, una identificación errónea impidió que se registrara oficialmente en Texas hasta 1987. Desde entonces se ha extendido por toda la Planicie de Edwards y partes del centro de Texas (Backworth *et al.*, 1989).

1.1 Justificación

La presente investigación evaluó el efecto del corte de vástagos y la aplicación de herbicida a *Amelichloa clandestina*, especie que se establece después del abandono de áreas agrícolas en el rancho “Los Ángeles, Saltillo, Coahuila, México. Con la información obtenida en este estudio se pretende generar información para su control. Además de evaluar la riqueza de especies que aparecen después de la supresión de *Amelichloa clandestina*.

1.2 Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de corte y aplicación de herbicida en el control de *Amelichloa clandestina*, especie oportunista en el zacatal mediano abierto en el sureste de Coahuila, México.

1.3 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del corte de vástagos y aplicación de herbicida sobre *Amelichloa clandestina* en la riqueza y diversidad de especies.
- Determinar la producción de biomasa de *Amelichloa clandestina*, bajo diferentes estrategias de manejo, para determinar el mejor control de la especie.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Caracterización de la especie estudiada

Amelichloa clandestina (Hack.) Arriaga & Backworth

Sinonimia (s): *Stipa clandestina* Hack. Familia: Poaceae

Planta amacollada con culmos de 50-90 cm de alto, 1-2.9 de espesor, erecto, glabros; nudos usualmente 3. Hojas en su mayoría basales, conspicuamente 2 clasificadas. Hojas erectas, de 10-50 cm de largo, con los bordes enrollados o doblados, y de 2-4 mm de ancho cuando están planas, con una punta marrón afilada, cuando están secas. Tallos con inflorescencias de menos de 1 m de altura. El tallo de la inflorescencia presenta una única panícula o racimo con forma de espiga delgada y densa terminal, con sus ramas contraídas; presencia frecuente de panículas cleistogamas (ocultas) en las axilas de sus vainas basales. Panículas de 10-20 cm de longitud, 1-5 cm de ancho, bases a veces incluidas en las vainas de las hojas. Aristas de 11-23 mm, dos veces geniculados (dobladas dos veces) Semillas de 3 mm de largo, 1-1.4 mm de grosor, con costillas longitudinales lisas (Arriaga y Backworth, 2006).

Amenaza ecológica: Debido a sus hojas punzantes el ganado no consume el zacate *Amelichloa clandestina*. Esto ocasiona que el ganado pisotee la vegetación y compacte el suelo. Además, se propaga por semillas abiertas presentes en las panículas como por las semillas cleistogamas. Por lo anterior, la propagación de este zacate podría ser un problema en los zacatales.

Biología y Propagación: Por semillas. Además de las semillas en las panículas, hay semillas "ocultas" en las vainas basales de las hojas.

2.2 Pastizales en México y Coahuila

Los pastizales son comunidades vegetales donde las Poaceae, que crecen principalmente en valles con suelos de profundidad media, como en pendientes ligeramente inclinadas, están ampliamente distribuidas en México y América del Norte (Rzedowski, 1975). Se distribuyen en regiones de clima templado y semiseco, en altitudes entre 1,100 a 2,500 m, con temperatura promedio de 12 a 20 °C y 300-600 mm de lluvia anual, la mayor parte ocurre en el verano de junio a septiembre (Rzedowski, 2006).

Los pastizales en Coahuila de Zaragoza se distribuyen en fracciones delimitadas que varían en dimensión, cubriendo alrededor del 8 % de la extensión total del estado (Villarreal y Valdés, 1992-1993).

De acuerdo con el ordenamiento ecológico del estado de Coahuila, las áreas de pastizal cubren 6.18 % de la superficie del estado (ICE, 2001). Sin embargo, Vásquez (1973) menciona que la superficie mejor conservada de pastizal en el estado de Coahuila se presenta en el rancho experimental Los Ángeles, situado a 32 km orientación sur de Saltillo. Para tal propiedad el pastizal mediano abierto es la vegetación dominante, la cual está integrada por ecotipos de los géneros *Aristida*, *Bouteloua* y *Muhlenbergia*, así como especies leñosas aisladas.

De acuerdo con Luebert y Becerra (1998) la diversidad y cantidad de los tipos de vegetación que existe en un ecosistema son indicadores importantes al momento de realizar análisis de la biodiversidad con fines de promover su conservación. Por su parte Abbott (2006) menciona que los pastizales son de importancia ecológica y económica, son de gran valor debido a que en ellos se desarrolla la ganadería, la fauna, y promueven procesos hidrológicos y recreativos, además de su importancia en su variabilidad biológica.

En la zona norte de México, un 80 % de la superficie pertenece a los pastizales, es por ello por lo que es la fuente principal de forraje, desde el inicio de 1985 se visualizó la problemática que exhibían los pastizales: sobreutilización, incursión de arbustivas,

erosión, plantas dañinas para el ganado. Se han encontrado disminuciones de biomasa de 1961 a la actualidad de 10 a 85 %, dependiendo del tipo de pastizal, en este caso, se debe tener variación de sistemas de producción para rehabilitar pastizales degradados (Melgoza-Castillo, 2006).

2.3 Sucesión ecológica

De acuerdo con Odum (1972) la sucesión se determina por: 1) Ser un proceso delineado y previsible de mejora de una agrupación vegetal que percibe cambios en su estructura, 2) Efecto de la modificación del medio físico por la propia comunidad, no obstante, el medio físico condiciona la velocidad y tipo de cambio. 3) Finaliza con un ecosistema estabilizado donde se mantiene la máxima biomasa por unidad de energía y la mejor optimización de relaciones simbióticas entre especies. Por su parte, Margalef (1983) expone que el término de sucesión ecológica se comprende como la tendencia de las comunidades a cambiar sucesivamente. En este proceso, que involucra la sustitución de algunas especies de plantas por otras, se desarrollarán juntas en una organización más mayor, que finalizara en la etapa clímax, que es la etapa de madurez mayor. La máxima madurez en los biomas se alcanza en ambientes en donde la producción excedente, en vez de invertirse dentro del ecosistema, se vierte fuera de este, por lo que ha incitado a la degradación de los pastizales por sub-aprovechamiento; causas que han sido relacionadas con el avance de la ganadería en sistemas extensivos, y el avance de la sucesión hacia la vegetación leñosa o herbácea (Lindroth, 1989).

De acuerdo con Walker y Del Moral (2003), la sucesión ecológica implica el reemplazo de elementos como dióxido de Carbono, Agua, Nitrógeno, fosfatos, musgos, líquenes, gramíneas, arbustos, arboles del ecosistema por otros de alto o bajo impacto para el mismo, esto sucede en el transcurso del tiempo. Por ejemplo, en una zona alterada por la deforestación, se inicia un crecimiento inicial de plantas pioneras, luego estas serán reemplazadas por especies arbóreas hasta convertirse en un bosque secundario

2.4 Tipos de sucesión ecológica

2.4.1 Sucesión primaria

Es la colonización y establecimiento de especies pioneras en zonas que nunca habían tenido ningún tipo de cobertura vegetal, por ejemplo, zonas con lava volcánica esterilizada, dunas costeras y están relacionadas con las condiciones físicas del ambiente y nutrientes disponibles en el suelo (Alcaraz, 2013). La sucesión primaria es un proceso de desarrollo de los ecosistemas a partir de superficies estériles, donde ha existido graves perturbaciones que han destruido con gran parte de la actividad biológica (Calvo, 2007). Cada fase que ocurre en la sucesión produce cambios en el ambiente, lo cual provoca una situación más favorable para especies invasoras, pero es habitual que las plantas pioneras inhiban el desarrollo de especies exóticas, por medio de la producción de sustancias alelopáticas (Odum y Barret, 1986).

2.4.2 Sucesión secundaria

Morlans (2005) define la sucesión secundaria como la vegetación que aparece en sitios donde previamente han sido ocupados por cobertura vegetal destruida o afectada por acciones naturales, como inundaciones o actividades agropecuarias, o procesos de deforestación. Es ahí cuando el ecosistema empieza con el proceso de sucesión en donde aparece una composición florística inicial como hierbas, gramíneas, luego arbustos y finalmente árboles. La sucesión secundaria se presenta después de la destrucción de la vegetación original por causas humanas o naturales y de esta forma se presenta la recuperación ecológica (Alcaraz, 2013).

2.5 Mecanismos sucesionales

De acuerdo con Alcaraz (2013) la sucesión ecológica tiene tres mecanismos:

- a) **Facilitación:** Proceso interespecífico, es decir, que algunas especies pioneras facilitan la aparición de otras especies tardías.
- b) **Inhibición:** Es el proceso donde no se permite la aparición de las especies tardías, es decir, existe competencia entre especies.

- c) Tolerancia: Es el evento donde las especies pioneras no inciden en el desarrollo de otras, es decir, su existencia no afecta la aparición de otras.

2.6 Maleza ruderal y arvense

Las plantas indeseables se diversifican en dos grupos:

1. Las arvenses, están ligadas a áreas de cultivo, donde el suelo es removido constantemente, por tanto, las plantas nativas que crecen en el campo agrícola se denominan arvenses (Villaseñor *et al.*, 2013). Estas especies son consideradas aquellas plantas superiores que, por desarrollarse a la par de cultivos, alteran o reprimen la presencia de especies de interés agronómico y disminuyen sus rendimientos y/o calidad (Roschewitz *et al.*, 2005).

Por su parte Cerrudo *et al.* (2012) indican que las especies arvenses coexisten con los cultivos y en su manejo se debe considera la selección y protección de especies nobles que ofrezcan cobertura al suelo, pero evitar la competencia con la especie de interés durante el período crítico de competencia.

2. Las especies ruderales, son las establecidas en los establecimientos humanos y otros entornos modificados, como huertos, jardines, terrenos baldíos, basureros, escombros, ruinas, tejados o bien que invaden las orillas de caminos de comunicación como, la vía férrea y carreteras (Rzedowski, 2006; Villaseñor *et al.*, 2013). La vegetación ruderal son las especies que surgen en sitios alterados por factores humanos, son especies que aprovechan los cambios ambientales, que ofrecen oportunidades para la población de especies que existen en el banco de semillas del suelo, la mayoría de las plantas estimadas ruderales concuerdan con la flora arvense, son aquellas que aparecen espontáneamente (Alemán-Zeledón *et al.*, 2012).

2.7 Especies exóticas o invasoras

Una de las razones de mayor amenaza para la diversidad es la introducción de especies exóticas no nativas que desarrollan un procedimiento invasivo, que trata del desplazamiento de especies nativas por lo cual causa graves daños a los ecosistemas (CONABIO, 2014). Para un productor agropecuario, las especies exóticas se componen de plantas perjudiciales que deben ser suprimidas de las áreas de producción, debido a que en la mayoría de las especies forrajeras ocasiona daños económicos de mayor o menor grado (Sabbatini *et al.*, 2004). Estas especies se caracterizan por su rápido crecimiento, fácil reproducción, muy agresivas en competencia y capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales (Rojas-Garcidueñas y Vázquez, 1995).

Las especies que ocupan espacios útiles para la actividad agropecuaria son transportadas por el mismo humano, superando obstáculos geográficos, reproductivos y ambientales, estableciendo poblaciones viables. Sus estrategias de difusión son propicias para su desarrollo e impactan negativamente la predominancia y traslado de material reproductivo de especies autóctonas, afectando los ambientes donde se introducen (ISSG, 2010).

López *et al.* (2011) explican que el transporte de especies invasoras por el hombre se logra presentar de dos formas: 1) intencional: Está relacionado con la introducción de intereses económicos o sociales, y accidentales que trata de transporte de especies sin un propósito y sin ningún conocimiento. Las especies introducidas deben pasar por ciertas etapas antes de que puedan considerarse invasoras, tales etapas definen el proceso de invasión biológica, después de la introducción, las especies que pueden reproducirse y producir poblaciones se consideran como especies establecidas, y si tienen un impacto negativo durante la transmisión, se consideran especies invasoras.

Se considera que las especies invasoras son las impulsoras de la disminución de la biodiversidad y los cambios adversos en los ecosistemas (Vilà *et al.*, 2006). Las invasiones de plantas exóticas tienen un impacto perjudicial en la biodiversidad y la composición florística de poblaciones de plantas nativas (Hejda *et al.*, 2017). No obstante, el efecto de las plantas sin interés agronómico sobre la vegetación varía según las características de

las especies invasivas (Fried *et al.*, 2014). Las plantas invasoras pueden desplazar o suprimir las plantas nativas a través de una competitividad superior, alterando los procesos de los hábitats, como el ciclo de nutrientes del suelo y los flujos de agua, o regímenes de perturbaciones (Gaertner *et al.*, 2014). En particular, las especies invasoras son capaces de formar poblaciones densas y pueden tener un efecto en la diversidad de especies nativas a nivel comunitario y reducir la diversidad de especies en niveles más altos (Hejda *et al.*, 2009).

