

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efecto Postemergente de Extracto de Guishe de Lechuguilla
(*Agave lechuguilla* Torr.) sobre Plántulas de Quelite (*Amaranthus* sp.)

Por:

BENITO ORTEGA GUADALUPE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto Postemergente de Extracto de Guishe de Lechuguilla
(*Agave lechuguilla* Torr.) sobre Plántulas de Quélite (*Amaranthus* sp.)

Por:

BENITO ORTEGA GUADALUPE

TESIS

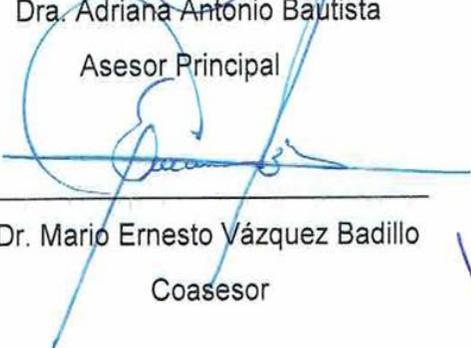
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

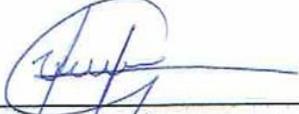
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dra. Adriana Antonio Bautista
Asesor Principal


Dr. David Castillo Quiroz
Asesor Principal Externo


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor


M.P. Víctor Manuel Villanueva Coronado
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2025

DECLARACION 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 citarlo, utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el 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.

Atentamente.

Alma Terra Mater



Pasante

BENITO ORTEGA GUADALUPE

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por permitirme vivir, por brindarme fortaleza, salud y la oportunidad de alcanzar una meta más en mi vida.

A mi “**Alma Terra Mater**” la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por abrirme las puertas y permitir culminar esta etapa de mi vida. A mis profesores y mentores, quienes me han brindado su conocimiento y orientación. Su pasión por la enseñanza y su compromiso con el aprendizaje han dejado una huella imborrable en mi formación académica.

A la **Dra. Adriana Antonio Bautista**, Agradezco sinceramente por su apoyo brindado y por aceptarme en el proyecto de investigación “Optimización y validación de la efectividad de un bioherbicida formulado a base de plantas de uso tradicional del semidesierto mexicano”.

Al **Dr. David Castillo Quiroz**, Investigador del Campo Experimental Saltillo del INIFAP por el apoyo y la orientación que me ofreció a lo largo de esta investigación, así como su dedicación, paciencia y sabiduría.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**, Agradezco por su apoyo, orientación y paciencia durante esta investigación, su dedicación ha sido fundamental para mi aprendizaje.

A mis amigos **Ángel Onan Vázquez Solís, Aarón Fabian Cárdenas Huerta, Jessica Alejandra Villanueva Zambrano, Jhonatan Iván Juárez Luna, Jesús Zacarias Flores, Luis Fernando Cruz, Aldo Saúl Muñoz Cortés, José Neftalí Muñoz Cortés, Juan Pablo Rivas Luna**, agradezco a cada uno de ustedes por su amistad, por su apoyo, sus consejos, por todos esos momentos vividos y por el apoyo mutuo que nos hemos brindado.

A mi Amigo **Feliciano Elodio de la Cruz** y su esposa **Leticia Mauricio Elodio** y a sus **hijos**. Por su apoyo incondicional y su amistad han sido una fuente de inspiración y motivación a lo largo de este proceso.

DEDICATORIA

A mis queridos padres el **Sr. Benito Ortega Carmen** y a mi madre la **Sra. Juliana Guadalupe Méndez** quienes han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. Su amor incondicional, sacrificio y enseñanzas. Quienes me han guiado en cada paso de mi vida. Gracias por creer en mí y por motivarme a perseguir mis metas.

A mis hermanos **Ruth Ortega Guadalupe, Natividad Ortega Guadalupe, Mitzi Yareth Ortega Guadalupe, Benjamín Ortega Guadalupe, Abimelec Ortega Guadalupe, Eleazar Ortega Guadalupe** por su apoyo incondicional cuando más lo necesito y su ánimo constante me han dado la fuerza para seguir adelante.

A mis **sobrinos** quienes me llenan de alegría y esperanza. Ustedes son la razón por la que siempre busca ser un mejor ejemplo y un mejor ser humano. Esperó que un día encuentren en sus propios caminos la misma pasión y dedicación que me han inspirado.

A mis abuelos maternos † **Pedro Guadalupe González †, Catalina Méndez Mendoza**, igual a mis abuelos paternos **Pedro Ortega Mendoza, María Magdalena Carmen Mendoza** quienes han sido un pilar fundamental en mi vida. Su cariño y enseñanza han dejado una huella imborrable en mi corazón. Gracias por su apoyo y por siempre inspirarme a ser la mejor versión de mí mismo.

A mis padrinos el **Mtro. Marcos Hernández Chávez** y a la **Mtra. Etelvina Martínez Sánchez** por su apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Su confianza en mí y sus palabras de aliento han sido un pilar fundamental en mi vida. Gracias por sus sabias palabras y por inspirarme a seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
II. - REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Malezas.....	3
2.1.1 Concepto de malezas.....	3
2.1.2 Características de la maleza.....	4
2.1.4 Ecología de la maleza.....	6
2.1.5 Importancia de las malezas.....	7
2.1.6 Métodos de control.....	8
2.1.6.1 Control preventivo.....	9
2.1.6.2 Control cultural.....	9
2.1.6.3 Control mecánico.....	10
2.1.6.4 Control químico.....	10
2.1.6.5 Control biológico.....	11
2.2 Concepto de herbicida.....	11
2.3 Clasificación de los herbicidas.....	12
2.3.1 Época de aplicación.....	12
2.3.2 Selectividad.....	13
2.3.3 Movilidad en la planta.....	14
2.3.4 Familia química.....	14
2.3.5 Modo de acción.....	15
2.3.6 Mecanismo de acción.....	15

2.3.7 Factores que afectan la actividad de un herbicida.....	15
2.3.8 La dosis letal media (DL50)	16
2.3 Agricultura orgánica	17
2.3.1 Importancia de la agricultura orgánica.....	19
2.3.2 Herbicidas orgánicos	20
2.3.3 Alelopatía	21
2.3.4 Clases de compuestos identificados como agentes alelopáticos	22
2.3.5 Liberación de compuestos alelopáticos	24
2.4 Extracto vegetal	25
2.5 Guishe de <i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	26
2.6 Quelite <i>Amaranthus</i> sp.	28
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Sitio experimental.....	30
3.2 Material vegetal.....	30
3.3 Extracto experimental	30
3.4 Tratamientos	31
3.5 Desarrollo del experimento	32
3.7 Variables a evaluar	33
3.8 Diseño estadístico	34
3.9 Análisis de la información	34
IV.- RESULTADO Y DISCUSIÓN	35
V.- CONCLUSIONES	41
VI.- LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Clasificación de la maleza (CIMMYT, 2020).....	5
Cuadro 2.- Descripción de los componentes de los tratamientos aplicados a plántulas de quelite (<i>Amaranthus</i> sp.)	31
Cuadro 3.- Grado de control de maleza según ALAM (1974).....	33
Cuadro 4.- Cuadrados medios del análisis de varianza de los nueve tratamientos evaluados en las plántulas de quelite (<i>Amaranthus</i> sp.)	35
Cuadro 5.- Comparación de medias para la variable Número de plantas dañadas (NPD).	36
Cuadro 6.- Comparación de medias para la variable de porcentaje de Daño (PD).	38
Cuadro 7.- Índice de control de maleza.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de la época de aplicación de los herbicidas con respecto al cultivo (Álvaro, 2007).....	13
Figura 2. Plántulas de quelite (<i>Amaranthus</i> sp.) dentro de la cámara de germinación.....	33
Figura 3. Prueba de comparación de medias Número de plantas dañadas.	37
Figura 4. Comparación de medias del porcentaje de daño en plántulas de quelite (<i>Amaranthus</i> sp.)	39

RESUMEN

El control de malezas representa un desafío significativo para los agricultores, ya que estas plantas indeseadas presentan una rápida evolución y han desarrollado resistencia a muchos herbicidas químicos utilizados en la agricultura convencional. El uso excesivo de agroquímicos ha llevado a un desequilibrio ecológico en los ecosistemas, impactando negativamente la salud del suelo, la biodiversidad y la calidad del agua. Ante esta problemática, surge la necesidad de buscar alternativas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, como la elaboración y uso de herbicidas naturales. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto bioherbicida de mezclas experimentales derivado del guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) para el control postemergente en plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.). Utilizando ocho tratamientos las cuales fueron: (JG) 100% jugo natural; (JGN-A) 85% jugo natural + 11% vinagre blanco + 4% tween 20; (JGN-M) 60% jugo natural + 36% vinagre blanco + 4% tween 20; (JGN-B) 35% jugo natural + 61% vinagre blanco + 4% tween 20; (JGA) 100% jugo fermentado; (JGA-A) 85% jugo fermentado + 11% vinagre blanco + 4% tween 20; (JGA-M) 60% jugo fermentado + 36% vinagre blanco + 4% tween 20; (JGA-B) 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20; (GL) glifosato (Testigo) y agua destilada (Testigo absoluto). Se sembraron cinco semillas de quelite (*Amaranthus* sp) sobre la capa de turba (Peat moss), teniendo cuatro repeticiones por tratamiento, midiendo variables como el número de plántulas dañadas y el porcentaje de daño de las plántulas, utilizando un diseño completamente aleatorio. Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias altamente significativas en la efectividad de los tratamientos. Los tratamientos JG, JGN-A, JGA-B, JGA-M, GL, JGA, JGN-B y JGA-A lograron un control excelente, dañando al 100% las plántulas de quelite. El testigo no mostró ningún efecto, lo que confirma la efectividad de los bioherbicidas como una alternativa natural viable a los herbicidas convencionales, brinda efectos similares al glifosato, pero con un menor impacto ambiental.

Palabras clave: Maleza, Guishe de lechuguilla, Herbicida, plántulas de quelite.

I.- INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica ha surgido como una respuesta a los desafíos ambientales y de salud asociados con la agricultura convencional, promoviendo prácticas que priorizan la sostenibilidad y el respeto por los ecosistemas. Este enfoque se basa en el uso de métodos naturales para el manejo de cultivos, evitando el uso de agroquímicos sintéticos y fomentando la biodiversidad (Reganold y Wachter, 2016).

Uno de los principales retos que enfrentan los agricultores bajo producción orgánica es el control de malezas, que compiten con los cultivos por recursos vitales como agua, luz y nutrientes (Heap, 2014). Entre las malezas más comunes en los sistemas agrícolas se encuentra el quelite (*Amaranthus* sp.), una planta que, aunque es valorada en algunas culturas por sus propiedades nutricionales, puede convertirse en un competidor agresivo para los cultivos. Su capacidad de adaptación y rápido crecimiento la convierte en una preocupación significativa para los agricultores, ya que puede reducir los rendimientos y afectar la calidad de los cultivos (Morales, 2015).

El uso de bioherbicidas se presenta como una alternativa viable y sostenible para el control de malezas. Los bioherbicidas, derivados de fuentes naturales, como extractos vegetales, ofrecen una opción menos perjudicial para el medio ambiente en comparación con los herbicidas químicos. Un extracto competente en este ámbito es el guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.), una planta nativa de México que ha sido utilizada tradicionalmente con diversas aplicaciones. Los residuos de esta planta, conocido como guishe, contienen compuestos bioactivos que pueden tener propiedades fitotóxicas, lo que sugiere su potencial como bioherbicida para el control de malezas como el quelite (Valenzuela y Rojas, 2010). En resumen, este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad de los extractos de *Agave lechuguilla* en el control postemergente de *Amaranthus* sp. De este modo, se busca avanzar en la búsqueda de métodos de manejo más sostenibles para la agricultura orgánica.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de mezclas experimentales a base de extractos de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) como bioherbicida en el desarrollo de plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.), con el propósito de determinar su viabilidad como una alternativa sostenible y ecológica en el control de esta maleza en sistemas agrícolas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto bioherbicida de las mezclas experimentales de extractos de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) para obtener la mayor efectividad en la inhibición del crecimiento de plántulas de *Amaranthus* sp. en condiciones postemergentes.

Analizar el impacto del bioherbicida a base de lechuguilla en el crecimiento de plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.). Para ello, se llevarán a cabo mediciones morfológicas y fisiológicas, tales como la altura de las plántulas y el área afectada.

HIPÓTESIS

H0: Ninguna dilución de las mezclas experimentales tendrá efecto bioherbicida en la inhibición de desarrollo en plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.).

