

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efecto Herbicida Pre-emergente de Extracto de Guishe de Lechuguilla
(*Agave lechuguilla* Torr.) Sobre Semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.)

Por:

VÍCTOR OZIEL VILLANUEVA BLANCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto Herbicida Pre-emergente de Extracto de Guishe de Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) Sobre Semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.)

Por:


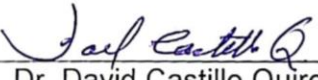


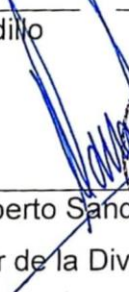
VÍCTOR OZIEL VILLANUEVA BLANCO


TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:

| | |
|--|--|
|  Dra. Adriana Antero Bautista Asesora Principal |  Dr. David Castillo Quiroz Asesor Principal Externo |
|  Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo Coasesor |  Dr. Francisco Castillo Reyes Coasesor |
|  Dr. Alberto Sandoval Ramos Coordinador de la División de Agronomía | |



Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2024

DERECHO DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y 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, gráficas, 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 el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

A t e n t a m e n t e.

Alma Terra Mater



Pasante

Víctor Oziel Villanueva Blanco

DEDICATORIA

A mis padres, **MIREYA BLANCO** y **VICTOR VILLANUEVA** por su inquebrantable apoyo, amor y confianza en mí. Gracias por inculcarme los valores de la perseverancia y la dedicación, y por estar siempre a mi lado en cada paso de mi camino académico. Sin su aliento constante, nada de esto habría sido posible.

A mi novia, **FERNANDA CHACÓN** por su paciencia, comprensión y amor incondicional. Tu apoyo emocional y tus palabras de ánimo han sido mi refugio en los momentos más desafiantes. Gracias por creer en mí y por ser mi compañera en este viaje.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por abrirme sus puertas y permitir culminar esta etapa de mi vida.

A la **Dra. Adriana Antonio Bautista** Profesora-Investigadora del Laboratorio de Tecnología de Semillas del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 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”

A mis **compañeros** de la universidad, con quienes compartí risas, desafíos y logros. Juntos enfrentamos innumerables horas de estudio, proyectos y exámenes. Su amistad hizo que esta experiencia fuera más enriquecedora y llevadera.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTOS | V |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO..... | VI |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | IX |
| RESUMEN..... | X |
| ABSTRACT..... | XI |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Objetivo general..... | 2 |
| 1.2. Objetivo específico..... | 2 |
| 1.3. Hipótesis..... | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Malezas..... | 4 |
| 2.1.1. Concepto..... | 4 |
| 2.1.2. Generalidades..... | 5 |
| 2.1.3. Importancia..... | 6 |
| 2.1.4. Características..... | 8 |
| 2.2. Rye grass (<i>Lolium perenne</i> L.)..... | 9 |
| 2.2.1. Importancia..... | 10 |
| 2.2.2. Características..... | 11 |
| 2.2.3 Métodos de control..... | 12 |
| 2.3. Tipos de control..... | 13 |
| 2.3.1. Preventivo..... | 14 |
| 2.3.2. Cultural..... | 15 |
| 2.3.3. Mecánico..... | 16 |
| 2.3.4. Biológico..... | 17 |
| 2.3.5. Químico..... | 18 |
| 2.4. Concepto de herbicida..... | 19 |
| 2.5. Clasificación de herbicidas..... | 20 |
| 2.5.1. Época de aplicación..... | 20 |

| | |
|---|----|
| 2.5.2. Selectividad..... | 21 |
| 2.5.3. Familia química..... | 21 |
| 2.5.4. Tipo de acción..... | 21 |
| 2.5.5. Modo de acción..... | 22 |
| 2.6. Agricultura orgánica..... | 22 |
| 2.6.1. Importancia de la agricultura orgánica..... | 23 |
| 2.7. Herbicidas orgánicos..... | 25 |
| 2.7.1 La alelopatía..... | 25 |
| 2.8. Extracto vegetal..... | 27 |
| 2.8.1. Guishe de <i>Agave lechuguilla</i> Torr..... | 27 |
| 2.8.1.1. Compuestos fitoquímicos del guishe de <i>Agave lechuguilla</i> Torr. | 28 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 30 |
| 3.1. Sitio experimental..... | 30 |
| 3.2. Material biológico..... | 30 |
| 3.3. Tratamientos..... | 30 |
| 3.4. Desarrollo del experimento..... | 31 |
| 3.5. Variables a evaluar..... | 32 |
| 3.6 Diseño estadístico..... | 32 |
| 3.7 Análisis de información..... | 33 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 34 |
| V.CONCLUSIONES..... | 43 |
| IV. BIBLIOGRAFÍA..... | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Descripción de contenido de tratamientos aplicados a semillas de Rye Grass (<i>Lolium perenne</i> L.)..... | 31 |
| Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de los 10 tratamientos evaluados en la germinación de Rye Grass (<i>Lolium perenne</i> L.)..... | 34 |
| Cuadro 3. Cuadro de comparación de medias para la variable Porcentaje de Germinación (PG)..... | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Porcentaje de germinación de tratamientos pre-emergentes sobre papel y sustrato..... | 36 |
| Figura 2. Inhibición de germinación de tratamientos pre-emergentes sobre papel y sustrato..... | 38 |
| Figura 3. Porcentaje de semillas muertas por aplicación de tratamientos..... | 39 |
| Figura 4. Porcentaje de semillas duras por aplicación de tratamientos..... | 40 |

RESUMEN

El manejo de arvenses es un desafío considerable para los agricultores, ya que estas plantas evolucionan rápidamente y desarrollan resistencia a los herbicidas químicos. En la agricultura el uso excesivo de químicos en la agricultura ha causado un desequilibrio en los ecosistemas. Es crucial desarrollar alternativas naturales basadas en extractos vegetales. Las plantas de zonas desérticas, debido a su exposición a condiciones ambientales extremas y de estrés, generan compuestos alelopáticos, que pueden ser utilizados para la producción de herbicidas naturales. Evaluar el efecto de extractos de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) como bioherbicida en la germinación de semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.), con el fin de determinar su eficacia como alternativa de control. Se utilizaron nueve tratamientos los 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)100% glifosato y (Testigo)100% agua destilada. Se colocaron 25 semillas en cajas Petri con papel filtro, teniendo cuatro repeticiones por tratamiento. Los datos fueron tomados a partir del séptimo día. Los resultados indicaron que todos los tratamientos inhibieron la germinación con 0% de emergencia de plántula. Los resultados indicaron que todos los tratamientos inhibieron la germinación al presentar 0% de emergencia de plántulas, en conclusión, el jugo de guishe de lechuguilla es una fuente sólida como bioherbicida pre-emergente para Rye grass