2.8 Diversidad y riqueza de especies

Halffter (1995) estipulo “biodiversidad es la derivación del curso evolutivo donde se establecen diferentes formas de vida”. Así mismo, la selección y mutación determinan la cantidad y las características de biodiversidad existente en un lugar y momento determinado. Genéticamente existen diferencias en el comportamiento fisiológico, morfológico y etológico, de los fenotipos, reflejo de los contrastes en los modelos de desarrollo, la historia de vida y la demografía.

Solbrig (1991) explica que la biodiversidad tiene la propiedad de que los distintos seres vivos son variados, por lo tanto, cada categoría de entidad como las células, los genes, ecosistemas e individuo, tiene más de una expresión. La diversidad es una disposición de la variedad de un sistema, en la cuestión de los ecosistemas, la diversidad se describe como la diferencia biológica, esto significa, que es el número y la igualdad de distintos factores biológicos contenidos en el sistema (Halffter, 1995).

La percepción de diversidad de especies proporciona un marco teórico muy sustancial en la estructura y organización de las comunidades bióticas (Magurran, 1988). En las últimas décadas se ha dado atención especial a la evolución de los procesos que establecen la diversidad de las poblaciones (Ricklefs y Schluter, 1993), lo que ha dado debates sobre la importancia relativa de los factores ambientales y biológicos (variabilidad ambiental vs Competencia) (Grant, 1986).

La diversidad de una comunidad es un entorno de su riqueza y de su equidad. El cambio común de los dos componentes establece el cambio de diversidad. Tramer (1969) estudió el efecto de la riqueza y la equitatividad sobre la diversidad en condiciones ambientales contrastantes, propuso que en un entorno favorable la diversidad varía según los cambios en la riqueza, el nivel de los recursos será estable en el tiempo y las poblaciones estarán cerca del equilibrio, de manera que los cambios en la diversidad se deberán casi exclusivamente a la presencia o ausencia de tipos de recursos y a la consiguiente adición o sustracción de especies que los exploten (cambios en riqueza).

Tramer (1969) explica que en ambientes rigurosos los cambios en la diversidad dependen de los cambios en la equidad. En ambientes rigurosos las poblaciones estarían debajo de sus niveles de equilibrio y serán más propensas a disminuir en función de la disponibilidad de sus recursos. De este modo, los cambios en la diversidad estarán determinados por la diversificación de la equitatividad.

2.9 Métodos para medir la diversidad alfa

De acuerdo con Moreno (2001) explica que la diversidad es la cantidad de especies en una determinada área, medida por dos métodos: La riqueza específica se determina según el número presente de especies y la estructura de la distribución simétrica midiendo el valor de importancia que se cataloga en términos de dominio y equidad comunitaria.

Por su parte Smith (2001) menciona que existen varios tipos de diversidad: la diversidad α (alfa), diferencia en diversidad entre regiones o diversidad β y la diversidad γ (gamma) que combina a las dos primeras. La diversidad α , es la riqueza de una específica especie, dentro de una comunidad considerada uniforme.

2.9.1 Índice de Margalef

Este es un método simple de medir la diversidad porque provee datos sobre la riqueza de especies de la flora. Calcula el número de especies por número de individuos o el número de especies por superficie (Margalef, 1969).

2.9.2 Índice de dominancia de Simpson

Considera la posibilidad de que dos especímenes seleccionados al azar de la población pertenezcan a la misma especie (Simpson, 1949).

2.9.3 Índice de Shannon-Weaver (H)

Considera la riqueza de especies y su abundancia, enlaza el número de especies con la proporción de individuos que conciernen a cada una de ellas. Conjuntamente, calcula la similitud de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon y Weaver, 1949).

2.9.4 Índice de Pielou (J)

Expresa la similitud en la repartición de individuos entre especies. medido mediante la comparación de la diversidad observada en una comunidad con la máxima diversidad de una comunidad hipotética con la misma cantidad de especies (Moreno, 2001).

2.10 Métodos para medir la diversidad beta (β)

Es la diversidad entre hábitats, se refiere al porcentaje de substitución de especies o permutación biológico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972)., la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente ya que se basa en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). La diversidad beta se basa en diferencias o proporciones . Estas proporciones se pueden evaluar en función de índices de disimilitud o similitud.. Está basado en: Datos cualitativos (ausencia-presencia). Datos cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie, biomasa, densidad, cobertura etc.) (Wilson y Shmida, 1984; Magurran, 1988).

2.10.1 Índice de disimilitud /similitud

Representa el grado de similitud entre dos comunidades debido a la existencia de especies presentes en ellas, , se describe como el canje de especies entre dos muestras (Pielou, 1975; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995).

El coeficiente de similitud se utiliza para comparar comunidades con diferentes atributos. Además de utilizarse para otros tipos de comparaciones, como, comparar comunidades vegetales o animales en distintos sitios con diferente porcentaje de perturbación. Como : bosque impactado vs. bosque poco impactado. Los índices de similitud más usados son los de Jaccard y Sorensen (Mendoza, 2013).

2.11 Métodos para medir la diversidad Gamma (γ)

La diversidad gamma es la riqueza en especies de un conjunto de entornos (cuenca hidrología, paisaje, etc.) como es el resultado de la diversidad alfa de las comunidades y del porcentaje de diferencia que existe entre ambas (diversidad β) (Whittaker, 1972).

Mendoza (2013) menciona que la diversidad gamma (γ) puede colacionar extensas áreas que contienen múltiples comunidades biológicas, este índice se adquiere empleando: la riqueza de especies, el índice de Simpson y el índice de Shannon.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El estudio se efectuó en el rancho Los Ángeles, pertenencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuya superficie es de 7,000 ha y se ubica a 34 km al sur de Saltillo, entre las coordenadas latitud norte ($25^{\circ} 04' 12''$ y $25^{\circ} 08' 51''$) y longitud oeste ($100^{\circ} 58' 07''$ y $101^{\circ} 03' 12''$), con una altitud de 2,150 m, representadas en la Figura 2. El uso del suelo es el pastoreo de ganado Charolais además de ganado equino. El clima dominante según el sistema de clasificación de climas de Köeppen, modificado por García (2004) presenta la fórmula climática [BWhw(x') (e)] semiárido, con invierno fresco, y temperatura media anual que oscila entre 18 y 22 °C, con presipitacion anual de 350 mm, (Figura 1) distribuidas en verano e invierno (López-Santos *et al.*, 2008). El estudio se ejecutó en dos áreas abandonadas en el 2012 de 40 y 60 ha. Los suelos son de origen aluvial, se encuentran en tierras bajas, que forman parte del valle, los suelos son profundos con perfiles y horizontes bien definidos, característicos de vegetación de tipo pastizal, son de tono café y pardo rojizo claro. Son suelos de tipo Feozem calcarico y el área de estudio está rodeada por un zacatal semidesértico dominado por el zacate búfalo *Bouteloua dactyloides* (Domínguez, 2019).

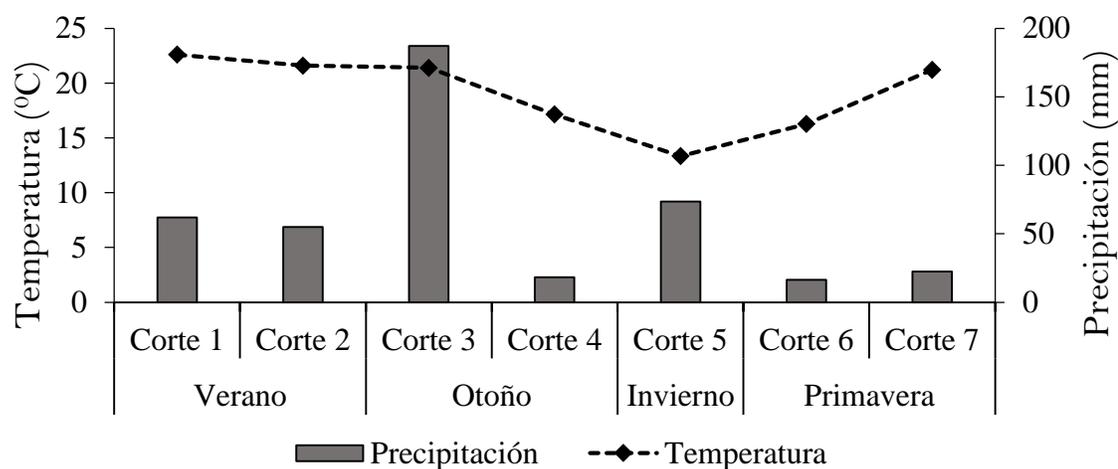


Figura 1. Temperatura media y precipitación en las diferentes estaciones y fechas de muestreo en el rancho “Los Ángeles”, Municipio de Saltillo, México.

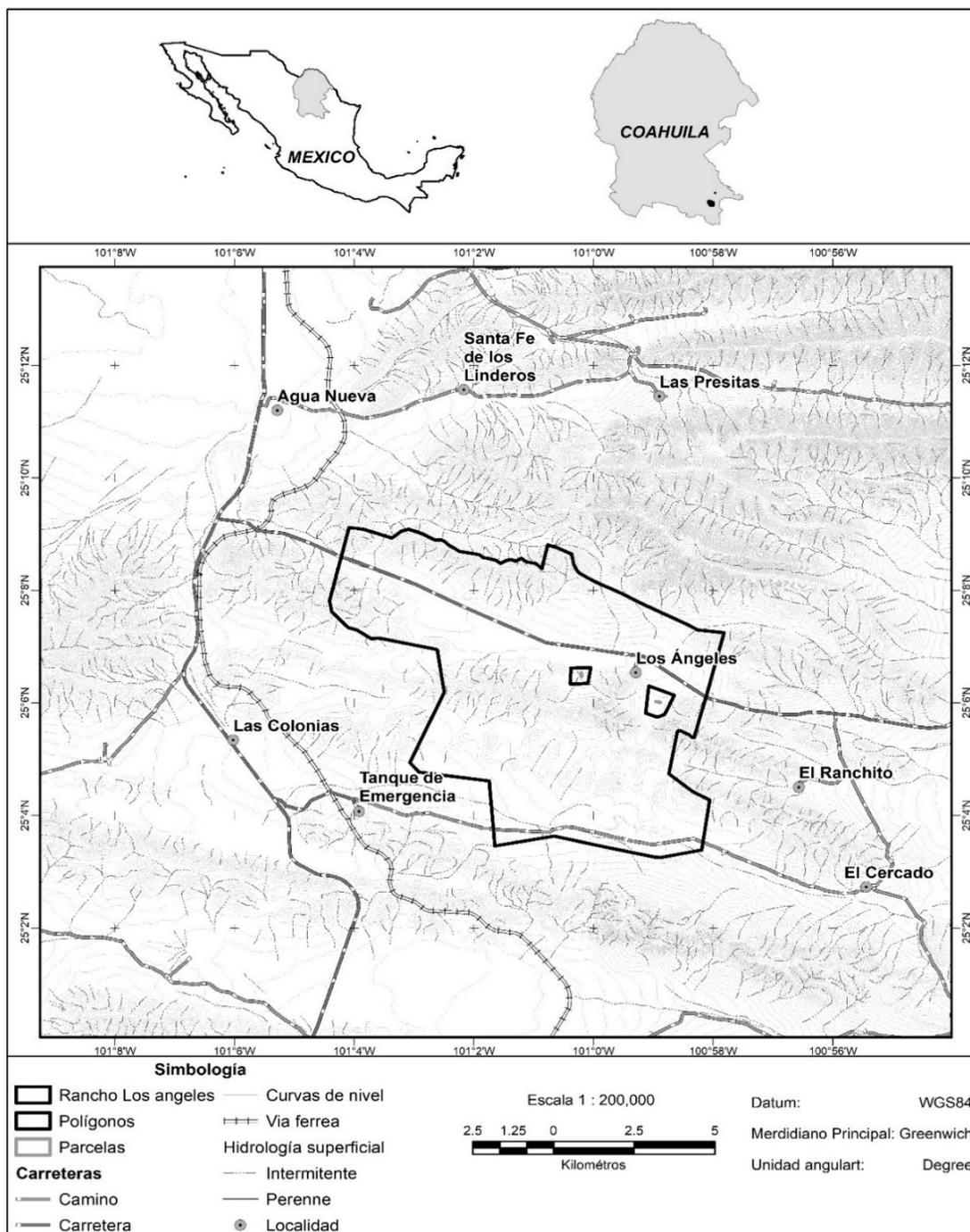


Figura 2. Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, Coahuila, México.

3.2 Metodología

En las áreas se establecieron 18 parcelas de 10×10 m, con 5 m de separación, donde se ubicaron los tres tratamientos con seis repeticiones (Figura 3).