Hi: Cuando menos una dilución de las mezclas experimentales tendrá efecto bioherbicida en plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.).

II. - REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Malezas

2.1.1 Concepto de malezas

Para tener una visión más clara en cualquier tema relacionado con maleza, de acuerdo con Esperbent (2015), se denomina malezas a aquellas especies que crecen en torno a un cultivo comercial y no son deseadas, ya que en determinados momentos compiten por agua, luz, nutrientes y espacio físico con plantas cultivadas; y dificultan su cosecha, en algunos casos afectando el rendimiento y calidad. Además, pueden actuar como huéspedes de patógenos y plagas.

Cualquier planta puede llegar a considerarse maleza si se encuentra en un lugar no deseado, debido a que, aunque la planta no deseada sea comestible o tenga algún beneficio estará afectando al cultivo que si es de nuestro interés (Martínez, 2006).

Rojas *et al.*, (2017) mencionan que la vegetación arvense posee un rápido crecimiento vegetativo y si no se realiza un control de manera oportuna y eficaz, afectan directamente el rendimiento y calidad de la cosecha.

La presencia desmedida de alguna especie de maleza se debe por lo regular a la presencia de desequilibrios ecológicos de distinta índole y sí, aunque a veces no lo pensamos, las áreas agrícolas al igual que las zonas urbanas, las selvas y bosques son ecosistemas. Se ha comprobado que la disminución de las áreas verdes en las ciudades provoca un decremento en la riqueza de especies de malezas y esto tiene consecuencias para los otros seres vivos que las aprovechan (Leopardí & Cuevas, 2018).

En México se ha sugerido que alrededor del 12 % de la flora, es decir unas 2800 especies, pueden comportarse como malezas, de éstas, la mayor parte son

nativas (Leopardí *et al.*, 2022). De manera general, se acepta que las malezas ocasionan una pérdida directa aproximada del 10% de la producción agrícola (Fletcher, 1983). En cereales, esta pérdida es de más de 150 millones de toneladas. Sin embargo, tales pérdidas no son iguales en los distintos países, regiones del mundo y cultivos afectados (Fletcher, 1983).

Settele y Braun (1986), comentan que la identificación de las especies de malezas que sirven de hospederas alternativas de distintas especies de insectos es importante definir los efectos directos de estas plantas indeseables sobre las poblaciones de insectos. Las malezas también hospedan varios patógenos dañinos a las plantas cultivables.

2.1.2 Características de la maleza

Zúñiga y Martínez (2006), señalan que las malezas reúnen una serie de características que les permite ser exitosas tales como:

- Capacidad de germinar bajo diferentes ambientes: Las plantas que tienen requerimientos especiales de germinación, están más restringidas en su distribución que las plantas capaces de germinar bajo diversas condiciones.
- Longevidad y latencia de las semillas: La capacidad de la semilla de malezas de poder permanecer viable y germinar después de un período es vital para la sobrevivencia de las malezas.
- Rápido crecimiento vegetativo: Esta estrategia es de sobrevivencia, les permite a las malezas alcanzar la etapa de producción de semilla en poco tiempo y así asegurar su sobrevivencia.
- Producción alta y continua de semilla: Si las plantas producen flores y semillas solamente en un tiempo determinado, está más expuesta a fallar en su sobrevivencia.
- Adaptación para dispersiones de corta y larga distancia: Las semillas de las compuestas (Asteraceae) pueden viajar a larga distancia por efecto del viento.

Gómez (2016), menciona que algunas características morfológicas que poseen algunas especies de malezas son una abundante pubescencia y serosidad en sus hojas, lo que protege a sus hojas del mojado y por ende del contacto con los ingredientes activos, teniendo que utilizar agentes tensoactivos, humectantes y aceites para ayudar a la absorción y estancia de los productos.

2.1.3 Clasificación de maleza

Las malezas se pueden clasificar tomando en cuenta diferentes criterios como son: ciclo de vida, tipo de planta y hábitat (CIMMYT, 2020).

Cuadro 1.- Clasificación de la maleza (CIMMYT, 2020).

Clasificación		Características
Ciclo de vida	Anuales	<ul style="list-style-type: none"> • Completan su ciclo de vida en menos de un año. • De verano (mayo-septiembre) • Ejemplos: quelite (<i>Amaranthus hybridus</i> L.) y girasol silvestre o polocote (<i>Helianthus annuus</i> L.).
	Bianuales	<ul style="list-style-type: none"> • Completan su ciclo de vida en dos años. • En el primer año, la planta forma la roseta y una raíz primaria profunda y en el segundo año florecen, maduran y mueren. • No son muy comunes.
	Perennes	<ul style="list-style-type: none"> • Viven más de dos años y en condiciones favorables, indefinidamente. • Se reproducen por semilla y en muchas ocasiones vegetativamente, por medio de estolones, tubérculos, rizomas o bulbos. • Ejemplos: zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.) y la correhuela perenne (<i>Convolvulus arvensis</i> L.).

Tipos de plantas	Hoja ancha	Dicotiledóneas: Significa que las plántulas poseen dos hojas cotiledóneas, que son evidentes al emerger la planta través del suelo (Baumann, 1999).
	Hoja angosta	Monocotiledóneas: Sus plántulas poseen un sólo cotiledón, el cual es llamado coleóptilo en los zacates, los cuales tienen hojas alargadas con nervaduras paralelas.
Por su hábitat		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).
		Parásitas: Viven sobre o dentro de otras plantas, sustentándose de la planta parasitada y pueden ser parásitas de tallo o de raíces (Murillo De León, 2022).

2.1.4 Ecología de la maleza

Desde el punto de vista ecológico, estas plantas constituyen un grupo limitado, definido por rasgos biológicos que les confieren tolerancia a filtros ecológicos típicos de campos de cultivo, y a disturbios de suelo constantes y fertilización. Sin embargo, la afectación de las malezas que se observan en campos de cultivo no se limita a esas áreas, sino que puede interferir con múltiples actividades del ser humano (Gómez, 2024).

De acuerdo con Gurrola (2014), las malezas también deben tener algún aspecto benéfico para los cultivos:

- Controlan la erosión. Esto se logra porque las raíces de la mayoría de las malezas son muy grandes, gruesas y con mucha cantidad de éstas, con lo cual, logran mantener un equilibrio en cuanto al viento, agua, etc.
- Agrega materia orgánica al suelo.
- Sirven de huéspedes a fauna beneficiosa.

A veces es aconsejable dejar una pequeña población de ciertas especies de malezas para fin de garantizar el desarrollo de depredadores importantes de insectos. Sin embargo, la práctica demuestra que por lo general el control de malezas suele reducir la incidencia de otras plagas y enfermedades (Settele y Braun, 1986).

Menalled (2010) y Cerna (2013), consideran que el primer avance hacia el desarrollo de un programa integral de manejo de malezas, es tener una perspectiva ecológica en el estudio de las mismas, algunas veces el control y manejo de las malezas falla a consecuencia de tratar a todas de la misma manera, dejando a un lado las características botánicas y comportamiento de cada especie.

Los aspectos más importantes de la ecología de malezas según Cerna (2013), son:

- Vías de propagación: animales, agua, viento, entre otros.
- Modo de reproducción: sexual o asexual.
- Ciclo biológico, fenología y generaciones: anuales, bianuales y perennes, potencial biótico o capacidad y cantidad de producción de semillas.

2.1.5 Importancia de las malezas

Las malezas también representan un recurso valioso ya que pueden ayudar al control de plagas y enfermedades manteniendo una población estable de insectos benéficos, además, contribuyen a mantener una población estable de

polinizadores, ayudan a la movilización de nutrientes en el suelo y lo protegen de la erosión; así como ayudan a incrementar la cantidad de materia orgánica en éste y mejoran su estructura (Gerowitt *et al.*, 2017; Campiglia *et al.*, 2018).

Como se sabe, las malezas no necesitan ser sembradas, ya que, al ser silvestres presentan gran capacidad para sobrevivir. En cuanto a las plantas domesticadas no necesitan esas habilidades de supervivencia, ya que las plantas domesticadas tienen ya programado su riego, preparación del terreno, siembra, fertilización, además de otros complementos químicos y mecánicos que facilitan su capacidad de supervivencia (Gurrola, 2014).

De acuerdo con Hernández (2017), algunas malezas son componentes importantes de los agroecosistemas al afectar positivamente la dinámica y biología de los insectos benéficos. Sirven como fuentes alternativas de polen o néctar, entregando micro hábitats a las presas/huésped, elementos que no se encuentran disponibles en los monocultivos desmalezados.

La importancia de conocer la especie de maleza presente en el cultivo es porque el daño que provoca varía dependiendo de la especie. Al realizar tres estudios del efecto de la competencia de algunas malezas en el cultivo de sorgo en el norte de Tamaulipas, se observó que el girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.) al competir por cuatro semanas ocasionó reducciones de 20 a 60% en el rendimiento del cultivo (Rosales *et al.*, 2005).

El costo por el control de malezas en las hortalizas normalmente representa hasta un 10% del costo de producción, dependiendo de la tecnología utilizada, es decir, control manual, mecánico, herbicidas o acolchado (Martínez, 2006).

2.1.6 Métodos de control

Montoya (2016), menciona que uno de los fundamentos esenciales en relación con el control de malezas es la rotación de cultivos. Algunas malezas tienen la tendencia de asociarse con cultivos específicos, y si se cultiva el mismo tipo de cultivo de manera continua durante varios años, estas malezas pueden multiplicarse significativamente.

Existen varios métodos fundamentales que se emplean para controlar las malezas: el método mecánico, la siembra por competencia, la rotación de cultivos, el método biológico, el uso del fuego y el control químico. A menudo, la estrategia más efectiva y económica implica la combinación de dos o más de estos métodos (Suárez, 2022).

Arcos (2016), menciona que los diferentes tipos de control de maleza pueden ser agrupados en cinco métodos generales:

2.1.6.1 Control preventivo

Se refiere a las medidas tomadas para impedir la introducción, establecimiento y desarrollo de maleza en áreas no infestadas. Estas medidas incluyen: el uso de semilla certificada libre de semilla u órganos de reproducción vegetativa de maleza, la eliminación de maleza en canales de riego y caminos, la limpieza del equipo agrícola usado en áreas infestadas y el no permitir el acceso de ganado de zonas con altas poblaciones de maleza a áreas libres.

2.1.6.2 Control cultural

Incluye prácticas de manejo como la selección y rotación de cultivos, sistema y fecha de siembra entre otras, que promueven un mejor desarrollo del cultivo para hacerlo más competitivo hacia la maleza. Una medida básica para el manejo de maleza es el establecimiento de una población adecuada de plantas cultivadas. Las áreas del terreno con una baja población de plantas cultivadas son más susceptibles de infestarse con maleza (Elmore *et al.*, 1990).

Dentro del control cultural de maleza también se puede incluir el uso de cultivos de cobertura viva, los cuales crecen asociados a un cultivo que es económicamente más importante. Dentro de las ventajas de este tipo de sistemas de cultivo se incluyen, además del control de maleza, la reducción de la erosión, la estabilización de la materia orgánica del suelo, el mejoramiento

de la estructura del suelo y la reducción de su compactación (Radosevich *et al.*, 1997).

2.1.6.3 Control mecánico

Control mecánico incluye los deshierbes manuales e incluso el uso del fuego. En sistemas de labranza convencional el control mecánico de maleza incluye la labranza primaria o preparación del terreno mediante arado, subsuelo y rastra, y la labranza secundaria como la siembra. En sistemas de labranza de conservación, la labranza primaria es limitada o bien sustituida por la aplicación de herbicidas (Buhler y Hatfield, 1998).

2.1.6.4 Control químico

Se efectúa por medio del uso de productos químicos comúnmente llamados herbicidas que, aplicados en la época y dosis adecuadas, inhiben el desarrollo o eliminan a las plantas indeseables. El uso de herbicidas debe efectuarse sólo cuando los otros métodos de control no son factibles de utilizarse o cuando su uso representa una ventaja económica para el productor. En la actualidad los herbicidas constituyen la herramienta más efectiva en programas de control de maleza (Reedy *et al.*, 1999).

Rosales *et al.* (2002), describe que el control químico tiene ventajas importantes sobre los otros métodos de control de maleza: oportunidad en el control maleza, elimina antes de su emergencia o en sus primeras etapas de desarrollo, amplio espectro de control, control de malezas perennes, control residual de la maleza.

