

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO



Diversidad de Especies de la Familia Poaceae en los Terrenos del Campo Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.

Por:

GUADALUPE CONSEPCION URBINA HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México
Enero, 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Diversidad de Especies de la Familia Poaceae en los Terrenos del Campo Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila

Por:

GUADALUPE CONSEPCION URBINA HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría


Dra. Miriam Sánchez Vega
Asesor Principal


Dra. Esperanza Loera Alvarado
Asesor Principal Externo


Dr. Alonso Méndez López
Coasesor


Ing. María del Rocio Hernández Ramírez
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.
Enero, 2026

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Guadalupe Consepcion Urbina Hernández

Asesor Principal



Dra. Miriam Sánchez Vega

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a **DIOS** por bendecirme y cuidarme a mí y a mi familia siempre y por permitir culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mi **FAMILIA**, infinitas gracias por su apoyo incondicional, porque siempre estuvieron presentes, gracias por su motivación.

A mi **NARRITO**, mi *Alma mater* gracias por abrirme las puertas para poder concluir mi carrera profesional, por ser mi segundo hogar, gracias por brindarme cada espacio, como: aulas, comedor, internado. Porque gracias a esta Universidad conocí buenas personas que se convirtieron en grandes amigos.

A la **DRA. MIRIAM**, le agradezco infinitamente, por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por su apoyo, tiempo, dedicación y acompañamiento a lo largo de todo el proyecto, sin duda una gran persona y profesora.

A mis amigos, **WENDY, ÉDGAR, BIBIANA**, gracias por hacer agradable el paso por la escuela, por poder compartir buenos y malos momentos con ustedes, a **MIGUEL** le agradezco por ser una amistad en la que siempre puedo contar y ayudarme cuando lo necesite, a **ROYER** sin duda una amistad que me llevo para toda la vida, infinitas gracias, porque en ti tuve un hombro para llorar cuando lo necesite, los quiero.

A **EDI**, mi amiguita de toda la carrera, sin duda una de las mejores amistades que la escuela pudo haberme dado, porque estuvimos juntas desde el primer día y hasta el final de nuestra carrera, por estar presente en todos los momentos buenos y también por quedarte en los malos, por todas las risas y todo lo que vivimos, té quiero.

A la laboratorista **ING. MARY CRUZ CARREÑO ARAGÓN** del Área de Malezas del Departamento de Parasitología, de esta casa de estudios, por su apoyo y contribución para el desarrollo de esta investigación.

Al **EIIPP (Equipo Internacional de Identificación de Plantas de Pastizales)**, porque gracias a este equipo aprendí muchas cosas que me llevó para toda la vida, por brindarme el orgullo de representar a mi Universidad a nivel internacional y regresar un poco de lo que me dio y sin duda gracias al **DR. JUAN MANUEL MARTÍNEZ REYNA**, por ser un ejemplo a seguir, por todos los buenos consejos que nos brindó y que gracias a su enseñanza forjó un gran equipo, orgullo de nuestra Universidad.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

SR. ADELFO URBINA PÉREZ y SRA. JESÚS HERNÁNDEZ DIAZ

Con todo el amor y la gratitud que mi corazón puede expresar. Gracias por ser mi refugio en los días difíciles, por el impulso en cada logro, por sus sacrificios y desvelos, sus palabras de aliento en los momentos de duda y por creer en mí cuando yo no lo hacía. Cada paso que doy lleva su huella, porque me han acompañado con amor incondicional, con valores firmes y con una fe que me sostiene en todo momento. Gracias por creer en mí, por confiar en mí y sobre todo por escucharme. Son lo más valioso que tengo en la vida, mi ejemplo de vida, este logro es tan mío como suyo, con cariño, admiración y respeto, los amo.

A mi **HERMANO JORGE**, mi compañero de vida, siempre fue mi motivación para poder entrar a la universidad, por siempre aconsejarme y nunca dejar de creer en mí, porque cada logro en la Universidad también fue parte de él, infinitas gracias hermanito, té quiero.

A mi **CUÑADA YADIRA**, gracias por sus consejos, por siempre apoyarme, gracias a Dios y a mi hermano por ponerte en nuestras vidas, té quiero.

A mis **SOBRINOS IAN** y **ENITA**, son el regalo más bonito que dios nos dio, siempre llenan de alegría mis días, gracias por ser mi motivación, los amo. **EN MEMORIA DE ALAN**, aunque su paso por esta vida fue corto, pero siempre te llevo en mi corazón, porque lo poquito que estuviste con nosotros alegraste nuestras vidas.

EN MEMORIA DE MI TÍA ORBELITA, aunque no estuviste físicamente en este proceso, tu presencia me acompañó en cada paso que di, te llevo siempre en mis pensamientos y en mi corazón, gracias por todo el amor que en vida pudiste darme.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIAS	VI
INDICE DE CONTENIDO	VII
INDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades de la maleza.....	4
2.1.1. <i>Definición de maleza</i>	4
2.1.2. <i>Importancia de la maleza</i>	4
2.1.3. <i>Interferencia maleza-cultivo</i>	5
2.1.4. <i>Métodos de control de la maleza</i>	5
2.1.4.1. Control manual.....	5
2.1.4.2. Control físico.....	6
2.1.4.3. Control químico.....	6
2.1.4.4. Control mecánico.....	6
2.1.5. <i>Características de la maleza</i>	7
2.1.5.1. Diseminación.....	7
2.1.5.2. Persistencia.....	8
2.1.5.3. Latencia de semillas.....	8
2.1.6. <i>Impacto de la maleza</i>	9
2.1.6.1. En las actividades productivas.....	9
2.1.6.2. Fruticultura.....	9
2.1.6.3. Ganadería y forraje.....	10
2.1.7. <i>Clasificación de la maleza</i>	11
2.1.7.1. Por su grado de nocividad.....	11
2.1.7.2. Por el lugar donde crecen.....	12
2.1.7.3. Por su morfología y ciclo de vida.....	12
2.1.8. <i>Taxonomía de malezas</i>	14

2.1.8.1.	Importancia de la identificación taxonómica correcta de la maleza	15
2.1.8.2.	Nomenclatura.....	15
2.1.9.	<i>Familias importantes de maleza.....</i>	16
2.2.	Importancia económica de la familia Poaceae	17
2.2.1.	<i>Clasificación taxonómica de la familia Poaceae</i>	19
2.2.2.	<i>Caracteres diagnósticos de descripción botánica.....</i>	20
2.2.3.	<i>Especies de Poaceae con importancia económica como maleza.....</i>	26
2.2.4.	<i>Reportes de estudios de diversidad en la familia Poaceae.....</i>	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1.	Ubicación del área de muestreo	29
3.2.	Método de muestreo	30
3.3.	Determinación de especies.....	33
3.4.	Criterio de submuestreo para unidades con alta densidad	34
3.5.	Estimación de abundancia por método gravimétrico	35
3.6.	Procesamiento y registro de plantas maduras	36
3.7.	Análisis de datos y caracterización de la comunidad.....	37
3.7.1.	<i>Análisis de composición y abundancia</i>	37
3.7.2.	<i>Índices de diversidad y estructura comunitaria.....</i>	37
3.7.3.	<i>Representación y agrupación de la comunidad.....</i>	38
3.8.	Evaluación de capacidad competitiva de las especies de Poaceae	39
3.8.1.	<i>Preparación de muestras y extracción</i>	39
3.8.2.	<i>Determinación de parámetros químicos</i>	39
3.8.3.	<i>Análisis comparativo</i>	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1.	Composición florística y riqueza de especies	41
4.2.	Análisis de abundancia y densidad poblacional de la familia Poaceae....	43
4.2.1.	<i>Análisis de las especies de Poaceae y su impacto en los sistemas de producción e investigación</i>	47
4.3.	Índices de diversidad biológica de especies de Poaceae	51
4.4.	Evaluación de la capacidad competitiva de las especies de Poaceae....	54
V.	CONCLUSIONES	60
VI.	LITERATURA CITADA	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales plantas consideradas maleza de Coahuila y norte de México.	18
Cuadro 2. Composición taxonómica, riqueza de especies y abundancia relativa por familia botánica identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024. ..	41
Cuadro 3. Composición taxonómica del número de individuos de la familia Poaceae identificados en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	45
Cuadro 4. Valor económico de las especies de la familia Poaceae, registradas en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	48
Cuadro 5. Índices de diversidad alfa y parámetros ecológicos de la comunidad de Poaceae registrada en los 15 sitios de muestreo del campo agrícola de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	52
Cuadro 6. Capacidad de absorción y competencia de las especies para la familia Poaceae, registradas en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	55

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Representación de las partes morfológicas de una planta perteneciente a la familia Poaceae. a) caracteres espiga (reproducción sexual), b) caracteres de lígula (partes de la hoja); c) estructuras de una planta completa. **21**
- Figura 2.** Principales estructuras de propagación de las Poaceae: A. Macollo, B. Estolón y C. Rizoma. **22**
- Figura 3.** Lígulas de la familia Poaceae: a) tipos de lígula (ausente, membranosa, línea de pelos, membrana ciliada), b) forma del ápice de la lígula (acuminada, aguda, obtusa, truncada), c) membrana de la lígula (entera, con muescas, cruzadas)..... **23**
- Figura 4.** Diferentes tipos de espiguillas y flores de la familia Poaceae, correspondiente a una tribu distinta; a) espiguilla y b) flor de Aveneae, c) espiguilla y d) flor de Paniceae, e) espiguilla y f) flor de Poeae, g) espiguilla y flor de Andropogoneae. **24**
- Figura 5.** Tipos de inflorescencias de la familia Poaceae: a) espiga, b) racimo, c) racimo espigado, d) panícula, e) panícula de ramas unilaterales primarias, espigadas alternas, f) panícula de ramas unilaterales primarias, espigas subdigitadas, g) panícula de ramas unilaterales primarias, espigadas digitadas, h) panícula de ramas unilaterales primarias espigadas verticiladas, ramas unilaterales primarias espigadas, i) racimo espigado, j) panícula de ramas, generalmente alternas, k) panícula de ramas subdigitadas, l) panícula de ramas compuestas. **25**
- Figura 6.** Fruto característico de la familia Poaceae, perteneciente a *Digitaria californica* de la tribu Paniceae. **26**
- Figura 7.** Polígono de muestreo en los campos experimentales y de producción de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se detalla la ruta establecida para el estudio de diversidad de la familia Poaceae. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth. **29**
- Figura 8.** Vista exterior del Departamento de Parasitología (UAAAN). Saltillo, Coahuila, México. Sede del procesamiento e identificación taxonómica de la familia Poaceae..... **30**
- Figura 9.** Distribución de las tablas de muestreo en el área de estudio. Se muestra la subdivisión del polígono para la evaluación de diversidad de la familia Poaceae. **31**
- Figura 10.** Cuadrante de 50 x 50 cm utilizado como unidad experimental. Se observa la disposición del marco de madera para la delimitación del área de muestreo (2,500 cm²) y la cuantificación de individuos. **31**

Figura 11. Representación de las unidades experimentales y sitios de muestreo. Disposición espacial de los cuadrantes en la periferia de los tratamientos para la evaluación de la diversidad y abundancia de la maleza en la UAAAN.	32
Figura 12. Técnica de lanzamiento aleatorio del cuadrante. Procedimiento realizado en el área circundante de las tablas para asegurar que la selección de la muestra sea imparcial y representativa de la diversidad vegetal en el sitio.....	32
Figura 13. Recolección y etiquetado de ejemplares. Proceso de extracción y depósito de las plantas en bolsas de papel, asegurando la inclusión de la información de campo (sitio y fecha) para su posterior traslado al laboratorio.....	33
Figura 14. Determinación de especies de maleza. Ejemplares obtenidos durante el muestreo en los campos de la UAAAN (2024), procesados para su posterior análisis de diversidad.....	36
Figura 15. Abundancia total de individuos por familia botánica identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.....	42
Figura 16. Distribución de la riqueza de especies por familia botánica identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	43
Figura 17. Porcentaje de individuos de la familia Poaceae identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.....	44
Figura 18. Caracterización funcional y multifuncional de las especies de la familia Poaceae registradas en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	49
Figura 19. Variación de la conductividad eléctrica (CE) en el lixiviado celular de las especies de la familia Poaceae, recolectadas en el campo agrícola de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	56
Figura 20. Variación de la concentración de nitratos (NO_3^-) en el lixiviado celular de las especies de la familia Poaceae, recolectadas en el campo agrícola de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.	58

RESUMEN

La maleza constituye un componente fundamental de los agroecosistemas debido a su influencia en la productividad agrícola y en diversos procesos ecológicos. Dentro de este grupo, la familia Poaceae destaca por su amplia distribución, alta capacidad de adaptación y frecuente dominancia en terrenos agrícolas, particularmente en regiones semiáridas del norte de México. El objetivo del presente estudio fue evaluar la diversidad de la maleza perteneciente a la familia Poaceae en terrenos experimentales y de producción de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). El muestreo se realizó en 15 sitios, donde se registró la composición florística y la abundancia de individuos por especie. La diversidad se analizó mediante índices ecológicos de riqueza ($Taxa_S$), dominancia (D), diversidad de Simpson ($1-D$) y Shannon (H'), equitatividad y estimadores de riqueza, utilizando el software PAST. Se registraron especies como *Cynodon dactylon*, *Setaria adhaerens*, *Pennisetum ciliare*, *Eragrostis mexicana* y *Leptochloa dubia*, las cuales presentaron las mayores abundancias de individuos. Los valores del índice de Shannon oscilaron entre 0.0 y 2.431, indicando desde comunidades con baja diversidad y alta dominancia hasta comunidades con mayor heterogeneidad. El índice de Simpson ($1-D$) mostró valores elevados en varias especies, lo que refleja una mayor probabilidad de encontrar individuos pertenecientes a especies dominantes. La equitatividad varió entre los sitios, evidenciando diferencias en la distribución relativa de las especies, mientras que los estimadores de riqueza sugirieron que el muestreo fue representativo de la flora presente. Se concluye que la familia Poaceae representa un componente dominante y diverso de la flora arvense en los terrenos de la UAAAN, y que el análisis de la diversidad de estas plantas permite comprender mejor la estructura y dinámica de las comunidades vegetales y su comportamiento como maleza, aportando información útil para el manejo sustentable de los agroecosistemas.

Palabras clave: maleza, agroecosistemas, índices de diversidad, flora arvense, abundancia de especies.

I. INTRODUCCIÓN

La maleza es toda aquella planta que, en un momento, lugar y en un número determinado, resultan perjudiciales o indeseables en los cultivos o áreas productivas para el hombre. Las afectaciones por estas plantas son muy variables según el tipo de cultivo y la zona agroclimática; además, varias especies han desarrollado biotipos resistentes a los herbicidas. Así, mientras se estima que la maleza ocasiona una pérdida directa aproximada del 10 % de la producción agrícola global (FAO, 1996), en México el surgimiento de las malas hierbas o especies invasoras afecta, en promedio, entre el 30 y hasta un 100 % del rendimiento de algunos cultivos (SOMECEMA, 2010).

La maleza interactúa ecológicamente con los otros subsistemas del agroecosistema y tienen mucha importancia contra la erosión y para la conservación del suelo, formación de materia orgánica, la fijación de nitrógeno en el suelo, preservación de insectos beneficiosos y de la vida silvestre. Ciertas plantas consideradas como maleza, son componentes importantes de los agroecosistemas, debido a que pueden afectar en forma positiva la biología y dinámica de insectos beneficiosos (Gliessmam *et al.*, 1981; Benvenuti, 2024).

La dinámica poblacional de la maleza, es cambiante con el tiempo, debido a ciertas características de adaptabilidad que estas puedan tener al medio, donde se establecen, entre ellas la dispersión y habilidad de propagarse, por lo que la flora representativa de estas puede ser diferente entre estaciones del año, meses o incluso años, los muestreos constantes y estudios florísticos de una localidad dan una perspectiva de esta dinámica poblacional y de los cambios sufridos, con ello se puede observar perturbación incluso en los servicios ecosistémicos que estas plantas proveen a un hábitat, aunque este haya sido modificado como los agroecosistemas (Van Emden, 1965; Savić, 2025).

La maleza aparece en casi todos los sitios perturbados por el hombre (Ross & Lembi, 1999; Cepero *et al.*, 2019), estas se encuentran en nuestro medio de manera consciente e inconsciente, infestando césped, aceras, caminos, estanques y jardines (Anderson, 1996; INTAGRI, 2017). También la maleza imposibilita la visibilidad en las carreteras, donde además de afectar la estética, puede ser causa de accidentes de tránsito (Zimdahl, 2018). El crecimiento de la maleza no discrimina entre lugares cultivados o no cultivados.

En el mundo existen aproximadamente 250,000 especies de plantas, pero solo alrededor de 200 especies son considerados como maleza. De las 300 familias existentes, 75 de ellas comprenden el 75 % de las plantas con flores, de los cuales solo 12 familias comprenden el 68 % de la maleza con mayor importancia en el mundo. Dentro de estas 12 familias, el 37.5 de maleza está presente en las familias Poaceae y Asteraceae (Mónaco *et al.*, 2002).

La familia Poaceae es un grupo muy diversificado de plantas, de las cuales se conocen aproximadamente 700 géneros y 100,000 especies en todo el mundo (Clayton & Renvoize, 1986).

Con base en el contexto anterior, en el presente trabajo se realizó una evaluación de la diversidad de especies de la familia Poaceae, que se encuentra en las áreas circundantes a los terrenos de producción de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila y que pueden llegar a comportarse como maleza de importancia agrícola interfiriendo con los experimentos, la producción de forraje para el ganado que se tiene en la Universidad.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la diversidad de especies vegetales presentes en las áreas circundantes a los campos experimentales y de producción agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la densidad poblacional de las especies pertenecientes a la familia Poaceae distribuidas en las áreas circundantes a los terrenos de producción agrícola y experimental de la UAAAN.
- Calcular los índices de diversidad de especies en las poblaciones de Poaceae para definir su condición en las áreas de estudio.
- Categorizar, con base en la literatura y su uso la participación de las especies de Poaceae con el fin de determinar su comportamiento como maleza.