Palabras clave: Arvense, Extractos vegetales, Compuestos alelopáticos

ABSTRACT

Weed management is a considerable challenge for farmers, as these plants rapidly evolve and develop resistance to chemical herbicides. In agriculture, the excessive use of chemicals has caused an imbalance in ecosystems. It is crucial to develop natural alternatives based on plant extracts. Desert plants, due to their exposure to extreme and stressful environmental conditions, generate allelopathic compounds that can be used for the production of natural herbicides. This study aims to evaluate the effect of lechuguilla guishe (*Agave lechuguilla* Torr.) extracts as a bioherbicide on the germination of Rye grass (*Lolium perenne* L.) seeds to determine their efficacy as a control alternative. Nine treatments were used: (JG) 100% natural juice; (JGN-A) 85% natural juice + 11% white vinegar + 4% tween 20; (JGN-M) 60% natural juice + 36% white vinegar + 4% tween 20; (JGN-B) 35% natural juice + 61% white vinegar + 4% tween 20; (JGA) 100% fermented juice; (JGA-A) 85% fermented juice + 11% white vinegar + 4% tween 20; (JGA-M) 60% fermented juice + 36% white vinegar + 4% tween 20; (JGA-B) 35% natural juice + 61% white vinegar + 4% tween 20; (GL) 100% glyphosate; and (Control) 100% distilled water. Twenty-five seeds were placed in Petri dishes with filter paper, with four replicates per treatment. Data were collected from the seventh day. The results indicated that all treatments inhibited germination with 0% seedling emergence. The results indicated that all treatments inhibited germination, presenting a 0% seedling emergence. In conclusion, lechuguilla guishe juice is a solid source as a pre-emergent bioherbicide for Rye grass.

Keywords: Weed, Plant extracts, Allelopathic compounds

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica surge como una opción que busca fundamentalmente establecer una conexión más equilibrada con el entorno natural, garantizando un pago equitativo a los productores, un trato mejorado para los trabajadores y asegurando a los consumidores la salubridad y calidad del producto (Gómez *et al.*, 2001). A nivel global, la agricultura orgánica, conocida también como ecológica o biológica, ha experimentado un proceso de fortalecimiento, abarcando más de 160 naciones y ocupando una extensión total de 81.6 millones de hectáreas. Este enfoque cuenta con la participación de 1.9 millones de agricultores y ha ganado una creciente aceptación por parte de los consumidores (FiBL-IFOAM, 2016).

Es crucial reconocer la ecología de las arvenses como un componente significativo en la producción, ya que tiene el potencial de causar bajos rendimientos en los cultivos. Es esencial detectarla en sus primeras etapas, ya que cada especie responde de manera única a las estrategias de manejo, lo que permite planificar un control más eficaz. La primera tarea consiste en clasificar las arvenses según su morfología es decir si son de hoja angosta o ancha. Aquellas de naturaleza perenne suelen ser más difíciles de manejar; afortunadamente, constituyen menos del 30% del total (Aldaba, 1993).

En la actualidad, el método más comúnmente empleado para el control implica labores manuales o mecánicas. Sin embargo, en ciertas circunstancias, como la escasez de mano de obra o condiciones de alta humedad, puede resultar difícil llevar a cabo estas tareas, por lo que se hace necesario recurrir al uso de herbicidas para el control (Urzúa, 2005)

La proliferación del *Lolium perenne* L. (Rye grass) con resistencia al glifosato constituye una problemática en aumento. La resistencia ha surgido debido al uso indiscriminado de herbicidas en el control de malezas, lo cual subraya la necesidad de incorporar enfoques novedosos para lograr una gestión integral eficiente de las malezas (Sánchez, 2020)

La recolección de *Agave lechuguilla* Torr. (Lechuguilla) para obtener material fibroso (Ixtle) constituye una de las actividades económicas fundamentales para los habitantes rurales de las regiones áridas y semiáridas de México. La producción anual se estima en 55.98 kg/ha (Taylor *et al.*, 2017).

La obtención manual o mecánica del cogollo de la lechuguilla con el fin de obtener ixtle produce una pulpa vegetal conocida como "guishe", la cual constituye aproximadamente el 85% del peso fresco de la cosecha. La mayor parte de este subproducto se arroja en áreas abiertas o se quema, ocasionando preocupaciones relacionadas con la contaminación ambiental (Castillo *et al.*, 2005).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de extractos de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) como bioherbicida en la germinación de semillas de *Lolium perenne* L. (Rye grass), con el fin de determinar su eficacia como alternativa de control.

Objetivo general

Evaluar el efecto de extractos de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) como bioherbicida en la germinación de semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.), con el fin de determinar su eficacia como alternativa de control.

Objetivo específico

Evaluar el efecto de 9 mezclas sobre la germinación de semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.)

Evaluar el porcentaje de inhibición de la germinación de semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.), regadas con las 9 mezclas

HIPÓTESIS

Al menos una mezcla de extracto de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) tendrá el efecto bioherbicida.

Ninguna mezcla de extracto de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) tendrá el efecto bioherbicida.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Malezas

2.1.1. Concepto

Las plantas que emergen junto a los cultivos son frecuentemente etiquetadas como "malezas", término derivado del latín "malitia", que sugiere una connotación negativa. También se les conoce como malas hierbas o arvenses en regiones de habla hispana (Pochettino, 2005).

Las malezas son plantas que han evolucionado para sobrevivir en entornos alterados por la actividad humana. Su presencia genera una interferencia significativa en la producción agrícola, lo que resulta en una disminución notoria en el rendimiento de los cultivos. Este fenómeno se considera una de las principales causas de pérdidas en la productividad de los cultivos (CASAFE, 2000).

Cualquier planta que crece en un lugar no deseado recibe el nombre de maleza, incluso algunas de estas especies pueden tener utilidad. El concepto es tan amplio que abarca todas las plantas que interfieren con los objetivos del ser humano, incluyendo no solo aquellas que proliferan en cultivos, jardines y estanques, sino también aquellas que son tóxicas para los animales y causan enfermedades en los seres humanos (López *et al.*, 2017).

La definición de maleza se ha centrado tradicionalmente en las propiedades no deseadas y perjudiciales de ciertas especies en un lugar y momento específicos. Esta percepción destaca la necesidad de eliminar las malezas por encima de cualquier otra consideración de manejo, priorizando el control o la erradicación como objetivos principales para la gestión agrícola (Zuluaga *et al.*, 2018). La disputa de las malezas por los nutrientes, agua y luz, resultando en reducciones en el rendimiento de los cultivos, representa uno de los efectos fundamentales y bien conocidos de estas plantas invasoras sobre los cultivos (Bedmar, 2018).

En el ámbito de la agricultura, las plantas no deseadas se distinguen por su notable capacidad competitiva, su rápido desarrollo y su habilidad para adaptarse y propagarse eficazmente en su entorno. Estas características hacen que representen un desafío considerable para la gestión de los cultivos, ya que pueden interferir significativamente en su crecimiento y rendimiento si no se controlan adecuadamente. Es esencial implementar estrategias efectivas para manejar estas malezas y minimizar su impacto negativo en las producciones agrícolas (Koch, 2012).