El uso inapropiado de los herbicidas representa algunos riesgos a la agricultura. Sin embargo, todos estos daños son posibles de evitar con una buena selección y aplicación de estos productos y con el conocimiento de sus características específicas. Algunos de los posibles riesgos por el uso

inadecuado de herbicidas son: daños al cultivo por dosis excesiva, daños a cultivos sembrados en rotación por residuos de herbicidas en el suelo, cambios en el tipo de maleza por usar continuamente un herbicida, desarrollo de resistencia de malezas a herbicidas (Rosales *et al.*, 2002).

2.1.6.5 Control biológico

El control biológico de malezas tiene como objetivo liberar enemigos naturales, con la intención de bajar la población de malezas. Algunos de estos enemigos naturales son insectos, ácaros, fitopatógenos, nemátodos, aves y algunos mamíferos; siendo uno de los más exitosos el uso de insectos (Walsh, 2014; Koch, 2012).

Delgado (2012), menciona que utilizan enemigos naturales para eliminar especies de malezas, entre los que se pueden destacar:

- a) El pastoreo:** Es un método tradicional y común para el control biológico de arvenses. Se puede usar gran variedad de animales que se alimentan de las plantas: rumiantes, pájaros, insectos, peces, etc.
- b) Los micoherbicidas:** Los patógenos de plantas han sido ampliamente usados para el control de malezas y tienen la ventaja de que estos organismos se obtienen en medios artificiales de una forma económica y fácil. Además, estos patógenos pueden aplicarse en el campo de la misma forma que los herbicidas.
- c) La alelopatía:** Es cualquier efecto dañino producido, de forma directa o indirecta, por una planta a otra, a través de la producción de sustancias químicas que entran en el medio ambiente donde ambas se desarrollan.

2.2 Concepto de herbicida

Herbicida se define como un producto químico que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de malas hierbas. Está compuesto por un ingrediente

activo causante del efecto sobre las plantas, surfactantes que permiten que el ingrediente activo pueda penetrar en la planta y otras sustancias llamadas excipientes que mejoran la calidad y estabilidad del herbicida (Delgado, 2012). Otra definición que se le ha dado a los herbicidas es “químico que causa una disrupción en la fisiología o metabolismo de una planta por un tiempo suficientemente largo como para matarla o reducir su crecimiento” (Álvaro, 2007).

Los plaguicidas deben utilizarse con la finalidad de proteger al cultivo o especie de interés, con responsabilidad de acuerdo al conocimiento de todas sus características y propiedades, para obtener el máximo provecho de su acción sin perjudicar otras especies, ya que por ser compuestos químicos producen un impacto ambiental, y por lo tanto, no se justifica el uso irracional de estos (Arias *et al.*, 2019).

2.3 Clasificación de los herbicidas

De acuerdo con Delgado (2012), existen diversos criterios de clasificación de los herbicidas, todos ellos tienen alguna utilidad, pero puede que ninguno sea completo. Entre ellos pueden destacar los siguientes.

2.3.1 Época de aplicación

Preemergente, por lo general, estos herbicidas se aplican después de la siembra, pero antes de que comiencen a emerger las malas hierbas y el cultivo. Este tipo de herbicidas elimina las malas hierbas en germinación o recién emergidas, lo que evita la competencia temprana con el cultivo.

Postemergente, estos se aplican después de la emergencia del cultivo y la maleza. Su aplicación debe realizarse sobre malas hierbas en los primeros

estados de desarrollo, cuando son más susceptibles y su competencia con el cultivo es mínima (Delgado, 2012).

Los herbicidas sólo son efectivos cuando se aplican en el momento apropiado. Este momento puede estar referido al estado de crecimiento de las malezas o al estado fenológico o etapa en la cual se encuentre el cultivo (Figura 1) según Álvaro (2007).

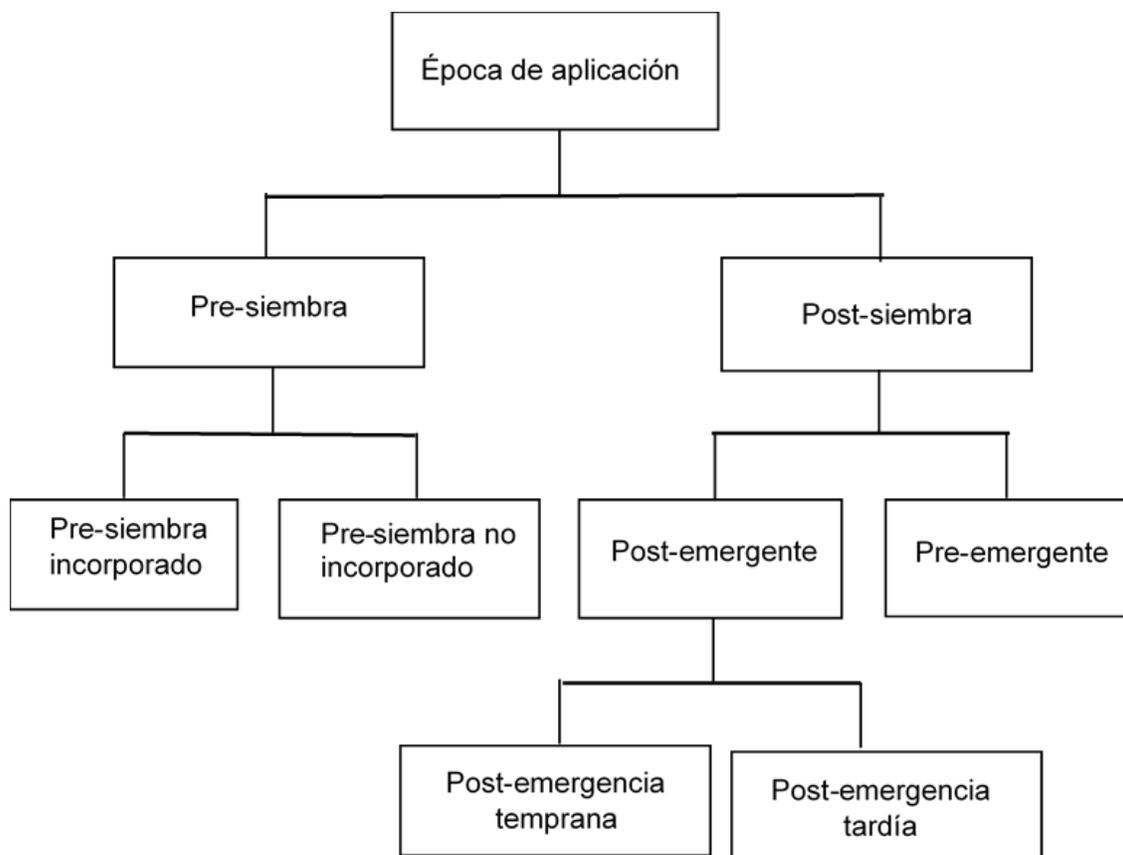


Figura 1. Clasificación de la época de aplicación de los herbicidas con respecto al cultivo (Álvaro, 2007).

2.3.2 Selectividad

La selectividad de los herbicidas es un aspecto fundamental en la agricultura moderna, ya que permite el control efectivo de las malezas sin causar daño significativo a los cultivos deseados. Este concepto se basa en la capacidad de los herbicidas para discriminar entre diferentes tipos de plantas, afectando

preferentemente a las malezas sin afectar de manera perjudicial a los cultivos. La selectividad es esencial para garantizar la rentabilidad de las operaciones agrícolas al minimizar las pérdidas de cultivos debido a la competencia de malezas (Araujo, 2024).

Herbicidas selectivos: son aquellos que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan ciertas malezas sin dañar gravemente al cultivo; mientras los no selectivos: son aquéllos que producen toxicidad en toda planta y deben utilizarse en terrenos sin cultivar o evitando el contacto con los cultivos (Delgado, 2012).

2.3.3 Movilidad en la planta

De acuerdo con Tercero (2015), menciona que el tipo de acción de los herbicidas hace referencia a su movilidad dentro de la planta y se clasifican en dos tipos:

Sistémicos: estos son absorbidos y transportados a través del floema a otras zonas y partes de la planta, por ello puede afectar a partes que no tuvieron un contacto directo con el producto.

De contacto: solo afectan partes de la planta que tiene contacto directo, es decir, el área que se contamina con producto, y no se pueden transportar a través del floema de la planta.

2.3.4 Familia química

Esta clasificación se basa en la estructura química de los compuestos usados como herbicidas. Los herbicidas dentro de una familia química tienen propiedades químicas similares y, generalmente tienen el mismo modo de acción (Retzinger *et al.*, 1997). Algunos ejemplos de las principales familias

químicas de herbicidas son las triazinas, las dinitroanilinas, los fenoxiacéticos, las cloroacetamidas, las ciclohexanodionas, las sulfonilureas y los bipyridilos (Hance y Holly, 1990).

2.3.5 Modo de acción

La clasificación más útil de los herbicidas se basa en su modo de acción (Duke y Dayan, 2001; Schmidt, 2005), constituido por la secuencia de eventos que ocurren desde la absorción del herbicida hasta la muerte de la planta. Los herbicidas con el mismo modo de acción tienen el mismo comportamiento de absorción, transporte y producen síntomas similares en las plantas tratadas (Gunsolus y Curran, 1996).

2.3.6 Mecanismo de acción

El mecanismo de acción de un herbicida se define como la principal reacción bioquímica o biofísica causada por el herbicida para dañar la planta tratada. Este último comúnmente supone el bloqueo de algún proceso enzimático vital para la planta. Los herbicidas pueden clasificarse por su mecanismo de acción en función de los síntomas que provocan en las plantas tratadas (Delgado, 2012).

2.3.7 Factores que afectan la actividad de un herbicida

Todo el proceso de absorción de herbicidas se ve facilitado por las propiedades del suelo, las propiedades físico-eléctricas de las moléculas de herbicidas y los factores que afectan el movimiento del agua en las plantas (Kogan *et al.*, 1973).

La actividad de los herbicidas se ve afectada por el clima, las condiciones del suelo, el tamaño de las malezas, la precisión de la aplicación y otros factores (Loux *et al.*, 2021).

Vázquez *et al.*, (2017) menciona que en el cultivo de caña de azúcar se pierden alrededor de 15 a 25 Ton/Ha a causa de las malas hierbas, incluso teniendo prácticas culturales rutinarias haciendo uso del control químico y mecánico. Esto se debe a dos factores: el primero es que las prácticas de manejo se realizan de manera tardía (cuando la maleza y el cultivo ya están compitiendo), y la segunda es ocasionada por prácticas de manejo deficientes.

Harper (1956) sugiere que los herbicidas pueden inducir cambios fenológicos como un mecanismo de escape en especies susceptibles, citando como ejemplo, la selección por germinación tardía y ciclo corto.

Haas y Streibig (1982) destacan la dormancia de semillas como la causa principal determinante para la persistencia de especies susceptibles a herbicidas, mientras que Fryer y Chancellor (1970), señalan fallas técnicas periódicas de control, tales como momentos inadecuados de aplicación.

2.3.8 La dosis letal media (DL50)

La dosis letal media (DL 50), es la cantidad de una sustancia que mata al 50 % de individuos después de un tiempo determinado (IUPAC, 1997). Este valor permite identificar los grados de tolerancia/susceptibilidad de una población a esa sustancia.

Álvaro (2007) define a la dosis letal media (DL50) como la dosis de un compuesto ingerida, inhalada o absorbida a través de la piel que es letal para el 50 % de los animales de experimentación de una población uniforme. Esto indica que a menor DL50 mayor riesgo de toxicidad.

Los toxicólogos pueden utilizar muchas clases de animales, pero muy a menudo, las pruebas se hacen con ratas y ratones. Usualmente se expresa con una cantidad de químico administrado (miligramos) por 1000 gramos (o kilogramos) del peso corporal del animal. EL DL 50 se puede encontrar por

cualquier vía de entrada o administración, pero los métodos de administración dérmica (aplicado en la piel) y oral (administrado por la boca) son los más comunes (Mejía, 2015).

2.3 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica, definida como un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos y los ecosistemas, basada fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos (químicos) que tengan efectos adversos (IFOAM, 2014).

De acuerdo con Tamayo (2009), la agricultura orgánica retoma las prácticas tradicionales de producción, pero no descarta los avances tecnológicos, sino más bien los incorpora, adaptándolos a situaciones particulares. La agricultura orgánica es la conjunción de prácticas ancestrales como el cultivo mixto, el manejo de los pisos ecológicos, la rotación y descanso de las tierras de cultivo (con la finalidad de conservar los suelos fértiles), abono orgánico, entre otros, vinculadas a técnicas como el biol, el manejo fisiotécnico del suelo, el compost, etc.