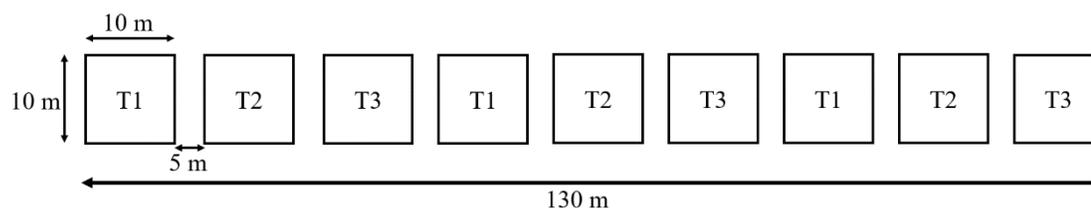


Figura 3. Distribución de los tratamientos dentro de un conglomerado. T1 = Corte del follaje de la especie, T2 = Aplicación de herbicida y T3 = Testigo.

3.3 Tratamientos aplicados

3.3.1 Tratamiento 1: Se cortó *A. clandestina* a una altura de 10 cm del suelo, en primavera. Todo el follaje cortado (hojas y culmos) se dejaron dentro de la parcela para su descomposición e integración al suelo.

3.3.2 Tratamiento 2: Se aplicó una dosis mínima del herbicida glifosato (2.3 L/ha) (Russell y Landers, 2017), complementado con 15 mL de jabón líquido como adherente. La aplicación se realizó en primavera.

3.3.3 Tratamiento 3: Considerado como testigo, en el cual no se impactó la superficie de las parcelas.

3.4 Determinación de riqueza de especies

Durante la temporada de lluvias en las unidades experimentales se midió la cobertura de las especies que estaban presentes, utilizando una escala cualitativa. Se ubicaron cinco cuadrantes de 4 m^2 (2×2 m) (Figura 4) dentro de cada parcela, y en cada cuadrante se identificaron las especies presentes, cobertura y altura. Así mismo, se recolectaron ejemplares de especies que no fueron posible identificarlas en campo. Posteriormente se identificaron en laboratorio. La distribución de las especies se determinó consultando el

listado florístico de flora de Coahuila por (Villarreal-Quintanilla, 2001) y gramíneas de Coahuila (Valdés-Reyna, 2015). Para la clasificación en familias y la aplicación de nombres científicos se siguió la base de datos The Plant List (2020).

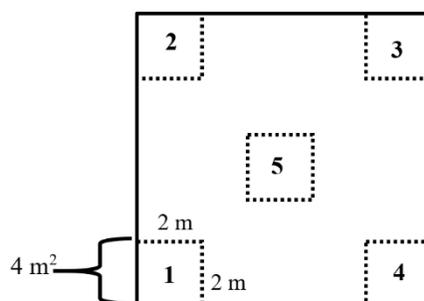


Figura 4. Distribución de los cuadrantes de 4 m² (2 × 2 m) dentro de cada parcela, por tratamiento y repetición.

3.5 Composición florística

Fue utilizado el índice de valor de importancia (VIR), mediante la cuantificación de este, para determinar la composición florística de las especies, al sumar los valores de frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa, e indicando dentro de una comunidad la relevancia ecológica relativa de las especies (Matteucci y Colma, 1982).

Los atributos utilizados fueron:

$$\mathbf{VIR = DeR + DoR + FcR}$$

Donde:

VIR = Índice de valor de importancia relativo

FcR = Frecuencia relativa

DoR= Dominancia relativa

DeR= Densidad relativa

$$\mathbf{De = N_i \times S / sn}$$

Donde:

De = Densidad (número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad)

sn = superficie del muestreo y densidad total

S = superficie (ha)

N_i = Número de individuos de la especie

$$\mathbf{DeR = (De \times 100 / \Sigma De)}$$

Donde:

DeR = Densidad relativa de la especie i respecto a la abundancia total

ΣDe = Sumatoria de densidad de las especies presentes

De = Densidad (número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad)

Dominancia: Una especie es dominante cuando tiene una gran influencia sobre la composición y forma de la comunidad. Son especies de gran importancia ecológica y abundantes dentro de la comunidad.

Dominancia (Do)

$$\mathbf{Do = N_i \times S / sn}$$

N_i = número de individuos de la especie.

sn = superficie del muestreo y densidad total.

S = superficie (ha).

$$\mathbf{DoR = (Do \times 100 / \Sigma Do)}$$

Donde:

ΣDo = Sumatoria de la dominancia de todas las especies.

DoR = Dominancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total

Frecuencia: Número de veces que se registra una especie en una parcela o puntos de muestreo.

$$F_c = \sum n_i$$

$\sum n_i$ = sumatoria del número de especies que se encuentran dentro de las unidades de muestreo.

F_c = frecuencia de la especie.

Frecuencia relativa

$$F_cR = (F_c \times 100 / \sum F_c)$$

F_cR = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total.

$\sum F_c$ = Sumatoria de la densidad de todas las especies.

F_c = frecuencia de la especie.

3.6 Diversidad de especies

Después de realizar la identificación de las especies en cada sitio, fueron calculados los índices: Margalef, Pielou (J), Simpson (D) y Shannon-Weaver (H), considerados los más utilizados en estudios de ecología. La diversidad, como valor único combina las cuantificaciones de equitatividad y riqueza específica, que finalmente son los factores que determinan la diversidad de un grupo de individuos.

3.7 Tendencia en la acumulación de especies

En los estudios ecológicos uno de los principales objetivos es conocer cuántas especies habitan en cierta área (Moreno *et al.*, 2011). Uno de los métodos a utilizar para saber la riqueza total de especies de grupo de individuos son las curvas de tendencia de acumulación de individuos, las cuales revelan el número de individuos de una especie que se acumulan conforme al aumento del esfuerzo de colecta en un sitio, de esta forma, la abundancia de especies aumentará hasta alcanzar el mayor número de especies y se normalizará en una asíntota. (Escalante, 2003).

Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas mediante el programa Estimate S, donde se registraron el número de muestras y promedio acumulado del número de especies. Con el programa STATISTICA 10 estadístico, se accedió al módulo de estimación no lineal, donde se ajusta al modelo de Clench. Posteriormente, se estimó los parámetros del modelo, mediante el método de Quasi Newton y Simplex. En los resultados se registró el coeficiente de determinación (R^2) y los parámetros a y b de la función en la gráfica de la función ajustados a los datos.

3.8 Capacidad de rebrote

Para determinar la capacidad de rebrote se estimó el rendimiento de biomasa de *Amelichloa clandestina*, en cada parcela experimental cosechando a 10 cm la parte aérea presente en dos cuadrantes de 1 m² (1 × 1 m). El muestreo se realizó cada dos meses, a excepción del segundo muestro que fue a un intervalo de 30 días (Cuadro 1). El forraje cosechado se colocó en bolsas de papel etiquetadas, y se sometió a un proceso de deshidratación en estufa de aire, a temperatura de 60 °C durante 48 h, a peso constante. Una vez terminado el secado, se determinó el peso de la materia seca, para establecer la productividad por unidad de superficie (kg MS ha⁻¹).

3.9 Radiación solar interpretada

Antes de cada corte, se tomaron tres lecturas de radiación solar interceptada al azar con el método de la regla de madera, por repetición en cada tratamiento. Las lecturas se realizaron entre las 12:00 y 13:00 h, para lo cual se colocó la regla sobre la superficie del suelo bajo el dosel, con orientación sur-norte y se cuantificaron los centímetros sombreados, que representan el porcentaje de radiación interpretada por el dosel de *A. clandestina*, tomando como 100 %, los 100 cm de la regla y por diferencia se determinó el porcentaje de intercepción luminosa.

3.10 Análisis estadístico

Se analizaron los datos usando un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Para decretar el efecto de la fecha de muestreo y tratamiento sobre la disminución de biomasa. Se efectuó un análisis estadístico (ANOVA), utilizando el programa estadístico JMP 15, en las variables altura, cobertura aérea y densidad. Al detectar efecto de los tratamientos, se relizaron comparaciones de medias para conocer la significancia ($\neq < >$) entre tratamientos mediante la prueba Tukey (0.05).

Cuadro 1. Estación del año, número de corte y fechas de muestreo de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), en el Municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Estación del año	Número de corte	Fecha
Verano	C1V	01-jul-19
Verano	C2V*	31-jul-19
Otoño	C3O	23-sep-19
Otoño	C4O	24-nov-19
Invierno	C5I	25-ene-20
Primavera	C6P	31-mar-20
Primavera	C7P	04-jun-20

Los cortes se llevaron a cabo cada dos meses a excepción del corte 2 (*lapso de un mes).

IV. RESULTADOS

4.1 Riqueza y diversidad de especies

Se identificaron 52 especies, en 48 géneros y distribuidas en 20 familias botánicas. Las familias con máximo número de individuos por especie fueron: Asteraceae con (16) especies, Poaceae (7), Convolvulaceae (4) y Lamiaceae con (4) (Apéndice 1). De las cuales 31 especies son perennes y 21 son anuales, y las especies que tienen mayor riqueza son, *A. clandestina*, *Anoda cristata*, *Dyssodia papposa* y *Eruca vesicaria*. La figura 5, muestra un valor de riqueza de 77 % para el corte, 82 % para el herbicida y 77 % para el testigo.

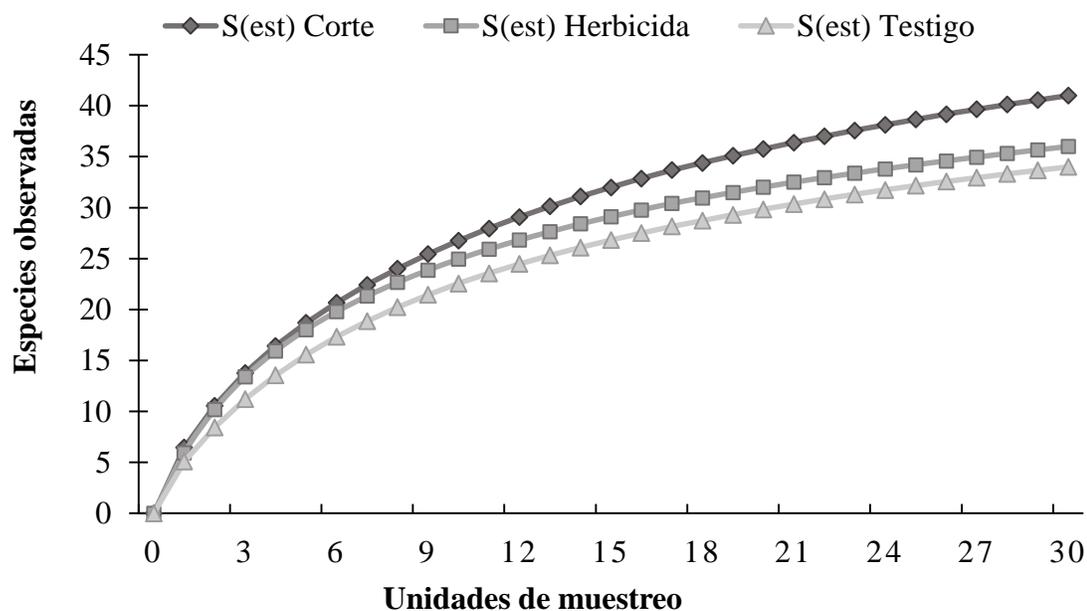


Figura 5. Tendencia en la curva de acumulación de especies de los tratamientos corte, herbicida y testigo mediante el ajuste de la ecuación de Clech

Para el tratamiento de corte, *A. clandestina*, presentó el VIR más alto y la mayor densidad de ind/ha seguido por *Anoda cristata*, *Salvia reflexa*, *Helianthus laciniatus* y *Dyssodia papposa*.

El total de la suma del VIR de estas cinco especies representa el 69 % del total de VIR y el 31 % restante corresponde a las demás especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos estructurales de un zacatal dominado por zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) aplicando un corte a 10 cm del suelo en primavera. Valores son media \pm desviación estándar.

Especie	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	36.9 \pm 10.4	77,083 \pm 26,130	52.2
<i>Anoda cristata</i>	6.0 \pm 3.7	5,166 \pm 7,483	4.9
<i>Salvia reflexa</i>	21.9 \pm 14.1	83.3 \pm 456	4.6
<i>Helianthus laciniatus</i>	23.3 \pm 9.53	416 \pm 1,326	4.1
<i>Dyssodia papposa</i>	11.0 \pm 8.59	2,583 \pm 14,149	3.3
Otras especies (36)	11.4 \pm 13.1	1,083 \pm 1,335	30.8

VIR = Índice de valor de importancia relativo.