Entre las múltiples interpretaciones del término "maleza", la definición predominante se encuentra íntimamente relacionada con una perspectiva subjetiva y centrada en el ser humano, que resalta el rechazo que esta provoca en las personas, este enfoque refleja cómo las malezas son percibidas en función de su impacto en las actividades humanas y en los ecosistemas cultivados o modificados por el hombre (Radosevich *et al.*, 2007). Las plantas no deseadas exhiben un desarrollo vegetativo acelerado y, si no se controlan de manera adecuada y temprana, pueden impactar negativamente tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha, generando pérdidas significativas. Es fundamental implementar medidas de control efectivas para mitigar estos efectos adversos en la producción agrícola (Rojas *et al.*, 2017).

2.1.2. Generalidades

Diez (2013) señala la presencia de una amplia variedad de especies que pueden ser clasificadas como malezas en entornos agrícolas. Sugiere que estas especies pueden ser categorizadas según diversos criterios específicos.

Ciclo de vida:

- Anuales: Completan su ciclo en un año, con variaciones desde semanas hasta varios meses, reproducidas por semillas.

- Perennes: Viven dos años o más. Durante condiciones favorables, crecen continuamente y pueden morir a nivel del suelo por heladas, pero pueden regenerarse desde las raíces o restos de tallos.

Fenotipo:

- Dicotiledóneas o hoja ancha: Semillas con dos cotiledones, tallos leñosos o semileñosos. Sus hojas son más anchas que largas y planas, con nervaduras ramificadas. Son más susceptibles a la eliminación cuando jóvenes, ya que algunas al madurar crean una capa que dificulta la acción de los herbicidas.
- Monocotiledóneas u hoja angosta: Semillas con un solo cotiledón, generalmente herbáceas. Sus hojas son alargadas con nervaduras paralelas a la central y presentan raíces fibrosas.

Hábito de crecimiento:

- Rastreras: El tallo crece postrado en el suelo, a veces con raíces en los entrenudos.
- Erectas: El tallo crece verticalmente.
- Trepadoras: Se apoyan en otras plantas para crecer en sentido vertical.

2.1.3. Importancia

De las 250,000 especies de plantas presentes en el mundo, alrededor de 8,000 (aproximadamente un 3%) son catalogadas como malezas, pero únicamente unas 250 especies se consideran problemáticas, lo que equivale al 0.1% de la flora global (Rodríguez, 2006). La fuente primaria de las infestaciones de malezas en los campos agrícolas es el banco de semillas de malezas presente en el suelo. Por lo tanto, la comprensión del potencial de este banco de semillas es esencial como un recurso fundamental para desarrollar un programa de manejo integrado de malezas (Ambrosio *et al.*, 2004).

Los estudios demográficos en el campo de las malezas revelan la diversidad de estados funcionales presentes en las poblaciones de malezas, que incluyen semillas, plántulas y plantas adultas. Estos estudios se centran en entender el ciclo biológico de las malezas, dividiéndolo en diferentes etapas como el banco de semillas, plántulas, plantas adultas y producción de semillas. Cada una de estas fases está interconectada a través de procesos demográficos como la germinación, supervivencia del banco de semillas, supervivencia de las plántulas y fecundidad (González *et al.*, 2010).

La invasión de malezas ha sido identificada como uno de los principales factores responsables de la reducción en la productividad de los cultivos, lo que se traduce en pérdidas económicas significativas (Abouzahir *et al.*, 2018). La presencia persistente de malezas podría relacionarse con la falta de atención en la preparación del terreno al comenzar una campaña agrícola. A esto se suma la práctica habitual de arrendar tierras para la siembra, donde el agricultor no tiene en cuenta, en la gestión fitosanitaria, el tiempo que transcurre entre la preparación del terreno y el establecimiento de un nuevo cultivo (Castillo *et al.*, 2015).

Las malezas ocasionan considerables daños al competir directa o indirectamente con los cultivos, reduciendo la disponibilidad de minerales, agua y luz, transmitiendo enfermedades y plagas, o sirviendo como reservorios u hospedantes alternativos. También afectan negativamente al sabor y olor de la leche o la carne de los animales que las consumen, así como del heno o ensilado. Además, dificultan las labores manuales o mecánicas en el cultivo (Del Vitto y Petenatti, 2015). La competencia intensa de las malezas por recursos esenciales, como nutrientes, luz y agua, puede afectar adversamente la producción de cultivos (Safdar *et al.*, 2015). Además, tienen la capacidad de actuar como hospederos de plagas y enfermedades. La falta de control adecuado de las malezas conlleva a reducciones significativas en el rendimiento de los cultivos, resultando en pérdidas económicas sustanciales (Jabran, 2016).

La producción de determinados cultivos se ve fuertemente afectada por factores como la disponibilidad de humedad y la presencia de plagas,

enfermedades y malezas, los cuales pueden provocar una disminución considerable en los rendimientos. Específicamente, las malezas compiten con los cultivos desde las primeras etapas de desarrollo por recursos como agua, luz, espacio y nutrientes (Delgado *et al.*, 2020).

2.1.4. Características

Algunas de las características sobre las malezas que menciona CESAVEG (2007) son:

- Una fisiología que imita en gran medida la del cultivo, lo que les permite aprovechar las prácticas de gestión agrícola llevadas a cabo por los agricultores.
- Requerimientos de germinación que no son específicos del ambiente.
- Germinación que puede ocurrir de manera discontinua, junto con una prolongada viabilidad de la semilla.
- Un crecimiento rápido y vigoroso de las plántulas.
- Un corto período de tiempo desde la fase vegetativa hasta la floración.
- Una producción constante de semillas, siempre que las condiciones de crecimiento lo permitan.
- Una alta tasa de producción de semillas.
- La presencia de características como espinas, mal sabor u olores desagradables, que las vuelven poco atractivas para los animales

Las malezas se distinguen por su rápido crecimiento, su capacidad efectiva de dispersión y su alta tasa de proliferación. Este conjunto de características les otorga una notable abundancia en los ecosistemas donde se establecen. Su presencia puede desencadenar una serie de efectos no deseados en el entorno, como la reducción de la diversidad de especies propias del lugar, la degradación de los nutrientes del suelo, la liberación de compuestos alelopáticos, la propagación de enfermedades y una competencia intensificada con las especies vegetales circundantes (Pyšek *et al.*, 2004).

Las malezas, pertenecientes a diversas especies vegetales, tienen la tendencia a colonizar áreas de pastizales y campos de cultivo. Estas plantas

compiten con las gramíneas y leguminosas deseadas por recursos vitales como luz solar, agua, espacio y nutrientes, lo que resulta en la inhibición de su crecimiento natural y una reducción en el área disponible para su desarrollo, disminuyendo así el potencial de producción de forraje. Además, las malezas pueden ocasionar otros daños, como servir de hospederos para plagas y enfermedades, alterar las condiciones del suelo y obstaculizar el proceso de riego (Méndez, 2019).

Las malezas son vegetales que proliferan en los campos agrícolas y representan una amenaza para las cosechas, incluyendo los cultivos de tomate, ya que compiten por recursos vitales como la luz, el agua y los nutrientes del suelo, lo que afecta negativamente su desarrollo (Amaya *et al.*, 2018). Hay ciertas particularidades de las malezas, las cuales es fundamental comprender para distinguir los diferentes tipos que puedan encontrarse en los cultivos mencionados. Es esencial tener un conocimiento detallado de estas características para poder implementar estrategias efectivas de manejo y control de malezas en los campos agrícolas (Moncayo, 2021).