Debido al grave problema de la contaminación industrial, la agricultura orgánica se ha convertido en una alternativa sustentable que cada vez obtiene mayor relevancia en el mundo (Zamilpa *et al.*, 2016). Sin embargo, la contraposición natural existente entre los dos sistemas de producción (convencional vs orgánico) ha derivado en largos enfrentamientos a pesar de ciertas posturas que buscan su integración (Engler, 2012). Bajo argumentos productivistas y obedeciendo a intereses particulares, los atacantes a la agricultura orgánica, generalmente por partidarios de la agricultura convencional, sostienen una serie de críticas con el objeto de demeritar el potencial de la agricultura orgánica para afrontar los principales desafíos de la agricultura y la alimentación mundial (Ammann, 2009).

Entre algunos de los principales insumos o procedimientos que la agricultura orgánica prohíbe están los agroquímicos y los transgénicos. Hay asociaciones que además de fertilizantes, insecticidas y herbicidas, han ampliado el rango de prohibiciones, por ejemplo, hormonas, reguladores de crecimiento, edulcorantes, aditivos, conservadores sintéticos, las aguas negras o tratadas, los plásticos, los monocultivos, la quema, la irradiación y la hidroponía (IFOAM, 2014).

La IFOAM (2005), señala que la agricultura orgánica reduce considerablemente las necesidades de aportes externos, al no utilizar abonos químicos, plaguicidas u otros productos de síntesis. En su lugar, permite que sean las poderosas leyes de la naturaleza las que incrementen tanto los rendimientos como la resistencia de los cultivos.

De acuerdo con la IFOAM (2005), la agricultura orgánica se basa en cuatro principios fundamentales:

- 1) Principio de salud: el papel de la agricultura orgánica es mantener la salud de los ecosistemas vivos, generando alimentos sanos en ecosistemas con capacidad regenerativa.
- 2) Principio de ecología: Establece que la producción debe estar basada en procesos ecológicos y de reciclaje. Quienes producen, transforman, comercializan o consumen productos orgánicos deben proteger y beneficiar el ambiente común que incluye paisajes, hábitat, biodiversidad, aire y agua.
- 3) Principio de equidad: Enfatiza que todos los involucrados en la agricultura orgánica deben de conducir las relaciones humanas de tal manera que aseguren justicia a todos los niveles y a todas las partes: productores, trabajadores, transformadores, distribuidores, comercializadores y consumidores.
- 4) Principio de precaución: El principio de precaución establece que los incrementos de productividad y producción no se deben realizar a expensas de la conservación de ecosistemas saludables, la precaución y

la responsabilidad son elementos claves en la gestión, desarrollo y elección de tecnologías para la agricultura orgánica.

2.3.1 Importancia de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica se originó en Europa durante la década de 1950. A finales de los años ochenta, las naciones desarrolladas empiezan a exigir productos tropicales e invernales, elaborados de manera orgánica, que no pueden cultivar en sus territorios, fomentando así la práctica de la agricultura orgánica en México. En México, se promovió la adopción de este nuevo método de producción para poder enriquecer y diversificar una demanda previamente generada en el extranjero (Salinas, 2014).

En México, la agricultura orgánica ha surgido gracias al trabajo de los agricultores, quienes han aportado a un crecimiento rural inclusivo en más de 1,000 zonas de producción del país. Es crucial el respaldo estatal mediante una visión y estrategia que incluya una política que potencie los esfuerzos de los productores y considere los beneficios agroecológicos, sociales y culturales para alcanzar un desarrollo sostenible auténtico (Gómez *et al.*, 2010).

De acuerdo con SAGARPA (2009), La agricultura orgánica recibe diversos nombres: biodinámica, natural, alternativa, regenerativa, biológica, entre otras; todas estas denominaciones comparten los siguientes aspectos:

- Fomentan y retienen la mano de obra rural ofreciendo una fuente de empleo permanente.
- Eliminan el uso y dependencia de plaguicidas, fertilizantes y otros productos sintéticos cuyos residuos contaminan las cosechas, el suelo y el agua.
- Favorecen la salud de los agricultores, los consumidores y el entorno natural, al eliminar los riesgos asociados con el uso de agroquímicos artificiales y bioacumulables.

- Dan importancia preponderante al conocimiento y manejo de los equilibrios naturales encaminados a mantener los cultivos sanos trabajando con las causas por medio de la prevención y no con los síntomas.
- Entienden y respetan las leyes de la ecología, trabajando con la naturaleza.
- Protegen el uso de los recursos renovables y disminuyen el uso de los no renovables.
- Reducen la lixiviación de los elementos minerales e incrementan la materia orgánica del suelo.
- Trabajan con tecnologías apropiadas aprovechando los recursos locales de manera racional.

El incremento de la superficie agrícola destinada a la agricultura orgánica en México y en el mundo ha estado incrementándose constantemente, aunque todavía su peso relativo es pequeño (Salinas, 2014).

2.3.2 Herbicidas orgánicos

La utilización de compuestos orgánicos es una alternativa para elevar la producción agrícola, en general los agricultores consiguen buenos beneficios con el manejo de plagas y la conservación de los suelos que con los costos tradicionales (Fernández, (2009).

Castañeda *et al.* (2023), señala que con los químicos causan una disrupción en la fisiología o metabolismo de una planta y requieren un tiempo suficientemente largo como para eliminar o reducir su crecimiento, y que, con los extractos de diferentes plantas, se producen alelopatía a otros cultivos con el objetivo de reducir la germinación y crecimiento de arvenses antes de que compitan con el cultivo principal. Por lo tanto, son una alternativa degradable a partir de recursos agrícolas como residuos de productos agrícolas y plantas.

Unas de las características de estos materiales es que son de post emergencia, no selectivo, de contacto que trabajan de diversas maneras, pero básicamente alteran las membranas celulares causando que las plantas desequen. Funcionan mejor en las plantas jóvenes y tienen múltiples aplicaciones, suelen ser necesarios para controlar malezas perennes o pre emergentes (Chusin, 2020).

Para el desarrollo de bioherbicidas es necesario que la materia prima usada tenga moléculas con fitotoxicidad que va a permitir un control de maleza de forma efectiva (Carrasco y Guerrero, 2022).

Los herbicidas naturales disponibles tienen poca o ninguna selectividad y deben de aplicarse en cantidades relativamente grandes. Además, existe poca literatura científica disponible sobre el uso ambiental y el impacto de los productos naturales en la agricultura orgánica (Dayan *et al.*, 2009).

2.3.3 Alelopatía

Castañeda *et al.*, (2023) define que los alelopatía o alelo químico son sustancias que una planta produce para dañar a las plantas que la rodean, son solubles en agua, lo que los hace más fáciles de aplicar sin agregar surfactantes. Los bioherbicidas alelos químicos suelen tener una persistencia ambiental de corta duración y baja toxicidad.

Las moléculas como los ácidos fenólicos y los flavonoides, incluidas las flavonas, flavanonas, isoflavonas y flavonoles, se reportan como inhibidores de malezas y también se consideran amigables con el medio ambiente. Las fuentes naturales de compuestos fenólicos pueden ser diferentes plantas, flores, frutas y verduras. Aunque, el uso de subproductos agroindustriales o residuos vegetales es una alternativa más conveniente para extraer compuestos fenólicos con actividad aleloquímica, debido a su abundancia y su atractivo en estrategias de producción económicamente factibles y ecológicas (Sánchez *et al.*, 2023).

Las plantas sintetizan diferentes metabolitos semejantes a la acción de los químicos sintéticos con la ventaja de ser biodegradables, un ejemplo de esto son los aleloquímicos, productos que, por su naturaleza orgánica, se consideran saludables para el consumidor y el medio ambiente (Rizvi & Rizvi, 1992). La mayoría de estos agentes alelopáticos o alelo químicos son sintetizados por las plantas, derivados de las rutas del acetatomevalonato o del ácido shikímico (Piñol *et al.*, 2008).

Teniendo en cuenta la opinión de Blanco (2006), quien asegura que la alelopatía implica la liberación al entorno por parte de una planta un compuesto químico que ocasiona un efecto sobre otra. La actividad alelopática depende de diversos factores, como, por ejemplo:

1. Sensibilidad de la especie receptora.
2. Liberación de la toxina al medio.
3. Actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren en el suelo con la toxina (microorganismos, temperatura, pH, etc.).

Para que todo fenómeno alelopático, de cualquier naturaleza, ejerza su efecto como tal, debe cumplir las siguientes condiciones:

- Que exista en el suelo suficiente cantidad o concentración del compuesto alelopático.
- El aleloquímico debe entrar en contacto directo o interactuar de alguna forma con una planta susceptible.

2.3.4 Clases de compuestos identificados como agentes alelopáticos

El aumento de la resistencia de las malezas a los herbicidas junto con la búsqueda de alternativas de manejo sustentable ha impulsado el desarrollo de nuevos herbicidas (que permitan controlar las malezas resistentes a los herbicidas tradicionales) o biocidas de bajo impacto ambiental que sustituyan a aquéllos de origen sintético (Arango *et al.*, 2013).

Muchos compuestos que tienen efectos sobre procesos fisiológicos de las plantas, dependiendo de su concentración o de las formas en que se utilicen, resultan perjudiciales para otras especies o para la misma que los produce; es el caso del etileno, que ha sido utilizado como hormona para favorecer algunas especies vegetales y referencia como agente alelopático (Evenari, 1949).

La naturaleza química de los compuestos alelopáticos es variable y diversa, a continuación, se refieren los tipos de compuestos más estudiados, presentes en los aceites esenciales y su efecto alelopático (Calle, 2011).

- Gases tóxicos: Este tipo de compuestos se encuentra referenciado por Evenari (1949), y entre ellos está el etileno. Especies de la familia Cruciferae emiten una serie de gases tóxicos, principalmente amoníaco e isocianato, que llegan a ser letales para los microorganismos patógenos que se encuentran en el suelo.
- Lactonas simples no saturadas: Son estudiadas por Evenari (1949), y entre ellas se encuentra el ácido parasorbico encontrado en *Sorbus aucuparia* L.
- Cumarinas: Pertenecen al grupo de las lactonas del ácido o-hidroxicinámico con cadenas de isoprenoides, psoraleno (furano cumarina) o heterósidos de cumarinas, esculina, son potentes inhibidores de la germinación.
- Quinonas: Algunos compuestos de este grupo se han examinado para su actividad herbicida, y otros tienen comprobados efectos adversos sobre las plantas.
- Flavonoides: Rice (1984) aisló flavonoides de asociaciones de vegetación clímax que resultaron ser fuertes inhibidores de bacterias nitrificantes y de la germinación de semillas.
- Taninos: En este grupo están incluidos tanto los taninos hidrolizables como los condensados. Los primeros están implicados en la inhibición de la germinación. Muchos residuos de plantas (sobre todo de especies leñosas) contienen taninos hidrolizables.

- Alcaloides: Evenari (1949) precisó que los alcaloides son potentes inhibidores de la germinación, se han extraído de semillas de tabaco, café y cacao.
- Terpenos y esteroides: Las plantas superiores que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas, sintetizan terpenoides. Los terpenos y esteroides elaborados a partir de los mismos precursores, constituyen un amplio conjunto de metabolitos secundarios de los vegetales.

2.3.5 Liberación de compuestos alelopáticos

Existen cuatro vías principales de liberación al entorno de los aleloquímicos, estos son: volatilización, lixiviación, exudados radiculares y descomposición de residuos vegetales (Sampietro, 2002).

- 1- Volatilización: La liberación de agentes alelopáticos por volatilización, se produce en plantas que producen etileno y aceites esenciales volátiles, los cuales están constituidos fundamentalmente por terpenoides. En ecosistemas desérticos y mediterráneos, la liberación de compuestos alelopáticos a través de volatilización es un mecanismo frecuente, debido al predominio de altas temperaturas.
- 2- Lixiviación: La lixiviación es la extracción acuosa de sustancias presentes en la planta por efecto de la lluvia, nieve, niebla o rocío. Su efectividad depende del tipo de tejido vegetal, la edad de la planta y la cantidad y naturaleza de la precipitación.
- 3- Exudación: La reducción del rendimiento observada en algunos cultivos tradicionales, se ha atribuido a toxinas liberadas por otros cultivos y malas hierbas asociadas. Se conocen sustancias exudadas por las raíces que reducen la germinación de las semillas, el crecimiento de raíces y brotes, la incorporación de nutrientes y la nodulación.
- 4- Descomposición de residuos vegetales: Los residuos en descomposición de las plantas liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos. Los factores que

influyen en la naturaleza de los compuestos incluyen la composición del residuo, el tipo de suelo y las condiciones de descomposición, siendo los compuestos solubles en agua los que más rápidamente pueden ser liberados.