En el caso del tratamiento donde se aplicó un herbicida, *A. clandestina* presentó el valor de VIR más alto y la mayor densidad de *A. clandestina*. La especie *Eruca vesicaria* presentó el segundo valor más alto para VIR y densidad por unidad de área, *Anoda cristata* y *Sanvitalia angustifolia* presentaron valores medios de VIR y densidad. El VIR de la suma de estas cinco especies es 46.9 % del total de VIR y el 53.1 % corresponde a las demás especies (Cuadro 3).

Cuadro 3. Atributos estructurales de un zacatal dominado por zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) aplicando un herbicida en su dosis mínima (2.3 L/ha). Valores son media \pm desviación estándar.

Especie	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	17.5 \pm 21.1	6,750 \pm 11,241	15.1
<i>Dyssodia papposa</i>	12.3 \pm 5.6	5,333 \pm 7,871	8.9
<i>Eruca vesicaria</i>	5.5 \pm 5.4	333 \pm 864	8.8
<i>Anoda cristata</i>	9.2 \pm 10.1	333 \pm 1,826	8.7
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	5.7 \pm 3.63	1,250 \pm 4,489	5.4
Otras especies (31)	11.5 \pm 9	2,828 \pm 4,023	53.1

VIR = Índice de valor de importancia relativo.

La especie con VIR y densidad más alto en el testigo fue *A. clandestina*, le sigue *Oenothera kunthiana*, *Anoda cristata*, *Helianthus laciniatus* y *Erigeron pubescens*, estas cinco especies suman el 79% del total de VIR, y el 21% restante corresponde a las demás especies (Cuadro 4).

Cuadro 4. Atributos estructurales de un zacatal dominado por zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) en el sureste de Coahuila. Valores son media \pm desviación estándar.

Especie	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	VIR (%)
<i>Amelichloa clandestina</i>	54.3 \pm 9.6	49,833 \pm 13,080	56.7
<i>Oenothera kunthiana</i>	7.6 \pm 7.5	2,083 \pm 3,353	5.206
<i>Anoda cristata</i>	5.1 \pm 2.1	167 \pm 634	4.160
<i>Helianthus laciniatus</i>	16.4 \pm 10.2	333 \pm 1,269	3.222
<i>Erigeron pubescens</i>	10.2 \pm 9.7	167 \pm 913	2.674
Otras especies (29)	16.5 \pm 14.7	1,034 \pm 1,414	28.041

VIR = Índice de valor de importancia relativo.

El índice de diversidad de Shannon presentó valores intermedios para el tratamiento de corte, para el de herbicida se presentó el valor más alto y para el testigo fue el menor. El índice de equitatividad para Pielou en el herbicida fue mayor para el herbicida y menor para el testigo. Para el índice de Simpson, que determinan la dominancia de una especie, fue mayor para el uso del herbicida y menor para el testigo. El índice de riqueza de Margalef fue mayor para el corte y menor para el testigo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índices de diversidad de Margalef, Shannon, Pielou y Simpson para los tratamientos establecidos.

Tratamiento	A	P	Índice de riqueza (Margalef)	Índice de diversidad (Shannon)	Equitatividad (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
Testigo	17	17	4.78	1.46	0.41	0.83

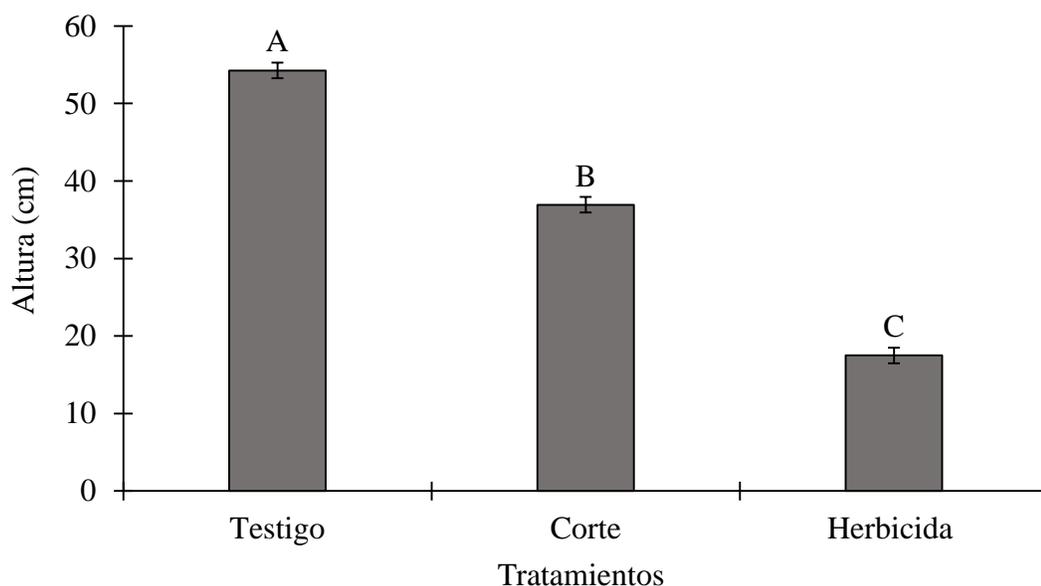
A =Especiees anuales P = Especies perennes

4.2 Estadística comparativa

4.2.1 Análisis de varianza (ANOVA)

La altura de *A. clandestina* fue mayor ($p < .0001$) en el testigo y menor en el terreno donde se usó el herbicida. La comparación de medias (Tukey = 0.05), registró el promedio más alto en el tratamiento testigo (54.26 cm), seguido de corte (36.93 cm) y el herbicida (17.49 cm; Figura 6).

Figura 6. Altura del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) por efecto de corte



(defoliación de la planta a 10 cm del suelo), herbicida (glifosato a una mínima dosis= (2.3 L/ha) y testigo (parcelas sin impactar). Se muestran medias \pm error estándar. Medias con diferente literal mayúscula ($p < 0.05$).

La cobertura aérea de *A. clandestina* fue mayor ($p < .0001$) en el tratamiento testigo y menor donde se aplicó herbicida.

En la Figura 7 se observa la cobertura aérea de *A. clandestina* para cada tratamiento, la comparación de medias (Tukey =0.05), registró los valores más altos en el testigo (21.74 cm²), seguido del corte (14.91 cm²) y el herbicida (7.38 cm²).

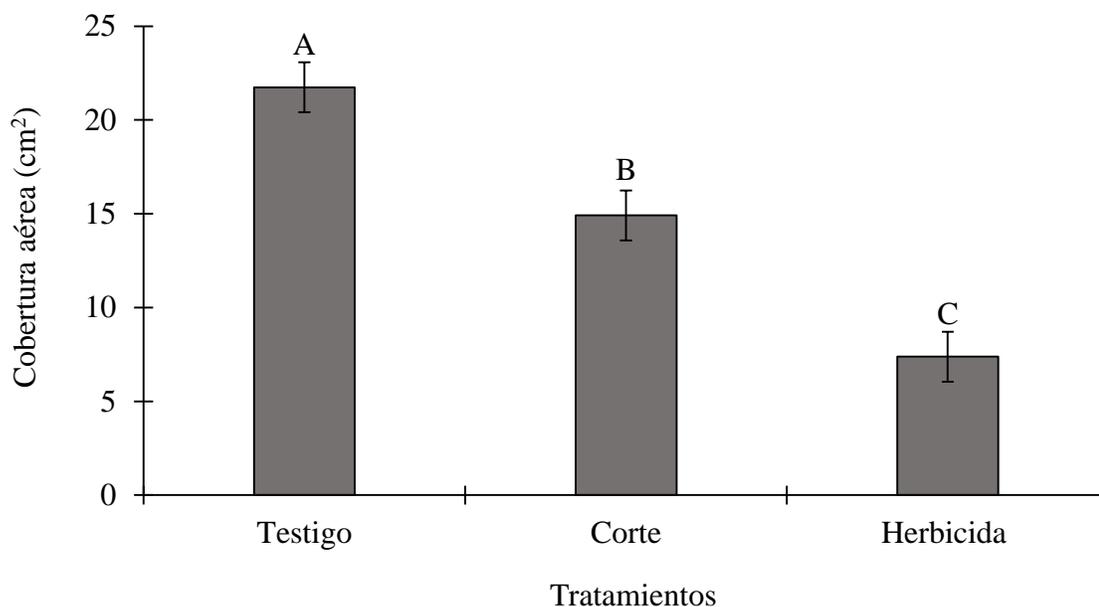


Figura 7. Cobertura aérea de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) por efecto de corte (defoliación de la planta a 10 cm del suelo), herbicida (glifosato a una mínima dosis= (2.3 L/ha) y testigo (parcelas sin impactar). Se muestran medias \pm error estándar. Medias con diferente literal mayúscula ($p < 0.05$).

En la Figura 8 se muestra que la densidad de *A. clandestina* fue mayor ($p < .0001$) en el tratamiento de corte y más baja en el terreno donde se aplicó el herbicida.

Para cada tratamiento, la comparación de medias (Tukey =0.05), registró que el corte es el que tiene el promedio mayor 77,083 ind/ha, seguido por el testigo con 49,833 ind/ha y el herbicida registró el menor promedio con 6,750 ind/ha.

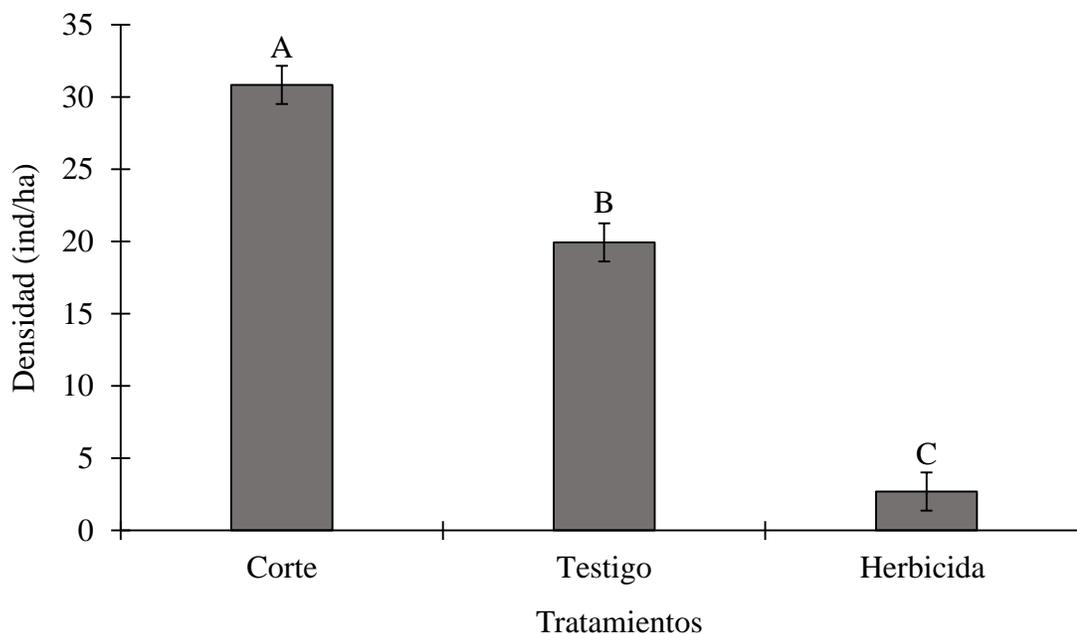


Figura 8. Densidad de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) derivada de corte (defoliación de la planta a 10 cm del suelo), aplicación de herbicida (glifosato a una mínima dosis= (2.3 L/ha) y testigo (parcelas sin impactar). Valores son medias \pm error estándar). Medias con diferente literal mayuscula ($p < 0.05$).

4.3 Capacidad de rebrote

La producción de biomasa aérea por tratamiento para controlar la dominancia de *A. clandestina*, en cada fecha de corte, en dos sitios del zacatal, se muestra en el cuadro 6. Se registró el efecto de sitio experimental, tratamiento y fecha de corte ($p < 0.05$). Los promedios por tratamiento, dentro de cada fecha de corte fueron contrastantes entre sitios, ya que mostraron que la menor producción de biomasa en el sitio uno, se presentó en los C1V, y en el sitio dos, en el C7P. La mayor biomasa producida se registró en el C6P en el sitio uno y en el C3O en el sitio dos. Estas tendencias fueron similares en el T1 (corte de la planta) en ambos sitios, donde fue menor la producción de biomasa al inicio del estudio, ya que la planta iniciaba su rebrote después de ser defoliada, y aumentó conforme fue recuperando su follaje.

En el T2 (aplicación de herbicida), se observó una disminución de la biomasa presente conforme avanzó el estudio, lo cual, puede atribuirse a un efecto cada vez mayor del herbicida sobre la sobrevivencia de la planta. Por su parte, el T3 (testigo), denotó un efecto de las condiciones del clima presentes en cada estación del año (Figura 1), donde las mayores y menores producciones de biomasa se presentaron en las estaciones de primavera e invierno, respectivamente (C6P y C7P), en el sitio uno. Sin embargo, estas diferencias no se registraron en el sitio 2 ($p>0.05$).