2.2. Rye grass (*Lolium perenne* L.)

Las diversas variedades de *Lolium perenne* L. Surgieron inicialmente en el área mediterránea o en el oeste de Asia, y con el tiempo, las diferentes cepas han experimentado cambios genéticos debido a la acumulación de mutaciones. Desde su lugar de origen, esta especie se ha propagado por diversas regiones de clima templado en todo el planeta (Balfourier *et al.*, 2000).

Es una gramínea adaptable que se puede emplear tanto para pastoreo como para corte. Tolera períodos largos de pastoreo intenso y frecuente, aunque requiere pausas durante la primavera para permitir la recuperación de sus reservas de carbohidratos (Pusdá, 2021).

El Rye grass es reconocido como una maleza significativa en los sistemas agrícolas de la región pampeana, dedicados al cultivo de trigo, cebada y avena. En estos sistemas, el control químico se destaca como la estrategia principal utilizada para su manejo (Istilar y Yannicari, 2012).

2.2.1. Importancia

Las variedades más relevantes de Rye grass desde el punto de vista agronómico han sido *L. perenne* y *L. multiflorum*, destacándose por sus atributos forrajeros, como su rápido establecimiento, prolongado período de crecimiento vegetativo y alta producción de biomasa de calidad superior (Polok, 2007).

En términos económicos, estas plantas son altamente valoradas como pastos de calidad y como parte de céspedes bien establecidos. Sin embargo, su relevancia también ha aumentado al convertirse en malezas problemáticas en los campos de cultivo de cereales de invierno (Aramendía, 2005).

Genera significativas pérdidas económicas debido a su alta capacidad competitiva con los cultivos. Por ejemplo, en el caso de los cereales, se estima que durante la década de los 90's las pérdidas ascendieron a cientos de millones de toneladas (Soriano, 2017).

Esta especie exhibe atributos particulares, como una notable producción de semillas y una fuerte capacidad competitiva, lo que les otorga la habilidad de aclimatarse a tales agroecosistemas y rivalizar de manera efectiva con los cultivos, ocasionando significativas disminuciones en la producción (Wanic et al., 2013).

A nivel global, *Lolium perenne* L. es la especie que ha registrado la mayor cantidad de incidencias de resistencia a herbicidas de diversos tipos. Algunas características inherentes al raigrás, como su capacidad de polinización cruzada, la producción relativamente alta de semillas y la corta vida útil de

estas en el suelo, contribuyen a la rápida evolución de la resistencia a herbicidas (Gigón *et al.*, 2017).

2.2.2. Características

L. perenne es una planta herbácea anual de la familia Poaceae C3, que se caracteriza por su hábito cespitoso y una alta capacidad de producción de raíces, parte aérea y semillas en comparación con otras especies perennes de importancia en la ganadería. Al igual que en otros procesos de colonización de malezas, este ciclo se puede dividir en dos fases distintas: el establecimiento inicial y la regeneración posterior (Gigón *et al.*, 2017).

Es una planta que completa su ciclo de vida en un año y puede llegar a medir entre 60 y 70 cm de altura. Su crecimiento es principalmente vertical, y se destaca por su capacidad para ser utilizada como alimento por el ganado, ya que es altamente apetecible y adecuada para el pastoreo (Balabarca, 2011).

- **Tallos:** Poseen una longitud 1 a 1.3 m, son lisos y cuentan con entre 2 y 4 nudos cortos alternantes, además de entrenudos largos y huecos, según lo descrito por Cobos y Narváez (2017).
- **Sistema radical:** Su sistema de raíces es superficial y de fácil desarrollo, compuesto por raíces seminales y adventicias. Se caracteriza por tener de 1 a 8 raíces seminales, mientras que las raíces secundarias forman el sistema radical verdadero, el cual es fasciculado, como menciona Cepeda (2022).
- **Hojas:** Son largas, delgadas y rígidas, con aurículas visibles hacia el ápice que terminan en punta. Tienen un color verde intenso y brillante, con dimensiones que oscilan entre 0,8 y 2 cm de ancho por 22 cm de largo. Según el número de hojas, se puede determinar la edad fenológica de la planta, lo cual es relevante para la cosecha o el pastoreo del pasto, según lo indicado por Iguago (2023).
- **Inflorescencias:** Adoptan una forma de espiga comprimida y aplanada, son solitarias y alcanzan un tamaño de aproximadamente 35 cm. Están compuestas por 4 a 22 flores hermafroditas, cada una con

una longitud de 10 a 20 mm, según lo señalado por Cobos y Narváz (2017).

- **Fruto:** Conocido como cariósido, tiene una forma ovalada y está cubierto por glumelas, según lo reportado por Pérez (2023).
- **Semilla:** Las semillas tienen un tamaño pequeño de aproximadamente 4 mm, de acuerdo con Chimborazo (2013).

2.2.3 Métodos de control

En vista de esta situación multifacética, se buscan estrategias que integren el control químico con otras prácticas agronómicas, ya que el objetivo es mitigar el impacto de las malezas en el rendimiento de los cultivos, minimizar costos y promover una interacción beneficiosa entre los cultivos y las malezas (Chauhan y Gill, 2014).

La práctica de rotar cultivos, utilizar herbicidas con diferentes mecanismos de acción, sembrar variedades competitivas, así como ajustar la fecha y la densidad de siembra, entre otras medidas, se han implementado en diversas combinaciones. Estas estrategias han sido difundidas a nivel global y han arrojado resultados diversos, tanto en contextos internacionales como en experiencias locales (Patrouilleau, 2018).

El glifosato destaca como el componente principal empleado en el control, si bien, además de este, se emplean otros herbicidas como haloxifop-metil o cletodim para combatir estas especies vegetales (López *et al.*, 2008).

Una estrategia fundamental para enfrentar y evitar la propagación de la resistencia a los herbicidas es la rotación de productos con distintos mecanismos de acción. La clave del manejo radica en promover el crecimiento del cultivo a expensas del desarrollo de las malezas (Gigón *et al.*, 2017).

Debido al uso repetido de herbicidas en el área, se ha verificado la existencia de cepas de *L. perenne* que han desarrollado resistencia tanto al glifosato como a otros compuestos químicos utilizados como herbicidas (Heap, 2014).

Frente a la resistencia al glifosato detectada durante el período de barbecho antes de la siembra de cultivos de invierno, se ha observado un aumento en la aplicación de otros herbicidas para tratar de manejar las malezas de *Lolium perenne* que lograron sobrevivir en los campos cultivados (Yanniccari *et al.*, 2020).

2.3. Tipos de control

Es importante entender que, bajo ciertas condiciones ambientales y de suelo, existe una competencia entre las plantas que puede resultar en la disponibilidad restringida de recursos necesarios para su crecimiento y evolución (Hidalgo *et al.*, 2014).

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).