2.4 Extracto vegetal

Los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios que cubren un amplio espectro de efectos farmacológicos mostrando diversas propiedades biológicas. Mostrando diversas propiedades como antiinflamatorios, antioxidantes, y anticancerígenos. Otras actividades biológicas se reportan como biocidas en contra de una amplia gama de microorganismos como bacterias, hongos, virus, protozoarios insectos y plantas (Luján *et al.*, 2010).

Ramírez (2021) señala que con base en los extractos vegetales, son uno de los métodos de control biológico y biorracional que han despertado el interés de los investigadores, pues las plantas son un gran reservorio de compuestos que tienen propiedades antimicrobianas, siendo su principal ventaja que son biodegradable y no tóxicos a mamíferos.

Éstos están compuestos por varias sustancias, de las cuales son los compuestos aromáticos, lo que tienen las propiedades antimicrobianas y se hallan en la fracción oleosa o aceites esenciales. Estos aceites se extraen utilizando métodos como la destilación por arrastre de vapor prensado en frío y extracción mediante solventes (Herman *et al.*, 2019).

Los extractos vegetales y aceites esenciales de cada planta pueden tener hasta más de sesenta componentes y de ellos puede haber varios con diferentes propiedades. Generalmente están presentes como mezclas de compuestos y los patógenos pueden ser afectados diferencialmente por los compuestos individuales o por las mezclas en determinadas concentraciones y proporciones (Villa *et al.*, 2014).

Estos compuestos se agrupan según su naturaleza química en terpenos, carbohidratos, compuestos fenólicos, éteres, cetonas, alcoholes y aldehídos (Tabassum y Vidyasagar, 2013).

Los estudios acerca de la composición química de los extractos de plantas reportan que existen uno, dos o tres sustancias predominantes y que le dan las propiedades biológicas; sin embargo, las sustancias minoritarias influyen en el desempeño del extracto vegetal, entre estas sustancias bioactivas reportadas como mayoritariamente presentes, están el limoneno, timol, cinamaldehído, carvacrol y mentol, las cuales se producen dentro de los órganos vegetales como productos de su metabolismo secundario y su concentración depende de la parte de la planta, especie, estación, solventes utilizados o método de extracción (Ramírez, 2021).

2.5 Guishe de *Agave lechuguilla* Torr.

La lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) es un recurso forestal no maderable, es nativo de las zonas áridas y semiáridas del sur de los Estados Unidos de América y del noreste de México. Su área de distribución nacional cubre una superficie aproximada de 20 millones de hectáreas, comprende los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Castillo *et al.*, 2011).

Esta especie, conocida como “lechuguilla”, se destaca por su fibra (“ixtle”), la cual se extrae del cogollo una vez que la planta alcanza los 25 cm de altura. La fibra se utiliza en la industria automotriz, cordelería, tapetes y cepillos de limpieza, entre otros. En las plantaciones de lechuguilla, el brote tarda entre siete y ocho meses en regenerarse (para alcanzar 25 cm de altura), mientras que de manera natural tarda entre 16 y 24 meses (Narcia *et al.*, 2012 y López, 2022).

El *Agave lechuguilla* Torr., aporta importantes beneficios socioeconómicos a los pobladores del área rural, ya que la extracción de su fibra ha constituido una

actividad de subsistencia familiar por más de 70 años y representa empleos directos (Castillo *et al.*, 2013).

De acuerdo con Castillo *et al.*, (2005) y Narcia *et al.*, (2012), en la actualidad, su aprovechamiento en el campo está relacionado con altos índices de marginación, por ello es necesario buscar nuevas alternativas a la extracción de fibra, como la obtención de productos químicos con valor agregado y que sería una oportunidad de mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores de las zonas áridas y semiáridas, donde se desarrolla esta especie.

Al extraer fibras de *Agave lechuguilla* se produce un residuo numeroso conocido como guishe (Carmona *et al.*, 2017). Este desecho contiene diversas moléculas bioactivas, como las saponinas, los ácidos fenólicos y los flavonoides (Morreeuw *et al.*, 2021). Entre estas moléculas se pueden encontrar algunas con la capacidad de inhibir el crecimiento de malezas.

La ausencia de una cadena de valor hace que el guishe sea desaprovechado en la actualidad, y los "lechugueros" lo acumulan o lo queman para prevenir que los animales lo consuman, dado que la existencia de residuos de fibra les causa desde dificultades digestivas hasta la muerte. Se ha descubierto recientemente que el guishe posee biomoléculas de gran valor (fitoquímicos, glucanos y micronutrientes), que la planta produce en respuesta al estrés provocado por altas temperaturas, escasez de nutrientes y una exposición incrementada a la radiación UV (Morreeuw *et al.*, 2021).

La alelopatía que muestran estos compuestos abre la posibilidad para el desarrollo de bioherbicidas basados en guishe. Aunque, su uso como materia prima para la extracción de compuestos bioactivos representa desafíos para superar la baja biodisponibilidad de las moléculas. Por lo tanto, los procesos biotecnológicos se pueden adaptar para aumentar la concentración y biodisponibilidad de los aleloquímicos en el guishe (Rossi *et al.*, 2021).

2.6 Quelite *Amaranthus* sp.

El quelite, perteneciente al género *Amaranthus*, es un grupo de plantas que incluye diversas especies, muchas de las cuales son consideradas malezas en los cultivos. Sin embargo, algunas especies de *Amaranthus* son valoradas por sus hojas comestibles y su alto contenido nutricional. Estas plantas son ricas en proteínas, vitaminas y minerales, lo que las convierte en un alimento importante en muchas culturas, especialmente en comunidades rurales de América Latina (Rojas, 2015).

Amaranthus sp. se caracteriza por su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, lo que le permite crecer en una variedad de suelos y climas. Esta adaptabilidad, junto con su rápido crecimiento y reproducción, lo convierte en un competidor agresivo en los cultivos, lo que puede resultar en pérdidas significativas de rendimiento. Además, algunas especies de *Amaranthus* han desarrollado resistencia a herbicidas, lo que complica aún más su manejo en sistemas agrícolas (Heap, 2014).

A pesar de su consideración como maleza, el quelite tiene un valor cultural y nutricional significativo. En muchas regiones, las hojas y tallos jóvenes se utilizan en la preparación de diversos platillos, y se les atribuyen propiedades medicinales. Por lo tanto, el quelite representa un doble desafío: por un lado, es una maleza que compite con los cultivos, y por otro, es un recurso alimenticio valioso (Morales, 2015).

Los quelites son plantas nativas silvestres de México que se han utilizado como alimento desde tiempos prehispánicos y que forman parte de la dieta complementaria del mexicano, aunque en muchas ocasiones llegan a constituir el componente principal de la comida tradicional. El desarrollo de la planta puede suceder en cualquier área que proporcione los nutrientes mínimos, ya que, como todos los quelites, su desarrollo se puede presentar en suelos pobres en nutrientes y agua, lo que los hace tolerantes a la sequía, con bajo mantenimiento (riego) y sin insumos externos (fertilizantes) (Santiago *et al.*, 2019).

De acuerdo con la CONABIO (s.f.), señala la categoría taxonómica del *Amaranthus* sp. de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Fanerógama

Tipo: Embryophyta siphonogama

Subtipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneae

Subclase: Archyclamidae

Orden: Centrospermales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Amaranthus*

El amaranto es un especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias. La raíz es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo mantener el peso de la panoja (Aguilera *et al.*, 2021).

Existen más de 60 especies de amaranto en el mundo, todas de fotoperíodo corto y del tipo fotosintético C₄. Probablemente hay 4.000 a 6.000 líneas de amaranto domesticadas y silvestres en los bancos de germoplasma. Las especies de amaranto se usan como granos, forraje, verdura o fines ornamentales (Quinatoa, 2017).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnología de Semillas del Departamento de Fitomejoramiento, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro #1923 Col. Buenavista, Saltillo Coah. C.P. 25315 (25° 23' 42" N, 100° 59' 57" O).

3.2 Material vegetal

Se utilizaron semillas de quelite (*Amaranthus* sp.), como plantas indicadoras de la especie dicotiledóneas (hoja ancha) estas semillas fueron proporcionado por el Campo Experimental Saltillo-INIFAP.

3.3 Extracto experimental

La mezcla experimental compuesta por extractos orgánicos, fue suministrada por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Estos extractos derivan de un proyecto de investigación titulado "Desarrollo de un herbicida mexicano a base de plantas de uso tradicional en el semidesierto". Los extractos experimentales fueron obtenidos a partir de dos especies nativas de la región árida y semiárida del noreste de México: *Agave lechuguilla* Torr. (conocida como guishe de lechuguilla), un residuo generado tras el proceso de desfibrado de esta especie.

3.4 Tratamientos

El experimento consistió en probar el efecto alelopático del extracto vegetal utilizando ocho tratamientos con mezclas experimentales a base de los extractos de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) más un testigo químico (glifosato), más un testigo que sólo fue agua destilada (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Descripción de los componentes de los tratamientos aplicados a plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.).

Tratamientos	Descripción
JG	100 % jugo natural
JGN-A	85 % jugo natural + 11 % vinagre blanco + 4% tween 20
JGN-M	60 % jugo natural + 36 % vinagre blanco + 4 % tween 20
JGN-B	35 % jugo natural + 61 % vinagre blanco + 4 % tween 20
JGA	100 % jugo fermentado
JGA-A	85 % jugo fermentado + 11 % vinagre blanco + 4 % tween 20
JGA-M	60 % jugo fermentado + 36 % vinagre blanco + 4 % tween 20
JGA-B	35 % jugo natural + 61 % vinagre blanco + 4 % tween 20
GL	100 % glifosato
TESTIGO	100 % agua destilada

3.5 Desarrollo del experimento

Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un experimento con el propósito de comprobar la viabilidad de las semillas de *Amaranthus* sp. y descartar la presencia de latencia, para esto, se colocaron 4 repeticiones, cada repetición contenía 100 semillas (25 semillas por cada caja Petri). Las semillas se colocaron en cajas Petri sobre papel filtro, las cuales fueron irrigadas con agua destilada y se mantuvieron en una cámara de germinación bioclimática (marca Biotronette Mark III®) a una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y un fotoperiodo de 12 h: 12 h luz/oscuridad para inducir la germinación y permanecieron por siete días, tiempo que duro el período de evaluación.

3.6 Siembra

Una vez que se descartó que las semillas no presentaban latencia, se procedió a la siembra de las semillas de *Amaranthus* sp. en Turba (Peat moss) como sustrato. Se realizaron cuatro repeticiones de cada tratamiento, utilizando un total de 40 bolsas de polietileno color negro con dimensiones de 10 x 20 cm, en cada bolsa se sembraron cinco semillas sobre el sustrato (Peat moss), posteriormente se colocaron en cajas de plástico transparente de 25 x 25 x 10 cm de profundidad (Figura 2). Las cajas se mantuvieron en una cámara de germinación bioclimática (marca Biotronette Mark III®) a una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y un fotoperiodo de 12 h: 12 h luz/oscuridad para inducir la germinación.

Después de la siembra, se aplicaron riegos cada tercer día utilizando agua destilada para mantener la humedad óptima del sustrato para inducir la germinación. Una vez que las plántulas alcanzaron una altura de 15 cm, se llevaron a cabo dos aplicaciones adicionales de agua de grifo, cada 48 horas. Para cada tratamiento (Cuadro 2) se aplicó un volumen total de 16 mL, distribuido en dos aplicaciones de 8 mL cada una. La aplicación de los tratamientos se llevó

a cabo utilizando una jeringa de 10 mL, dirigiendo la mezcla directamente sobre la plántula (Figura 2).



Figura 2. Plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.) dentro de la cámara de germinación.

3.7 Variables a evaluar

En la presente investigación se realizó la evaluación de tres variables de respuesta:

IDCM (Índice de Control de Maleza): Esta variable mide la incidencia controlada de la maleza. El porcentaje de control se clasificó según la escala de la Asociación Latinoamericana de Maleza (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Grado de control de maleza según ALAM (1974).

Índice	% de control
0- 40	Ninguno o pobre
41-60	regular
61-70	Suficiente
71-80	Bueno
81-90	Muy bueno
90-100	excelente

NPD (Número de Plantas Dañadas). Esta variable mide la cantidad total de plantas que resultaron afectadas por la aplicación del bioherbicida. Para determinar esta variable, se contó el número total de plantas que presentaron algún tipo de daño visible (como marchitez, decoloración o muerte total de la planta) después de la aplicación del bioherbicida. Este conteo se realizó al final del período de observación establecido en el experimento.