Independientemente de la fecha de cosecha, las comparaciones entre tratamientos mostraron que en el sitio 1 los tratamientos que mejor controlaron *A. clandestina* fueron T2 y T3, respecto a T1, ya que en este último se presentó la mayor cantidad de biomasa, al irse recuperando la planta después del corte. Sin embargo, en el sitio dos los tratamientos T1 y T2 redujeron ($p<0.05$) la biomasa producida respecto al T3, lo que representó una reducción de la biomasa presente del T1 y T2, respecto al T3, del 26.5 y 19.7 %, respectivamente.

Cuadro 6. Producción de biomasa (kg MS ha⁻¹) de zacate picoso (*A. clandestina*) sometido a diferente método de control, en el Noreste de México.

Fechas de muestreo	Tratamientos			EEM	P	\bar{x}
	T1	T2	T3			
	Sitio 1					
C1V	129 Bd	657 Aa	562 Aab	50.75	<.00014	449 c
C2V*	276 Bcd	633 Aa	560 Aab	75.77	<.00235	490 bc
C3O	670 Abc	626 Aa	638 Aab	121.36	<.01675	645 abc
C4O	1218 Aa	581 Ba	470 Bab	110.13	<.00063	757 ab
C5I	1143 Aab	570 Bab	373 Bb	112.76	<.00062	696 abc
C6P	1440 Aa	382 Bab	845 ABa	302.17	<.00814	889 a
C7P	997 Aab	293 Bb	635 ABab	147.27	<.008	668 abc
EEM	186.23	99.04	149.24			95.10
P	<.0001	<.0064	<.0623			<.0054
\bar{x}	839 A	534 B	583 B	77.63	<.0459	
	Sitio 2					
C1V	191 Bb	782 Aa	841 Aa	122.63	<.0137	605 ab
C2V*	401 Aab	624 Aab	782 Aa	146.15	<.1756	602 ab
C3O	611 Aab	626 Aab	980 Aa	209.29	<.2189	739 a
C4O	666 Aa	611 Aab	645 Aa	115.68	<.8747	640 ab
C5I	680 Aa	521 Aab	735 Aa	163.41	<.6147	645 ab
C6P	536 Aab	499 Aab	567 Aa	152.82	<.8098	534 ab

C7P	615 Aab	381 Ab	492 Aa	187.89	<.656	496 b
EEM	154.05	111.18	176.89			73.80
P	<.0264	0.0337	<.1178			0.0428
\bar{x}	529 B	578 AB	720 A	60.84	<.0872	

Valores con la misma letra mayúscula entre tratamientos y misma letra minúscula entre fecha de muestreo, no son diferentes ($p>0.05$). T1 = Corte de la planta, T2 = aplicación de herbicida, T3 = Testigo (parcelas sin impactar). EEM = error estándar de la media. Los cortes se llevaron a cabo cada dos meses a excepción del corte 2 (*En un lapso de un mes). C1V = Corte uno en verano, C2V = Corte dos en verano, C3O = Corte tres en otoño, C4O = Corte cuatro en otoño, C5I = Corte cinco en invierno, C6P = Corte seis en primavera, C7P = Corte siete en primavera

4.4 Altura de la planta

La altura promedio de *A. clandestina* por sitio, tratamiento y por fecha de muestreo, se presentan en el cuadro 7. Se observó efecto de sitio, tratamiento y fecha de corte ($p<0.05$). Los promedios por fechas de muestreo para el sitio no mostraron que la menor altura de *A. clandestina* se presentó en las fechas C6P y C7P. La mayor altura se registró en el C2V y C3O; para el sitio uno y para el sitio dos la mayor altura se encontró en el C3O y la menor en el C6P. En T1 en ambos sitios, *A. clandestina* comenzó con una menor altura al inicio del estudio, ya que, la planta iniciaba su rebrote después de ser defoliada, y aumentó conforme pasó el tiempo y se fue recuperando.

En el T2 se observó una disminución de la altura conforme fue avanzó el tiempo, lo cual, puede atribuirse a un efecto cada vez mayor del herbicida sobre la sobrevivencia de la planta. En el T3 se observó efecto de las condiciones climáticas presentes en cada estación (Figura 1), donde las mayores y menores alturas se registraron en otoño y primavera (C3O y C7P), respectivamente, para el sitio uno y de igual manera para el sitio dos, otoño presentó la mayor altura y primavera la menor (C4O y C7P). Las diferencias entre tratamientos se presentaron dentro de todas las fechas de muestreo, sobresaliendo el T3, seguida del T2, y la menor altura en el T1, que representó una reducción de la altura del T1 y T2 respecto al T3, del 40 y 28 %. Para el sitio dos la mayor altura se presentó, en el T3, seguida del T2 y la menor altura se registró en el T1, que representó una reducción de la altura del T1 y T2 respecto al T3, del 42 y 35 %.

comenzó con una menor IL al inicio del estudio, ya que la planta tenía menor cantidad de tallos debido a la defoliación, y aumentó conforme pasó el tiempo ya que se fue recuperando y comenzó a interceptar mayor luz solar. En el T2 se observó una disminución de la IL conforme avanzó el tiempo, esto se atribuyó al efecto del herbicida sobre la sobrevivencia de la planta. En el T3 se observó efecto de las condiciones climáticas presentes en cada estación (Figura 1), donde las mayores y menores intercepciones luminosas en %, se presentaron en otoño y primavera, respectivamente (C4O y C7P) para el sitio uno.

De igual manera, para el sitio dos, otoño y verano presentaron la mayor IL (C4O y C7P) y primavera la menor (C6P). Diferencias entre tratamientos se presentaron entre todas las fechas de muestreo. El T3 fue la que registró la mayor IL seguida del T2 y la menor en el T1 para el sitio uno, que representó una reducción de IL del T1 y T2 respecto al T3, del 26 y 50%, respectivamente. Para el sitio dos la IL mayor se presentó, en el T3, seguida del T2 y la menor IL se registró el T1, que representó una reducción de la IL del T1 y T2 respecto al T3, del 34 y 37%.

Cuadro 8. Intercepción luminosa (%) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) sometido a diferente método de control, en el Noreste de México.

Fechas de muestreo	Tratamientos			EEM	P	\bar{x}
	T1	T2	T3			
	Sitio 1					
C1V	24 Bb	70 Aa	69 Aab	3.88	<.0005	54 a
C2V*	23 Bb	70 Aa	74 Aa	6.99	<.0036	56 a
C3O	25 Bb	70 Aa	64 Aba	4.75	<.0017	53 a
C4O	61 Aa	52 Aab	85 Aa	15.89	<.2772	66 a
C5I	51 ABa	46 Bab	83 Aa	11.97	<.0887	60 a
C6P	41 Aab	41 Aab	81 Aa	15.12	<.0926	54 a
C7P	25 Ab	23 Ab	45 Ab	16.29	<.3058	31 b
EEM	7.71	10.67	9.36			5.20
P	<.0002	<.0018	<.0005			<.0001
\bar{x}	36 B	53 AB	72 A	8.32	<.0347	
	Sitio 2					
C1V	37 Bb	58 Aab	74 Aab	6.80	<.0158	57 ab
C2V*	30 Bb	75 Aa	89 Aa	11.25	<.0142	65 a
C3O	44 Ab	41 Abc	60 Abc	11.26	<.3329	48 b
C4O	67 Aa	44 Bbc	89 Aa	8.41	<.0189	67 a

C5I	39 Bb	26 Cdc	64 Aabc	2.78	<.0005	43 b
C6P	11 Bc	8 Bd	39 Ac	5.33	<.0089	19 c
C7P	7 Bc	4 Bd	53 Abc	6.03	<.0027	21 c
EEM	5.37	8.17	9.87			5.1961
P	<.0001	<.0001	<.0007			<.0001
\bar{x}	34 B	37 B	67 A	4.05	<.0025	

Valores con la misma letra mayúscula entre tratamientos y misma letra minúscula entre fecha de muestreo, no son diferentes ($p>0.05$). T1 = Corte de la planta, T2 = aplicación de herbicida, T3 = Testigo (parcelas sin impactar). EEM = error estándar de la media. Los cortes se llevaron a cabo cada dos meses a excepción del corte 2 (*En un lapso de un mes). C1V = Corte uno en verano, C2V = Corte dos en verano, C3O = Corte tres en otoño, C4O = Corte cuatro en otoño, C5I = Corte cinco en invierno, C6P = Corte seis en primavera, C7P = Corte siete en primavera

V. DISCUSIÓN

5.1 Composición florística

Las curvas de tendencia en la acumulación de especies son relevantes debido a que consideran la nula o baja presencia o abundancia de una especie en una comunidad vegetal en un área en particular (Koellner *et al.*, 2004). Se determinó que el valor de la riqueza correspondió a 77 % para el corte y testigo y 82 % para el herbicida, y de acuerdo con Jiménez-Valverde (2000) el muestreo fue suficiente para determinar la riqueza de especies.

La flora registrada representa el 1.71 % de la flora reportada para Coahuila (Villarreal-Quintanilla, 2001). La riqueza específica del zacatal es menor que la reportada para un campo de cultivo abandonado en Pomacancha–Junín, Perú, para donde se registraron 79 especies (Cano y Marino, 2018), y para un zacatal de *Pleuraphis mutica* con 109 (Encina-Domínguez *et al.*, 2014). Por su parte Rzedowski (1992) menciona que los pastizales y matorrales albergan 6,000 especies (20 % de la flora total), el 0.86 % de esas especies se presentan en el zacatal de *A. clandestina*.

Las familias más significativas fueron: Asteraceae con 16 especies, Poaceae (7), Convolvulaceae y Lamiaceae (4). Para la familia Asteraceae la misma tendencia se exhibe en el pastizal halófilo que se encuentra en el noreste de México (Estrada-Castillón *et al.*, 2010). El alto número de especies de la familia Asteraceae coincide con otras regiones de México (Villaseñor y Espinosa, 1998) y es debido al alto número de géneros y especies, en especial de herbáceas, que posee esta familia (Katinas *et al.*, 2007, Villaseñor y Ortiz, 2014). Las 16 especies de la familia Asteraceae representan el 3.06 % de las 522 reportadas para el estado de Coahuila de zaragoza (Villarreal-Quintanilla *et al.*, 1996). Las siete especies registradas de la familia Poaceae representan el 2.2 % de las 319 reportadas para Coahuila por Valdés-Reyna (2015). Para la familia Convolvulaceae se registraron cuatro especies, que representan el 11.7 % de las 34 reportadas para Coahuila (Villarreal-Quintanilla, 2001), y de las cuatro especies encontradas de la familia Lamiaceae

representan el 4.6 % de las 87 reportadas para Coahuila por Martínez-Gordillo *et al.* (2017).

Los resultados indican que los tratamientos de corte, herbicida y testigo, presentaron diferencias en el VIR de las especies totales, pero en el caso de *A. clandestina* para los tres tratamientos presentó mayor VIR, por ello es la dominante en el zacatal y los bajos valores del VIR en la mayoría de las especies indican que son de menor dominancia florística de acuerdo al criterio de Soler *et al.*, (2012). La riqueza del zacatal estudiado aumenta en la temporada de lluvias, esto concuerda con Pausas y Austin (2001) que mencionan que la riqueza del estrato herbáceo aumenta en la estación lluviosa y en áreas con mayor disturbio debido al pastoreo.

Los altos valores de VIR presentes en *A. clandestina*, se atribuyen al avance en la sucesión secundaria, y la ausencia de pastoreo. La primera etapa de sucesión, favorece a las especies herbáceas perennes, mientras tanto, las anuales tienden a desaparecer (Noy-Meir *et al.*, 1989). Por su parte Morlans (2005) menciona que las especies anuales tiene una gran capacidad de dispersión y un crecimiento rápido. De acuerdo con Alcaraz (2013), el mecanismo de sucesión denominado facilitación, es un proceso interespecífico, es decir que algunas especies pioneras facilitan la aparición de otras tardías.

Para este estudio se consideran que *Anoda cristata*, *Dyssodia papposa*, *Eruca vesicaria* y *Salvia reflexa*, aparecieron después del abandono de las tierras de cultivo. Posterior a estas, se desarrolla una secuencia de especies herbáceas perennes, que en este zacatal *A. clandestina*, fue la que se estableció debido a la alta producción de semilla, lo que favoreció su establecimiento (Backworth *et al.*, 1989). Se caracterizan por ser especies oportunistas, de nichos ecológicos amplios, que se pueden reproducir cuando existen recursos disponibles (Sarandón y Flores, 2014), por lo tanto, *A. clandestina* dominó en la sucesión por su habilidad competitiva. La competencia establece la abundancia de especies en una comunidad vegetal (Mitchley y Grubb, 1986). La mayoría de las especies cuantificadas son perennes, lo cual indica un mayor avance en la sucesión de la vegetación y mayor estabilidad (Morlans, 2005). De acuerdo con Odum (1972), el zacatal de *A.*

clandestina esta en una etapa sucesional 3, que es la etapa temprana de hierbas perennes donde su duración en la sucesión dura de 10 a 20 años.