Hoy en día, se emplean una variedad de métodos para controlar la maleza, entre los cuales destacan las medidas preventivas culturales, los enfoques físicos, como el uso de fuego controlado, así como métodos manuales que incluyen el uso de herramientas de mano, y el empleo de maquinaria agrícola para tareas mecánicas. Asimismo, se recurre al uso de herbicidas químicos, un método que ha experimentado una notable evolución en la práctica agrícola moderna (Rodríguez, 2013).

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 (Montoya, 2016).

El éxito de cualquier programa destinado al control de malezas se basará en la comprensión de las especies presentes, lo cual permitirá una gestión adecuada y la elección del método o combinación de métodos más efectivos (Quadrelli, 2019).

Existen diversas estrategias para gestionar la proliferación de malezas en los cultivos, y la elección de la metodología adecuada depende de varios factores, tales como las especies de malezas que se pretenden controlar, las condiciones climáticas y del suelo, la topografía del terreno, así como los costos y las capacidades económicas del agricultor (Carmona, 2018).

En los últimos tiempos, se han alcanzado importantes progresos en la obtención de sustancias, tanto químicas como biológicas, que presentan menor toxicidad para el medio ambiente y para las personas, al tiempo que muestran una mayor selectividad hacia los cultivos en los que se aplican. Dentro de las estrategias de control biológico, se ha propuesto el empleo de compuestos alelopáticos en la elaboración de herbicidas (Chiapusio *et al.*, 2004).

2.3.1. Preventivo

Un enfoque eficaz para el manejo de malezas, tanto en áreas recién establecidas como en cultivos ya establecidos, implica una combinación de medidas preventivas y controles culturales, mecánicos y químicos. Una de las estrategias preventivas más importantes consiste en seleccionar terrenos libres de malezas problemáticas y con una baja o nula infestación de malezas perennes. Además, el control preventivo abarca prácticas como la utilización de semillas libres de parásitos, el mantenimiento adecuado de la maquinaria y los vehículos al finalizar la cosecha de cada área, la gestión de malezas en áreas adyacentes como caminos, cercas y canales de riego, y la prohibición del pastoreo en terrenos contaminados (Karam y Brighenti, 2022).

Los métodos preventivos son más aconsejables, ya que una vez que los cultivos están establecidos, suele ser más difícil controlar las malezas. Las

actividades humanas son responsables de la dispersión de muchas semillas de malezas. (Koch, 2012).

Cuando se trata de la introducción de especies no deseadas en un área específica, es crucial realizar una vigilancia activa tanto en nuestras parcelas como en los campos circundantes. Esta práctica nos permite identificar rápidamente cualquier indicio de su presencia y tomar las medidas necesarias para su control y gestión. Además, la supervisión regular de las áreas afectadas y la colaboración con otros agricultores de la zona pueden ser estrategias efectivas para evitar la propagación de estas especies no deseadas y minimizar su impacto en los cultivos y el medio ambiente (Perreta *et al.*, 2000).

2.3.2. Cultural

Se resalta la práctica de emplear cubiertas protectoras sobre el suelo durante el crecimiento de los cultivos. Esta técnica implica el uso de residuos de cosecha o incluso plantas vivas para cubrir el suelo, con el objetivo de proporcionar protección contra la erosión, conservar la humedad del suelo y reducir la proliferación de malezas. Es importante tener en cuenta que estas cubiertas no deben obstruir completamente el área de siembra para permitir la aplicación efectiva de fertilizantes y el deshierbe manual si es necesario (Pinilla y García, 2002).

Según lo mencionado por Carmona en 2018, las prácticas llevadas a cabo incluyen:

- Una adecuada preparación del terreno.
- La utilización de variedades adaptadas a la región y con un vigoroso crecimiento inicial
- La aplicación oportuna de fertilizantes y riego.
- El control de plagas y enfermedades, además de la implementación de la rotación de cultivos.

El control cultural implica gestionar el cultivo para mejorar su capacidad de aprovechar los recursos del entorno en presencia de malezas. Aunque el maíz no es un cultivo con una alta capacidad competitiva, un manejo adecuado del cultivo puede complementar de manera positiva otras estrategias de control (Rossi *et al.*, 2015).

2.3.3. Mecánico

Las técnicas mecánicas para el control de malezas se desarrollaron a partir de la década de 1960, coincidiendo con la introducción en el mercado de diversos sistemas automáticos de aclareo de cultivos, estas herramientas emplean tres técnicas físicas predominantes: enterrar, cortar y arrancar (Young y Pierce, 2014).

Las estrategias físicas para el control de malezas abarcan acciones que interfieren con la germinación de las semillas o dañan el tejido vegetal. Esto puede incluir métodos como la labranza del suelo, el uso de herramientas manuales o mecánicas para extraer las malezas, así como el empleo de dispositivos especializados que destruyen las semillas de malezas durante la cosecha (Helfgott, 2018).

El momento adecuado para preparar el suelo varía según diversos factores, como las condiciones climáticas, el tiempo transcurrido desde la cosecha del cultivo anterior, la urgencia de sembrar y los recursos disponibles para llevar a cabo esta tarea (Cerna, 2013)

El control mecánico busca evitar que las malezas estén en contacto con el suelo, usualmente implicando la eliminación física de las mismas. Algunos de los métodos empleados incluyen la remoción manual, el uso de herramientas como el azadón y otros implementos o cubiertas (Morales *et al.*, 2017).

El uso constante de labranza mecánica impacta la estructura del suelo y contribuye a la erosión, generando una capa compacta e impermeable que

afecta negativamente el intercambio gaseoso y la percolación del agua, este proceso puede dañar el desarrollo de los cultivos (Valentini *et al.*, 2012).

La preparación del suelo implica eliminar las malezas existentes, mezclar la materia orgánica en el suelo y ayudar a mejorar la estructura de la capa cultivable, este proceso se lleva a cabo utilizando tanto animales de tiro como maquinaria mecánica (Dimas, 2019).

2.3.4. Biológico

El control biológico de malezas se refiere al empleo de organismos vivos para manejar las poblaciones de malezas. Los agentes naturales utilizados en este método son aquellos que se dirigen específicamente a las malezas, ya sea a través de la alimentación (principalmente insectos, aunque también pueden ser ácaros, nematodos, etc.) o mediante enfermedades específicas causadas por hongos, bacterias o virus (Mendoza, 2023).

El control biológico se centra en el concepto de población. En todos los casos de control biológico, se emplean de alguna manera poblaciones de enemigos naturales con el fin de disminuir las poblaciones de plagas a niveles más bajos, ya sea de manera temporal o permanente. Aquellas técnicas que no implican el uso de poblaciones de enemigos naturales vivos no son consideradas como control biológico (Goleman *et al.*, 2019).

El control biológico de malezas representa una opción sostenible en lugar de depender exclusivamente de herbicidas o métodos mecánicos, ya que es seguro, tiene un bajo impacto en el medio ambiente y se sostiene por sí mismo. Además, es compatible con estrategias de manejo integrado (Walsh, 2014).