PDD (Porcentaje de Daño). Esta variable evalúa el porcentaje de daño que tuvo la plántula al aplicarse el bioherbicida. Los porcentajes variaron en cada uno de los tratamientos debido a las diferentes mezclas utilizadas. La variable porcentaje de daño se clasificó de acuerdo a la escala de la Asociación Latinoamericana de Maleza (ALAM, 1974).

3.8 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, en el que se evaluaron diez tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, bajo los siguientes modelos lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable aleatoria que representa la observación

μ = Media general

T_i = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Error experimental

3.9 Análisis de la información

El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico RStudio versión 2024.04.1, la información se interpretó mediante el ANOVA y comparación de medias con la prueba de Tukey a un nivel de significancia de $p \leq 0.001$.

IV.- RESULTADO Y DISCUSIÓN

Evaluación de efecto del extracto en el desarrollo de las plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.)

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 4) muestran que la variación asociada a los tratamientos mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) en cuanto al número de plantas dañadas y al porcentaje de daño observado. Esto sugiere que los diferentes tratamientos aplicados en el experimento no sólo provocan un impacto directo en el daño a las plántulas, sino que también generan un mayor efecto debido a las altas dosis aplicadas. Estas diferencias significativas apuntan a que cada tratamiento ejerce un efecto diferente sobre las plántulas de *Amaranthus* sp. lo que podría estar relacionado con factores como la eficacia del tratamiento, su mecanismo de acción o incluso las interacciones específicas con las condiciones ambientales.

Cuadro 4.- Cuadros medios del análisis de varianza de los nueve tratamientos evaluados en las plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.).

F.V	G.L	NPD	PD
Tratamientos	9	71.11**	28444**
EE	150	0.00	0

**= Diferencias altamente significativa, F.V.= Fuentes de variación, GL= Grados de libertad, NPD= Numero de plantas dañadas, PD= Porcentaje de daño, EE= Error Experimental.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación (Cuadro 5), muestran que, en el número de plantas dañadas, los tratamientos (JG) 100% jugo natural, (JGN-A) 85% jugo natural + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGN-B) 35% jugo natural + 61% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGA) 100% jugo fermentado, (JGA-A) 85% jugo fermentado + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGA-B) 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20, (JGA-M) 60% jugo

fermentado + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, (GL) 100% glifosato, fueron los más efectivos, ya que las cinco plantas sufrieron un daño total. Mientras el (JGN-M) 60% jugo natural + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, y el testigo no se observaron ninguna planta dañada.

Cuadro 5.- Comparación de medias para la variable Número de plantas dañadas (NPD).

Tratamientos	NPD
JG	5.00 a
JGN-A	5.00 a
JGN-B	5.00 a
JGN-M	0.00 b
JGA	5.00 a
JGA-A	5.00 a
JGA-B	5.00 a
JGA-M	5.00 a
GL	5.00 a
TESTIGO	0.00 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.001$).

100% jugo natural (JG); 85% jugo natural + 11% vinagre blanco + 4% tween 20 (JGN-A); 60% jugo natural + 36% vinagre blanco + 4% tween 20 (JGN-M); 35% jugo natural + 61% vinagre blanco + 4% tween 20 (JGN-B); 100% jugo fermentado (JGA); 85% jugo fermentado + 11% vinagre blanco + 4% tween 20 (JGA-A); 60% jugo fermentado + 36% vinagre blanco + 4% tween 20 (JGA-M); 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20 (JGA-B); 100% glifosato (GL); 100% agua destilada (Testigo).

Díaz y Gómez (2015) señalan que al aplicar 0.05 mg del extracto de guishe de lechuguilla, la semilla germinó en un 96.8%. De acuerdo con el estudio de Cano y López (1996) en el control preemergente y postemergente de malezas en frijol, la mezcla de los herbicidas Fluazifop Butil+Fomesafén en dosis 0,125 + 0,25 kg i.a/ha controló de manera excelente los zacates y especies de hoja ancha (100%), siendo el más indicado de los postemergentes.

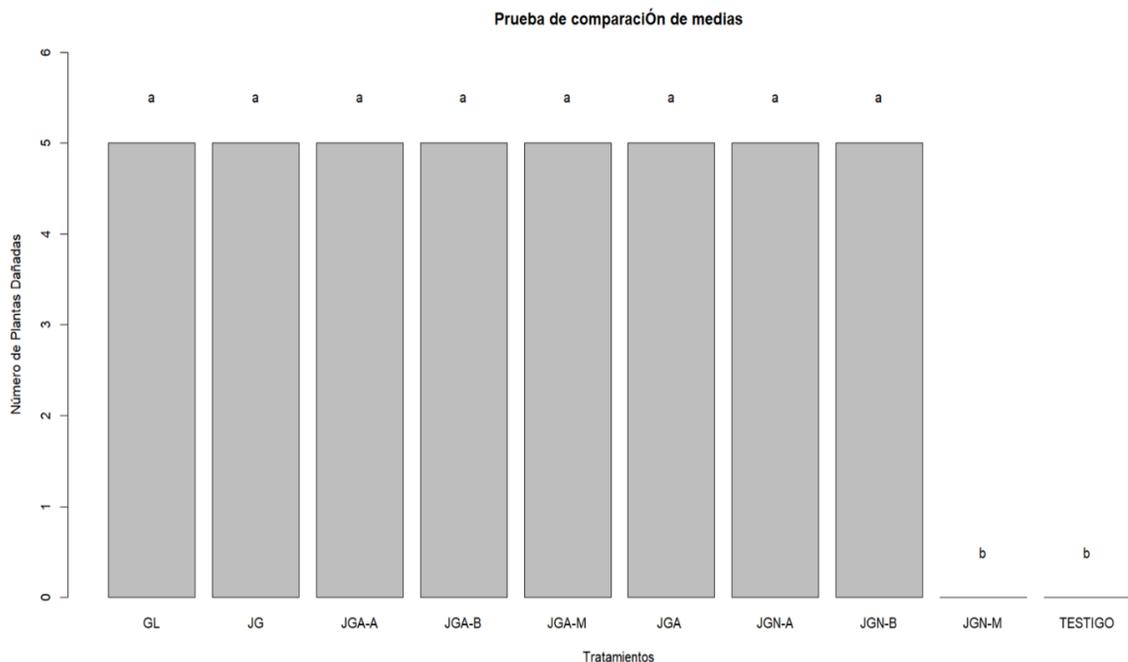


Figura 3. Prueba de comparación de medias Número de plantas dañadas.

(JGN-A) 85% jugo natural + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGA-B) 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20, (JGA-M) 60% jugo fermentado + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, (GL) 100% glifosato, (JGN-B) 35% jugo natural + 61% vinagre blanco + 4% tween 20, (JG) 100% jugo natural, (JGA) 100% jugo fermentado, (JGA-A) 85% jugo fermentado + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGN-M) 60% jugo natural + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, 100% agua destilada (Testigo).

La Figura 3 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias, donde se evalúa el número de plantas dañadas bajo los diferentes tratamientos aplicados. Siendo los tratamientos GL, JG, JGA-A, JGA-B, JGA-M, JGA, JGN-A, JGN-B causaron el mayor número de plántulas dañadas, con efectos herbicidas notables. La mezcla JGN-M puede no haber funcionado debido a la proporción de sus componentes. Aunque el vinagre tiene propiedades herbicidas, la concentración de jugo natural podría no ser suficiente para maximizar el efecto herbicida. El testigo, el tratamiento con 100% agua destilada, no causó daño significativo en las plántulas de *Amaranthus* sp., ya que el agua no posee propiedades herbicidas.

Los resultados obtenidos (Cuadro 6) en relación al porcentaje de daño, JG, JGN-A, JGN-B, JGA, JGA-A, JGA-B, JGA-M y GL presentaron el 100% de daño en la plántula de *Amaranthus* sp. Mientras tanto, el testigo no mostró ningún porcentaje de daño, dado a que únicamente se aplicó agua destilada.

Cuadro 6.- Comparación de medias para la variable de porcentaje de Daño (PD).

Tratamientos	PD
JG	100.00 a
JGN-A	100.00 a
JGN-B	100.00 a
JGN-M	----- --
JGA	100.00 a
JGA-A	100.00 a
JGA-B	100.00 a
JGA-M	100.00 a
GL	100.00 a
TESTIGO	0.00 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.001$).

(JGN-A) 85% jugo natural + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGA-B) 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20, (JGA-M) 60% jugo fermentado + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, (GL) 100% glifosato, (JGN-B) 35% jugo natural + 61% vinagre blanco + 4% tween 20, (JG) 100% jugo natural, (JGA) 100% jugo fermentado, (JGA-A) 85% jugo fermentado + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGN-M) 60% jugo natural + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, 100% agua destilada (Testigo).

Estos resultados coincidieron con Marín *et al.*, (2014) quienes evaluaron el efecto del extracto de guishe de lechuguilla en semillas de maíz y frijol, en el que disminuyó la germinación a un 80 % en semillas de maíz y un 50% en frijol, utilizando un 75% de extracto combinado con 25% de pimienta negra.

Gutiérrez *et al.*, (2008) mencionan que utilizaron herbicida como el Oxifluorfen para el control de maleza en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Grantz), obteniendo porcentaje de 92.8% y 93.55%, utilizados en diferentes concentraciones, estos resultados fueron similares a los resultados que se obtuvieron con el bioherbicida a base de guishe lechuguilla para *Amaranthus* sp.

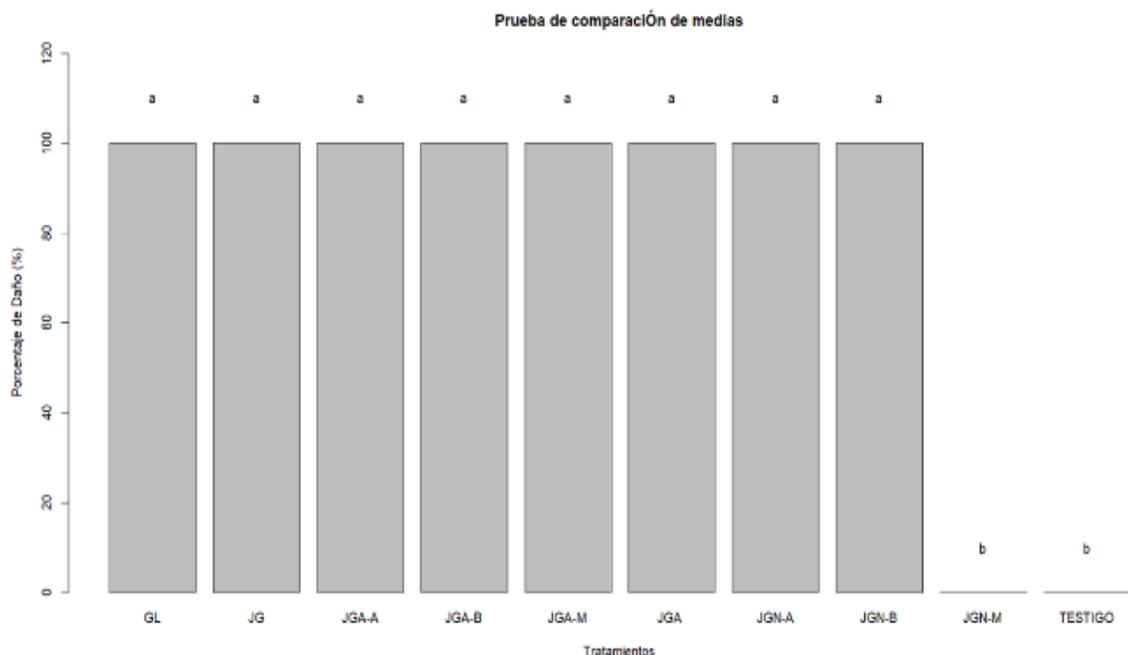


Figura 4. Comparación de medias del porcentaje de daño en plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.)

En la Figura 4 se muestra el porcentaje de daño (PDD) directamente proporcional a los tratamientos, siendo los tratamientos GL, JG, JGA-A, JGA-B, JGA-M, JGA, JGN-A, JGN-B presentaron el 100% de daño en las plántulas de *Amaranthus* sp. por lo tanto, el tratamiento JGN-M presentó un porcentaje de daño similar al testigo, lo que sugiere que este tratamiento no logró inducir ningún efecto adverso en el desarrollo de las plántulas de *Amaranthus* sp. Esta falta de respuesta puede deberse a factores, como en la concentración del tratamiento o la resistencia característica de la especie a los componentes del JGN-M.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 7) el grado de control de maleza establecido por la ALAM (1974), podemos comparar que los tratamientos JG, JGN-A, JGN-B, JGA, JGA-A, JGA-B, JGA-M y GL lograron un excelente control de maleza. Por otro lado, el testigo mostró un control nulo o muy pobre, ya que no presentó ninguna efectividad en este aspecto.