El índice de Shannon, que indica la diversidad de especies en una comunidad vegetal, registró valores de 1.46 a 2.46 y nats para los tratamientos de corte, herbicida y testigo, respectivamente, el índice de diversidad del tratamiento herbicida fue mayor, mientras que, los valores del corte y testigo fueron más bajos. Lo anterior indica que, los tratamientos de corte y testigo tienen una diversidad baja y el tratamiento de herbicida tiene una diversidad media, de acuerdo con el criterio de Margalef (1972) que indica que valores superiores a 3.0 son altos.

5.2 Diversidad y riqueza de especies

El índice Simpson (Simpson, 1949) indica que en el zacatal estudiado, la dominancia es alta en todos los tratamientos, también los bajos valores encontrados en el índice equitatividad de Pielou, indican que existe pocas especies que tienen la dominancia estructural en la comunidad vegetal.

La mayor riqueza de especies encontrada fue en el tratamiento de herbicida, lo que concuerda con Burge *et al.* (2017), donde la riqueza de individuos de una misma especie fue superior en las parcelas donde se aplicó glifosato, ya que se redujo la cobertura aérea de *Salix cinerea*. Por su parte Farthing *et al.* (2018) señalan que los tratamientos Multiple Mow + Glifosato, Single Mow + Glifosato y Vetch Overseed, se asociaron con una mayor riqueza de especies en todos los sitios. La biomasa reducida de *A. clandestina*, por la aplicación de los tratamientos, permitió una mayor insolación a nivel del suelo (Bobbink *et al.*, 1989), lo que aumentó la presencia de plántulas y la capacidad de competir por los recursos (White, 1973).

Para la altura de *A. clandestina* existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, demostrando que el herbicida presentó el mayor resultado en el control de la altura del zacate picoso, reduciendo la altura de 3.1 veces, en comparación del testigo, y el corte con 1.46 veces. Los resultados obtenidos concuerdan con Hillhouse *et al.* (2015),

ya que, las parcelas tratadas con imazapic + glifosato registraron mayores rendimientos en el control de gramíneas de invierno que las parcelas de control.

Para la cobertura aérea, el análisis estadístico arrojó diferencias significativas en la comparación de los tratamientos, donde el herbicida presentó mayores resultados en la disminución de la cobertura aérea seguida del corte. De acuerdo con Masters *et al.* (2001), además de Waller y Schmidt (1983), el glifosato y el glifosato + imazapic son más efectivos para reducir las gramíneas de la estación fría, sin disminuir las especies de estación cálida. Farthing *et al.* (2018) menciona que todos los tratamientos con glifosato reducen ≥ 95.36 % la cobertura de *Cynodon dactylon* en comparación con un testigo, lo cual refleja que el uso de herbicida en el control de especies, es efectivo ya que reduce la cobertura aérea.

Para la densidad de *A. clandestina* existen diferencias altamente significativas en el tratamiento de herbicida donde se encontró una densidad menor, de *A. clandestina* seguida del testigo y el corte presentó la mayor densidad, ya que al cortar el dosel germinó un elevado número de plántulas de *A. clandestina*. En el desarrollo de *A. clandestina* el mejor tratamiento que disminuyó la altura, cobertura aérea y densidad, es la aplicación de herbicida, los resultados registrados son consistentes con una investigación que utilizó tebuthiuron, glifosato e imazapyr + glifosato para reducir la producción de *A. clandestina* (Hillhouse *et al.*, 2015; Anglin, 2018).

5.3 Capacidad de rebrote

El corte estimula su recuperación a través del tiempo, por efecto del intervalo de corte (Mendoza-Pedroza, *et al.*, 2010). Al respecto con la aplicación de herbicida *A. clandestina* fue desapareciendo con el avance del estudio, lo que muestra que la planta adquiere menor capacidad de sobrevivencia al pasar el tiempo (Ramírez-Reynoso *et al.*, 2011). No obstante, un número excesivo de aplicaciones y el empleo de dosis máximas recomendadas pueden ocasionar la aparición de ecotipos de zacates con diversos grados de resistencia a cierto herbicida (Ortiz *et al.*, 1999). La producción de biomasa en T3 fue variable, lo que denota un efecto de la fecha de muestreo en combinación con las

condiciones de clima presentes en cada estación del año (Da Silva *et al.*, 2015). La comparación de los promedios de los tratamientos registró que al aplicar herbicida y dejar sin impactar el zacatal con dominancia de *A. clandestina*, la producción de biomasa se ve afectada, contrario a lo que sucede cuando se corta la especie. Sin embargo, la aplicación del herbicida reduce la producción de materia seca conforme avanza el tiempo posterior a la aplicación (Leah *et al.*, 1995).

5.4 Altura

Los resultados obtenidos muestran que cuando la planta es impactada, sea por control químico o por corte, la planta reduce su altura, no así la producción de biomasa (Cuadro 6). En T1, la planta inicio un nuevo rebrote, pero no logró recurrar la altura de un T2 o T3, aunque su desarrollo fue con menor competencia. De acuerdo con Distel *et al.* (2007), plantas indeseables pueden sobrepasar los 60 cm de altura o más dependiendo de la especie, minimizando las posibilidades del establecimiento de plántulas deseables, lo cual sugiere que *A. clandestina*, posee un alto potencial de competir por nutrientes del suelo, y ser una especie dominante (Grime, 2001).

5.5 Intercepción luminosa

En general, el T1 presentó la menor IL, pero en el T2 los individuos de *A. clandestina* se encontraban muertos, por lo tanto, ya no pudo generar más tallos y al pasar el tiempo la materia se comenzó a degradar. De acuerdo con Teuber *et al.* (2007), la aparición de hojas está ciertamente relacionada con la radiación solar y la temperatura a la cual la planta está exhibida. Esto indica que en el T2 se disminuyó la ganancia de forraje, como consecuencia de una baja en el área foliar, lo que impidió que *A. clandestina* alcanzara su índice de área foliar óptimo, que le permitiera alcanzar sus máximas tasas de desarrollo (Mendoza-Pedroza *et al.*, 2010)

VI. CONCLUSIONES

Los índices de diversidad y dominancia demuestran que el tratamiento de herbicida llevó a la mayor diversidad de especies, considerando la respuesta de la especie a los tratamientos aplicados. La aplicación del herbicida presentó el mayor incremento en la riqueza de especies, y los tratamientos que presentaron menor diversidad fue el corte seguido del testigo. Los bajos valores del VIR en la mayoría de las especies indican que son de menor dominio florístico, respecto a *A. clandestina*, la cual registró los valores más altos, lo que indica que es la especie que tiene la dominancia estructural de la vegetación.

Los tratamientos que más contribuyeron a la reducción de la biomasa del zacate picoso (*A. clandestina*) fueron la aplicación de herbicida, y el dejar sin impactar el zacatal. Sin embargo, el herbicida redujo la capacidad de sobrevivencia del zacate a través del tiempo, lo que causó una disminución de la altura, la intercepción luminosa y el diámetro de corona, por lo tanto, el uso de herbicida es un método sobresaliente para el control de *A. clandestina*. Por su parte, el corte favorece la capacidad de rebrote y la posibilidad de restablecer la presencia de zacate picoso.

VII. REFERENCIAS

- Abbott, L. B.** (2006). Grassland ecology and diversity (Ecología y diversidad de pastizales). In *n: Basurto, Xavier; Hadley, Diana, eds. 2006. Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 11-16* (Vol. 40, pp. 11-16).
- Alcaraz, F. J.** (2013). Sucesión (sindinámica). *Geobotánica, Tema, 13*, 1-15.
- Alemán-Zeledón, F.,** Quezada Bonilla, B., y Garmendia Zapata, M. A. (2012). Flora arvense y ruderal del pacífico y centro de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 272 pp.
- Anglin, L. M.** (2018). *Using Post-Emergent Herbicides To Control The Cool Season Invasive Perennial Amelichloa Clandestine* (Doctoral dissertation).
- Armstrong, R. A.** (1989). Fugitive coexistence in sessile species: models with continuous recruitment and determinate growth. *Ecology, 70*(3), 674-680.
- Aronson, J.,** Floret, C., Le Floc'h, E., Ovalle, C., y Pontanier, R. (1993). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semiarid lands. I. A view from the south. *Restoration Ecology, 1*(1), 8-17.
- Arriaga, M. O.,** y Barkworth, M. E. (2006). Amelichloa: a new genus in the Stipeae (Poaceae). *SIDA, Contributions to Botany, 145-149*.
- Baev, P. V.,** y Penev, L. D. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. *Pensoft, Sofia, Bulgaria*.
- Bajwa, A. A.,** Chauhan, B. S., Farooq, M., Shabbir, A., y Adkins, S. W. (2016). What do we really know about alien plant invasion? A review of the invasion mechanism of one of the world's worst weeds. *Planta, 244*(1), 39-57.
- Barkworth, M. E.,** Valdes-Reyna, J., y Landers Jr, R. Q. (1989). *Stipa clandestina*: New weed threat on southwestern rangelands. *Weed Technology, 699-702*.

- Bedoya-Patiño**, J. G., Estévez-Varón, J. V., y Castaño-Villa, G. J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14(2), 77-91.
- Bobbink**, R. D., Den Dubbelden, K., y Willems, J. H. (1989). Seasonal dynamics of phytomass and nutrients in chalk grassland. *Oikos*, 216-224.
- Brawn**, J. D., Robinson, S. K., y Thompson III, F. R. (2001). The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual review of Ecology and Systematics*, 32(1), 251-276.
- Burge**, O. R., Bodmin, K. A., Clarkson, B. R., Bartlam, S., Watts, C. H., y Tanner, C. C. (2017). Glyphosate redirects wetland vegetation trajectory following willow invasion. *Applied Vegetation Science*, 20(4), 620-630.
- Calvo**, J. (2007). Comunidades y sus cambios, Análisis de Sucesión vegetal. Catedra de Ecología y conservación.
- Cano**, Y., y Marino, R. (2018). Influencia del abandono de pastizales cultivados con *Lepidium meyenii* Walpers, en la diversidad florística, condición de sitio y características de suelo.
- Cerrudo**, D., Page, E. R., Tollenaar, M., Stewart, G., y Swanton, C. J. (2012). Mechanisms of yield loss in maize caused by weed competition. *Weed Science*, 60(2), 225-232.
- CONABIO**. (2014). Sistema de información sobre especies invasoras en México. <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>. (20 de enero de 2019).
- Da Silva**, S. C., Sbrissia, A. F., y Pereira, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 forage grasses-understanding plant growth for optimizing their use and management. *Agriculture*, 5(3), 598-625.
- Distel**, R. A., y Villalba, J. J. (2007). Diversidad vegetal, selección de dieta y producción animal.
- Dixon**, I. R., Dixon, K. W., y Barrett, M. (2002). Eradication of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) on Airlie Island, Pilbara Coast, Western Australia. *Turning the tide: eradication of invasive species. International Union for the Conservation of Nature SSC Invasive Species Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom*, 92-101.

- Domínguez, A. A. A.** (2019). Evaluación de la infiltración final y la producción de sedimentos en cinco tipos de vegetación, bajo tres intensidades de lluvia, en la microcuenca “Los Ángeles” Saltillo, Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Ehrenfeld, J. G.** (2010). Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 59-80.
- Encina-Domínguez, J. A., Valdés-Reyna, J., y 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, T.** (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos*, 52, 53-56.
- Espinoza, D. O., Molina-Freaner, F., y Tinoco-Ojanguren, C.** (2020). Response of four species of Sonoran Desert trees to buffel grass removal treatments. *Plant Ecology*, 1-10.
- Estrada-Castillón, E., Scott-Morales, L., Villarreal-Quintanilla, J. A., Jurado-Ybarra, E., Cotera-Correa, M., Cantú-Ayala, C., y García-Pérez, J.** (2010). Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(2), 401-416.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., y Martin, J. L.** (2011). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters*, 14(2), 101-112.
- Farrell, H. L., y Gornish, E. S.** (2019). *Pennisetum ciliare*: a review of treatment efficacy, competitive traits, and restoration opportunities. *Invasive Plant Science and Management*, 12(4), 203-213.
- Farthing, T. S., Muir, J. P., Falk, A. D., y Murray, D.** (2018). Efficacy of Seven Invasive-Bermudagrass Removal Strategies in Three Texas Ecoregions. *Ecological Restoration*, 36(4), 306-314.