1.2. Hipótesis

Las especies de la familia Poaceae presentes en las áreas circundantes a los campos experimentales y de producción agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro presentan una composición, densidad poblacional e índices de diversidad similares a los reportados para el municipio de Saltillo, Coahuila, por lo que su comportamiento ecológico y su categorización como maleza coinciden con lo descrito en la literatura para esta región.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la maleza

2.1.1. Definición de maleza

La maleza se define como aquellas plantas que crecen en campos de cultivos e interfieren con las labores agrícolas, ya que compiten por agua, luz, nutrientes, espacio, por lo que dicha competencia, está en función de los recursos disponibles y las características adaptativas que tengan este tipo de plantas; por tal razón deben ser eliminadas, a pesar de que se conozca que existen malas hierbas que pueden tener funciones ecológicas (Gómez-Gómez, 2024).

Este tipo de plantas crecen de manera espontánea y se encuentran asociadas a cultivos agrícolas y otras áreas manejadas por el ser humano, donde pueden afectar negativamente la producción, el manejo y la eficiencia de los sistemas agrícolas. Su impacto se debe principalmente a la competencia por recursos, así como a su interferencia en las labores de manejo y cosecha. No obstante, el carácter de maleza es relativo y dependiente del contexto, ya que algunas de estas especies pueden presentar usos secundarios, tales como forraje, aplicaciones medicinales o valor ecológico, dependiendo de las condiciones ambientales y del sistema productivo en el que se desarrollen (Villarreal, 1983; Cepero *et al.*, 2019).

2.1.2. Importancia de la maleza

El impacto de estas especies varía según el tipo de cultivo y las características agroclimáticas de la región. Se estima que la maleza provoca pérdidas directas cercanas al 10 % de la producción agrícola a nivel mundial (FAO, 1996; Cepero *et al.*, 2019). En México, el surgimiento de la maleza o especies invasoras puede afectar, en promedio, el 30 % del rendimiento en ciertos cultivos, con casos reportados de pérdidas de hasta el 70 % o incluso totales (Padilla, 2010).

2.1.3. Interferencia maleza-cultivo

El término interferencia se refiere a las acciones que recibe un cultivo debido a la presencia de la maleza en el ambiente donde es cultivado. Los factores de interferencia sobre las plantas pueden ser de naturaleza biótica y abiótica, los primeros son aquellos provenientes de la acción de elementos vivos del ecosistema como las plagas, que incluyen a la maleza, parasitismo y comensalismo; los factores abióticos son consecuencia de la actuación de elementos no vivos del ambiente, como el clima y el suelo (Lorenzi, 2008; Ojeda & Garay, 2017). La interferencia ocasionada por la maleza puede ser también directa e indirecta; la competencia es la forma más conocida de interferencia directa de la maleza sobre los cultivos (Dotor *et al.*, 2018).

2.1.4. Métodos de control de la maleza

En la mayoría de sistemas agrícolas de todas partes del mundo, la interacción de la maleza es el factor principal que afecta el rendimiento de los cultivos. Para el control de maleza a largo plazo se debe considerar el concepto de la máxima diversificación del disturbio, por lo que se debe diversificar los cultivos e implementar prácticas culturales tanto como sea posible dentro de un agroecosistema, ya que esto lleva a una disrupción de nichos ecológicos de la maleza (Liebman & Davis, 2000; Alcántara-de la Cruz *et al.*, 2024).

2.1.4.1. Control manual

El control manual de la maleza consiste en la eliminación directa de las plantas indeseables mediante el uso de herramientas simples o de forma manual, como el arranque o corte de las plantas. Este tipo de control es uno de los métodos más antiguos y se emplea principalmente en sistemas agrícolas de pequeña escala o en áreas donde el uso de herbicidas no es viable. Su efectividad depende de que las plantas sean extraídas completamente, incluyendo el sistema radical, para evitar su

rebrote; sin embargo, presenta limitaciones relacionadas con el alto requerimiento de mano de obra y tiempo, lo que incrementa los costos de manejo (Zimdahl, 2018).

2.1.4.2. Control físico

El control físico de la maleza incluye una serie de prácticas que utilizan agentes mecánicos o físicos para reducir la población de plantas indeseables, tales como la labranza, el uso de herramientas mecánicas, el acolchado y la aplicación de calor. Estas prácticas buscan alterar las condiciones del suelo o dañar directamente las estructuras vegetativas de la maleza, limitando su establecimiento y crecimiento. Aunque este método puede ser efectivo para disminuir la densidad de maleza, un uso excesivo de prácticas mecánicas puede provocar efectos negativos sobre la estructura del suelo y favorecer la emergencia de nuevas especies adaptadas a ambientes perturbados (Radosevich *et al.*, 2007).

2.1.4.3. Control químico

El control químico de la maleza se basa en el uso de herbicidas, los cuales actúan inhibiendo procesos fisiológicos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este método es ampliamente utilizado debido a su eficiencia, rapidez y facilidad de aplicación, especialmente en sistemas agrícolas extensivos. No obstante, el uso continuo e inadecuado de herbicidas puede generar problemas como la resistencia de la maleza, impactos negativos en el ambiente y riesgos para la salud humana, por lo que su aplicación debe realizarse de manera responsable e integrada con otros métodos de manejo (Heap, 2020).

2.1.4.4. Control mecánico

El control mecánico de la maleza es una opción sostenible para su eliminación, sin embargo, requiere la combinación de diferentes técnicas para lograr un buen control económicamente aceptable, el deshierbe mecánico debe considerarse un

complemento al control químico, los principales factores que impulsan la introducción de este método son la propagación de la maleza resistente a los herbicidas, en algunos casos que no hay productos o estos son limitados para diversos cultivos, lo que implica que se someta esta estrategia de control al sistema de producción (Machleb *et al.*, 2020).

El deshierbe mecánico implica el contacto físico directo y repetitivo de las herramientas utilizadas con el suelo, no existe una respuesta definitiva de cuanto trabajo de mecánico se debe de realizar en el terreno, para maximizar el control de la maleza y minimizar el daño al cultivo, esto puede depender de varios factores como la etapa de crecimiento del cultivo y de la maleza ya que en etapas muy avanzadas pueden resultar más complicadas, la riqueza del banco de semilla, tipo de maleza, tipo de suelo y condiciones ambientales (Alcántara-de la Cruz *et al.*, 2024).

El deshierbe mecánico siempre conlleva el riesgo de dañar parcialmente el cultivo o incluso de perderlo por completo. Los daños físicos a las plantas pueden retrasar su crecimiento y permitir la entrada de patógenos, lo que puede provocar infecciones secundarias y disminuir el rendimiento (Alcántara-de la Cruz *et al.*, 2024).

2.1.5. Características de la maleza

2.1.5.1. Diseminación

La diseminación de la maleza es un proceso clave en la dinámica y persistencia de estas especies, ya que les permite colonizar nuevos ambientes y mantener sus poblaciones a lo largo del tiempo. Este proceso ocurre principalmente a través de la producción abundante de semillas y de diversos mecanismos de dispersión, entre los que se incluyen el viento, el agua, los animales y las actividades humanas, como el movimiento de suelo, maquinaria agrícola y material vegetal contaminado. La alta

capacidad reproductiva y la eficiencia en los mecanismos de dispersión son características fundamentales que favorecen el éxito de la maleza en ambientes perturbados (Harper, 1977; Singh *et al.*, 2025). Las prácticas agrícolas pueden acelerar la diseminación de la maleza al facilitar el transporte de propágulos entre sitios, lo que contribuye a su rápida expansión y establecimiento (Radosevich *et al.*, 2007).

2.1.5.2. Persistencia

Capacidad que poseen para mantenerse y reproducirse en los agroecosistemas en virtud de sus estructuras latentes como semillas u órganos vegetativos propagativos como rizomas, tubérculos y estolones (Rao, 1968).

2.1.5.3. Latencia de semillas

La dormición o latencia se refiere al estado fisiológico en el que una semilla, a pesar de ser viable y encontrarse bajo condiciones ambientales favorables para la germinación como temperatura, humedad, oxígeno y luz adecuados es incapaz de iniciar este proceso. Este mecanismo representa una estrategia adaptativa que permite a las plantas sincronizar la germinación con momentos específicos del año en los que las condiciones aseguren un mayor éxito en el establecimiento de la plántula. La dormición no implica que la semilla esté muerta o dañada; por el contrario, se trata de un estado regulado metabólicamente y controlado por factores internos y externos que impiden temporalmente la germinación (Hartmann & Kester, 1988; Qaderi, 2023).

2.1.6. Impacto de la maleza

2.1.6.1. En las actividades productivas

En la agricultura, la maleza representa una de las principales causas de pérdida de rendimiento. Su presencia afecta la producción al competir por agua, nutrientes, luz y espacio, reduciendo el desarrollo del cultivo y su rendimiento final (Chaudhari *et al.*, 2020). En cultivos como maíz, frijol o hortalizas, se ha reportado que la competencia por maleza puede provocar pérdidas de entre el 30 y 50 % cuando no se aplica un manejo adecuado (Oerke, 2020).

Además de reducir el rendimiento, la maleza puede fungir como hospedantes de plagas y patógenos, permitiendo que insectos, hongos y virus sobrevivan entre ciclos de cultivo y se transfieran a especies comerciales. Esto incrementa la presión de plagas y la necesidad de control químico (Nichols *et al.*, 2022).

No obstante, diversos estudios han mostrado que un manejo parcial y controlado de la vegetación espontánea puede generar beneficios ambientales. La maleza puede mejorar la estructura del suelo, aumentar la infiltración de agua, reducir la erosión y favorecer microorganismos benéficos. Incluso pueden servir como refugio de insectos polinizadores o depredadores naturales de plagas (Nichols *et al.*, 2022). Por ello, el concepto de “eliminación total” está siendo reemplazado por el de “manejo ecológico”, el cual busca mantener el equilibrio del agroecosistema mediante la regulación de las poblaciones de maleza, en lugar de su erradicación, integrándolas como componentes funcionales del sistema agrícola (Wezel *et al.*, 2020).

2.1.6.2. Fruticultura

En huertos frutales, la competencia de la maleza tiene un impacto directo en el desarrollo de los árboles, especialmente durante los primeros años de

establecimiento, cuando el sistema radicular aún es débil. La presencia este tipo de plantas reduce el acceso a nutrientes, disminuye la disponibilidad de agua y puede afectar el crecimiento y el calibre de los frutos (Singh & Bhatt, 2021).

Sin embargo, investigaciones recientes demuestran que no toda la vegetación espontánea debe eliminarse. El uso de coberturas vegetales manejadas ayuda a conservar humedad, evitar la erosión del suelo, mejorar la fertilidad a largo plazo y limitar la germinación de maleza más agresiva. En climas templados, los huertos con una franja controlada de la maleza han mostrado mejor estabilidad biológica, mayor retención de carbono y mayor presencia de controladores naturales de plagas. Esto indica que un manejo adecuado puede reducir los costos de herbicidas y mejorar la sostenibilidad productiva (García *et al.*, 2023).

2.1.6.3. Ganadería y forraje

En ganadería, la maleza suele verse como un problema porque pueden invadir praderas, reducir el espacio de pastoreo y desplazar las especies forrajeras deseadas. Además, algunas malas hierbas son tóxicas y pueden causar daños graves en el ganado, desde problemas digestivos hasta intoxicaciones que conducen a pérdidas económicas (Riet-Correa *et al.*, 2020).

A pesar de ello, no todas representan un perjuicio. En sistemas de pastoreo, la diversidad vegetal puede ser positiva: algunas especies de este grupo de plantas consideradas maleza son consumidas por el ganado como fuente adicional de fibra o proteína, especialmente en periodos de sequía cuando los pastos principales escasean. Estudios recientes muestran que, en praderas tropicales, la biodiversidad de la maleza mejora la oferta de alimento, la cobertura del suelo y la resiliencia del sistema ante cambios climáticos (Paim *et al.*, 2022).

Además, la maleza puede proteger el suelo del sobrepastoreo, reducir la compactación y promover la infiltración de agua. En sistemas silvopastoriles, su

presencia moderada favorece la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema (Paim *et al.*, 2022).

2.1.7. Clasificación de la maleza

La clasificación de la maleza se consigue mediante la “*agrupación de esas especies de maleza cuyas similitudes son mayores que sus diferencias*”. La maleza es comúnmente clasificada de varias maneras. Se agrupan en categorías tales como: leñosas y herbáceas, terrestres y acuáticas, o simplemente como árboles, arbustos, hierbas de hoja ancha y angosta. Para mayor precisión, la maleza botánicamente se agrupa por familias, géneros, especies y variedades (Anderson, 1996; Alcántara-de la Cruz *et al.*, 2024).

2.1.7.1. Por su grado de nocividad

La maleza se clasifica por alto, mediano y bajo grado de nocividad o no perjudiciales, por lo que una especie catalogada en alguno de estos tipos de clasificación, dependerá de la intensidad del perjuicio o daño significativo que causan a la agricultura, ecosistemas y salud humana, como la competencia por recursos, la toxicidad y la interferencia en cosechas. El mayor conocimiento del daño de la maleza proviene de las evaluaciones de pérdidas de cosechas agrícolas. De manera general, la incidencia de estas plantas ocasiona una pérdida directa aproximada de 10 % de la producción agrícola. En cereales, esta pérdida es del orden de más de 150 millones de toneladas. Sin embargo, tales pérdidas no son iguales en los distintos países, regiones del mundo y cultivos afectados. Se han estimado pérdidas de la producción agrícola causada por la maleza desde el 7 % en Europa y 16 % en África, mientras que en el cultivo del arroz fueron de 10.6 %, 15.1 % en caña de azúcar y 5.8% en algodón, pero puede reflejarse la pérdida total o del 100% (Fletcher, 1983; Vera *et al.*, 2018).

2.1.7.2. Por el lugar donde crecen

Se clasifican en terrestres y acuáticas (Zambrano, 1979; Virgüez & González, 1998).

- **Terrestres:** deben indicarse las condiciones que le son propicias para su desarrollo (relieve, textura, exigencias en pH, humedad y nutrientes en el suelo).

- **Acuáticas:** crecen en sitios con una lámina de agua permanente, dependiendo su persistencia de una humedad alta en el suelo, en alguna etapa de su desarrollo (crecimiento vegetativo). Y a su vez estas se clasifican en:
 - Sumergidas
 - Flotantes
 - Emergentes
 - Semi acuáticas

También este tipo de clasificación agrupa a las plantas arvenses y ruderales; las arvenses, son plantas no deseadas que crecen en cultivos o áreas intervenidas, adaptadas a la remoción constante del suelo, mientras que ruderales, son especies que colonizan hábitats muy alterados por el hombre, como terrenos baldíos, caminos, techos y zonas urbanas. Las plantas ruderales a menudo tienen características leñosas o herbáceas, y a diferencia de las arvenses, no necesariamente soportan el arado, sino perturbaciones aéreas (Bian *et al.*, 2026).

2.1.7.3. Por su morfología y ciclo de vida

La clasificación de la maleza según su morfología es fundamental para desarrollar un plan de manejo eficaz, adaptado a ciertas especies presentes en un campo (Westwood *et al.*, 2018). Esto es particularmente importante dado que ningún

herbicida ni técnica de manejo por sí solo puede controlar eficazmente todos los tipos de maleza (Chauhan, 2020; Scavo & Mauromicale, 2020).

La maleza puede clasificarse de acuerdo con su ciclo de vida y con la morfología de sus hojas y arquetipo de la planta, criterios que permiten comprender su comportamiento ecológico y facilitan la selección de estrategias de manejo adecuadas. Entre las clasificaciones más utilizadas se encuentran las malezas anuales y perennes, así como las malezas de hoja ancha y hoja angosta (Zimdahl, 2018).

Maleza anual. Son aquellas plantas que completan su ciclo de vida en un periodo menor a un año, desde la germinación hasta la producción de semillas y la muerte de la planta. Estas especies se caracterizan por una alta producción de semillas, lo que les permite mantenerse en el banco de semillas del suelo y recolonizar rápidamente los campos agrícolas. Suelen ser dominantes en sistemas agrícolas altamente perturbados, donde las prácticas de labranza favorecen su establecimiento (Radosevich *et al.*, 2007; Zimdahl, 2018).

Maleza perenne. Son aquellas plantas que viven más de dos años y que pueden reproducirse tanto por semillas como por estructuras vegetativas como rizomas, estolones, tubérculos o raíces engrosadas. Estas características les confieren una mayor capacidad de persistencia y regeneración, lo que dificulta su control. Representan un reto importante en los sistemas agrícolas debido a su capacidad de rebrote después de prácticas de control mecánico o químico (Zimdahl, 2018).

Maleza de hoja ancha. Corresponden principalmente a plantas dicotiledóneas, las cuales se distinguen por presentar hojas generalmente anchas, con nervaduras reticuladas y pecíolos bien definidos. Estas especies muestran una gran diversidad morfológica y ecológica, y suelen ser más fáciles de diferenciar visualmente dentro de los cultivos, mucha de la maleza de hoja ancha presentes en sistemas agrícolas

de México pertenecen a familias como Asteraceae, Fabaceae y Solanaceae (Radosevich *et al.*, 2007; Milt, 2022).

Maleza de hoja angosta. Incluyen principalmente a las monocotiledóneas, como las gramíneas y algunas ciperáceas, caracterizadas por hojas largas y estrechas, con nervaduras paralelas y tallos generalmente cilíndricos. Este tipo de maleza presentan una alta capacidad de competencia con los cultivos, especialmente en etapas tempranas de desarrollo, y pueden ser difíciles de controlar debido a su similitud morfológica con especies cultivadas; este tipo de plantas destacan por que son especialmente problemáticas en cultivos de cereales y pastos (Radosevich *et al.*, 2007; Milt, 2022).

2.1.8. Taxonomía de malezas

La taxonomía vegetal es la rama de la botánica encargada de la identificación, descripción, clasificación y denominación de las plantas, con base en sus características morfológicas, anatómicas, fisiológicas y sus relaciones evolutivas (Simpson, 2019). En estudios de la maleza, la taxonomía constituye una herramienta esencial, ya que permite reconocer con precisión las especies presentes en un agroecosistema, evitando confusiones derivadas del uso de nombres comunes, los cuales pueden variar entre regiones e incluso entre comunidades locales (Radosevich *et al.*, 2007; Ruiz-Acevedo *et al.*, 2023).