Cuadro 7.- Índice de control de maleza.

Tratamiento	ICM	% de control
JG	90	Excelente
JGN-A	95	Excelente
JGN-B	90	Excelente
JGN-M	----	----
JGA	100	Excelente
JGA-A	95	Excelente
JGA-B	100	Excelente
JGA-M	100	Excelente
GL	100	Excelente
TESTIGO	0	Ninguno o pobre

(JGN-A) 85% jugo natural + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGA-B) 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20, (JGA-M) 60% jugo fermentado + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, (GL) 100% glifosato, (JGN-B) 35% jugo natural + 61% vinagre blanco + 4% tween 20, (JG) 100% jugo natural, (JGA) 100% jugo fermentado, (JGA-A) 85% jugo fermentado + 11% vinagre blanco + 4% tween 20, (JGN-M) 60% jugo natural + 36% vinagre blanco + 4% tween 20, 100% agua destilada (Testigo).

De acuerdo con Ruíz (2001), donde evaluó herbicidas postemergentes en el cultivo de café, en la que se utilizaron los herbicidas Glifosato + Alachlor y Glifosato + Diurón a los 15 días de la aplicación, el uso de Paraquat sin mezcla mostró un control efectivo de las malezas, alcanzando un 79%. Por otro lado, las combinaciones de Glifosato con Alachlor y Diurón lograron un notable control, con una eficacia del 83% en ambos casos. Estas mezclas demostraron ser especialmente efectivas en el control de la maleza del pasto bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers.), una especie agresiva y difícil de erradicar en las fincas de café.

V.- CONCLUSIONES

Este estudio analizó el impacto de un bioherbicida postemergente elaborado a partir de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.). Los resultados de este estudio demostraron que de los siete tratamientos bioherbicida, más un testigo químico, fueron altamente efectivos, mientras tanto el testigo absoluto (agua destilada) no mostró ningún porcentaje de daño.

Por lo tanto, se concluye que los tratamientos JG, JGN-A, JGN-B, JGA, JGA-A, JGA-B, JGA-M y GL demostraron tener un gran potencial herbicida de tipo postemergente, los cuales lograron dañar al 100% a las plántulas de quelite (*Amaranthus* sp.). Estos tratamientos ofrecen una alternativa prometedora frente a los herbicidas convencionales, como el glifosato, que también mostró un alto porcentaje de efectividad. Sin embargo, el uso de bioherbicida presenta ventajas adicionales en términos de sostenibilidad y menor impacto ambiental.

VI.- LITERATURA CITADA

- Aguilera-Cauich, E. A., Solís-Fernández, K. Z., Ibarra-Morales, A., Cifuentes-Velásquez, R., & Pino, I. S. (2021). Amaranito: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras). *Acta Botánica Mexicana*, 128. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738>
- ALAM. (1974). Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica. II Congreso de ALAM. Cali, Colombia. 12 p. <https://asacim.org.ar/wp-content/uploads/2020/02/REVISTA-ASACIM-02.pdf>
- Álvaro, A. (2007). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Recuperado de <https://www.researchgate.net/.../259175751HerbicidasModosymecanismosdeacciónenplantas>.
- Ammann, K. (2009). Why farming with high tech methods should integrate elements of organic agriculture. *New Biotechnology*, 25(6), 378-388. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2009.06.933>
- Arango, M. C., Ringuet, J. A., & Viña, S. Z. (2013). Intervención de los compuestos secundarios en las interacciones biológicas. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/155452>
- Araujo, B. A. A. (2024). Factores que regulan la selectividad de los herbicidas. (trabajo de titulación). Edu.ec. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16070/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000516.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arcos, M. (2016). Manejo de maleza en cultivos básicos. www.academia.edu. https://www.academia.edu/28357677/MANEJO_DE_MALEZA_EN_CULTIVOS_B%C3%81SICOS
- Arias, D.M., Mora, R.E.G., y Romero, O.S.D. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1): 204-210 pp. <https://doi.org/10.35195/ob.v11i1.712>
- Baumann P. A. (1999). Cómo identificar malezas: Las estructuras de la planta son clave. AgriLife Extensión. Texas A&M System. Texas. USA. 20 p.

- Blanco, Y. (2006). la utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 27(3), 5-16 p. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=193215825001>
- Buhler, D. D, y Hatfield, J. L. (1998). Sistemas de labranza, dinámica y manejo de poblaciones de malezas. Manejo integrado de malezas y suelos, 223-246 p. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321411.pdf>
- Calle, F. M. (2011). Control de la germinación *in vitro* de Arauja sericifera con aceites esenciales de *Laurus nobilis*, *Myrtus communis*, *Citrus sinensis* y *Citrus limón*. <https://es.scribd.com/document/329942734/Control-de-La-Germinacion>
- Campiglia, E., Radicetti, E. & Mancinelli, R. (2018). Floristic composition and species diversity of weed community after 10 years of different cropping systems and soil tillage in a Mediterranean environment. *Weed Research*, 58, 273–283 p. <https://doi.org/10.1111/wre.12301>
- Cano, O., y López, E. (1996). Control preemergente y postemergente de malezas en frijol, de humedad residual en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 42-49 p. https://www.mag.go.cr/rev_meso/v07n02_042.pdf
- Carmona, J. E., Morales-Martínez, T. K., Mussatto, S. I., Castillo-Quiroz, D., & Ríos-González, L. J. (2017). Propiedades químicas, estructurales y funcionales de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8 (42), 100-122 p. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711322017000400100
- Carrasco, R. C. B., y Guerrero, C. S. M. (2022). Obtención y caracterización de un bioherbicida mediante fermentación bifásica alcohólica y acética del mucílago del café en la variedad robusta. Tesis licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60194>
- Castañeda, R. J., Guzmán, R. A., y López, M. A. S. (2023). Efecto de bioherbicida en malezas bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. 46 p. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/5722>
- Castillo, Q. D., Berlanga, R. C. A., y Cano, P. A. (2005). Recolección, extracción y uso de la fibra de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el estado de

Coahuila. CIR Noreste Centro. INIFAP. Publicación Especial Núm. 6. Saltillo, Coah., México. 13 p.

<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1314798>

Castillo, Q. D., Mares, A. O., y Villavicencio, G. E. E. (2011). Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) planta suculenta de importancia económica y social de las zonas áridas y semiáridas de México. Vol. 8, No. 2. Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas, 6-9 p.

<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1314799>

Castillo, Q. D., R. J. T. Sáenz., V. M. Narcia., y R. J. A. Vázquez. (2013). Propiedades físico-mecánicas de la fibra de *Agave lechuguilla* Torr. De cinco procedencias bajo plantaciones. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4: 78-91 p.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711322013000500007

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, C. I. (2020). Clasificación de malezas. <https://hdl.handle.net/10883/20925>

Cerna B. L. A. (2013). Ciencia y tecnología de Malezas. Fondo Editorial Universidad Proveda Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Chusin, A. L. P. (2020). Evaluación del extracto acuoso de semilla de higuierilla (*Ricinus communis* L.) como herbicida pre siembra para el control de malezas en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el Barrio Santa grande de la parroquia Ignacio Flores Del Cantón Latacunga. Tesis licenciatura. Universidad Técnica De Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 36-49 pp. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6620>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (Dakota del Norte). Amarantho híbrido.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/amaranthaceae/amaranthus-hybridus/fichas/ficha.htm>

Dayan, F. E., Cantrell, C. L., y Duke, S. O. (2009). Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17(12), 4022-4034. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2009.01.046>

- Delgado, A. M. R. (2012). Plataformas analíticas en metabolómica y su aplicación para el estudio de la resistencia-sensibilidad a herbicidas 19-27 p. <https://core.ac.uk/download/pdf/60882974.pdf>
- Díaz, R. A. I., & Gómez, M. M. (2015). Potencial de manejo post-emergente de malezas con alternativas de extractos vegetales. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/767/63734%20%20%20%20%20DIAZ%20RAMIREZ%2C%20ABRAHAM%20IGNACIO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duke, S. O. & Dayan, F. E. (2001). Classification and mode of action of the herbicides. *Uso de Herbicidas en la Agricultura del Siglo XXI*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba, España. 31-44 p.
- Elmore, R. W. Moomaw, R. S., Selley, R. (1990). Narrow-row soybeans. Bulletin G90-963. Cooperative Extension Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. Expediente G963, bajo: Cultivos de campo, A-11, Soja. <https://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/747/>
- Engler, M. (2012). Hijacked Organic, Limited Local, Faulty Fair Trade. USA: Dissent Spring. Recuperado de <https://www.dissentmagazine.org/article/hijac-ked-organic-limited-local-faulty-fair-trade>
- Esperbent, C. (2015). Malezas: el desafío para el agro. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41 p. (3),235-240. ISSN: 0325-8718. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86443147004>
- Evenari, M. (1949). Germination inhibitors. *The Botanical Review*, 15(3), 153-194 p. <https://doi.org/10.1007/bf02861721>
- Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) (2014). Definition of Organic Agriculture. <http://www.ifoam.org/en/organic-landmarks/definition-organicagriculture>
- Fernández, F. (2009). La agricultura orgánica. Obtenido de http://www.ecoportel.net./contenido/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable.
- Fletcher, W. W. (1983). Recent Advances Research 1-2 p. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough. R. U.

https://ia801306.us.archive.org/9/items/bub_gb_i7inikglZZEC/bub_gb_i7inikglZZEC.pdf

Fryer, J. D., y Chancellor, R. J. (1970). Herbicides and our changing weeds. In: The Flora of a Changing Britain. Perring, F. & Classey, E. W. Ltd., Faringdon, England. 105-118 p.

Gerowitt, B. P., Darmency, H. P. S., Storkey, J. y Westerman, P. (2017). Weeds and Biodiversity. In: Hatcher P.E. y Froud-Williams R. J. Eds. Weed Research: Expanding Horizons, pp. 115–147. John Wiley & Sons, Chichester. <https://doi.org/10.1002/9781119380702.ch5>

Gómez, C. A. (2016). Malezas en plantaciones cítricas: Características y métodos de control. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/malezas-en-plantaciones-citricascaracteristicas-y-metodos-de-control>

Gómez, C. M., Ángel, S. R., Rita, O. R., Rufino, J. y Gómez, T. L. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1 (4), 593-608. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S20070934201000400011&lng=es&tlng=es

Gómez-Gómez, R. (2024). ¿Malezas o arvenses? Una propuesta conceptual para su manejo agroecológico. *Agronomía Mesoamericana*, 56900-56900. <https://www.redalyc.org/journal/437/43776424040/43776424040.pdf>

Gunsolus, J. L., y Curran, W. (1996) Herbicide mode of action and injury symptoms. North Central Extension Publication vol 377, 14 p. https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2723/2021/06/herbicide_mode_of_action_and_injury_symptoms-Gunsolus_and_Curran_1999.pdf

Gurrola, F. Q. (2014). Reporte de Malezas. [www.academia.edu](https://www.academia.edu/9074407/REPORTE_DE_MALEZAS?nav_from=14d06e3d-4bfa-419e-bd12-c381bb927946). https://www.academia.edu/9074407/REPORTE_DE_MALEZAS?nav_from=14d06e3d-4bfa-419e-bd12-c381bb927946

Gutiérrez, W., Morán, J., Daboin, B., Ferrer, J., Medina, B., y Villalobos, Y. (2008). Evaluación de diferentes herbicidas sobre el control de malezas, desarrollo, rendimiento y beneficio neto relativo del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Grantz bajo las condiciones agroecológicas de la planicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(1), 26-42 p. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03787818200800100002&lng=es&tlng=es.