De acuerdo con Walsh (2014), al elegir un agente para el control biológico, es fundamental considerar una serie de aspectos cruciales, que incluyen, pero no se limitan a:

- Especificidad del agente: Se refiere a la capacidad del agente para atacar selectivamente a la maleza objetivo sin afectar a otras especies.
- Adaptación al clima: Es importante seleccionar agentes que sean adecuados para el clima específico de la región donde se implementará el control biológico.
- Fitogeografía del área invadida: Se refiere a la distribución geográfica de la maleza objetivo y la necesidad de elegir agentes que sean efectivos en esa área específica.
- Impacto significativo sobre la maleza blanco: El agente seleccionado debe tener la capacidad de causar un impacto notable en la población de la maleza objetivo.
- Niveles aceptables de interacción con otros agentes de control biológico: Se debe considerar cómo el nuevo agente interactúa con los agentes de control biológico existentes en el ecosistema.

2.3.5. Químico

El término se relaciona con la aplicación de compuestos con características herbicidas con el fin de erradicar las malezas. La gestión adecuada de los herbicidas se fundamenta en la precisión de las aplicaciones y la selección de productos diseñados para combatir el tipo específico de maleza presente (Navarro, 2018).

El control químico implica el uso de herbicidas para combatir las malas hierbas de forma total o parcial, sin provocar daños a las plantas cultivadas o al medio ambiente. La utilización de estos productos exige un nivel adecuado de tecnología y conocimiento (Zambrano, 2016).

Este enfoque presenta la ventaja de evitar el daño a las raíces, ya que mantiene el suelo sin vegetación. Los herbicidas destruyen de manera selectiva las malezas sin causar daño al cultivo, y esta selectividad puede lograrse mediante la elección del herbicida o mediante aplicaciones dirigidas a las malezas (González, 2012).

El éxito del manejo químico de malezas está influenciado por una variedad de factores, que incluyen la especie de maleza y su etapa de crecimiento, la selección adecuada y la aplicación precisa de los herbicidas, las condiciones del suelo, y las condiciones climáticas y del suelo en el momento de la aplicación, principalmente la temperatura y la humedad, entre otros aspectos (Rossi, 2015).

Dentro de las estrategias agronómicas habitualmente empleadas para manejar las malezas en los cultivos de sorgo, se incluyen prácticas tanto químicas como culturales, entre estas prácticas se encuentran la aplicación de herbicidas pre-emergentes durante la siembra y el deshierbe manual del campo al momento de realizar las labores de aporque y fertilización adicionales del cultivo (Hidalgo, 2012).

2.4. Concepto de herbicida

Un herbicida se refiere a una sustancia química diseñada para detener o interferir con el crecimiento y desarrollo de las plantas no deseadas. Estos productos se emplean ampliamente en la agricultura, la industria y entornos urbanos, ya que, cuando se aplican correctamente, ofrecen un control efectivo de las malezas a un costo razonable (Robles y de la Cruz, 2016).

Los herbicidas son clasificados como pesticidas agrícolas, dado que se emplean para gestionar y controlar las malezas en los cultivos. Maximizar la eficacia de estos productos requiere una comprensión completa de sus características y mecanismos de acción (CEDRSSA, 2020).

Para asegurar la sostenibilidad del cultivo y mantener los niveles deseados de control de malezas, los herbicidas deben ser utilizados en conjunto con otras estrategias complementarias. Las malezas poseen una notable capacidad de adaptación a las técnicas empleadas por los agricultores para mantener sus campos libres de vegetación no deseada. Además, cada especie de maleza

responde de manera diferente a la acción de un herbicida específico (Taberner, 2013).

Las rotaciones de herbicidas, siguiendo estos principios, también reducen la presión selectiva. Los herbicidas de larga duración ejercen una presión selectiva más intensa que aquellos de corta duración. La reducción de las dosis de herbicida podría empeorar en lugar de mitigar los desafíos de resistencia (Valverde *et al.*, 2000).

2.5. Clasificación de herbicidas

Cuando se aplica un herbicida, es esencial tener en cuenta su clasificación, ya que proporciona una orientación importante para la selección adecuada. Los herbicidas pueden ser clasificados según distintos criterios, como su nivel de selectividad, el mecanismo mediante el cual actúan, el momento en que se aplican y su composición química. Cada una de estas clasificaciones ofrece información importante que facilita la elección del herbicida más apropiado para cada situación particular (Ruiz, 2014).

2.5.1. Época de aplicación

De acuerdo con una investigación realizada por Ruiz (2014), se señala que el momento de aplicación de un herbicida se clasifica en tres categorías:

- Pre-emergentes: Utilizados antes de que la maleza surja del suelo, sin considerar la fase de desarrollo del cultivo.
- Emergentes: Aplicados cuando las plántulas de la maleza emergen del suelo.
- Post-emergentes: Empleados para eliminar malezas ya desarrolladas, ya sea con o sin la presencia del cultivo de interés.

2.5.2. Selectividad

Existen dos tipos de herbicidas: los selectivos y los no selectivos. Los herbicidas selectivos están diseñados para afectar específicamente a las malezas sin dañar los cultivos deseados. Por otro lado, los herbicidas no selectivos tienen como objetivo eliminar todas las plantas presentes en un área determinada y se utilizan, por ejemplo, en la construcción y mantenimiento de carreteras y vías férreas (Ríos *et al.*, 2013).

2.5.3. Familia química

Según Ríos *et al* (2013). Pueden clasificarse según su familia química:

- Herbicidas orgánicos: Estos suelen ser de creación artificial e incluyen una variedad de tipos como los ácidos fenoxiacéticos, los compuestos bipiridílicos, los triazínicos, los carbamatos y los que se derivan de la urea.
- Herbicidas inorgánicos: Este grupo está compuesto principalmente por sales metálicas que funcionan como herbicidas de amplio espectro. Algunos ejemplos son los trióxidos de arsénico, el arsenito sódico, el bórax (tetraborato de sodio), el clorato de sodio y el nitrato de cobre.

2.5.4. Tipo de acción

Se pueden clasificar en herbicidas de contacto y herbicidas sistémicos. Los herbicidas de contacto destruyen las plantas de forma total o parcial al entrar en contacto directo con ellas, mientras que los herbicidas sistémicos son absorbidos por la planta tratada y luego ejercen su acción tóxica en otras partes de la misma (Anzalone, 2007).

2.5.5. Modo de acción

Mayorga *et al.* (2019) proponen una clasificación de herbicidas según su efecto sobre las plantas, que incluye los siguientes modos de acción:

- Inhibidores de la síntesis de aminoácidos.
- Inhibidores del crecimiento de las plántulas.
- Inhibidores de la fotosíntesis.
- Inhibidores de la síntesis de lípidos.
- Agentes que rompen membranas celulares.
- Inhibidores de pigmentos.
- Herbicidas con modos de acción desconocidos.

Comprender los modos de acción es fundamental para gestionar los herbicidas de manera efectiva y prevenir o retardar la aparición de poblaciones resistentes. Los herbicidas con diferentes modos de acción afectan a partes específicas de la célula de la planta, lo que resulta en la interrupción o alteración de procesos metabólicos específicos, conduciendo eventualmente a su muerte (Marí *et al.*, 2023).