Desde el punto de vista botánico, la maleza no conforma un grupo taxonómico formal, sino que corresponden a especies pertenecientes a diversas familias, géneros y especies del reino Plantae que se desarrollan exitosamente en ambientes perturbados, principalmente por actividades agrícolas. Esta diversidad taxonómica explica la amplia variabilidad morfológica y ecológica que presenta este tipo de plantas, así como su elevada capacidad de fácil adaptación (Vibrans, 1998; Simpson, 2019).

2.1.8.1. Importancia de la identificación taxonómica correcta de la maleza

La correcta identificación taxonómica de la maleza es fundamental para estudios de diversidad (Heap, 2020), ya que permite:

- Evaluar la riqueza y composición florística de una comunidad vegetal.
- Comparar resultados entre diferentes regiones y estudios.
- Relacionar la presencia de ciertas especies con prácticas de manejo agrícola.
- Interpretar patrones ecológicos como dominancia, equidad y abundancia relativa.

2.1.8.2. Nomenclatura

La nomenclatura es una subdisciplina o etapa de la taxonomía que se ocupa específicamente de asignar nombres científicos válidos a los taxones (grupos de organismos), siguiendo reglas internacionales estrictas; por lo tanto, la nomenclatura botánica es el sistema que regula la asignación de nombres científicos a las plantas. Este sistema se basa en la nomenclatura binomial, propuesta por Carl Linneo, en la cual cada especie recibe un nombre compuesto por dos partes: el género y el epíteto específico, escritos en latín o latinizados (Simpson, 2019).

En la nomenclatura botánica, el nombre científico suele ir acompañado del autor o autoridad taxonómica, que indica la persona que describió la especie por primera vez. La inclusión del autor es especialmente relevante en estudios científicos, ya que permite distinguir entre especies con nombres similares o con antecedentes de cambios taxonómicos (Vibrans, 1998; Hansen *et al.*, 2022).

Muchas especies de plantas consideradas maleza, presentan sinonimia, es decir, han sido descritas con diferentes nombres a lo largo del tiempo debido a revisiones taxonómicas. La consulta de bases de datos taxonómicas confiables y literatura especializada es fundamental para emplear el nombre válido y actualizado (Villaseñor, 2016).

En estudios de diversidad vegetal, como los realizados mediante índices de diversidad (Shannon, Simpson, riqueza específica), la taxonomía es la base para el cálculo confiable de dichos índices, ya que cada especie representa una unidad biológica distinta (Magurran, 2013). Por ello, la taxonomía y la nomenclatura botánica constituyen elementos fundamentales para evaluar la estructura y composición de comunidades de maleza en diferentes ambientes y condiciones de manejo.

2.1.9. Familias importantes de maleza

Diversos estudios señalan que un número reducido de familias concentra la mayor parte de las especies del grupo que conforman la maleza a nivel mundial y en México. Entre las más importantes se encuentran:

- Poaceae: incluye numerosas especies consideradas como maleza de hoja angosta, entre las que destacan: *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (1805), *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees (1829) y *Setaria* spp., caracterizadas por su alta capacidad de regeneración y dispersión (Vibrans, 1998; Zavala *et al.*, 2018).
- Asteraceae: familia altamente diversa que incluye algunas especies como maleza: *Bidens pilosa* (L.) (1753) y *Parthenium hysterophorus* (L.) (1753), comunes en zonas agrícolas y disturbadas (Villaseñor, 2018).
- Amaranthaceae: representada por especies principalmente del género *Amaranthus*, frecuentes en cultivos y con alta producción de semillas (Radosevich *et al.*, 2007; Villaseñor, 2018).

- Cyperaceae: incluye especies como *Cyperus rotundus* (L.) (1753) consideradas entre la maleza más problemática a nivel mundial (Heap, 2020).

En la actualidad existen 3,204 especies, 1,254 géneros y 238 familias consideradas como maleza (Villaseñor, 2018).

2.2. Importancia económica de la familia Poaceae

La familia de las gramíneas o Poaceae desempeña un papel fundamental en la vida cotidiana debido a la gran diversidad de especies que la conforman. Muchas de ellas representan una de las principales fuentes de alimento a nivel mundial, además de proporcionar forrajes esenciales para la ganadería y otros recursos que sostienen diversas actividades humanas. Sin embargo, dentro de esta misma familia también existen especies que, al establecerse en lugares no deseados o crecer de manera descontrolada, pueden convertirse en maleza nociva, que afectan cultivos y sistemas de producción. Esta dualidad refleja la amplitud ecológica y adaptativa de las gramíneas, así como su relevancia tanto positiva, como problemática en los ambientes agrícolas (Kellogg, 2017).

La familia Poaceae es una de las más importantes a nivel mundial con una abundante riqueza de especies, las cuales podemos encontrarlas en todos los ecosistemas desde acuáticas hasta terrestres (Villaseñor, 2016).

En el catálogo de las gramíneas de México se presentan estudios sobre florística, taxonomía y sistemática de la familia, se presentan 204 géneros y 1,182 especies; de las cuales 278 son endémicas y 159 son introducidas quedando un total de 1,119 especies nativas (Dávila *et al.*, 2018).

Otros autores señalan listados de Poaceae con presencia en México de 1,047 especies nativas, 279 especies endémicas, la presencia de 171 especies

introducidas, que al sumarlas a las nativas dan un total de 1,218 de la flora agrostológica presente en México (Cuadro 1). La agrostológica es rama de la botánica que estudia científicamente las gramíneas o a la familia Poaceae y plantas similares o graminoides como la familia Cyperaceae (Villaseñor, 2016).

Cuadro 1. Principales plantas consideradas maleza de Coahuila y norte de México.

Especie	Nombre común	Estatus en Coahuila y Norte de México
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Zacate bermuda	La más abundante en áreas urbanas de Torreón y Saltillo.
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Zacate Johnson	Altamente invasiva en cultivos de algodón y sorgo del norte.
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Zacate pinto	Reportada como maleza principal en zonas de riego de Coahuila.
<i>Pennisetum ciliare</i> (L.)	Zacate buffel	Especie invasora agresiva en el matorral xerófilo del norte.
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pata de gallo	Muy común en banquetas y campos deportivos en el norte.
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Zacate pegarropa	Frecuente en áreas sombreadas y huertos del norte de México.
<i>Chloris virgata</i> Sw. (1788).	Barba de indio	Maleza arvense común en cultivos de ciclo corto en Coahuila.
<i>Bouteloua gracilis</i> (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex Steud.	Navajita azul	Aunque es forrajera, actúa como maleza en áreas perturbadas.
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.)	Zacate casamiento	Común en jardines urbanos de la Comarca Lagunera.
<i>Arundo donax</i> (L.)	Carrizo	Invasora en canales de riego y ríos (ej. Río Bravo y Sabinas).

En el norte de México, específicamente en el estado de Coahuila, la identificación precisa de especies como *C. dactylon*, *L. dubia*, *C. rotundus*, *B. pilosa* y *P. hysterochloa*, es crucial debido a su impacto como maleza y su rol en la estructura de las comunidades vegetales. De acuerdo con Valdés-Reyna *et al.* (2021), Coahuila posee una vasta diversidad de gramíneas, ocupando el cuarto lugar nacional con 435 especies, cuya distribución y ecología han sido mapeadas detalladamente por Encina-Domínguez *et al.* (2021). Por otro lado, el éxito adaptativo y la variabilidad genética de estas poblaciones en condiciones de estrés hídrico y su potencial en los sistemas de producción del norte de México han sido analizados por Martínez-Reyna y Morales-Nieto (2020), lo que permite comprender la dominancia y persistencia de la familia Poaceae en la región.

2.2.1. Clasificación taxonómica de la familia Poaceae

La familia Poaceae (sinónimo Gramineae) pertenece al orden Poales, dentro de la clase Liliopsida (monocotiledóneas), y constituye uno de los linajes más diversos y ecológicamente dominantes del reino vegetal. Su clasificación taxonómica ha experimentado cambios sustanciales en las últimas décadas debido a la incorporación de herramientas de sistemática molecular, filogenómica y bioinformática, que han permitido esclarecer relaciones evolutivas previamente ambiguas basadas únicamente en caracteres morfológicos (Kellogg, 2017).

Actualmente, Poaceae es reconocida como una familia monofilética, integrada por aproximadamente 11,500 a 12,000 especies, distribuidas en cerca de 780–800 géneros, con una distribución cosmopolita que abarca desde regiones tropicales hasta zonas templadas y frías. Esta diversidad taxonómica refleja una notable capacidad de adaptación a distintos ambientes, lo que explica la presencia de gramíneas tanto en ecosistemas naturales como en sistemas agrícolas intensivos y áreas perturbadas (Soreng, 2017 y 2022).

Desde una perspectiva filogenética moderna, la familia Poaceae se divide en doce subfamilias reconocidas, cuya delimitación se basa en análisis combinados de secuencias de ADN plastidial y nuclear, así como en caracteres anatómicos y fisiológicos. Estas subfamilias incluyen: Anomochlooideae, Pharoideae, Puelioideae, Bambusoideae, Oryzoideae, Pooideae, Panicoideae, Aristidoideae, Chloridoideae, Micrairoideae, Arundinoideae y Danthonioideae. Las primeras tres subfamilias son consideradas linajes basales, con distribución restringida y caracteres morfológicos primitivos, mientras que las restantes concentran la mayor riqueza de especies y la mayoría de las gramíneas de importancia agrícola y ecológica (Soreng, 2017).

Desde el punto de vista taxonómico aplicado, las subfamilias Panicoideae y Chloridoideae revisten especial importancia en estudios de maleza, ya que incluyen

numerosos géneros con comportamiento ruderal y arvense, como *Echinochloa*, *Digitaria*, *Setaria*, *Cynodon* y *Eragrostis*. Estas subfamilias presentan una alta diversificación en regiones tropicales y subtropicales, donde dominan tanto en agroecosistemas como en áreas perturbadas (Heap, 2020).

A nivel regional, particularmente en México, la familia Poaceae representa uno de los grupos mejor estudiados desde el punto de vista florístico. Sánchez-Ken y Cerros-Tlatilpa (2016) reportaron más de 1,300 especies de gramíneas en el país, distribuidas en al menos 200 géneros, lo que posiciona a México como uno de los centros de diversidad de Poaceae en América. Esta riqueza está asociada a la heterogeneidad climática y fisiográfica del territorio, así como a la coexistencia de especies nativas, introducidas y naturalizadas.

La clasificación taxonómica de Poaceae no solo tiene implicaciones sistemáticas, sino también ecológicas y agronómicas. La correcta delimitación de subfamilias, tribus y géneros permite comprender patrones de diversidad, invasividad, resistencia a herbicidas y funciones ecológicas, aspectos fundamentales para el manejo integrado de la maleza y la conservación de la biodiversidad vegetal (Vila-Aiub, 2019; Benvenuti, 2024).

2.2.2. Caracteres diagnósticos de descripción botánica

La familia Poaceae se distingue dentro de las angiospermas monocotiledóneas por un conjunto de caracteres diagnósticos altamente especializados, tanto en sus órganos vegetativos como reproductivos (Figura 1), los cuales han sido determinantes para su éxito evolutivo, amplia distribución geográfica y dominancia en numerosos ecosistemas naturales y agroecosistemas. Estos rasgos permiten la identificación taxonómica a diferentes niveles jerárquicos —familia, subfamilia, tribu y especie— y constituyen la base de los sistemas de clasificación modernos (Kellogg, 2017).

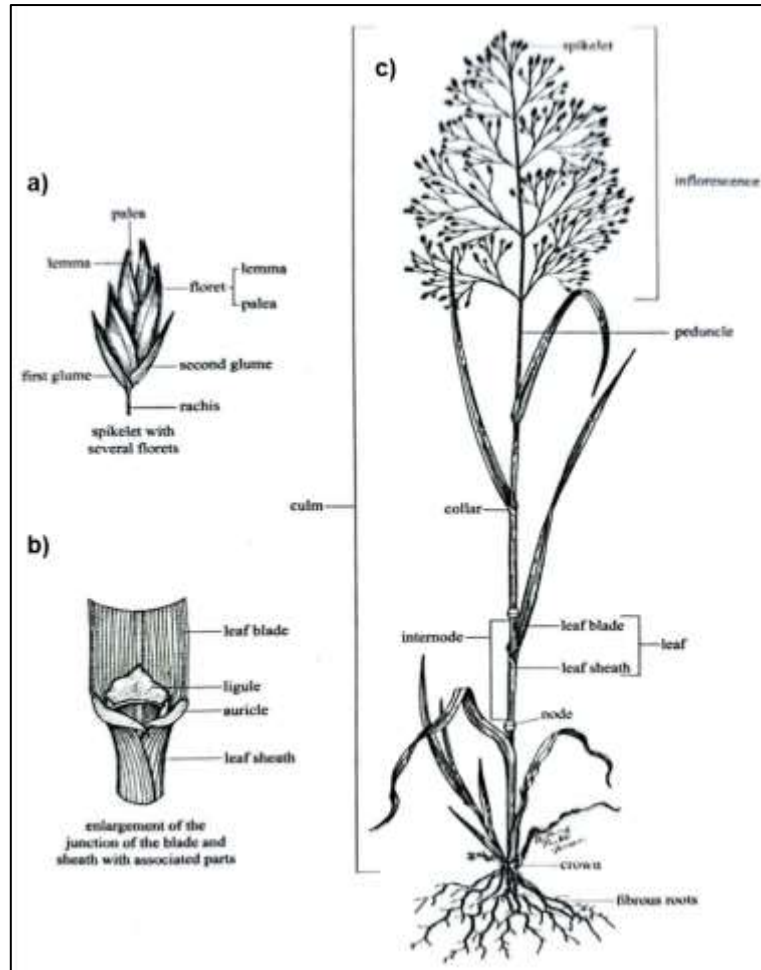


Figura 1. Representación de las partes morfológicas de una planta perteneciente a la familia Poaceae. a) caracteres espiga (reproducción sexual), b) caracteres de lígula (partes de la hoja); c) estructuras de una planta completa.

Desde el punto de vista vegetativo, las Poaceae presentan tallos herbáceos denominados culmos, generalmente cilíndricos, con nudos sólidos e internudos huecos, aunque existen excepciones en especies leñosas como los bambúes (Kellogg, 2017). Los nudos suelen ser sitios de crecimiento activo y pueden emitir macollos, estolones o rizomas, estructuras que favorecen la propagación vegetativa (Figura 2), particularmente en especies con comportamiento de maleza. Esta capacidad de rebrote constituye un carácter funcional clave que explica la persistencia de muchas gramíneas en ambientes perturbados (Vila-Aiub, 2019).

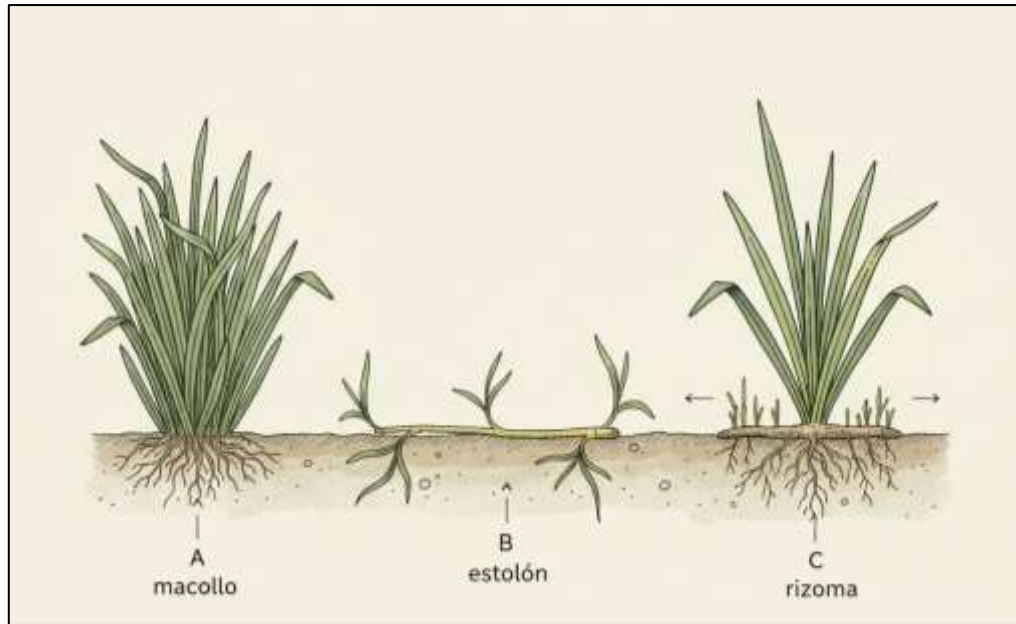


Figura 2. Principales estructuras de propagación de las Poaceae: A. Macollo, B. Estolón y C. Rizoma.

Las hojas de las Poaceae son alternas y dísticas, con una morfología altamente característica. Cada hoja se compone de una vaina foliar que envuelve parcial o totalmente al tallo, una lámina linear o lanceolada, y una lígula, que puede ser membranosa, pilosa o reducida. La lígula es considerada uno de los caracteres diagnósticos más importantes para la identificación taxonómica a nivel de género y especie, ya que su forma, tamaño y consistencia varían ampliamente entre taxones (Figura 3). En algunos géneros también se presentan aurículas, pequeñas prolongaciones laterales en la base de la lámina, que refuerzan el valor diagnóstico del follaje (Dávila *et al.*, 2018).