- Fried, G., Laitung, B., Pierre, C., Chagué, N., y Panetta, F. D.** (2014). Impact of invasive plants in Mediterranean habitats: disentangling the effects of characteristics of invaders and recipient communities. *Biological invasions*, 16(8), 1639-1658.
- Gaertner, M., Biggs, R., Te Beest, M., Hui, C., Molofsky, J., y Richardson, D. M.** (2014). Invasive plants as drivers of regime shifts: identifying high-priority invaders that alter feedback relationships. *Diversity and Distributions*, 20(7), 733-744.
- García, E.** (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5 ed. Instituto de Geografía-UNAM: Serie Libros. México. 50 p.
- Grant, P. R.** (1986). Interspecific competition in fluctuating environments. *Community ecology*. Harper and Row, New York, 173-191.
- Grime, J. P.** (2001). Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties.
- Halfiter, G.** (1995). ¿Qué es la biodiversidad?. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 5-14.
- Hejda, M.** (2009). Species accounts of 100 of the most invasive alien species in Europe: *Impatiens glandulifera* Royle, Himalayan balsam (Balsaminaceae, Magnoliophyta). In: DAISIE, Handbook of alien species in Europe. Invading nature: Springer series in invasion ecology 3. Springer, New York, p 351.
- Hejda, M., Štajerová, K., y Pyšek, P.** (2017). Dominance has a biogeographical component: do plants tend to exert stronger impacts in their invaded rather than native range? *Journal of Biogeography*, 44(1), 18-27.
- Hillhouse, H. L., Schacht, W. H., Masters, R. A., Sleugh, B. B., y Kopp, C. W.** (2015). Tebuthiuron use in restoring degraded tallgrass prairies and warm-season grass pastures. *The American Midland Naturalist*, 173(1), 99-109.
- ICE, (Instituto Coahuilense de Ecología).** (2001). Ordenamiento ecológico de Coahuila, México. Gobierno de Coahuila. Saltillo, México.
- ISSG, (Invasive Species Specialist Group).** Base de datos global sobre especies invasoras. (2010). Grupo de especialistas de especies invasoras UICN. <http://www.issg.org/database/welcome/>
- Jiménez-Valverde, A.** (2000). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Rev Iber Aracnol*, 8, 151-161.

- Katinas, L.,** Gutiérrez, D. G., Grossi, M. A., y 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.,** y Adams, C. R. (2011). Lessons learned from invasive plant control experiments: a systematic review and metaanalysis. *Journal of applied ecology*, 48(4), 970-979.
- Koellner, T.,** Hersperger, A. M., y Wohlgemuth, T. (2004). Rarefaction method for assessing plant species diversity on a regional scale. *Ecography*, 27(4), 532-544.
- Lambin, E. F.** (1994). Modelling Deforestation processes, a review. *Research Report, Joint Research Center, Institute for Remote Sensing Applications; European Space Agency, Luxembourg.*
- Leah, R.,** Kigel, J., Svendsen, I. B., y Mundy, J. (1995). Biochemical and molecular characterization of a barley seed β -glucosidase. *Journal of Biological Chemistry*, 270(26), 15789-15797.
- Lindroth, R. L.** (1989). Biochemical detoxication: mechanism of differential tiger swallowtail tolerance to phenolic glycosides. *Oecologia*, 81(2), 219-224.
- López, D. C.,** Arboleda, N. C., y Toro, J. C. (2011). *Plantas introducidas, establecidas e invasoras en Amazonia colombiana.* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI".
- López-Santos, A.,** Zermeño González, A., Cadena Zapata, M., Gil Marín, J. A., Cornejo Oviedo, E., y Ríos Camey, M. S. (2008). Impacto de la labranza en el flujo energético de un suelo arcilloso. *Terra Latinoamericana*, 26(3), 203-213.
- Luebert, F.,** y Becerra, P. (1998). Representatividad vegetal del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile.
- Magurran, A. E.** (1988). *Ecological diversity and its measurement.* Princeton university press.
- Margalef, R.** (1969). El ecosistema pelágico del Mar Caribe. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 29, 32-36.
- Margalef, R.** (1972). *Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity.* Connecticut Academy of Arts and Sciences.
- Margalef, R.** (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega.

- Martensen**, A. C., Ribeiro, M. C., Banks Leite, C., Prado, P. I., y Metzger, J. P. (2012). Associations of forest cover, fragment area, and connectivity with neotropical understory bird species richness and abundance. *Conservation Biology*, 26(6), 1100-1111.
- Martínez-Gordillo**, M., Bedolla-García, B., Cornejo-Tenorio, G., Fragoso-Martínez, I., García-Peña, M. D. R., González-Gallegos, J. G., y Zamudio, S. (2017). Lamiaceae de México. *Botanical Sciences*, 95(4), 780-806.
- Masters**, R. A., Beran, D. D., y 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.
- Matteucci**, S. D., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación* (Vol. 22). Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.
- Melgoza-Castillo**, A. (2006). Current situation of rangelands in Mexico. In *In: Basurto, Xavier; Hadley, Diana, eds. 2006. Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 85-86* (Vol. 40).
- Mendoza**, Z. A. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador, 37(6), 82.
- Mendoza-Pedroza**, S. I., Hernández Garay, A., Pérez-Pérez, J., Quero Carrillo, A. R., Escalante Estrada, J. A. S., Zaragoza Ramírez, J. L., y Ramírez Reynoso, O. (2010). Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(3), 287-296.
- Mitchley**, J., y Grubb, P. J. (1986). Control of relative abundance of perennials in chalk grassland in southern England: I. Constancy of rank order and results of pot-and field-experiments on the role of interference. *The Journal of Ecology*, 1139-1166.
- Moreno**, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp

- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. P.** (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.
- Morláns, M. C.** (2005). Introducción a la Ecología del Paisaje. Área ecológica. Catamarca: Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.
- Nash-Suding, K., y Goldberg, D.** (2001). Do disturbances alter competitive hierarchies? Mechanisms of change following gap creation. *Ecology*, 82(8), 2133-2149.
- Noy-Meir, I., Gutman, M., y Kaplan, Y.** (1989). Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *The journal of Ecology*, 290-310.
- Odum, E. P.** (1972). Ecología, Nueva Editorial Interamericana. México, DF.
- Odum, E. P., y Barret, G.** (1986). Fundamentos de ecología. Ed. São Paulo: Cengage.
- Ortiz, A., Pacheco, M., Pérez, V., Ramos, R., y Sejías, E.** (1999). Identificación de biotipos de *Echinochloa colona* (L.) Link. potencialmente resistentes al propanil en Venezuela. *Rev. COMALFI (Colombia)*, 26, 21-27.
- Pausas, J. G., y Austin, M. P.** (2001). Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. *Journal of Vegetation Science*, 12(2), 153-166.
- Pielou, E. C.** (1975). *Ecological diversity* Wiley Interscience, New York, NY, U.S.A
- Platt, W. J., y Weis, I. M.** (1985). An experimental study of competition among fugitive prairie plants. *Ecology*, 66(3), 708-720.
- Prévosto, B., Dambrine, E., Coquillard, P., y Robert, A.** (2006). Broom (*Cytisus scoparius*) colonization after grazing abandonment in the French Massif Central: impact on vegetation composition and resource availability. *Acta Oecologica*, 30(2), 258-268.
- Ramírez-Reynoso, O., Silva, S. C. D., Hernández Garay, A., Enríquez Quiroz, J. F., Pérez, J., Quero Carrillo, A. R., y Herrera Haro, J. G.** (2011). Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv.'mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista fitotecnia mexicana*, 34(3), 213-220.
- Ricklefs, R. E., y Schluter, D.** (1993). Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives.

- Rojas-Garcidueñas, M.**, y Vázquez González, R. J. (1995). *Manual de herbicidas y fitoreguladores: aplicación y uso de productos agrícolas*. 3 ed. México. Mx: Limusa. 157 p.
- Roschewitz, I.**, Gabriel, D., Tschardtke, T., y Thies, C. (2005). The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of applied ecology*, 42(5), 873-882.
- Russell, M. L.**, y Landers, Jr. R. (2017). Mexican needlegrass. Texas A&M AgriLife Extension Service, 1-4.
- Rzedowski, J.** (1975). An ecological and phytogeographical analysis of the grasslands of Mexico. *Taxon*, 24(1), 67-80.
- 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, AC Xalapa*.
- Rzedowski, J.** (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. *México, DF, México*.
- Sabbatini, M.**, Irigoyen, J., y Vernavá, M. (2004). Estrategias para el manejo integrado de malezas: problemática, resistencia a herbicidas y aportes de la biotecnología. INTA. *Biotecnología y mejoramiento genético vegetal*.
- Sarandón, S. J.**, y Flores, C. C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables [en línea]. *SI: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*.
- Shannon, C. E.**, y Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*, by CE Shannon (and Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication), W. Weaver. University of Illinois Press. Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *nature*, 163(4148), 688-688.
- Simpson, E. H.** (1949). Measurement of diversity. *nature*, 163(4148), 688-688.
- Sluiter, R.** (2005). *Mediterranean land cover change: modelling and monitoring natural vegetation using GIS and remote sensing*. Utrecht University.
- Smith, L. R.** (2001). Ecología. Madrid, Pearson Educación. 62-64.
- Solbrig, O. T.** (1991). *Biodiversity: scientific issues and collaborative research proposals* MAB Digest 9, 77 pp. UNESCO, Paris.

- Soler, E., Berroterán, P., Gil, J., y Acosta, R. (2012).** Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Trop*, 62(1-4), 25-37.
- Teuber, K., Balocchi, L., y Parga, M. (2007).** *Manejo del pastoreo. Proyecto FIA*. INIA Remehue.
- Tramer, E. J. (1969).** Bird species diversity: components of Shannon's formula. *Ecology*, 50(5), 927-929.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batáry, P., y Ewers, R. M. (2012).** Landscape moderation of biodiversity patterns and processes eight hypotheses. *Biological reviews*, 87(3), 661-685.
- USDA, (2020).** Natural Resources Conservation Service Connecticut, Native, Invasive, and Other Plant-Related Definitions
- Valdez-Reyna, J. 2015.** Gramíneas de Coahuila. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., 556 p.
- van der Valk, A. G. y Davis C. B. (1978).** The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology* 59: 322-335.
- Vásquez, A. R. (1973).** Plan inicial de manejo de agostaderos en el rancho demostrativo.
- Vilà, M., Tessier, M., Suehs, C. M., Brundu, G., Carta, L., Galanidis, A., y Traveset, A. (2006).** Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *Journal of Biogeography*, 33(5), 853-861.
- Villarreal-Quintanilla, J. A. (2001)** *Listados florísticos de México*. XXIII. Flora de Coahuila. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 138 pp.
- Villarreal-Quintanilla, J. Á., Reyna, J. V., y Villaseñor, J. L. (1996).** Corología de las asteráceas de Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana*, (36), 29-42.
- Villarreal-Quintanilla, J. A., y Valdés-Reyna, J. (1992).** 93. Vegetación de Coahuila, México. *Revista de Manejo de Pastizales*, 6(1), 2.
- Villaseñor, J. L., Ortiz, E., Hinojosa-Espinosa, O., y Segura-Hernández, G. (2013).** Especies de la familia Asteraceae exóticas a la flora de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería. *Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Servicio*

Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria/Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario/Universidad Nacional Autónoma de México/Asociación Mexicana de Ciencia de la Maleza. México, DF, México.