- Haas, H. y Streibig, J. C. (1982). Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. In Lebaron H. M. A., y Gressel, J. Eds., *Herbicide Resistance in Plants*, John Wiley & Sons, New York, USA, 57–79 p.
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=551722>
- Hance, R. J, y Holly, K. (1990). *Manual de control de malezas: principios* (N.º Ed. 8, 8-582 págs).
https://ia801306.us.archive.org/9/items/bub_gb_i7inikglZZEC/bub_gb_i7inikglZZEC.pdf
- Harper, J. L. (1956). The evolution of weeds in relation to resistance to herbicides. *Proc. Br. Weed Conf.*, 3:179-188 p.
<https://www.cabdigitalibrary.org/doi/full/10.5555/19572300627>
- Heap, L. (2014). Perspectiva global de las malezas resistentes a los herbicidas. *Pest Management Science*, 70(9), 1306-1315.
<https://doi.org/10.1002/ps.3702>
- Herman, R. A., Ayepa, E., Shittu, S., Fometu, S. S. y Wang, J. (2019). Aceites Esenciales y sus Aplicaciones. *Adv Nutr Food Sci*, 4(4), 1-13 p.
<https://www.opastpublishers.com/open-access-articles-pdfs/essential-oils-and-their-applications-a-mini-review.pdf>
- Hernández, M. (2017). Libro Capítulo de Ecología y manejo de Maleza. www.academia.edu.
https://www.academia.edu/33131674/LIBRO_CAPITULO_D_cologia_y_manejo_de_maleza?nav_from=a4387d7e-487c-42e1-88cf-2b3f4a9046a0
- IFOAM. Los principios de la Agricultura Orgánica | IFOAM (2005). asociacionpaisaje.org.
<https://www.asociacionpaisaje.org/los-principios-de-la-agricultura-organica-ifoam-2005/>
- IUPAC, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (1997). *Compendio de Terminología Química Libro de Oro. Versión 2.3.3.* AD McNaught y A. Wilkinson (comps.). Unión Internacional de Química Pura y Aplicada. Zúrich, Suiza. 1622 p.
<https://doi.org/10.1351/goldbook>
- Koch, M. (2012). Implementación del Manejo integrado de Malezas para los cultivos tolerantes a Herbicidas. CropLife International aisbl. Brussels, Bélgica.
<https://hrac-argentina.org/wp-content/uploads/biblioteca/Crop-Life-MIM-en-cvos-TH.pdf>

- Kogan, M. A., Lazen, S. R. y Fernández, C. R. (1973). Principios de control químico de malezas en huertos frutales. Universidad de Chile. 71 p.
<https://biblioteca.inia.cl/items/24347939-53ca-404e-8758-b0f0826ceba7>
- Leopadí, L. C. y Cuevas, A. J. (2018). Malezas, malas, pero no tanto. Desde el Herbario CICY, 10, 263–267 p.
https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2018/2018-11-15_CLeopardi-Malezas-malas-pero-no-tanto.pdf
- Leopardí-Verde, C. L., Buenrostro Nava, M. T., & Manzo Sánchez, G. (2022). Malezas... ¿endémicas? Desde El Herbario CICY, 14, 82–86 p.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/2022
- López, A. (2022). Cómo mejorar la productividad. Consejos Útiles.
<https://www.consejosutiles.com/mejorar-productividad>
- Loux, M. M., Doohan, D., Dobbels, A. F., Johnson, W. G., Young, B. G., Zimmer, M., & Hager, A. (2021). Weed Control Guide for Ohio, Indiana and Illinois. Ohio State University.
<https://farmdoc.illinois.edu/wpcontent/uploads/2014/12/2015WeedControl-Guide.pdf>
- Luján, C. G., Martínez, A., Ortega, J. L., y Castro, F. (2010). Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. *Química Viva*, 9(2), 86-96 p.
<https://www.redalyc.org/pdf/863/86314868005.pdf>
- Marín, L. F. J., Coronado, L. A., Tucuch C. M., y Cepeda, S. M. (2014). Extractos vegetales con propiedades alelopáticas sobre el desarrollo en maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su posible uso para el control de malezas.(S/f-c). Uaaan.mx:8080.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3893/K%2040036%20Mar%c3%adn%20Lara%2c%20Francisco%20Javier.pdf?sequence=3&iAllowed=y>
- Martínez, J. (2006). Control de Malezas en Hortalizas. Facultad de Agronomía, UANL., México.
[https://es.scribd.com/document/620364222/MANEJO-DE-MALEZAS-EN Hortalizas](https://es.scribd.com/document/620364222/MANEJO-DE-MALEZAS-EN-Hortalizas)
- Mejía, C. (2015). Trabajo-DL50.
www.academia.edu. https://www.academia.edu/19562412/Trabajo_DL50

- Menalled, F. D. (2010). Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5, 73-78 p. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160581/140441>
- Montoya, J. (2016). Malezas en el cultivo de girasol: estrategias de manejo y control. INTA, ed., Buenos Aires, ARG. https://www.researchgate.net/profile/JorgelinaMontoya/publication/301492353_Malezas_en_el_cultivo_de_girasol_estrategias_de_manejo_y_control/links/5716572808aedb90cac436dc/Malezas-en-el-cultivo-de-girasol-estrategias-de-manejo-y-control.pdf
- Morales, A. (2015). *Amaranthus*: una fuente potencial de alimentos y biocombustibles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(12), 3210-3215. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b00234>
- Morreeuw, Z. P., Castillo-Quiroz, D., Ríos-González, L. J., Martínez-Rincón, R., Estrada, N., Melchor-Martínez, E. M., Parra-Saldívar, R., & Reyes, A. G. (2021). Perfil de alto rendimiento de la abundancia de flavonoides en la valorización de residuos de *Agave lechuguilla* en una planta mexicana explorada. *Plants*, 10 (4), 695. <https://doi.org/10.3390/plants10040695>
- Murillo De León, M. O. (2022). Evaluación de herbicidas en el control de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de Banano (*Musa acuminata*). Tesis de licenciatura. Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agropecuarias. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. 25-30 p. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6672>
- Narcia, V. M., David, C. Q., Antonio, V. R. J., y Alejandro, B. R. C. (2012). Turno técnico de la Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(9): 81-88 p. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200711322012000100007&scRipt=sci_arttext
- Piñol, M., Palazón, J. y Cusidó, R. (2008). Introducción al metabolismo secundario. *In*: Azcón-Bieto, J. y Talón, M. *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2ª. (Ed.). McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 323-348 p. https://www.academia.edu/32043041/Fundamentos_de_Fisiologia_Vegetal_Azc%C3%B3n_Bieto_2ed
- Quinatoa, C. C. R. (2017). Evaluación del comportamiento agronómico con la utilización de bioestimuladores de crecimiento orgánico en dos variedades

de amaranto (*Amaranthus* sp) originarios de Vniissok (Rusia) para la producción de biomasa bajo cubierta. 26 p.

<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3a65631d-e22e-45449bc5-6b690e50ac60/content>

Radosevich, S. J., Holt, J.S. y Ghera, C. (1997). *Weed Ecology Implications for Vegetation Management*. John Wiley and Sons, New York, 278-301 p.

References - Scientific Research Publishing.
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1226749>

Ramírez-Quispe, N. F. (2021). Formulación de extractos vegetales para el control de enfermedades agrícolas. 231.83.156 p.

<http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/5091/ramirezquispe-nadir-fiorella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reedy, K. N., L. G. Heatherly., A. Blaine. (1999). Weed management. pp: 171-195. In: *Soybean Production in the Midsouth*. L.G. Heatherly and H.F. Hodges, eds. CRC Press, Boca Raton, FL.

Reganold, J. P. y Wachter, J. M. (2016). Agricultura orgánica en el siglo XXI. *Nature Plants*, 2(2), 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>

Retzinger, E. J. y Mallory-Smith, C. (1997). Clasificación de herbicidas según el sitio de acción para estrategias de manejo de la resistencia de las malezas. *Weed Technology* 11: 384–393 p.

<https://doi.org/10.1017/S0890037X00043116>

Rizvi, S. J. H. y Rizvi, V. (1992). Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. Eds., *Allelopathy Basic and Applied Aspects*, Chapman & Hall, London, 443-472 p.

<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=649777>

Rojas, A. (2015). Propiedades nutricionales y funcionales del amaranto. *Food Research International*, 76, 1-10 p.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.014>

Rojas, V. Á. N., Abad, D. A. B., Butrón, R. J., Woo, R. J. L. (2017). Acolchados plásticos con herbicida para controlar coquillo amarillo (*Cyperus esculentus* L.) en tomate.

<https://somecima.com/wp-content/uploads/2018/07/2017.pdf>

- Rosales, R. E., Sánchez de la Cruz, R., y Salinas, G. J. R. (2005). Período crítico de competencia del polocote (*Helianthus annuus* L.) en sorgo para grano. *Agrociencia* 39 (2), 205-210 p.
<https://www.redalyc.org/pdf/302/30239208.pdf>
- Rosales, R. E., T. Medina, C. E., Contreras, C. L. M., Tamayo, E. y V., Esqueda, E. (2002). Manejo de maleza en maíz, sorgo y trigo bajo labranza de conservación. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico 24. Tamaulipas, México. 81 p.
- Rossi, Y. E., Vanden, B. N. L., Vergara, L. I. D., & Montenegro, M. A. (2021). Bioactive Ingredients Obtained from Agro-industrial Byproducts: Recent Advances and Innovation in Micro- and Nanoencapsulation. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 69(50), 15066-15075.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c05447>
- Ruíz, H. R. (2001). Evaluación de herbicidas postemergentes y residuales en plantillas de café. Zamorano.edu.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/bb8a9b7c-ef74-43cf-aaef-a25a15cb05e6/content>
- SAGARPA. (2009). Tecnologías de mitigación.
http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf
- Salinas, E. (2014). La agricultura orgánica como modelo alternativo. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Distrito Federal, México. (Eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas, 90-105 p.
https://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20selectos%20de%20Re cursos_V/Articulo%209.pdf
- Sampietro, D. A. (2002). Alelopatía: hipertextos del Área de la Biología. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. <http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>
- Sánchez, R. J. H., Luna, E. C. F., Reyes, A. G., Cruz, R. M., Ríos, G. L. J., Morales, M. T.K., Ascacio, Valdés, J. A, & Medina, M. A. (2023). Estudio inicial de bioconversión fúngica del jugo de guishe (residuo de *Agave lechuguilla*) para la actividad bioherbicida en semillas modelo. *Fermentación*, 9 (5), 421. <https://doi.org/10.3390/fermentation9050421>

- Santiago-Sáenz, Yair O., Hernández-Fuentes, A. D., López-Palestina, C. U., Garrido-Cauich, J. H., Alatorre-Cruz, J. M. y Monroy-Torres, R. (2019). Importancia nutricional y actividad biológica de los compuestos bioactivos de quelites consumidos en México. *Revista Chilena de nutrición*, 46(5), 593-605. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000500593>
- Schmidt, R. R. (2005). Clasificación de los herbicidas según su modo de acción. Disponible en: www.plantprotection.org/HRAC/Spanish_classification.htm
- Settele, J. y M, Braun. (1986). Algunos efectos del manejo de malezas sobre las plagas de insectos del arroz. *Plits* 4: 83-100 p. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217731003.pdf>
- Suárez, C. S. J. (2022). Control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022). <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11310>
- Tabassum, N., y Vidyasagar, G. M. (2013). Antifungal investigations on plant essential oils. A review. *Int. J. Pharm. Pharmacol.* 19–28 p. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38675748/ANTIFUNGAL_INVESTIGATIONS_ON_PLANT_ESSENTIAL_OILS_A_REVIEWlibre.pdf?1441469900=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3DANTIFUNGAL_INVESTIGATIONS_ON_PLANT_ESSEN.pdf
- Tamayo, A. M. (2009). La agricultura orgánica y la agricultura tradicional: una alternativa intercultural. Letras Verdes. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (4), 24-26 p. <http://ojs.freddyguerrero.com/index.php/letrasverdes/article/view/844/812>
- Tercero, T. H. R. (2015). Evaluación de los métodos manual y químico para el control de maleza en el crecimiento inicial de Melina (*Gmelina arborea* Roxb) en la hacienda Pizará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 20-27 pp. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3886>
- Valenzuela, J. A y Rojas, J. (2010). *Agave lechuguilla*: Una fuente potencial de compuestos bioactivos. *Revista de Etnofarmacología*, 130(2), 300-305. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.05.014>
- Vázquez, G. J. G., Palma, B. C., Jiménez, C. F., Arévalo, M. J. C., y Domínguez, Valenzuela, J. A. (2017). Efectividad de Indaziflam y Tembotrione en

Mezcla con Herbicidas Comunes en Caña de Azúcar. XXXVIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza, 4, 40-50.

Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., & Martínez-Escudero, E. (2014). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205.

<https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>

Walsh, G. C. (2014). El Control Biológico de Malezas. Memorias Congreso Colombiano de Entomología, 75.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33655.98728>

Zamilpa, Johanan, Schwentesius, Rindermann, Rita, Ayala Ortiz, y Dante Ariel. (2016). Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta universitaria*, 26(2), 20-29 p. <https://doi.org/10.15174/au.2016.854>

Zúñiga, M. R., y Martínez, T. E. B. (2006). Composición e identificación de malezas en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Cofradía, Carretera vieja Tipitapa-Managua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/1349/>