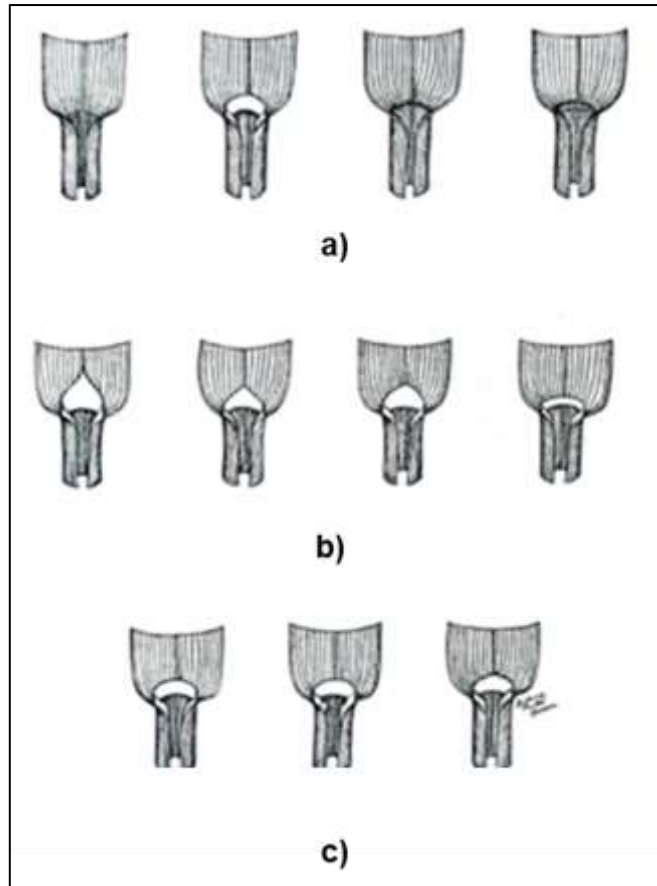


Figura 3. Lígulas de la familia Poaceae: a) tipos de lígula (ausente, membranosa, línea de pelos, membrana ciliada), b) forma del ápice de la lígula (acuminada, aguda, obtusa, truncada), c) membrana de la lígula (entera, con muescas, cruzadas)

En cuanto a las estructuras reproductivas, las Poaceae se caracterizan por una organización floral altamente reducida y especializada. Las flores se agrupan en espiguillas, que representan la unidad básica de la inflorescencia (Figura 4). Cada espiguilla está compuesta por dos glumas basales y una o más flores, protegidas por la lema y la palea, estructuras que sustituyen al perianto típico de otras angiospermas. Esta reducción floral se interpreta como una adaptación evolutiva a la polinización anemófila, predominante en la familia, donde el viento actúa como principal agente de dispersión del polen (Kellogg, 2017).

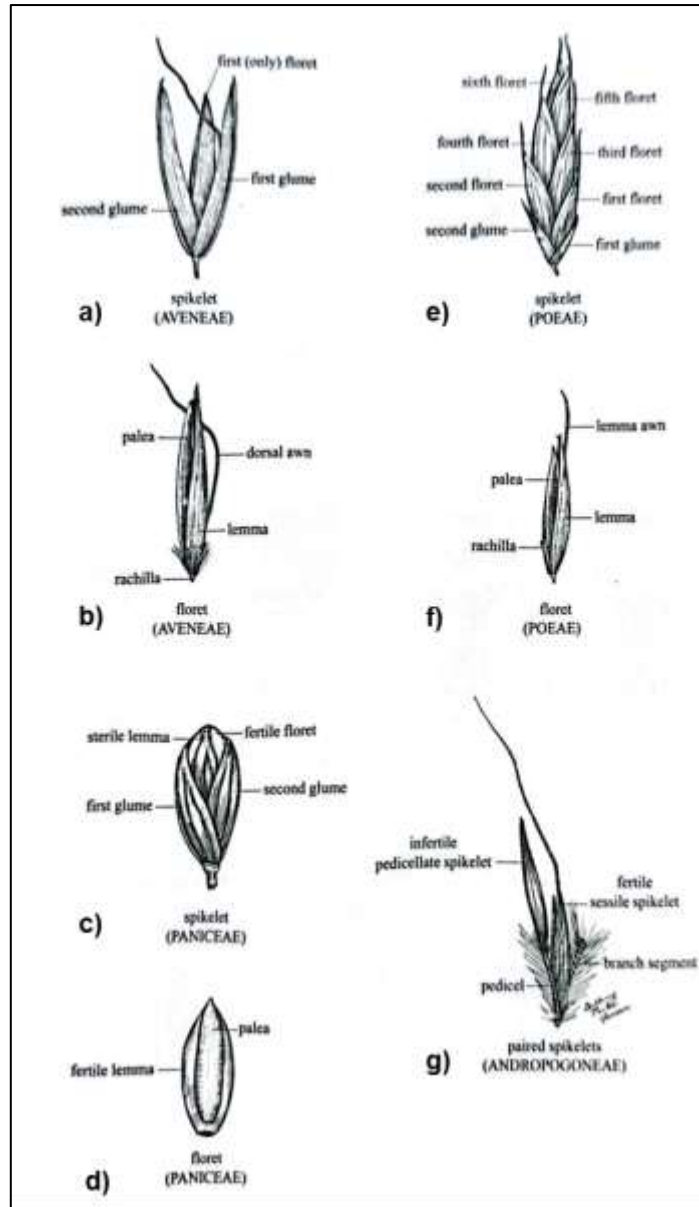


Figura 4. Diferentes tipos de espiguillas y flores de la familia Poaceae, correspondiente a una tribu distinta; a) espiguilla y b) flor de Aveneae, c) espiguilla y d) flor de Paniceae, e) espiguilla y f) flor de Poeae, g) espiguilla y flor de Andropogoneae.

Las inflorescencias de las Poaceae pueden adoptar diversas formas, como espigas, panículas, racimos o combinaciones de estas, y su arquitectura es un carácter clave en la diferenciación taxonómica entre subfamilias y tribus. Por ejemplo, las panículas abiertas son frecuentes en Panicoideae, mientras que las espigas compactas son comunes en Pooideae (Figura 5). Estas variaciones estructurales

influyen directamente en la eficiencia reproductiva y en la dispersión de semillas (Soreng, 2017).

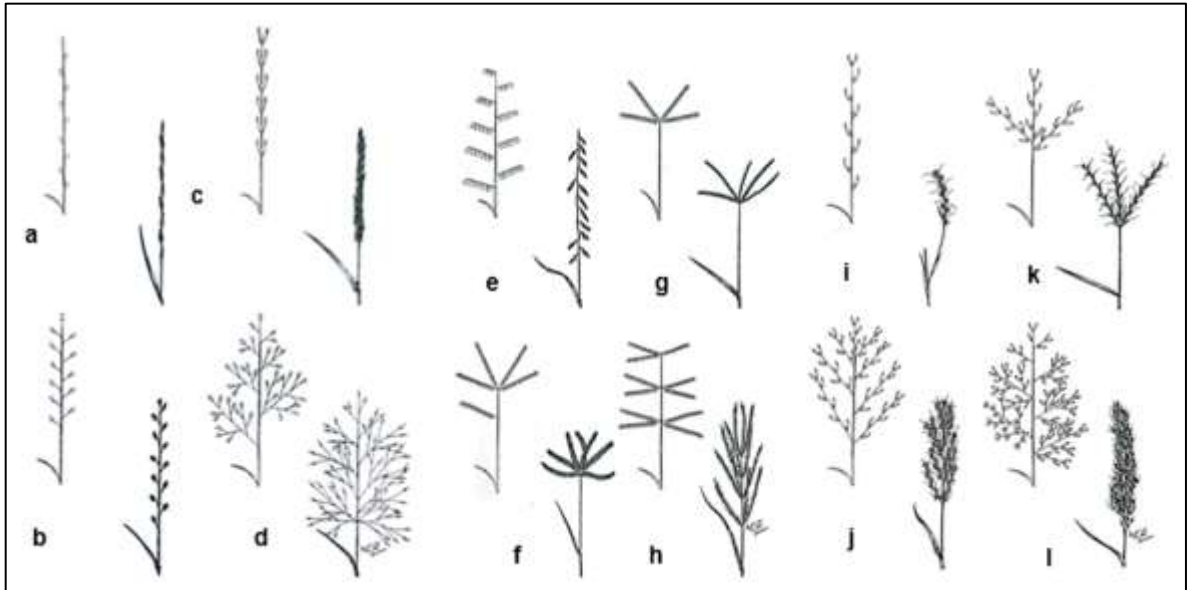


Figura 5. Tipos de inflorescencias de la familia Poaceae: a) espiga, b) racimo, c) racimo espigado, d) panícula, e) panícula de ramas unilaterales primarias, espigadas alternas, f) panícula de ramas unilaterales primarias, espigas subdigitadas, g) panícula de ramas unilaterales primarias, espigadas digitadas, h) panícula de ramas unilaterales primarias espigadas verticiladas, ramas unilaterales primarias espigadas, i) racimo espigado, j) panícula de ramas, generalmente alternas, k) panícula de ramas subdigitadas, l) panícula de ramas compuestas.

El fruto característico de la familia es el cariopsis, un fruto seco indehiscente en el que el pericarpio se encuentra fusionado con la testa de la semilla (Figura 6). Este tipo de fruto es un carácter diagnóstico fundamental de Poaceae y ha sido clave en la domesticación de numerosas especies cultivadas, así como en la dispersión exitosa de especies silvestres y arvenses (Osborne & Sack, 2016). La semilla contiene un endospermo rico en almidón, lo que confiere a muchas gramíneas un alto valor energético, tanto para el consumo humano como animal.



Figura 6. Fruto característico de la familia Poaceae, perteneciente a *Digitaria californica* de la tribu Paniceae.

Desde el punto de vista anatómico y fisiológico, uno de los caracteres más relevantes de Poaceae es la presencia de dos tipos principales de metabolismo fotosintético: C₃ y C₄. Las especies C₄, predominantes en subfamilias como Panicoideae y Chloridoideae mejora la eficiencia fotosintética bajo condiciones de alta temperatura, sequía y radiación solar intensa. Este rasgo explica la abundancia de gramíneas C₄ en regiones tropicales y subtropicales, así como su frecuente comportamiento como maleza agresiva en sistemas agrícolas (Osborne & Sack, 2016).

Además, muchas Poaceae exhiben adaptaciones morfofisiológicas como sistemas radiculares fibrosos, que favorecen la absorción rápida de agua y nutrientes y contribuyen a la estabilización del suelo. Esta característica es particularmente relevante en el contexto agroecológico, ya que permite a las gramíneas competir eficazmente con los cultivos y, al mismo tiempo, desempeñar funciones ecológicas como la reducción de la erosión y la mejora de la estructura del suelo (Benvenuti, 2024).

2.2.3. Especies de Poaceae con importancia económica como maleza

Dentro de la familia Poaceae se encuentran numerosas especies que, a pesar de su valor forrajero o ecológico, se comportan como maleza de alta importancia

económica en sistemas agrícolas y pecuarios. Estas especies compiten agresivamente por recursos como agua, nutrientes y luz, reduciendo significativamente el rendimiento de los cultivos. Entre las gramíneas más problemáticas a nivel mundial se encuentran *C. dactylon*, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis* y *Sorghum halepense*, todas ampliamente distribuidas en agroecosistemas tropicales y templados (Heap, 2020).

En América Latina y particularmente en México, diversas especies de Poaceae han sido reportadas como maleza dominante en cultivos de maíz, sorgo y caña de azúcar. *S. halepense*, por ejemplo, es considerada una maleza de las más agresivas debido a su reproducción tanto sexual como vegetativa mediante rizomas, lo que dificulta su control (Vila-Aiub, 2019). Asimismo, *C. dactylon* presenta una elevada capacidad de colonización en áreas perturbadas y suelos compactados, afectando tanto sistemas agrícolas como zonas urbanas (San Juan-Lara, 2017).

El impacto económico de este tipo de maleza se ve agravado por la evolución de la resistencia a herbicidas, fenómeno ampliamente documentado en Poaceae. Estudios recientes indican que una proporción significativa de las especies resistentes reportadas a nivel mundial pertenece a esta familia, lo que representa un desafío creciente para el manejo integrado de la maleza (Heap, 2020).

2.2.4. Reportes de estudios de diversidad en la familia Poaceae

La diversidad de especies de la familia Poaceae ha sido ampliamente documentada en estudios florísticos, ecológicos y agroecológicos debido a su importancia funcional y económica. Investigaciones realizadas en Asia, África y América Latina muestran que las gramíneas suelen dominar en términos de riqueza y abundancia en ambientes perturbados y agrícolas (Sagar et al., 2018). En el campus de la Universidad Agrícola de Bangladesh, por ejemplo, se registraron más de 80 especies de Poaceae, muchas de ellas con usos etnobotánicos, lo que demuestra la versatilidad funcional del grupo.

En México, los estudios de diversidad de Poaceae han revelado patrones de riqueza altamente variables según la región y el tipo de vegetación. Sánchez-Ken y Cerros-Tlatilpa (2016) documentaron 306 especies de gramíneas en el estado de Morelos, distribuidas en ocho subfamilias, destacando la dominancia de Panicoideae y Chloridoideae en zonas perturbadas. Estos estudios resaltan que muchas especies consideradas maleza desempeñan un papel importante en la conservación del suelo, el reciclaje de nutrientes y la provisión de hábitat para fauna asociada.

A nivel agroecológico, investigaciones recientes señalan que la diversidad de Poaceae puede influir positivamente en la estabilidad de los agroecosistemas, especialmente cuando se integran estrategias de manejo que reconocen su función ecológica más allá de su carácter indeseable. Por ello, el estudio de la diversidad de esta familia es fundamental para comprender la dinámica de la maleza y su interacción con los sistemas productivos (Benvenuti, 2024).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de muestreo

El estudio se llevó a cabo en el campo experimental y de producción "El Bajío", perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El área se localiza en las coordenadas $25^{\circ} 21' 27''$ N y $101^{\circ} 02' 29''$ W, con una altitud que oscila entre los 1,727 y 1,750 msnm. El muestreo comprendió un polígono de 357,552.56 m² (perímetro de 3,702.94 m) que incluyó tanto parcelas cultivadas como no cultivadas. Finalmente, el procesamiento de las variables y la identificación taxonómica de las especies vegetales se realizaron en el Laboratorio de Malezas del Departamento de Parasitología (Figuras 7 y 8).



Figura 7. Polígono de muestreo en los campos experimentales y de producción de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se detalla la ruta establecida para el estudio de diversidad de la familia Poaceae. Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth.



Figura 8. Vista exterior del Departamento de Parasitología (UAAAN). Saltillo, Coahuila, México. Sede del procesamiento e identificación taxonómica de la familia Poaceae.

3.2. Método de muestreo

El polígono de estudio se subdividió en 15 secciones (tablas), las cuales fueron recorridas en su perímetro (área circundante) para la toma de datos (Figura 9). En cada tabla se realizaron 12 muestreos utilizando un cuadrante de madera de 50 x 50 cm (2,500 cm²) como unidad experimental (Figura 10 y 11). El cuadrante se colocó de manera aleatoria, distribuyendo tres muestras por cada lado de la tabla (Figura 12); este diseño se implementó con el fin de garantizar la representatividad espacial y reducir posibles sesgos en la selección de las unidades.



Figura 9. Distribución de las tablas de muestreo en el área de estudio. Se muestra la subdivisión del polígono para la evaluación de diversidad de la familia Poaceae.



Figura 10. Cuadrante de 50 x 50 cm utilizado como unidad experimental. Se observa la disposición del marco de madera para la delimitación del área de muestreo (2,500 cm²) y la cuantificación de individuos.

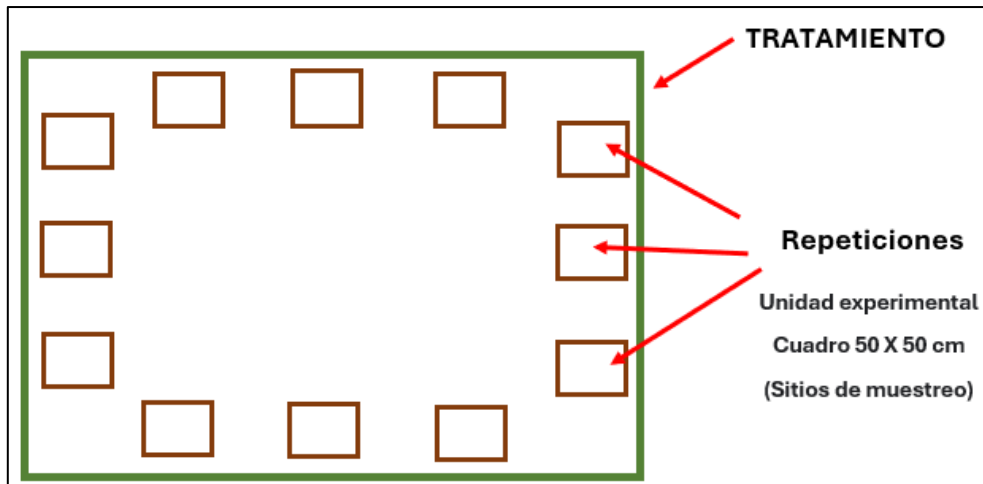


Figura 11. Representación de las unidades experimentales y sitios de muestreo. Disposición espacial de los cuadrantes en la periferia de los tratamientos para la evaluación de la diversidad y abundancia de la maleza en la UAAAN.



Figura 12. Técnica de lanzamiento aleatorio del cuadrante. Procedimiento realizado en el área circundante de las tablas para asegurar que la selección de la muestra sea imparcial y representativa de la diversidad vegetal en el sitio.

Tras la delimitación de las unidades de muestreo, se extrajeron íntegramente todos los ejemplares presentes dentro del cuadrante, utilizando palas y tijeras para preservar el sistema radicular. Aunque la colecta abarcó todas las familias botánicas

presentes para fines de conteo poblacional, el análisis posterior se centró específicamente en los individuos de la familia Poaceae, sobre los cuales se ejecutaron los estudios de diversidad.

Las plantas recolectadas se depositaron en bolsas de papel debidamente etiquetadas con la información del sitio y la fecha de muestreo, para su posterior traslado al Laboratorio de Malezas del Departamento de Parasitología (Figura 13).



Figura 13. Recolección y etiquetado de ejemplares. Proceso de extracción y depósito de las plantas en bolsas de papel, asegurando la inclusión de la información de campo (sitio y fecha) para su posterior traslado al laboratorio.

3.3. Determinación de especies

Para la identificación de los ejemplares recolectados, se analizaron detalladamente sus características morfológicas, tales como filotaxia y morfología de órganos vegetativos y reproductivos (hojas, tallos, raíces, flores y frutos). Este análisis permitió una aproximación inicial a la identidad taxonómica de cada individuo.

Posteriormente, se llevó a cabo un proceso jerárquico de determinación (familia, género y especie) contrastando los caracteres diagnósticos con literatura especializada y herramientas digitales. Se consultaron obras de referencia como: Villarreal (1983), manuales de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2012) y la base de datos SEINet (*Southwest Environmental Information Network*).