- Villaseñor, R. J. L., y Espinosa G. F. J. (1998).** *Catálogo de malezas de México* Universidad Nacional Autónoma de México/ Fondo de Cultura Económica, México.
- Villaseñor, R. J. L., y Ortiz, E. (2014).** Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 134-142.
- Walker, L. R., y Del Moral, R. (2003).** *Primary succession and ecosystem rehabilitation.* Cambridge University Press.
- Waller, S. S., y Schmidt, D. K. (1983).** Improvement of eastern Nebraska tallgrass range using atrazine or glyphosate Herbicide treatments. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 36(1), 87-90.
- White, L. M. (1973).** Carbohydrate reserves of grasses: a review. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 26(1), 13-18.
- Whittaker, R. H. (1972).** Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2-3), 213-251.
- Wilson, M. V., y Shmida, A. (1984).** Measuring beta diversity with presence-absence data. *The Journal of Ecology*, 1055-1064.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Registro de especies del zacatal de *Amelichloa clandestina*

Símbología (P) especie perenne (A) especie anual (N) especie nativa (I) especie introducida. Hierbas (he), Graminea (Gr), Cactacea (Ca)

APOCYNACEAE

Asclepias brachystephana Engelm. ex Torr., PN, he

ASPHODELACEAE

Asphodelus fistulosus L., J 101, PI, he

ASTERACEAE

Cirsium texanum Buckley, J 103, PN, he

Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc., AN, he

Erigeron pubescens Kunth, J 115, PN, he

Helianthus laciniatus A. Gray, J 102, PN, he

Lactuca serriola L., J 103, AI, he

Laennecia coulteri (A. Gray) G.L. Nesom, J 110, AN, he

Machaeranthera tanacetifolia (Kunth) Nees, J 107, AN, he

Mirabilis linearis (Pursh) Heimerl, J 108, PN, he

Mirabilis oblongifolia (A. Gray) Heimerl, PN, he

Parthenium hysterophorus L., AN, he

Parthenium incanum Kunth, PN, he

Sanvitalia angustifolia Engelm. ex A. Gray, AN, he

Solidago velutina DC., J 106, PN, he

Sonchus oleraceus (L.) L., AI, he

Symphotrichum subulatum (Michx.) G.L. Nesom, AN, he

Townsendia mexicana A. Gray, J 109, PN, he

BRASSICACEAE

Eruca vesicaria (L.) Cav., AI, he

Physaria fendleri (A. Gray) O'Kane & Al-Shehbaz, J 106, PN, he

CACTACEAE

Cylindropuntia imbricata (Haw.) F.M. Knuth, PN, Ca

CONVOLVULACEAE

Convolvulus arvensis L., J 146, PI, he

Convolvulus equitans Benth., J 145, PN, he

Dichondra argentea Humb. & Bonpl. ex Willd., J 117, PN, he

Ipomoea purpurea (L.) Roth, J 149, AI, he

EUPHORBIACEAE

Euphorbia exstipulata Engelm., AN, he

Euphorbia serrula Engelm., AN, he

GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Hér., AI, he

LAMIACEAE

Marrubium vulgare L., J 125, PI, he

Monarda citriodora Cerv. ex Lag., J 126, AN, he

Salvia reflexa Hornem., AN, he

Stachys agraria Schltld. & Cham., J 127, AN, he

MALVACEAE

Anoda cristata (L.) Schltld., AN, he

Sphaeralcea angustifolia (Cav.) G. Don, PN, he

ONAGRACEAE

Gaura coccinea Nutt. ex Pursh, J 129, PN, he

Oenothera berlandieri Walp., J 130, PN, he

Oenothera kunthiana (Spach) Munz, AN, he

PAPAVERACEAE

Argemone echinata Ownbey, J 132, AN, he

POACEAE

Amelichloa clandestina (Hack.) Arriaga & Barkworth, PN, Gr

Aristida havardii Vasey, J 148, PN, Gr

Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr., J 120 PN, Gr

Disakisperma dubium (Kunth) P.M. Peterson & N. Snow, PN, Gr

Eragrostis barrelieri Daveau, AI, Gr

Muhlenbergia torreyi (Kunth) Hitchc. ex Bush, J 134, PN, Gr

Nassella tenuissima (Trin.) Barkworth, PN, Gr

POLYGONACEAE

Rumex crispus L., J 137, PI, he

RANUNCULACEAE

Clematis drummondii Torr. & A. Gray, J 139 PN, he

SCROPHULARIACEAE

Buddleja scordioides Kunth, J 140, PN, he

SOLANACEAE

Physalis longifolia Nutt., PN, he

Solanum elaeagnifolium Cav., J 141, PN, he

VERBENACEAE

Glandularia bipinnatifida (Schauer) Nutt., J 143, AN, he

Verbena neomexicana (A. Gray) Briq., J 144, PN, he

Anexo 2 . Cuadro de ANOVA (Análisis de varianza) para la altura de planta de *Amelichloa clandestina*.

Altura					
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Modelo	2	20303.489	10151.7	47.1718	<.0001*
Error	87	18723.084	215.2		
C.Total	89	39026.573			

Anexo 3. Cuadro de ANOVA (Análisis de varianza) para la variable cobertura aérea de *Amelichloa clandestina*.

Cobertura aérea					
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Modelo	2	3096.8055	1548.40	29.2408	<.0001
Error	87	4606.9592	52.95		
C.Total	89	7703.7647			

Anexo 4 . Cuadro de ANOVA (Análisis de varianza) para la densidad de *Amelichloa clandestina*.

Densidad					
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Modelo	2	7.5455e+10	3.773e+10	115.4638	<.0001
Error	87	2.8427e+10	326748084		
C.Total	89	1.0388e+11			

Anexo 5. Producción de biomasa (kg MS ha⁻¹) de zacate picoso (*A. clandestina*) sometido a diferente método de control, en el Noreste de México.

Materia seca												
Fechas de corte												
Sitio	TRAT	C1V	C2V*	C3O	C4O	C5I	C6P	C7P	\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
1	T1	129 Bd	276 Bcd	670 Abc	1218 Aa	1143Aab	1440 Aa	997 Aab	839 A	<.0001	186.2340	532.190
	T2	657 Aa	633 Aa	626 Aa	581 Ba	570 Bab	382 Bab	293 Bb	534 B	<.0064	99.0450	283.030
	T3	562 Aab	560 Aab	638 Aab	470 Bab	373 Bb	845 ABa	635 ABab	583 B	<.0623	149.2480	426.490
	\bar{x}	449 c	490 bc	645 abc	757 ab	696 abc	889 a	668 abc		<.0038	95.1180	271.810
	Pr > F	<.0013	<.0235	<.1675	<.0063	<.0062	<.0814	<.0293	<.045			
	EEM	50.753	75.777	121.363	110.132	112.762	302.177	147.2700	77.63			
	DMS	147.690	220.510	353.170	320.480	328.140	879.330	428.5600	225.93			
2	T1	191 Bb	401 Aba	611 A ba	666 Aa	680 Aa	536 Aba	615 Aba	529 B	<.0264	154.0526	440.220
	T2	782 Aa	624 Aab	626 Aab	611 Aab	521 Aab	499 Aab	381 Ab	578 AB	<.0337	111.1869	317.730
	T3	841 Aa	782 Aa	980 Aa	645 Aa	735 Aa	567 Aa	492 Aa	720 A	<.1178	176.8980	505.510
	\bar{x}	605 ab	602 ab	739 a	640 ab	645 ab	534 ab	496 b		<.0428	73.8090	210.920
	Pr > F	<.0137	<.1756	<.2189	<.8747	<.6147	<.8098	<.6560	<.0872			
	EEM	122.6320	146.1560	209.2990	115.6820	163.4140	152.8210	187.8930	60.8449			
	DMS	356.6800	425.3100	609.0600	336.6400	475.5300	444.7100	546.7700	177.060			

Valores con la misma letra mayúscula entre tratamientos y misma letra minúscula entre fecha de muestreo, no son diferentes ($p>0.05$). T1 = Corte de la planta, T2 = aplicación de herbicida, T3 = Testigo (parcelas sin impactar). EEM = error estándar de la media. DMS = Diferencia mínima significativa. Los cortes se llevaron a cabo cada dos meses a excepción del corte 2 (*En un lapso de un mes). C1V = Corte uno en verano, C2V = Corte dos en verano, C3O = Corte tres en otoño, C4O = Corte cuatro en otoño, C5I = Corte cinco en invierno, C6P = Corte seis en primavera, C7P = Corte siete en primavera

Anexo 6. Altura (cm) del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) sometido a diferentes métodos de control, en el Noreste de México

Sitio	TRAT	Altura								Pr > F	MSE	DMS
		C1V	C2V*	C3O	C4O	C5I	C6P	C7P	\bar{x}			
1	T1	29 Bab	39 Ba	39 Ba	39 Ba	31 Bab	26 Bab	21 Bb	32 C	<.0119	5.1500	14.7200
	T2	46 Ab	57 Aa	44 Bb	40 Bbc	32 Bcd	26 Bd	24 Bd	38 B	<.0001	3.1610	9.0330
	T3	48 Acd	54 Abc	67 Aa	62 Aab	53 Abcd	47 Acd	42 Ad	53 A	<.0003	4.1975	11.9500
	\bar{x}	41 bc	50 a	50 a	47 ab	39 cd	33 de	29 e		<.0001	2.4316	6.9480
	Pr > F	<.0014	<.0124	<.0409	<.0074	<.0097	<.0348	<.0015	<.0001			
	MSE	1.9436	3.0731	6.9402	3.7342	3.8873	5.3800	2.1473	0.8819			
	DMS	5.6560	8.9429	20.1960	10.8670	11.3120	15.6560	6.2488	2.5664			
2	T1	C 39 b	A 33 b	AB 50 a	B 35 b	B 19 c	B 15 c	B 17 c	B 30	<.0001	3.1622	9.0366
	T2	B 54 a	A 58 a	B 46 ab	B 34 abc	B 21 bc	B 13 c	B 13 c	B 34	<.0015	10.9482	31.2860
	T3	A 60 b	A 48 c	A 63 ab	A 70 a	A 43 c	A 41 c	A 41 c	A 52	<.0001	2.8214	8.0625
	\bar{x}	51 a	46 a	53 a	46 a	28 b	23 b	24 b		<.0001	4.1384	11.8260
	Pr > F	<.0003	<.3798	<.0768	<.0011	<.0022	<.0010	<.0011	0.0026			
	MSE	1.3944	15.8324	5.1099	3.5276	2.7888	2.5712	2.6977	2.5819			
	DMS	4.0578	46.0720	14.8700	10.2650	8.1156	7.4822	7.8504	7.5135			

Valores con la misma letra mayúscula entre tratamientos y misma letra minúscula entre fecha de muestreo, no son diferentes ($p>0.05$). T1 = Corte de la planta, T2 = aplicación de herbicida, T3 = Testigo (parcelas sin impactar). EEM = error estándar de la media. DMS = Diferencia mínima significativa. Los cortes se llevaron a cabo cada dos meses a excepción del corte 2 (*En un lapso de un mes). C1V = Corte uno en verano, C2V = Corte dos en verano, C3O = Corte tres en otoño, C4O = Corte cuatro en otoño, C5I = Corte cinco en invierno, C6P = Corte seis en primavera, C7P = Corte siete en primavera

Anexo 7. Intercepción luminosa (%) de zacate picoso (*Amelichloa clandestina*) sometido a diferente método de control, en el Noreste de México.

IL luminosa												
Fechas de corte												
Sitio	TRAT	C1V	C2V*	C3O	C4O	C5I	C6P	C7P	\bar{x}	Pr > F	MSE	DMS
1	T1	24 Bb	23 Bb	25 Bb	61 Aa	51 ABa	41 Aab	25 A b	36 B	<.0002	7.7100	22.0560
	T2	70 Aa	70 Aa	70 Aa	52 Aab	46 Bab	41 Aab	23 Ab	53 AB	<.0018	10.6760	30.5090
	T3	69 Aab	74 Aa	64 Aba	85 Aa	83 Aa	81 Aa	45 Ab	72 A	<.0005	9.3680	26.7720
	\bar{x}	54 a	56 a	53 a	66 a	60 a	54 a	31 b		<.0001	5.2060	14.8770
	Pr > F	<.0005	<.0036	<.0017	<.2772	<.0887	<.0926	<.3058	<.0347			
	MSE	3.8870	6.9960	4.7550	15.8980	11.9760	15.1250	16.2990	8.3266			
	DMS	11.3120	20.3580	13.8300	46.2660	34.8520	44.0150	47.4310	24.2300			
2	T1	37 Bb	30 Bb	44 Ab	67 ABa	39 Bb	11 Bc	7 Bc	34 B	<.0001	5.3710	15.3490
	T2	58 Aab	75 Aa	41 Abc	44 Bbc	26 Cdc	8 Bd	4 Bd	37 B	<.0001	8.1730	23.3570
	T3	74 Aab	89 Aa	60 Abc	89 Aa	64 Aabc	39 Ac	53 Abc	67 A	<.0007	9.8750	28.2190
	\bar{x}	57 ab	65 a	48 b	67 a	43 b	19 c	21 c		<.0001	5.1961	14.8490
	Pr > F	<.0158	<.0142	<.3329	<.0189	<.0005	<.0089	<.0027	<.0025			
	MSE	6.8020	11.2540	11.2600	8.4120	2.7880	5.3330	6.0360	4.0551			
	DMS	19.7960	32.7510	32.7720	24.4820	8.1156	15.5200	17.5670	11.8000			

Valores con la misma letra mayúscula entre tratamientos y misma letra minúscula entre fecha de muestreo, no son diferentes ($p > 0.05$). T1 = Corte de la planta, T2 = aplicación de herbicida, T3 = Testigo (parcelas sin impactar). EEM = error estándar de la media. DMS = Diferencia mínima significativa. Los cortes se llevaron a cabo cada dos meses a excepción del corte 2 (*En un lapso de un mes). C1V = Corte uno en verano, C2V = Corte dos en verano, C3O = Corte tres en otoño, C4O = Corte cuatro en otoño, C5I = Corte cinco en invierno, C6P = Corte seis en primavera, C7P = Corte siete en primavera Corte siete en primavera.