2.6. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se presenta como un sistema integrado dentro del paradigma de la "Agricultura Sostenible", cuyo principal objetivo es establecer un equilibrio armonioso entre el desarrollo agrícola y los diversos elementos del ecosistema. Este enfoque se fundamenta en el uso prudente de los recursos disponibles a nivel local, como la tierra, el clima, el agua, la vegetación autóctona, la fauna local, así como en el conocimiento y las prácticas tradicionales de las comunidades locales. El propósito es generar un modelo agrícola que sea rentable desde el punto de vista económico, respetuoso con el medio ambiente, enraizado en la cultura local y equitativo socialmente (Herrera, 2008).

La agricultura orgánica forma parte de una cadena de suministro más amplia que incluye el procesamiento de alimentos, su distribución y venta al por menor, llegando finalmente al consumidor. En este proceso, se producen productos siguiendo rigurosas normativas diseñadas para preservar el medio ambiente (Aragón, 2014).

La agricultura engloba una serie de prácticas y conocimientos destinados al cultivo de la tierra, abarcando todas las actividades humanas dirigidas a modificar el entorno natural. Su objetivo fundamental es aprovechar los recursos generados por la tierra y potenciados por la intervención humana (Domingo, 2009).

Este enfoque de agricultura orgánica se fundamenta en la sustitución de insumos, evitando la necesidad de cambiar radicalmente la base científico-tecnológica. Se propone reemplazar los fertilizantes químicos por orgánicos, reducir o eliminar el uso de herbicidas e insecticidas químicos, y optar por métodos de control biológico de plagas. Además, se busca sustituir la energía derivada de combustibles fósiles por fuentes renovables, entre otras medidas. Este modelo representa una notable mejora con respecto al sistema convencional, tanto en términos de minimización del impacto ambiental como en la calidad de los productos alimenticios (Santos y Domingues, 2020).

Se enfatiza que este modelo agrícola debe asegurar la seguridad alimentaria global al mismo tiempo que fomenta la salud de los ecosistemas y contribuye a la gestión sostenible de la tierra, el agua y otros recursos naturales. Por ende, es fundamental que garantice la viabilidad económica, la preservación del medio ambiente y la equidad tanto social como económica (FAO, 2015).

2.6.1. Importancia de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica se ha extendido a lo largo de 190 países, con alrededor de 75 millones de hectáreas de tierras agrícolas cultivadas orgánicamente por aproximadamente 3,4 millones de agricultores. En cuanto a las ventas, los

alimentos y bebidas orgánicos generaron ingresos globales que superaron los 120 mil millones de euros en el año 2020 (Willer *et al.*, 2021).

En los últimos años, la agricultura orgánica ha experimentado un notable crecimiento, alcanzando una tasa anual del 20%, lo que la coloca en una posición comparable al dinámico sector de la tecnología de la comunicación. Este ascenso significativo refleja un cambio de paradigma hacia prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Soto, 2020).

Los principios y procesos mencionados son fundamentales según la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), lo menciona Soto (2020):

- Producción de suficientes alimentos de alta calidad y nutritivos.
- Adaptación de los sistemas agrícolas a los ciclos y equilibrios ecológicos naturales, ajustándose a las condiciones locales en términos de ecología, cultura y escala.
- Mantenimiento de la fertilidad natural del suelo.
- Reducción de los insumos mediante la reutilización, el reciclaje y la gestión eficiente de materiales y energía para preservar los recursos y mejorar la calidad ambiental.
- Proporcionar una buena calidad de vida a todas las partes interesadas, contribuyendo a la soberanía alimentaria y la reducción de la pobreza.
- Mejorar la eficiencia y aumentar la productividad sin comprometer la salud y el bienestar.

Los métodos ambientalmente respetuosos mencionados anteriormente se fundamentan en los ciclos naturales, asegurando la sostenibilidad del suelo, su estructura y el equilibrio de los microorganismos beneficiosos. A pesar de estos beneficios, existen algunas desventajas. Por ejemplo, los rendimientos de los cultivos en la agricultura orgánica tienden a ser más bajos que en la agricultura convencional y, además, los costos de producción suelen ser más altos en el caso de los productos orgánicos en comparación con los de la agricultura industrial (Chafloque *et al.*, 2022).

2.7. Herbicidas orgánicos

Los herbicidas son agentes diseñados para gestionar la proliferación de plantas invasoras y otras especies no deseadas que pueden ocasionar perjuicios y afectar negativamente la producción agrícola o forestal (CEDRSSA, 2020).

Se refieren a sustancias alelopáticas que muestran una amplia variedad estructural y, al mismo tiempo, presentan sitios de acción novedosos. Esto engloba cualquier proceso en el que metabolitos secundarios, producidos por bacterias, hongos, algas o las propias plantas, interfieren en el desarrollo y crecimiento de agentes biológicos que tienen un impacto en la agricultura (Portuguez *et al.*, 2023).

Estos productos actúan modificando la función normal de las plantas, lo que conduce a un impacto letal en la zona de acción específica. Posteriormente, provocan una serie de efectos secundarios y terciarios que resultan en la muerte de la planta, a menudo después de que se manifiesta la fitotoxicidad (Diez, 2013).

Los biopesticidas abarcan una variedad de productos, entre ellos los herbicidas orgánicos, que operan mediante diversos mecanismos, como el uso de hongos, harinas, vinagres y extractos de plantas. Estos productos se caracterizan por su rápida degradación, lo que no representa una amenaza para el ecosistema ni para la seguridad ambiental. Se obtienen a partir de materiales derivados de animales, plantas, minerales, sustancias orgánicas y bacterias (Urgilés, 2018).

2.7.1 La alelopatía

La alelopatía se emplea como una estrategia eficaz y amigable con el medio ambiente en el control integrado de malezas. Los efectos alelopáticos se originan a partir de compuestos secundarios generados durante los procesos metabólicos de las plantas, y su producción suele estar influenciada por

diversos factores ambientales. Esta práctica se considera una opción viable y práctica para reducir la dependencia de herbicidas químicos y promover sistemas agrícolas más sostenibles (Blanco, 2006).

Los compuestos alelopáticos generados por ciertas plantas poseen una potencia considerable, a tal punto que se los denomina "herbicidas naturales". Su efecto se manifiesta principalmente en las semillas que están germinando, así como en las plántulas y plantas jóvenes (Meksawat y Pornprom, 2010).

La alelopatía se define como los impactos adversos de una especie vegetal sobre la germinación, el crecimiento y el desarrollo de otras especies vegetales. Aunque algunos investigadores también consideran posibles efectos estimulantes bajo condiciones alelopáticas (Chiapusio *et al.*, 2004).

La alelopatía se refiere a los efectos de los compuestos químicos liberados por organismos vivos, que pueden afectar directa o indirectamente a otros organismos. Aunque originalmente se aplicaba para describir tanto efectos beneficiosos como perjudiciales, con el tiempo ha prevalecido su uso para describir los efectos adversos en las plantas (Giardini, 2018).