Debido a la complejidad morfológica de la familia Poaceae, su identificación se profundizó mediante la revisión de estructuras bajo el estereoscopio (marca Zeiss® DV4) y con la comparación directa en pliegos de herbario, de la colección del laboratorio del equipo de pastizales, así como el uso de claves botánicas especializadas (Stubbendieck *et al.*, 2017). Finalmente, todo el proceso fue validado por expertos botánicos de los departamentos de Recursos Naturales y Parasitología de la UAAAN. Este enfoque integral, que combinó el uso de claves, herramientas ópticas y consulta de colecciones biológicas, garantizó la precisión de los nombres científicos y la fiabilidad de los datos de diversidad obtenidos.

3.4. Criterio de submuestreo para unidades con alta densidad

En unidades experimentales donde se registró una densidad de plántulas superior al 90% de cobertura por una sola especie, se implementó un criterio de submuestreo para optimizar el manejo del material y el tiempo de procesamiento. En estos casos, se recolectó y contabilizó físicamente el 50% de la población presente en el cuadrante.

Posteriormente, se procedió a la extrapolación del valor total de abundancia, multiplicando el conteo obtenido por un factor de corrección ($f = 2$) al realizar una proyección proporcional, al duplicar dicho valor para obtener la abundancia total estimada de la especie dominante en esa unidad experimental. Este procedimiento permitió obtener datos representativos de las áreas con alta densidad sin

comprometer la representatividad de la muestra ni la precisión de los cálculos de abundancia para la especie dominante.

3.5. Estimación de abundancia por método gravimétrico

Para las muestras con una densidad de plántulas que dificultaba el conteo individual directo, se empleó un método de estimación basado en el peso. Inicialmente, se determinó el peso total de la muestra recolectada (P_t) utilizando una báscula digital (marca Homgeek®, modelo de la serie TL). Posteriormente, se obtuvieron tres submuestras aleatorias de 3.0 g cada una, las cuales fueron analizadas de forma independiente.

En cada submuestra se contabilizó el número de individuos para determinar la relación plántulas/gramo. Con los datos obtenidos, se calculó la media aritmética (\bar{x}) para establecer un valor representativo de densidad por unidad de peso. Finalmente, el número total de individuos de la muestra se obtuvo mediante una proyección proporcional, aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\bar{x} \cdot P_t}{P_s}$$

Donde:

- N es el número total de plántulas estimado en la muestra.
- \bar{x} es la media aritmética del número de plántulas obtenida de las submuestras.
- P_t es el peso total de la muestra recolectada (g).
- P_s es el peso de cada submuestra (3.0 g).

Este procedimiento permitió obtener una estimación confiable de la abundancia en áreas con alta densidad, optimizando el tiempo de análisis y reduciendo el error

humano asociado al conteo directo de poblaciones masivas, sin perder la representatividad de la muestra original.

3.6. Procesamiento y registro de plantas maduras

A diferencia del material en estado de plántula, los ejemplares maduros recolectados se procesaron de forma individual. Una vez en el laboratorio, se realizó el conteo directo de los individuos presentes en cada unidad experimental. Tras su determinación taxonómica (proceso descrito en el subtema 3.3. Determinación de especies), las muestras se separaron por taxón para organizar la información por cada sitio de muestreo.

Finalmente, los datos de abundancia y composición por especie se registraron sistemáticamente en el libro de campo. Esta base de datos consolidada permitió realizar los análisis posteriores de diversidad y estructura de la comunidad de la maleza (Figura 14).



Figura 14. Determinación de especies de maleza. Ejemplares obtenidos durante el muestreo en los campos de la UAAAN (2024), procesados para su posterior análisis de diversidad.

3.7. Análisis de datos y caracterización de la comunidad

El análisis de la información se centró en la estructura y composición de la comunidad de la maleza, con especial énfasis en la familia Poaceae. La información obtenida en campo fue organizada en matrices de datos de abundancia por unidad de muestreo, priorizando una descripción detallada de la organización biológica mediante los siguientes criterios: el análisis de la composición y abundancia, índices de diversidad y estructura comunitaria, así como se realizó una representación y agrupación de la comunidad.

3.7.1. Análisis de composición y abundancia

Se realizó un análisis descriptivo para determinar la riqueza de especies (*Taxa S*) y la abundancia absoluta y relativa. Estos datos permitieron identificar la participación proporcional de cada taxón dentro de las unidades experimentales, facilitando su clasificación y agrupación según su presencia en los diferentes lotes de producción.

3.7.2. Índices de diversidad y estructura comunitaria

Mediante el software PAST (Paleontological Statistics, versión 4.17), se calcularon distintos índices de diversidad alfa para describir la complejidad de la comunidad:

- Riqueza de especies (*Taxa_S*): para estimar el número total de especies presentes en cada sitio de muestreo.
- Abundancia (*Individuals*): representa el número total de organismos contados en una muestra o sitio específico. Es un indicador directo de la abundancia total o tamaño de la población muestreada, usado en análisis ecológicos de diversidad junto con el número de la riqueza de especies (*Taxa_S*).
- Índice de Shannon-Wiener (*H'*): utilizado para evaluar el grado de incertidumbre al predecir la especie de un individuo elegido al azar; valores más altos indican comunidades más heterogéneas.

- Índice de diversidad de Simpson ($1-D$): empleado para identificar patrones de dominancia (D); refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a distintas especies.
- Equidad de Pielou (J): para evaluar qué tan homogénea fue la distribución de los individuos entre las especies registradas.
- Índice *Evenness* (Equitatividad o Uniformidad) mide qué tan equitativamente distribuidos están los individuos entre las diferentes especies dentro de una comunidad. Se utiliza para cuantificar si una comunidad está dominada por una o pocas especies (baja uniformidad) o si todas las especies tienen abundancias similares (alta uniformidad).
- Índice de *iChao-1*: es un estimador no paramétrico utilizado en ecología para calcular la riqueza total de especies (diversidad alfa) en una comunidad, basándose en la abundancia de especies raras.
- Índice de *ACE*: método estadístico utilizado para estimar la riqueza real de especies (número total de especies) en una comunidad, basándose en la abundancia de especies raras.

La interpretación de estos valores se realizó con base en su significado ecológico, donde una alta diversidad sugiere estabilidad y una alta dominancia refleja la presencia de especies con éxito competitivo superior.

3.7.3. Representación y agrupación de la comunidad

Para visualizar la importancia relativa de las especies, especialmente de la familia Poaceae, y su comportamiento como maleza dominante en los terrenos de la UAAAN, se generaron:

- Gráficas de abundancia relativa: para mostrar el porcentaje de participación de cada familia y especie por lote.
- Análisis descriptivo de frecuencia: para agrupar las especies según su recurrencia y persistencia en el área de estudio.

3.8. Evaluación de capacidad competitiva de las especies de Poaceae

Para evaluar la capacidad de competencia por nutrientes entre la maleza de la familia Poaceae y cultivos de esta familia de importancia económica (trigo), se realizó un análisis comparativo de la concentración de iones en el tejido vegetal.

3.8.1. Preparación de muestras y extracción

Se seleccionaron ejemplares representativos de las especies de Poaceae recolectadas y muestras de plantas del cultivo de trigo localizado en la tabla 15. El proceso de extracción consistió en:

- Maceración: se utilizó 1.0 g de tejido vegetal fresco por cada 1.0 mL de agua destilada. La maceración se llevó a cabo de manera individual empleando morteros estériles para evitar la contaminación cruzada entre muestras.
- Repeticiones: se evaluaron tres réplicas por cada especie para asegurar la representatividad de los datos.

3.8.2. Determinación de parámetros químicos

El lixiviado del tejido se analizó mediante ionómetros de precisión (HORIBA® LAQUAtwin-PROAIN) para determinar las siguientes variables:

- Macronutrientes y cationes: concentración de nitratos (NO_3^-) y sodio (Na^+).
- Propiedades fisicoquímicas: potencial de hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (CE).

3.8.3. Análisis comparativo

Con los datos obtenidos, se calcularon los promedios por especie y se estructuró una tabla comparativa y gráficas de barras. Este análisis permitió contrastar la

eficiencia de absorción de la maleza frente a la de los cultivos, evaluando su potencial competitivo en el ecosistema agrícola de la UAAAN.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición florística y riqueza de especies

En las 15 parcelas del campo experimental y de producción de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se registró una abundancia total de 7,304 especímenes, distribuidos en 16 familias y 51 especies de plantas vasculares (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición taxonómica, riqueza de especies y abundancia relativa por familia botánica identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Familia	Especies	Porcentaje de especies (%)	Individuos	Porcentaje de individuos (%)
Asteraceae	10	19.61	427	5.85
Brassicaceae	3	5.88	217	2.97
Chenopodiaceae	3	5.88	4,996	68.40
Convolvulaceae	2	3.93	35	0.48
Fabaceae	1	1.96	102	1.40
Malvaceae	4	7.84	226	3.09
Onagraceae	1	1.96	53	0.73
Oxalidaceae	1	1.96	9	0.12
Papaveraceae	1	1.96	9	0.12
Plantaginaceae	1	1.96	5	0.07
Poaceae	18	35.29	937	12.83
Polygonaceae	1	1.96	1	0.01
Primulaceae	1	1.96	14	0.19
Resedaceae	1	1.96	74	1.01
Solanaceae	2	3.93	48	0.66
Verbenaceae	1	1.96	151	2.07
Total: 16	51	100.00	7,304	100.00

La familia con mayor riqueza taxonómica fue Poaceae, con 18 especies (35.29 %), seguida por Asteraceae con 10 especies (19.61 %; Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con la literatura científica, que posiciona a ambas familias como las más diversas y cosmopolitas a nivel global (Dávila *et al.*, 2018; Villaseñor, 2018), presentando una notable plasticidad adaptativa en ecosistemas perturbados y zonas agrícolas. Específicamente para el caso de Asteraceae, su relevancia en el país es crítica; Villaseñor (2018) reporta más de 3,100 especies para México, lo que resalta la representatividad de este grupo en el área de estudio.

A pesar de que Poaceae lideró en número de especies, el análisis de abundancia poblacional reveló un comportamiento distinto. La familia Chenopodiaceae, con apenas tres especies registradas (5.88 %, Cuadro 2), resultó ser la más dominante en los terrenos muestreados de la UAAAN, con 4,996 individuos (Figura 15). Esto representa el 68.40 % de la población total recolectada.

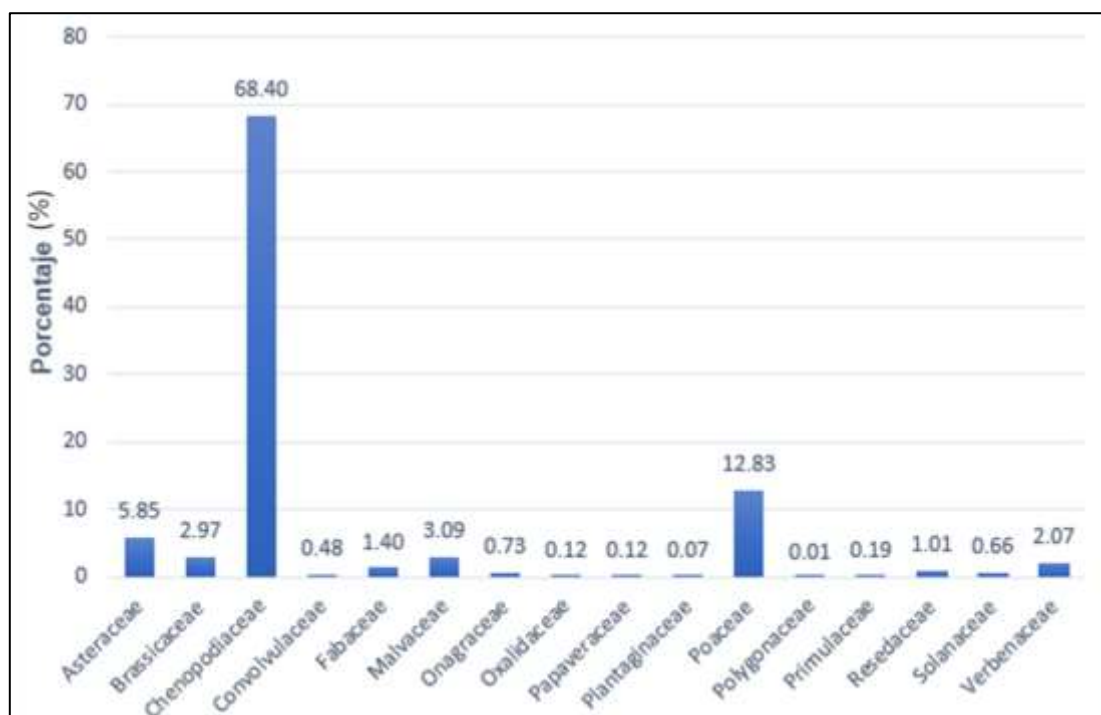


Figura 15. Abundancia total de individuos por familia botánica identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

La dominancia que presentaron las especies de Chenopodiaceae en el sitio de estudio, indica que poseen una capacidad de propagación y competencia superior al resto bajo las condiciones locales. Este éxito biológico podría atribuirse a su tolerancia a suelos salinos, comunes en regiones semiáridas, o a su elevada eficiencia reproductiva mediante la producción masiva de semillas (Sukhorukov *et al.*, 2024).

En contraste, otras familias presentaron una presencia marginal en el área. Las familias Convolvulaceae y Solanaceae registraron dos especies cada una (5.88 %, Cuadro 2), mientras que el resto de los taxones (Fabaceae, Onagraceae,

Oxalidaceae, Papaveraceae, Plantaginaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Resedaceae y Verbenaceae) estuvieron representados por una sola especie, sumando cada una el 1.96 % de la riqueza total (Cuadro 2; Figura 16).

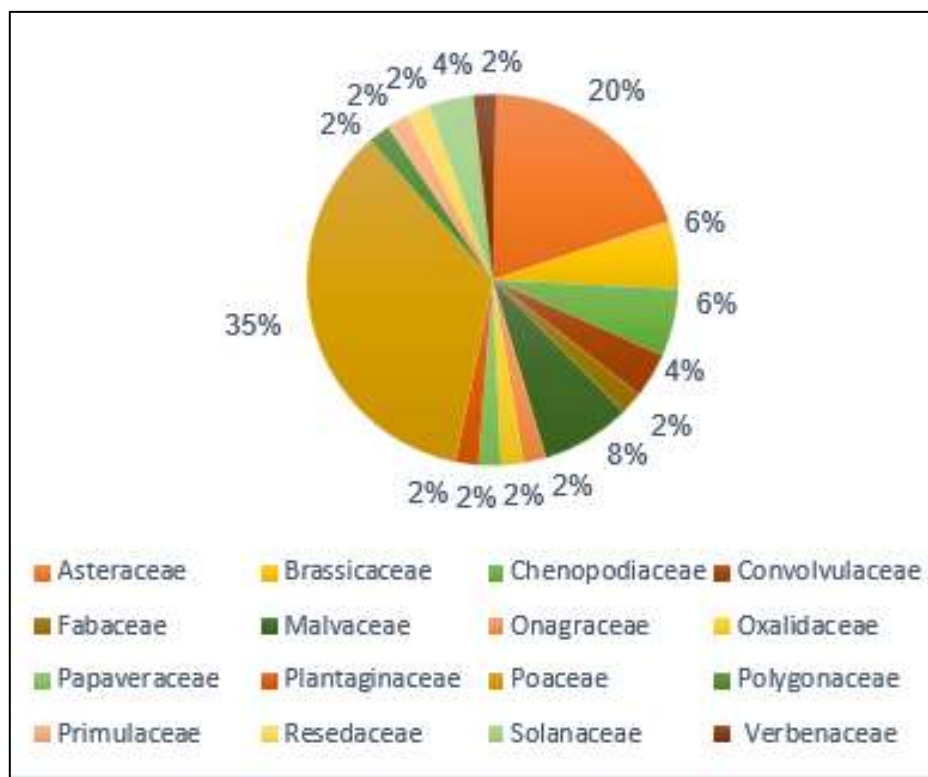


Figura 16. Distribución de la riqueza de especies por familia botánica identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

4.2. Análisis de abundancia y densidad poblacional de la familia Poaceae

En términos de abundancia absoluta, la familia Chenopodiaceae presentó la mayor representatividad con un total de 4,996 individuos (68.40 %; Cuadro 2), destacando las especies *Kochia scoparia* (L.) Schrad, *Salsola tragus* (L.) (1756) y *Chenopodium murale* (L.) (1753). A esta le siguieron la familia Poaceae con 937 individuos (12.83 %; Cuadro 2) y Asteraceae con 427 ejemplares (5.85 %; Cuadro 2).

Dentro de la familia Poaceae, se identificaron 18 especies (excepto una que fue determinada hasta a nivel taxonómico de tribu: Stipeae), de las cuales *C. dactylon*, fue la más abundante con 246 individuos (26.25 % de la familia; Cuadro 3 y Figura 17). Este hallazgo coincide con diversos autores que califican a esta gramínea como una de las más dominantes a nivel global. Al respecto, Dávila (2018) señala que su alta capacidad invasiva se debe a su triple mecanismo de propagación: estolones, rizomas y semillas. Por su parte, Oakley (2010) la clasifica como una maleza de las más agresivas en sistemas agrícolas y pasturas, limitando su utilidad como césped debido a su latencia y desecación durante las bajas temperaturas invernales. Fatima *et al.* (2026) mencionan que *C. dactylon* destaca por su notable plasticidad fenotípica, ajustando rasgos anatómicos como la densidad de tricomas y el sistema radicular para sobrevivir desde zonas hiperáridas hasta climas fríos de altura. Esta capacidad de integración fisiológica y estructural le permite optimizar el uso de agua y nutrientes, consolidándose como una de las especies más invasoras y exitosas en diversos gradientes ambientales. Su éxito en los terrenos de la UAAAN también se debe a su ajuste integrado de rasgos, permitiéndole tolerar las condiciones del suelo y clima de Saltillo.

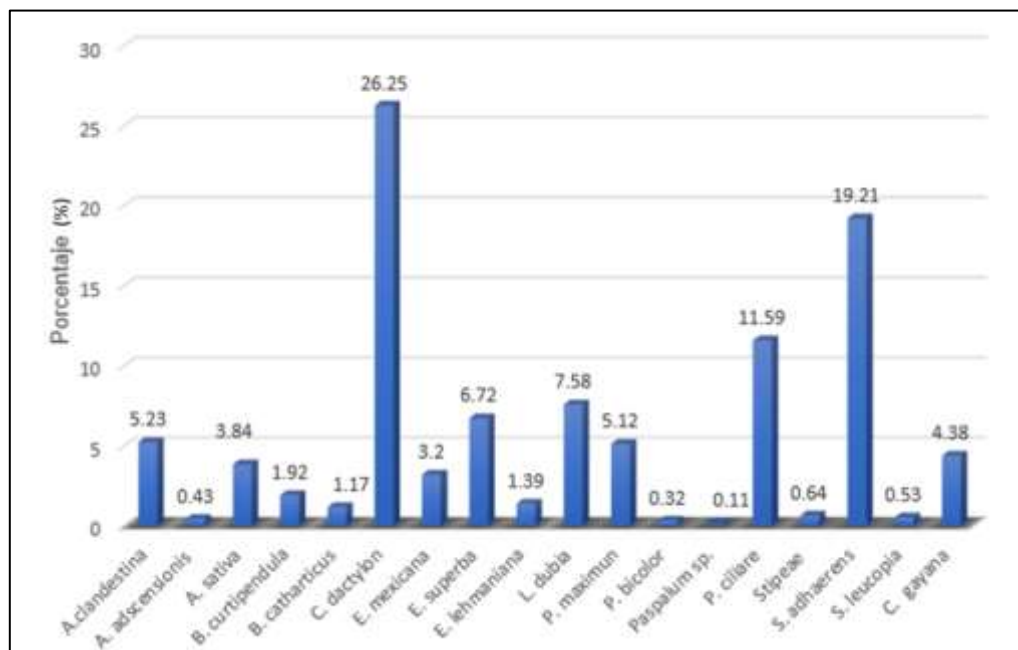


Figura 17. Porcentaje de individuos de la familia Poaceae identificada en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Cuadro 3. Composición taxonómica del número de individuos de la familia Poaceae identificados en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Especie	Número de individuos	Porcentaje de individuos (%)
<i>Amelichloa clandestina</i> (Hack.) (2006)	49	5.23
<i>Aristada adscensionis</i> (L.) (1753)	4	0.43
<i>Avena sativa</i> (L.) (1753)	36	3.84
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr (1824)	18	1.92
<i>Bromus catharticus</i> (Vahl) (1791)	11	1.17
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers (1805)	246	26.25
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link (1827)	30	3.20
<i>Eragrostis superba</i> (Peyr.)	63	6.72
<i>Eragrostis lehmaniana</i> (Nees.) (1841)	13	1.39
<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth.) Nees (1824)	71	7.58
<i>Panicum maximum</i> (Jacq.) (1776)	48	5.12
<i>Paphophorum bicolor</i> (E. Fourn.) (1886)	3	0.32
<i>Paspalum</i> (L.)	1	0.11
<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link (1771)	112	11.59
Stipeae*	6	0.64
<i>Setaria adhaerens</i> (Forssk.) Chiov (1923)	180	19.21
<i>Setaria leucopia</i> (Scribn. & Merr) K. Schum (1895)	5	0.53
<i>Chloris gayana</i> (Kunth.) (1829)	41	4.38
TOTAL: 18	937	100

*estos individuos solo fueron determinados a nivel taxonómico de tribu.

La segunda especie con mayor presencia fue *S. adhaerens* con 180 individuos (19.21 %; Cuadro 3 y Figura 17). Blasco-Zumeta (2016) atribuye este éxito biológico a su eficiente estrategia de dispersión epizoocora, donde sus semillas se adhieren fácilmente al pelaje de animales o ropa, facilitando su propagación en áreas perturbadas. Palma-Bautista *et al.* (2025) y Domínguez-Valenzuela *et al.* (2025) comprobaron que esta especie exhibe una compleja resistencia múltiple a herbicidas mediante mecanismos metabólicos (citocromo P450) y de sitio diana, lo que sumado a su presencia documentada en México con resistencia a HPPD, la posiciona como una maleza de difícil control. Esta plasticidad fisiológica refuerza su éxito competitivo y dominancia en los agroecosistemas, evidenciando la necesidad de estrategias de manejo integrado más allá del control químico.

Otras especies relevantes por su abundancia fueron:

En el caso de *P. ciliare* se encontró una abundancia de 112 individuos (11.59 %; Cuadro 3 y Figura 17). Su presencia se vincula a su alta plasticidad ambiental. Beltrán-López *et al.* (2017) destacan que el "zacate buffel" es una de las especies introducidas más exitosas en México, gracias a su tolerancia a la sequía y adaptabilidad a diversos tipos de suelo. Márquez *et al.* (2025) informan que este pasto destaca por su metabolismo C4 y alta tasa fotosintética, lo que genera una biomasa abundante que desplaza especies nativas y altera los regímenes de fuego en zonas áridas. Esta gramínea africana utiliza los incendios como estrategia para expandir su dominancia y colonizar nuevos ecosistemas agrícolas y naturales.

Para la especie *L. dubia* se reportaron 71 individuos (7.58 %; Cuadro 3; Figura 17), ésta especie destaca en los ambientes perturbados debido a su adaptabilidad que le confiere alto vigor germinativo, en este sentido, Gutiérrez-Gutiérrez *et al.* (2022) reportan que su alta velocidad de germinación, le otorga una ventaja competitiva para un establecimiento rápido en zonas áridas, gracias a una estrategia de colonización eficiente que le permite aprovechar rápidamente la humedad disponible en el suelo. Además, los mismos autores mencionan que su adaptabilidad fisiológica le otorga una ventaja competitiva en los pastizales del Desierto Chihuahuense frente a otras gramíneas nativas.

A. clandestina fue contabilizada con 49 individuos (5.23 %; Cuadro 3 y Figura 17). Esta especie, con distribución característica en Coahuila y Nuevo León, es altamente competitiva debido a su producción de semillas tanto cleistógamas como casmógamas, facilitando su establecimiento en matorrales y pastizales (Juanes-Márquez *et al.*, 2024).

Finalmente, las especies con los registros de abundancia más bajos fueron: *S. leucopila*, *A. adscensionis*, *Paspalum* sp y *P. bicolor* (Cuadro 3 y Figura 17). A pesar de su baja densidad en el sitio, Herrera y Pámanes (2010) mencionan que

S. leucopila está plenamente adaptada a climas secos y zonas semiáridas. En el caso de *A. adscensionis*, aunque aquí fue escasa, CONABIO (2009) señala su potencial como maleza cosmopolita en áreas perturbadas debido a su facilidad para colonizar sitios abiertos.

4.2.1. Análisis de las especies de Poaceae y su impacto en los sistemas de producción e investigación

En el contexto de los terrenos de investigación y producción agrícola de la UAAAN, la presencia de determinadas gramíneas adquiere una relevancia crítica debido a su potencial como maleza altamente competitiva (Cuadro 4). *P. ciliare*, por ejemplo, destaca por una tasa fotosintética superior y una notable tolerancia a la salinidad, atributos que le permiten desplazar rápidamente a las comunidades vegetales circundantes. Si bien Beltrán-López *et al.* (2017) y Zimdahl (2018) subrayan su valor productivo, en un entorno de experimentación agrícola, la cual destaca en su capacidad de generar entre dos y diez veces más biomasa que otras especies, lo que la convierte en una competidora agresiva por recursos hídricos y nutrientes, esto puede sesgar los resultados de investigaciones al ejercer una presión biótica desigual sobre los cultivos en estudio.

Cuadro 4. Valor económico de las especies de la familia Poaceae, registradas en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Valor forrajero
<i>Amelichloa clandestina</i>	Zacate picoso	Bajo
<i>Aristada adscensionis</i>	Zacate tres barbas	Bajo
<i>Avena sativa</i>	Avena	Alto
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Zacate Banderita	Medio–Alto
<i>Bromus catharticus</i>	Zacate Cebadilla criolla	Alto
<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto bermuda, grama	Alto
<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate mosquito, amor	Medio
<i>Eragrostis superba</i>	Pasto avena	Medio
<i>Eragrostis lehmaniana</i>	Zacate Lehmann	Bajo–Medio
<i>Leptochloa dubia</i>	Zacate gigante	Medio
<i>Panicum maximum</i>	Pasto guinea	Alto
<i>Paphophorum bicolor</i>	Zacate barbon	Bajo
<i>Paspalum</i> sp	Paspalum	Medio
<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate Buffel	Alto
Stipeae*	Zacate	Bajo
<i>Setaria adhaerens</i>	Cadillo	Bajo
<i>Setaria leucopila</i>	Zacate temprano	Medio
<i>Chloris gayana</i>	Pasto Rhodes	Alto

*estos individuos solo fueron determinados a nivel taxonómico de tribu.

Del mismo modo, *C. dactylon* representa un desafío fitosanitario considerable debido a su propagación mediante estolones y rizomas, lo que dificulta su control y favorece su expansión en las parcelas experimentales. Como advierte Vibrans (1998), su alta dominancia modifica la composición florística del área, actuando no solo como competidora directa por espacio, sino también como un factor de inestabilidad en la estructura ecológica del agroecosistema. Por su parte, el género *Setaria* presenta una dualidad de riesgo; mientras que la especie *S. leucopila* es valorada por su calidad forrajera y *S. adhaerens* destaca por su capacidad de rebrote y una dispersión eficiente, características que le permiten colonizar rápidamente áreas perturbadas por las labores de siembra.

La inclusión de especies como *L. dubia* en este análisis es fundamental, dado que su vigor germinativo y rápido establecimiento en zonas áridas le otorgan una ventaja competitiva temprana. En terrenos destinados a la producción agrícola, esta capacidad de colonización acelerada se traduce en una competencia directa por

nutrientes lixiviados y nitratos, interfiriendo con el desarrollo óptimo de los cultivos comerciales. Por lo tanto, la identificación y el análisis de estas especies bajo un enfoque parasitológico es esencial para mitigar los problemas de competencia y garantizar la integridad de las investigaciones desarrolladas en los campos de la Universidad.

En esta investigación, la identificación de las especies de Poaceae en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro permitió analizar su impacto no solo como componentes de la biodiversidad, sino como agentes con una alta plasticidad funcional que inciden directamente en la producción agrícola. Los resultados evidencian que especies como: *C. dactylon*, *P. ciliare*, *C. gayana*, *A. sativa*, *A. adscensionis* y *Eragrostis* spp desempeñan roles duales que varían entre la competencia agresiva y la provisión de servicios ecosistémicos, dependiendo del manejo del sistema (Figura 18).

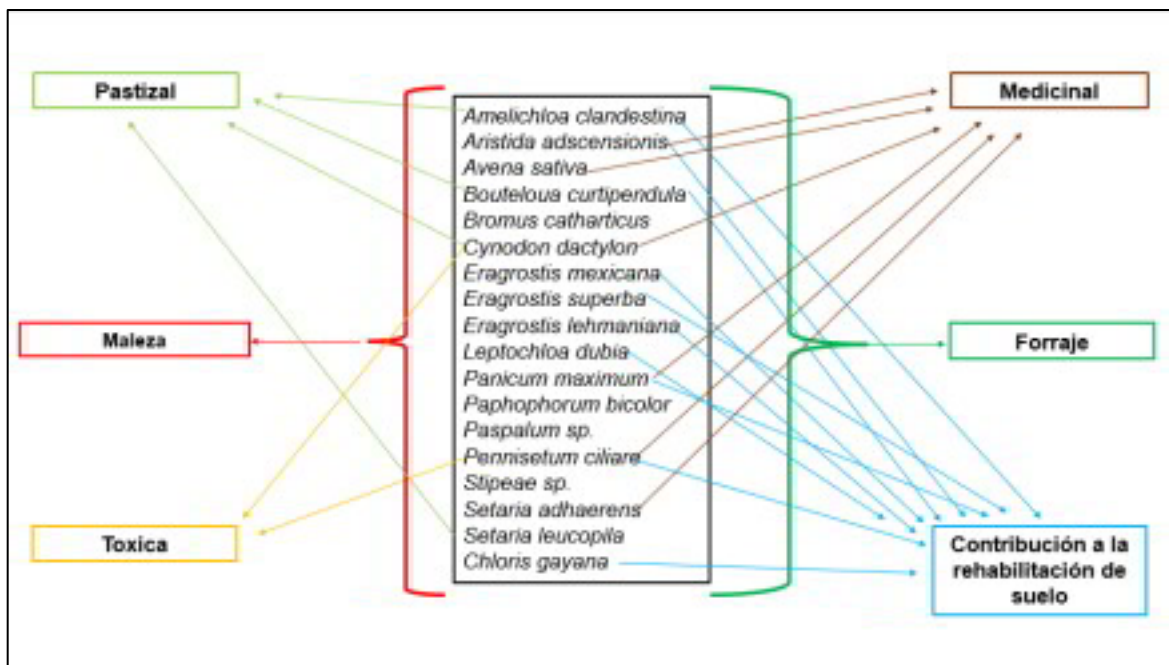


Figura 18. Caracterización funcional y multifuncional de las especies de la familia Poaceae registradas en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Desde una perspectiva fitosanitaria, la importancia de estas especies radica en su comportamiento como maleza en sistemas de producción intensiva. La capacidad

de *C. dactylon* y *P. ciliare* para colonizar rápidamente parcelas experimentales las convierte en competidoras críticas por recursos limitantes como agua y nutrientes, lo que puede interferir con la integridad de los ensayos científicos (Figura 18). Este carácter invasivo, respaldado por Gliessman *et al.* (1981), subraya que la categorización de una especie como maleza depende del contexto productivo, donde su alta tasa de crecimiento y eficiencia fotosintética (C4) les otorga una ventaja competitiva frente a los cultivos establecidos.

A pesar de este impacto en la producción, el análisis funcional revela que estas mismas gramíneas aportan beneficios sustanciales en áreas de descanso o rehabilitación (Marshall *et al.*, 2012) (Figura 18). En relación con el componente forrajero, se identificó que todas las especies registradas poseen valor nutricional potencial; mientras que *A. sativa* y *C. dactylon* presentan alta palatabilidad, géneros como *Aristida* y *Eragrostis* aseguran la oferta forrajera en condiciones de escasez (Holechek *et al.*, 2019). Esta multifuncionalidad se extiende a la conservación del suelo, donde los sistemas radicales fibrosos de las especies perennes actúan como una barrera contra la erosión y mejoran la estructura edáfica mediante el aporte de materia orgánica (Lal, 2020).

En los campos de producción, la dominancia de esta familia se ve reflejada en su agresividad colonizadora que no solo reduce los rendimientos por competencia directa, sino que incrementa los costos operativos debido a la necesidad de controles químicos y mecánicos más frecuentes. Por tanto, entender esta dinámica y funcionalidad de una planta ajena a los cultivos es fundamental: la maleza no solo es una planta fuera de lugar, sino un competidor biótico que redefine el éxito de cualquier programa de mejora, producción o investigación dentro de la Universidad y en la producción agrícola de México e incluso otras partes del mundo, exigiendo estrategias de manejo que equilibren su potencial ecológico con la protección rigurosa de los objetivos agrícolas (Martínez-Reyna & Morales-Nieto, 2020).

4.3. Índices de diversidad biológica de especies de Poaceae

Los resultados obtenidos mediante los diversos índices de diversidad calculados en el software PAST (Cuadro 5), revelan una estructura comunitaria característica de agroecosistemas con disturbio constante. En las 15 parcelas de la UAAAN, se observa un patrón donde pocas especies altamente competitivas dominan el paisaje, mientras que el resto de los taxones se distribuye con una frecuencia marginal. Este comportamiento es propio de áreas bajo manejo agrícola, donde el disturbio favorece a especies oportunistas con una plasticidad ecológica superior, capaces de colonizar nichos vacíos rápidamente (Grime, 1977; Tilman, 1982).

Cuadro 5. Índices de diversidad alfa y parámetros ecológicos de la comunidad de Poaceae registrada en los 15 sitios de muestreo del campo agrícola de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Índices de diversidad de especies	<i>A. cla</i>	<i>A. ads</i>	<i>A. sat</i>	<i>B. cur</i>	<i>B. cat</i>	<i>C. dac</i>	<i>E. mex</i>	<i>E. sup</i>	<i>E. leh</i>	<i>L. dub</i>	<i>P. max</i>	<i>P. bic</i>	<i>Pas.</i>	<i>P. cil</i>	<i>Sti</i>	<i>S. adh</i>	<i>S. leu</i>	<i>C. gay</i>
Taxa_S	8.00	1.00	3.00	2.00	1.00	13.00	4.00	7.00	2.00	3.00	4.00	1.00	1.00	11.00	1.00	7.00	1.00	5.00
Individuals	49.00	4.00	36.00	18.00	11.00	246.00	30.00	63.00	13.00	71.00	48.00	3.00	1.00	112.00	6.00	180.00	5.00	41.00
Dominance_D	0.14	1.00	0.49	0.49	1.00	0.09	0.36	0.16	0.49	0.56	0.28	1.00	--	0.13	1.00	0.35	1.00	0.21
Simpson_1-D	0.86	0.00	0.51	0.50	0.00	0.90	0.64	0.84	0.51	0.44	0.72	0.00	--	0.87	0.00	0.65	0.00	0.79
Shannon_H	2.03	0.00	0.87	0.69	0.00	2.43	1.15	1.88	0.70	0.78	1.34	0.00	0.00	2.21	0.00	1.43	0.00	1.59
Evenness_e^H/S	0.95	1.00	0.80	1.00	1.00	0.87	0.79	0.94	1.01	0.72	0.95	1.00	1.00	0.83	1.00	0.59	1.00	0.98
Equitability_J	0.97	--	0.79	1.00	--	0.95	0.83	0.97	1.01	0.71	0.96	--	0.00	0.92	--	0.74	--	0.99
iChao-1	8.00	1.00	3.00	2.00	1.00	13.00	4.00	7.00	2.00	3.00	4.00	1.00	1.00	11.00	1.00	7.00	1.00	5.00
ACE	8.00	1.00	3.00	2.00	1.00	13.00	4.61	7.00	2.00	3.00	4.00	1.00	1.00	11.00	1.00	7.00	1.00	5.00

Los nombres de cada columna, se refieren a la abreviación de especies de Poaceae, muestreadas en esta investigación: *A. cla*: *Amelichloa clandestina*; *A. ads*: *Aristida adscensionis*; *A. sat*: *Avena sativa*; *B. cur*: *Bouteloua curtipendula*; *B. cat*: *Bromus catharticus*; *C. dac*: *Cynodon dactylon*; *E. mex*: *Eragrostis mexicana*; *E. sup*: *Eragrostis superba*; *E. leh*: *Eragrostis lehmaniana*; *L. dub*: *Leptochloa dubia*; *P. max*: *Panicum maximum*; *P. bic*: *Pappophorum bicolor*; *Pas.*: *Paspalum* sp; *P. cil*: *Pennisetum ciliare*; *Sti*: *Stipeae*; *S. adh*: *Setaria adhaerens*; *S. leu*: *Setaria leucopila*; *C.gay*: *Chloris gayana*. INF: Infinito

La marcada dominancia de *C. dactylon* se refleja en los valores elevados de los índices de Shannon (H') y Simpson ($1-D$) (Cuadro 5). Desde la perspectiva del estudio de la ciencia de la maleza, esto indica que no solo es la especie más abundante, sino que su agresivo crecimiento estolonífero y rizomatoso le permite coexistir y sobreponerse a otros tipos de maleza incluso bajo condiciones de manejo intensivo (Holm *et al.*, 1977; Vibrans, 1998). De igual manera, *P. ciliare* registró valores altos en los índices de riqueza, lo que confirma su gran capacidad de establecimiento en ambientes semiáridos. Como señalan Franklin *et al.* (2006), su presencia incrementa drásticamente la biomasa total del sitio, lo que en términos de competencia se traduce en un desplazamiento de la flora nativa y una mayor dificultad para el establecimiento de cultivos experimentales.

Por el contrario, la presencia de especies como *A. sativa* y *B. catharticus* mostraron valores máximos de dominancia y mínimos de diversidad en sitios específicos (Cuadro 5). Según Magurran (2013), esto evidencia comunidades simplificadas donde una sola especie aprovecha temporalmente los recursos disponibles, reduciendo la equidad del sistema. Para un investigador, estos focos de baja diversidad, pero altas densidades representan un riesgo fitosanitario crítico, pues la persistencia de estas especies demanda intervenciones de control más severas (Zimdahl, 2018).

Respecto a la Equidad (Evenness y Equitability_J), los valores fueron generalmente altos, sugiriendo una distribución relativa uniforme entre las especies presentes (Cuadro 5). No obstante, siguiendo a Moreno (2001), este dato debe interpretarse con cautela: en comunidades con baja riqueza, una equidad elevada suele ser un reflejo matemático de la presencia de muy pocos taxones y no necesariamente de una estabilidad ecológica real. Por otro lado, la estrecha relación entre la riqueza observada (Taxa_S) y los estimadores Chao-1 y ACE demuestra que el esfuerzo de muestreo realizado en las 15 parcelas fue estadísticamente representativo (Cuadro 5; Colwell & Coddington, 1994).

La estructura de la comunidad de gramíneas en la Universidad está definida por especies perennes con alta capacidad competitiva, adaptadas al estrés hídrico y mecánico. Para los objetivos de esta investigación, entender estos índices es clave, ya que la dominancia de estas Poaceae no solo altera la biodiversidad local, sino que condiciona el éxito de cualquier programa de producción agrícola al modificar la disponibilidad de recursos en el suelo y aumentar la resiliencia de la maleza frente a los métodos de control convencionales.

4.4. Evaluación de la capacidad competitiva de las especies de Poaceae

La importancia de obtener parámetros fisiológicos radica en que permiten cuantificar el potencial de interferencia de la maleza en los sistemas de producción, en este caso se comparó con el cultivo de trigo, recolectado en la tabla número 15, mediante microvolúmenes de lixiviado celular, obtenido por maceración de tejido de las plantas en morteros. La evaluación de los parámetros fisiológicos como la conductividad eléctrica (CE), potencial de hidrogeno (pH) y la concentración iónica (NO_3^- y Na^+), no solo se identificó la capacidad de las Poaceae para sobrevivir en condiciones adversas (como suelos salinos o compactados de la UAAAN), sino que también se evidenció su eficiencia en la extracción de recursos, frente a un cultivo de referencia. Estos datos son cruciales, ya que fundamentan por qué ciertas especies logran dominar ciertos espacios que son para la producción agrícola, permitiendo predecir su impacto en el rendimiento de los cultivos y diseñar estrategias de control basadas en la vulnerabilidad fisiológica de la planta (Cuadro 6).

Cuadro 6. Capacidad de absorción y competencia de las especies para la familia Poaceae, registradas en el campo experimental de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Especie	CE (dS/cm)	pH	NO₃⁻ (ppm)	NA⁺(ppm)
<i>*Triticum aestivum</i> L.	8.49	5.9	1,300	11
<i>Amelichloa clandestina</i>	3.54 ± 0.59	5.83 ± 0.40	613.3 ± 97.12	15 ± 2
<i>Avena sativa</i>	3.78 ± 0.25	5.96 ± 0.20	694.33 ± 254.92	21.33± 13.31
<i>Chloris gayana</i>	4.07 ± 0.45	4.86 ± 0.64	2,174.33 ±109.43	16.66 ± 6.50
<i>Cynodon dactylon</i>	5.63 ± 0.45	6.23 ± 0.15	3,000 ± 1228.82	4.66 ± 3.05
<i>Eragrostis mexicana</i>	5.56 ± 0.40	5.93 ± 0.51	1,033.33 ± 404.14	12 ± 5.29
<i>Eragrostis superba</i>	3.52 ± 0.28	5.83 ± 0.40	613.33 ± 97.12	15 ±1.63
<i>Leptochloa dubia</i>	3.90 ± 0.78	5.4 ± 0.85	2,701.66 ± 13.33	13.33 ± 10.26
<i>Panicum maximum</i>	5.23 ± 0.51	6.03 ± 0.40	3,400 ± 556.77	8.66 ± 8.96
<i>Penisetum ciliare</i>	4.76 ± 0.51	5.4 ± 0.52	552.66 ± 136.82	8 ± 2
<i>Setaria adhaerens</i>	5.2 ± 0.4	6 ± 0.52	1,436.66 ± 676.78	10.33 ± 11.01

± el valor seguido después de este símbolo refiere a la desviación estándar; CE: conductividad eléctrica; pH: potencial de hidrogeno; NO₃⁻: nitratos; NA⁺: sodio. *Para el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*), se establecieron parámetros de referencia control, por lo tanto, no presenta desviación estándar ($\sigma = 0.0$), en todos los casos. Este control permite contrastar de manera lineal la amplitud de la variabilidad fisiológica y la plasticidad de las especies de Poaceae evaluadas.

De acuerdo con Arriaga-Sánchez (2024), la dinámica de crecimiento del trigo se ve severamente condicionada cuando los valores de CE alcanzan los 8.49 dS/cm, ya que este nivel de salinidad excede el umbral de tolerancia estándar de la especie. En este contexto, aunque la disponibilidad de nitratos es alta (1,300 ppm) y el pH de 5.9 es favorable para la disponibilidad de micronutrientes, el potencial osmótico del suelo limita la absorción hídrica del cultivo (Cuadro 6). Esta situación genera un nicho de oportunidad para las poblaciones de maleza competidoras, las cuales, al poseer una mayor plasticidad fisiológica ante el estrés salino, logran una captura de recursos más agresiva.

Los resultados obtenidos revelan una variabilidad significativa en la composición química y la capacidad de acumulación de nutrientes entre las especies evaluadas. En términos de CE, se identificó un rango que oscila desde 3.52 ± 0.28 en *E. superba* hasta un máximo de 5.65 ± 0.45 en *C. dactylon*. Este elevado valor de CE en *C. dactylon* (Cuadro 6 y Figura 19), en combinación con su bajo contenido de sodio (Na⁺) 4.66 ± 3.05, sugiere mecanismos de exclusión iónica o una especialización en la absorción de otros electrolitos, posicionándola como una especie con alta tolerancia potencial a ambientes salinos sin incurrir en toxicidad

por sodio. En contraste, *A. sativa* presentó la mayor acumulación de (Na^+) 21.33 ± 13.31 , lo que indica una estrategia fisiológica de acumulación osmótica que, aunque le permite absorber agua, podría comprometer su rendimiento en suelos con alta salinidad (Munns & Tester, 2008). La capacidad de estas especies comportándose como maleza al mantener niveles bajos de sodio (como las 4.66 ppm de *C. dactylon*) frente a las 11 ppm del trigo, sugiere que la maleza filtra mejor las sales tóxicas, permitiéndole prosperar en los suelos salinos de la UAAAN donde el trigo podría sufrir estrés osmótico (Cuadro 6).

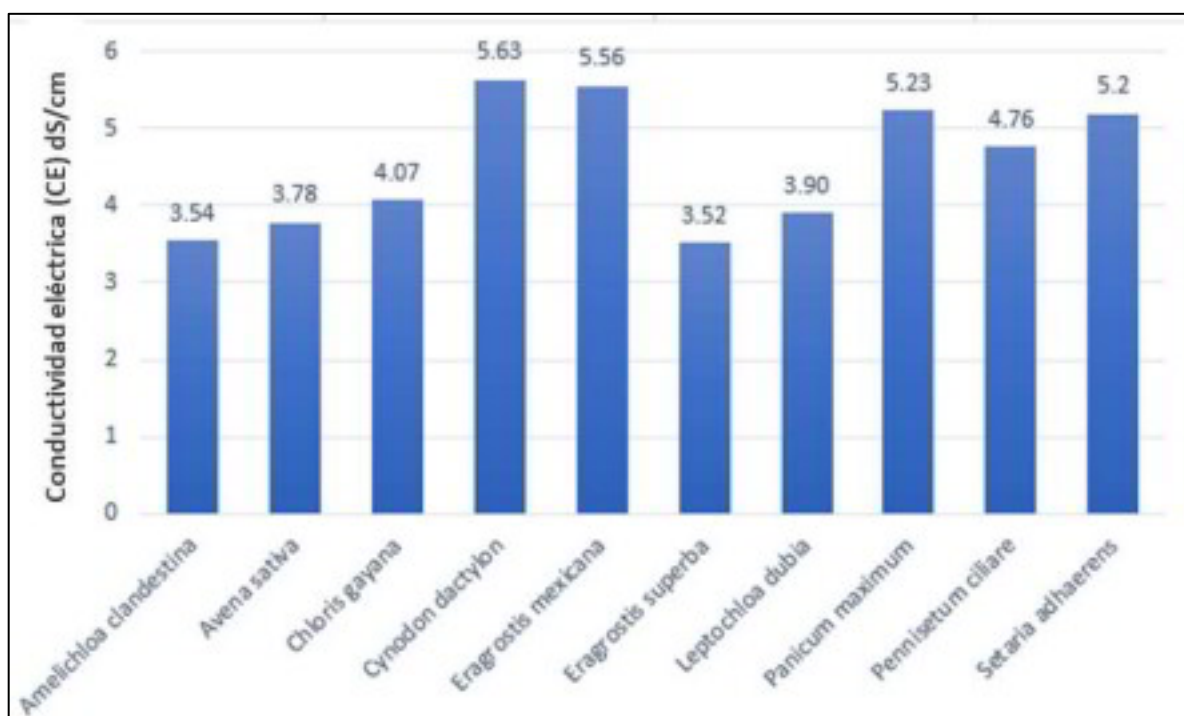


Figura 19. Variación de la conductividad eléctrica (CE) en el lixiviado celular de las especies de la familia Poaceae, recolectadas en el campo agrícola de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Los valores de la CE entre las especies de Poaceae evaluadas (Figura 19) reflejaron variaciones en el grado de salinidad del suelo asociado, lo cual es un indicador clave de la disponibilidad de sales y del potencial estrés salino para la vegetación. Por lo que los resultados obtenidos, permiten realizar una comparación de la tolerancia relativa a salinidad entre especies, destacando la capacidad de *C. dactylon*, *E. mexicana*, *P. maximum* e incluso *S. adhaerens* para desarrollarse en condiciones

de mayor salinidad en comparación con otras especies evaluadas (Ahmad *et al.*, 2025; INTAGRI, s.f.).

Respecto al pH, la mayoría de las especies mantuvieron valores cercanos a la neutralidad o ligera acidez (entre 5.4 y 6.23). Sin embargo, *C. gayana* se distinguió por presentar el valor más ácido (4.86 ± 0.64). Esta acidificación de la rizosfera es un rasgo biológico crítico, ya que puede alterar la solubilidad de micronutrientes y la actividad microbiana circundante, por lo que, al bajar el pH de forma tan drástica, la maleza puede alterar también la disponibilidad de fósforo, creando un ambiente hostil para las raíces del trigo y favorable para sí misma. Por el contrario, *C. dactylon* y *P. maximum* mostraron los valores de pH más elevados (>6.0), estableciendo condiciones más equilibradas para la absorción de nutrientes esenciales. (Cuadro 6). Por lo tanto, el pH en el lixiviado celular es un indicador de la actividad metabólica y la capacidad de la planta para alterar su entorno inmediato. Esta capacidad de acidificación es un rasgo de alta competitividad, ya que la liberación de protones puede solubilizar micronutrientes que de otro modo estarían bloqueados, permitiendo a la maleza prosperar en suelos donde el trigo encuentra restricciones nutricionales.

El análisis de nitratos (NO_3^-) evidenció las diferencias más drásticas entre taxones, lo cual es fundamental para determinar el valor forrajero y sus características adaptativas como maleza competitiva. *P. maximum* y *C. dactylon* destacaron como los principales acumuladores, con concentraciones de $3,400 \pm 556.77$ y $3,000 \pm 1,228.82$, respectivamente (Cuadro 6). No obstante, la elevada desviación estándar en *C. dactylon* sugiere una respuesta altamente plástica y dependiente de las fluctuaciones del entorno, mientras que *P. maximum* muestra una mayor estabilidad en su eficiencia de absorción. El trigo presentó una concentración de 1,300 ppm, un valor adecuado para un cultivo establecido; sin embargo, estas dos especies de Poaceae presentaron más del doble de la concentración, por lo que cuando actúan como maleza son consideradas “esponjas” de nitrógeno. Su capacidad competitiva

radica en una mayor tasa de absorción, privando a los cultivos donde lleguen a interferir del nutriente principal para su crecimiento vegetativo (Figura 20).

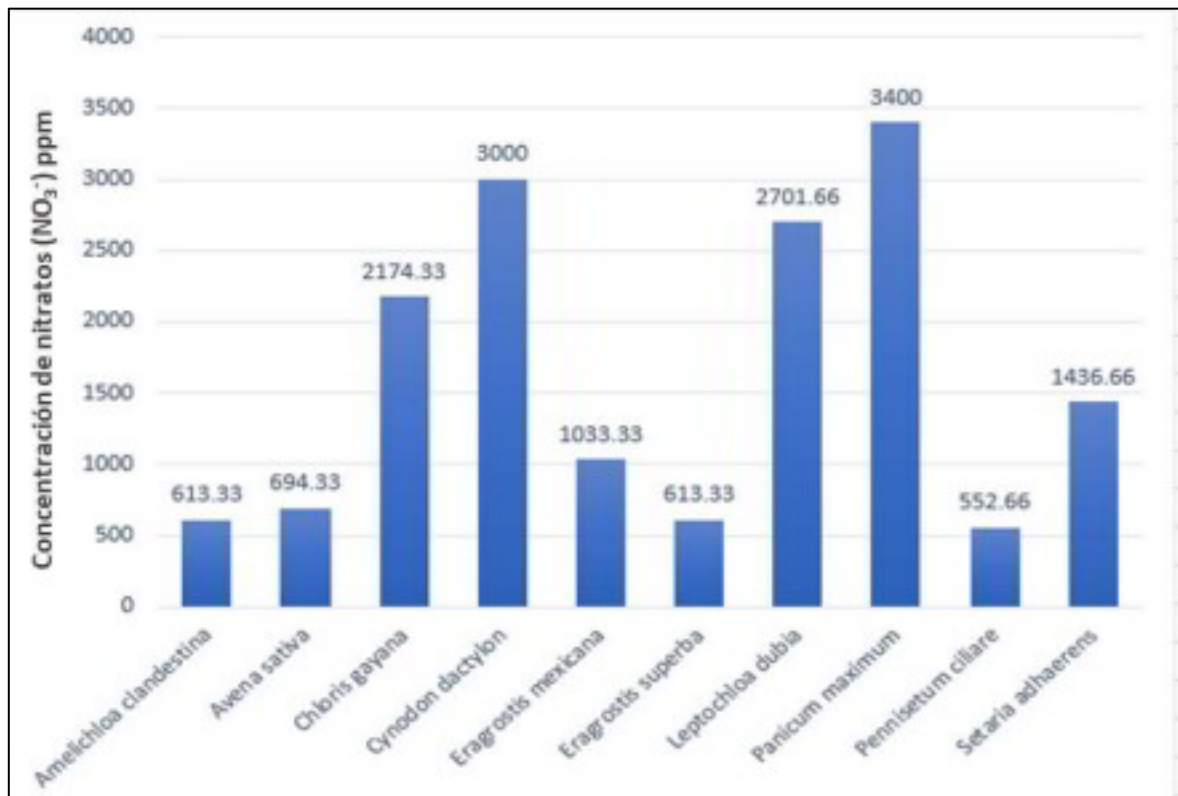


Figura 20. Variación de la concentración de nitratos (NO₃⁻) en el lixiviado celular de las especies de la familia Poaceae, recolectadas en el campo agrícola de la UAAAN, Saltillo, Coahuila, 2024.

Las diferencias obtenidas en la concentración de los nitratos entre las especies estudiadas, enfatiza la importancia de este ion, debido a que constituye una forma importante de nitrógeno disponible para las plantas y un indicador de fertilidad del suelo. (Antúñez-Ocampo *et al.*, 2014) Los resultados muestran que *C. gayana*, *C. dactylon*, *L. dubia* y *P. maximum* presentaron las concentraciones más altas de nitratos, lo que sugiere una asociación con suelos más fértiles o con mayor dinámica de nitrógeno disponible en comparación con *A. clandestina*, *E. superba* y *P. ciliare*, esta representación visual permite una comparación más clara de los patrones de disponibilidad de nitrógeno del suelo entre especies, lo cual es relevante para la interpretación ecológica y funcional de los resultados, estas últimas tres especies de Poaceae, no compiten por velocidad de absorción. Su estrategia es la resiliencia.

Al tener tasas metabólicas más lentas, pueden sobrevivir en suelos agotados donde el trigo moriría por falta de nutrientes, su peligro no es el secuestro rápido de nitrógeno, sino su persistencia en el banco de semillas y su baja demanda hídrica, sugerida por su baja CE (Cuadro 6, figuras 19 y 20).

Es imperativo destacar que, en terrenos destinados a la experimentación agrícola, la presencia de estas Poaceae trasciende la simple coexistencia para convertirse en un factor de sesgo experimental. La dominancia de especies como *S. adhaerens* o *C. dactylon* genera una heterogeneidad en el suelo que altera la disponibilidad de nitratos y otros nutrientes esenciales, comprometiendo la uniformidad necesaria en los lotes de investigación (Zavala *et al.*, 2018).

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se concluyó que, en los campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se encontraron 16 familias con 51 especies y 7,304 individuos, siendo Poaceae y Asteraceae las que predominaron en riqueza de especies y Chenopodiaceae en abundancia de individuos.

Para la familia Poaceae se encontraron 16 especies, de las cuales predominaron *Cynodon dactylon*, *Pennisetum ciliare* y *Setaria adhaerens*, lo contrario a especies como *Aristida adscensionis*, *Bromus catharticus*, *Paphophorum bicolor*, *Paspalum* sp, Stipeae (tribu) y *Setaria leucopia*, con poca representatividad.

La comunidad de Poaceae en la UAAAN presenta una condición de dominancia marcada por especies oportunistas como *Cynodon dactylon* y *Setaria adhaerens*. Los índices revelan una estructura típica de agroecosistemas perturbados o una condición de desequilibrio ecológico, donde la alta plasticidad ecológica de estas especies condiciona la biodiversidad y la disponibilidad de recursos.

Se categorizaron las Poaceae como malezas agresivas por su plasticidad funcional. Especies como *C. dactylon* y *P. maximum* muestran un comportamiento competitivo crítico mediante la absorción masiva de nitratos y tolerancia salina, superando a otras especies y corroborando su eficiencia e interferencia en los sistemas agrícolas de la UAAAN.

VI. LITERATURA CITADA

- Ahmad, M. N., Anuar, M. I., Aziz, N. A., & Murdi, A. A. (2025). Function and application of Soil Electrical Conductivity (EC) sensor in agriculture: A Review. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, 6(1). <https://doi.org/10.36877/aafrj.a0000552>.
- Alcántara-de la Cruz, R., Domínguez-Valenzuela, J. A., & Carbonari, C. A. (2024). *Bases de la ciencia de la maleza/Bases da ciencia das plantas daninhas*. Editorial. Botucatu: FEPAF. 182 p.
- Anderson, W. P. 1996. *Weed Science. Principles and applications*. Publishing Company. USA. 373 p.
- Antúnez-Ocampo, O. M., Sandoval-Villa, M., Alcántar-González, G., & Solís-Martínez, M. (2014). Aplicación de amonio y nitrato en plantas de *Physalis peruviana* L. *Agrociencia*, 48(8), 805-817.
- Arriaga-Sánchez, J. L. (2024). *Interacción del estrés salino y la competencia interespecífica en cereales de invierno*. Editorial Académica Agronómica.
- Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza (SOMECIMA). (2010). Datos sobre impacto de malezas en cultivos en México. Citado en: La importancia de conocer las malezas. Fertilab. <https://www.fertilab.com.mx/Articulo/Vista-completa/10-la-importancia-de-conocer-las-malezas/>
- Beltrán-López, S., García-Díaz, C. A., Loredó-Osti, C., Urrutia-Morales, J., Hernández-Alatorre, J. A., & Gámez-Vázquez, H. G. (2017). "Titán" y "Regio", variedades de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) (L.) Link para zonas áridas y semiáridas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(3), 291-295.
- Benvenuti, S. (2024). Weed role for pollinator in the agroecosystem: Plant–insect interactions and agronomic strategies for biodiversity conservation. *Plants*, 13(16), 2249. <https://doi.org/10.3390/plants13162249>
- Bian, Z., Guo, Z., & Wang, C. (2026). Diversity and ecological network characteristics of herbaceous plants in different non-cultivated habitats in agricultural landscapes. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 34(5): 1–12. doi: 10.12357/cjea.20250825

- Blasco-Zumeta, J. (2016). *Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov. En *Flora de Pina de Ebro y su comarca. Familia Gramineae*. Aranzad <https://monteriza.aranzadi.eus/wp-content/uploads/flora/169.setaria-adhaerens.pdf>
- Cepero, V. C., Huaman, L. A., Ventura, R. V., Otiniano, A. J., & Soraluz, J. T. (2019). Comunidad de malezas asociadas al cultivo de “café” *Coffea arabica* (Rubiaceae) en la selva central del Perú. *Revista del Museo de Historia Natural. Arnaldoa*, 26(3), 977-990.
- Chaudhari, P., Nakat, A., & Rathi, M. (2020). Impact of weed competition on crop productivity in sustainable agriculture. *Agricultural Reviews*, 41(3), 245–252.
- Chauhan, B. S. (2020). Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy*, 1, 3.
- Clayton, W. D., & Renvoize, S. A. (1986). *Genera graminum: Grasses of the world*. Her Majesty's Stationery Office (Kew Bulletin Additional Series XIII).
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101–118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2009). *Aristida adscensionis - Malezas de México*. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/aristida-adscensionis/fichas/ficha.htm>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2012). *Portal principal de la CONABIO*. <http://www.conabio.gob.mx>
- Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M., & Herrera-Arrieta, Y. (2018). Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. *Botanical Sciences*, 96(3), 462–476.
- Domínguez-Valenzuela, J. A., Palma-Bautista, C., Ruiz-Romero, R. E., Vázquez-García, J. G., Delgado-Castillo, J. C., Cruz-Hipólito, H. E., & Plaza, G. (2025). Weed Resistance to Herbicides in Mexico: A Review. *Agronomy*, 15(10), 2411.

- Dotor, M. Y., González, L. A., & Morillo, A. C. (2018). Período crítico de competencia de la Zanahoria (*Daucus carota* L.) y malezas asociadas al cultivo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 5-15.
- Encina-Domínguez, J. A., Villaseñor, J. L., Valdés-Reyna, J., & Ortiz, E. (2021). Diversidad de la flora vascular del estado de Coahuila de Zaragoza, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923624. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3624>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo (R. Labrada, C. Parker & J. Caseley, Eds.).
- Fatima, S., Ahmad, F., Parveen, Z., Basharat, S., Hameed, M., Asghar, A., Ahmad, M. S. A., Anwar, M., Shah, S. M. R., Shah, R., Ashraf, M., Kaleem, M., & Zahra, A. (2026). Climate-driven modifications in structural and functional traits of couch grass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] along elevation gradient. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-28.
- Fletcher, W. W. (1983). Introduction. In: W.W. Fletcher (ed.) *Recent Advances in Weed Research*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough. R. U.
- Franklin, K. A., Lyons, K., Nagler, P. L., Lampkin, D., Glenn, E. P., Molina-Freaner, F., & Huete, A. R. (2006). Buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) land conversion and productivity in the Sonoran Desert. *Biological Conservation*, 127(1), 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.07.011>
- García, L., Torres, J., & Pérez, M. (2023). Manejo de la cobertura vegetal en huertos frutales de clima templado. *Revista Iberoamericana de Agroecología*, 12(1), 18–29.
- Gliessman, S. R., Garcia, R., & Amador, M. (1981). The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. *Agro-Ecosystems*, 7(3), 173–185. [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(81\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0304-3746(81)90001-9).
- Gómez-Gómez, R. (2024). ¿Malezas o arvenses? Una propuesta conceptual para su manejo agroecológico. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 56900.

- Grime, J. P. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111(982), 1169–1194. <https://doi.org/10.1086/283244>
- Gutiérrez-Gutiérrez, O. G., Rivero-Hernández, O., Vega-Mares, J. H., & Melgoza-Castillo, A. (2022). Patrones de germinación en gramíneas presentes en el Desierto Chihuahuense. *Botanical Sciences*, 100(4), 989–999.
- Hansen, G. J., Marhold, K., & Smith, G. F. (2022). Joint statement on best practices for the citation of authorities of scientific names in taxonomy. *Taxon*, 71(6), 1133–1136.
- Harper, J. L. (1977). *Population biology of plants*. Academic Press.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1988). Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 760 p.
- Heap, I. (2020). The international survey of herbicide resistant weeds. *Weed Science*, 68(4), 291–300.
- Herrera A., Y., & Pámanes G., D. S. (2010). Guía de Pastos de Zacatecas. IPN, CONABIO, CNCUB, 1a Edición
- Holechek, J. L., Pieper, R. D., & Herbel, C. H. (2019). Range management: Principles and practices (7th ed.). Pearson.
- Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1977). *The world's worst weeds: Distribution and biology*. University Press of Hawaii.
- INTAGRI S. C. (s.f.). *La salinidad de los suelos, un problema que amenaza su fertilidad*. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/salinidad-de-suelos-problema-de-fertilidad>.
- INTAGRI S. C. (2017). Control de Malezas en Cultivos Hortícolas. *Serie Fitosanidad*. 84. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Juanes-Márquez, S., Encina-Domínguez, J. A., Torres-Mora, M., Mellado, M., Álvarez-Vázquez, P., & Lara-Reimers, E. A. (2024). Efecto del corte, quema y aplicación de herbicida en la estructura y diversidad de especies de un pastizal de *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth en el Desierto Chihuahuense. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1459.
- Kellogg, E. A. (2017). Flowering plants. Monocots: Poaceae. Springer.

- Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A–124A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>
- Liebman, M., & Davis, A. S. (2000) Integration of soil, crop, and weed management in lowexternal-input farming systems. *Weed Research*, 41: 197-209
- Lorenzi, H. (2008). Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Plantarum, Brasil. Nova Odessa. 640 p
- Machleb, J., Peteinatos, G. G., Kollenda, B. L., Andújar, D., & Gerhards, R. (2020). Control mecánico de malezas basado en sensores: estado actual y perspectivas. *Computers and Electronics in Agriculture*, 176 (105638), 105638. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105638>
- Magurran, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Márquez G., J. N., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Basave V., E., & Velázquez M., M. (2025). Gramíneas introducidas y naturalizadas en zonas áridas y semiáridas de México: Identificación, usos e importancia. En: Ramírez S., D., Godoy M., J. N., & Velázquez M., M. *Gramíneas de importancia forrajera en zonas áridas y semiáridas de México*, INIFAP, Ojuelos de Jalisco, Jalisco, México 90.
- Marshall, V. M., Lewis, M. M., & Ostendorf, B. (2012). Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *Journal of Arid Environments*, 78, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.005>
- Martínez-Reyna, J. M., & Morales-Nieto, C. R. (2020). Evaluación de la diversidad genética y potencial forrajero de poblaciones nativas de gramíneas en el norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(S2), 45-58.
- Milt, G. R. (2022). Annual broadleaf weeds: Broadleaf weed characteristics. University of Minnesota Extension. Recuperado de <https://extension.umn.edu/weed-identification/annual-broadleaf-weeds>
- Mónaco, T. J., Weller, S. C., & Ashton, F. M. (2002). *Weed science: Principles and practices* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.

- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mecanismos de tolerancia a la salinidad. *Revisión anual de Biología Vegetal*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., & Govaerts, B. (2022). Weeds as ecological tools in agroecosystems: benefits and challenges. *Journal of Applied Ecology*, 59(4), 868–880.
- Oakley, L. J. (2010). Botánica y sistemática de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 19(1), 3-10.
- Oerke, E. C. (2020). Crop losses and the role of weeds in plant health. *Crop Protection*, 134, 105–111.
- Ojeda P., A. V., & Garay C., R. E. (2017). Periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de zanahoria. *Investigación agraria*, 19(2), 77-85.
- Osborne, C. P., & Sack, L. (2016). Evolution of C₄ plants: A new hypothesis for an old problem. *Annual Review of Plant Biology*, 67, 583–609.
- Padilla, G. Z. (2010). *Provoca maleza, pérdidas de hasta 70 por ciento en rendimiento de cultivos* [Boletín de prensa]. Dirección General de Comunicación Social, Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2010_177.html
- Paim, N., Müller, S., & Carvalho, P. (2022). Weed biodiversity and grazing systems in tropical pastures. *Grass and Forage Science*, 77(2), 215–227.
- Palma-Bautista, C., Rojano-Delgado, A. M., Rey, M. D., Gherekhloo, J., Domínguez-Valenzuela, J. A., Jorrín-Novo, J. V., Plaza, G., Osuna, M. D., & De Prado, R. (2025). Understanding cross-and multiple-herbicide resistance in *Setaria adhaerens* from olive orchards with two decades of multiple herbicides use. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 106883.
- Qaderi, M. M. (2023). Regulación ambiental de la latencia y germinación de semillas de malezas. *Seeds*, 2 (3), 259-277. <https://doi.org/10.3390/seeds2030020>
- Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghera, C. M. (2007). Ecology of weeds and invasive plants: Relationship to agriculture and natural resource management (3rd ed.). John Wiley & Sons.

- Rao J. (1968). Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different soil depths. *Madras Agricultural Journal*, 55: 19-23.
- Riet-Correa, F., Medeiros, R., & Schild, A. (2020). Toxic plants in livestock production systems. *Veterinary and Animal Science*, 10, 100132.
- Ross, M. A., & Lembi, C. A. (1999). *Applied weed science* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Ruiz-Acevedo, A. D., Villaseñor, J. L., Burgos-Hernández, M., Uscanga-Mortera, E., & Vibrans, H. (2023). Especies sinantrópicas de Asteraceae en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94.
- Sagar, A., Tajkia, J. E., & Sarwar, A. G. (2018). Weed diversity of the family Poaceae and their ethnobotanical uses. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 16(3), 372–379.
- San Juan-Lara, A. (2017). Malezas de la familia Poaceae hospedantes de fitopatógenos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (Tesis licenciatura).
- Sánchez-Ken, J. G., & Cerros-Tlatilpa, R. (2016). Listado florístico de la familia Poaceae en el estado de Morelos, México. *Acta Botanica Mexicana*, 116, 65–105.
- Savić, A. (2025). A framework for understanding crop–weed competition. *Agronomy*, 15(10), 2366. <https://doi.org/10.3390/agronomy15102366>
- Scavo, A., & Mauromicale, G. (2020). Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10(4), 466.
- SEINet Portal Network, s.f. <https://swbiodiversity.org/seinet/>.
- Simpson, M. G. (2019). *Plant systematics* (3rd ed.). Academic Press.
- Singh, A., Smith, B., Russell, D., Pice, AJ, McElroy, J. S., & Maity, A. (2025). Potencial de dispersión de semillas endozoocóricas de cinco malezas principales del sur de EE.UU. *Weed Science*. 73(1).
- Singh, A., & Bhatt, B. (2021). Influence of weed competition in fruit orchards: yield and management practices. *International Journal of Fruit Science*, 21(3), 455–467.
- Soreng, R. J., (2017). A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae. *Journal of Systematics and Evolution*, 55(4), 259–290.

- Soreng, R. J., (2022). An updated phylogenetic classification of the grass family (Poaceae). *Taxon*, 71(4), 1–45.
- Sukhorukov, A. P., Kushunina, M. A., Stepanova, N. Y., Kalmykova, O. G., Golovanov, Y. M., & Sennikov, A. N. (2024). Inventario taxonómico y distribución de Chenopodiaceae (Amaranthaceae) en la región de Oremburgo, Rusia. *Biodiversity Data Journal*, 12, e121541.
- Stubbendieck, J., Hatch, S. L., Bryan, N. M., & Dunn, C. D. (2017). North American wildland plants: A field guide (3rd ed.). University of Nebraska Press.
- Tilman, D. (1982). *Resource competition and community structure*. Princeton University Press.
- Valdés-Reyna, J., Villaseñor, J. L., Encina-Domínguez, J. A., & Ortiz, E. (2021). The family Poaceae in Coahuila, Mexico: Diversity and distribution. *Botanical Sciences*, 99(2), 340–361. <https://doi.org/10.17129/botsci.2663>.
- Van Emden, H. F. (1965). The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Horticulture*, 17, 121–136.
- Vera, A. D., Palacios, Z. M., Liuba, D. A., Suarez, C. C., & Mendoza, H. C. (2018). Diversidad y análisis fitosociológico de malezas en un cultivo de musáceas del trópico ecuatoriano. *Agriscientia*, 35(2), 00-00.
- Vibrans, H. (Ed.). (1998). *Malezas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2introduccion/paginas/lista_plantas.htm.
- Vila-Aiub, M. (2019). Herbicide resistance in weeds: Implications for agriculture. *Pest Management Science*, 75(1), 1–10.
- Villarreal Q., J. A. (1983). Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor, J. L. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358.

- Virgüez, G., & González, E. (1998). Las Malezas en los Pastizales. I Cursillo sobre manejo de pastos y otros recursos alimentarios para la producción de leche y carne con bovinos a pastoreo. En: Chacón, E. y Baldizán, A. (Eds). U.C.V, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. pp: 136 – 162.
- Westwood, J. H., Charudattan, R., Duke, S. O., Fennimore, S. A., Marrone, P., Slaughter, D. C., & Zollinger, R. (2018). Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science. *Weed science*, 66(3), 275-285.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2020). Agroecology as a science, a movement and a practice. *A review. Agronomy for Sustainable Development*, 40, 1–18.
- Zambrano, J. (1979). Formas de propagación en hidrófilos. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Venezuela.* 6(1): 610 – 627.
- Zavala, M. E., Valdez, R., & García, J. (2018). Caracterización florística y estructural de comunidades vegetales en zonas de transición. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(4), 820–832.
- Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of weed science* (5th ed.). Academic Press.