Las interacciones alelopáticas engloban una diversidad de efectos que pueden promover o restringir el crecimiento de las plantas cercanas. Los extractos acuosos de plantas poseen un gran potencial para inducir tanto la estimulación como la inhibición en determinados cultivos, dado que el agua tiene la capacidad de extraer los compuestos alelopáticos de las plantas, lo que facilita la concentración de metabolitos (Blanco, 2006).

Los fitoquímicos tienen la capacidad de obstaculizar directamente la germinación, el crecimiento o la reproducción de otras plantas. Sin embargo, también se ha observado que pueden ejercer efectos indirectos en los microorganismos del suelo, los cuales a su vez afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Callaway y Ridenour, 2004).

Numerosos compuestos alelopáticos son metabolizados y almacenados dentro de diversas células de la planta, tanto en forma conjugada como libre

junto con varias moléculas. Estos compuestos son liberados en el entorno circundante como una forma de defensa contra diversos agentes bióticos o abióticos que podrían resultar perjudiciales (Sampietro, 2001).

Las plantas exhiben mecanismos de supervivencia que incluyen interacciones químicas con otros organismos, algunas beneficiosas y otras perjudiciales. Estos procesos han conducido al desarrollo de nuevos metabolitos secundarios, conocidos también como aleloquímicos, que actúan como mediadores en estas interacciones (Dayan y Duke, 2014).

La alelopatía está condicionada por varios factores, como la manera en que la planta libera los compuestos aleloquímicos, la estructura química de estos, su durabilidad en el entorno donde se dispersan y cómo influyen en otros organismos (Chludil, 2017).

2.8. Extracto vegetal

Ante los desafíos actuales en la producción agrícola, se han explorado nuevas alternativas para promover una agricultura sostenible que se apoye en recursos naturales y renovables (Fajardo *et al.*, 2005).

La fitotoxicidad de los extractos vegetales se presenta como una alternativa ventajosa para reemplazar a los agroquímicos, con un costo reducido y contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental. La toxicidad de estos extractos biológicos varía según el método de extracción (agua, etanol, metanol), la condición del material vegetal (seco, fresco, congelado), el estado de la planta, la especie, el órgano vegetal, la fecha de la cosecha, así como las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad (Cruz y Flores, 2022).

2.8.1. Guishe de *Agave lechuguilla* Torr.

El *Agave lechuguilla* Torr., clasificado dentro de la familia Asparagaceae, es una planta suculenta que se encuentra mayormente en el noreste de México y en el sur de los Estados Unidos de América (Peña *et al.*, 2020).

Es un recurso vegetal no maderable que se encuentra de manera natural en las regiones áridas y semiáridas del sur de los Estados Unidos y el noreste de México (Castillo *et al.*, 2011). Su distribución abarca una extensión aproximada de 20 millones de hectáreas en todo el territorio nacional, incluyendo los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Castillo *et al.*, 2011).

Tras el procedimiento de extracción y procesamiento de la materia prima para obtener la fibra (ixtle) con fines comerciales, se producen cantidades significativas de desechos o subproductos, denominados por los productores como guishe (Castillo *et al.*, 2005).

El guishe constituye el 85% del peso total del cogollo en su estado fresco, mientras que el 15% restante corresponde a la fibra. Este subproducto carece actualmente de utilidad para los residentes de las zonas rurales, lo que resulta en su acumulación en vertederos clandestinos y su quema, generando serios problemas de contaminación del suelo y del aire (Morreeuw *et al.*, 2021).

El guishe es un subproducto que suele ser desechado o quemado sin poder aprovecharse, lo que contribuye a la erosión del suelo y representa un peligro para los animales de granja que podrían ingerirlo, causándoles deshidratación o incluso la muerte. Esta situación supone un problema ambiental significativo. Sin embargo, investigaciones recientes han revelado que el guishe de lechuguilla contiene ciertas moléculas con potencial valor nutricional, farmacéutico o agrícola (Hernández, 2023).

2.8.1.1. Compuestos fitoquímicos del guishe de *Agave lechuguilla* Torr.

Los fitoquímicos son productos químicos que las plantas generan en respuesta a diversos estímulos, ya sean bióticos o abióticos. Estos compuestos, también llamados metabolitos secundarios o especializados, son parte esencial de los mecanismos de adaptación y protección de las plantas. Esta estrategia química conduce a la síntesis de una amplia variedad de

compuestos con funciones biológicas diversas. Se han identificado más de 200,000 compuestos de bajo peso molecular en las plantas, los cuales se agrupan en diferentes categorías, como los derivados de terpenos (incluidos los esteroides y saponinas), los compuestos nitrogenados (como los alcaloides), los compuestos fenólicos (como los flavonoides y taninos), los derivados de glucosa (como los glucosinolatos) y los derivados de aminoácidos, como algunas fitohormonas (Mithöfer y Maffei, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio experimental

El experimento se realizó en laboratorio de producción y almacenamiento de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas del departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN, localizado 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 biológico

Se empleó un lote de semillas de Rye Grass (*Lolium perenne* L.), suministradas por expertos del INIFAP Veracruz. Esta especie se considera una maleza significativa en el área de estudio debido a su impacto en los cultivos locales.

3.3. Tratamientos

Se emplearon 9 tratamientos que involucraban la aplicación de mezclas experimentales derivadas del guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.), más un testigo absoluto que recibió riego exclusivamente con agua destilada (Cuadro 1).

Cuadro 1: Descripción de contenido de tratamientos aplicados a semillas de Rye Grass (*Lolium perenne* L.)

| 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 + 4% tween 20 |
| GL | 100% glifosato |
| TESTIGO | 100% agua destilada |

3.4. Desarrollo del experimento

Se llevó a cabo un experimento preliminar para verificar la viabilidad de las semillas de *L. perenne* y descartar la presencia de latencia. Esta evaluación consistió en colocar 4 repeticiones de 25 semillas en cajas de Petri sobre papel de filtro, utilizando agua destilada para el riego, manteniéndose en una cámara germinadora a 25 C°. Posteriormente, se realizó una evaluación después de siete días.

Una vez definida que no presentaba latencia, se procedió a la siembra en dos tipos de sustrato: sustrato uno consistió en papel poroso grueso y el sustrato dos en turba (Peat moss) de la marca Berger, ambos siguiendo las especificaciones 5.4.2 establecidas en la normativa ISTA 2019. Se colocaron

cuatro repeticiones de 25 semillas en cada caja de Petri sobre el papel, y para cada tratamiento se humedeció el papel con 3 mL de la solución correspondiente. Luego, se aplicó el riego cada cuatro días para mantener la humedad adecuada.

Se realizaron cuatro repeticiones, cada una consistente en la siembra de 25 semillas en bolsas de vivero color negro de 10 X 20 cm, colocadas sobre una capa de turba (Peat moss). Para cada tratamiento, se aplicaron 3 mL de la solución para humedecer y posteriormente se llevó a cabo el riego de las bolsas cada cuatro días para asegurar el nivel óptimo de humedad.

3.5. Variables a evaluar

PG: Porcentaje de germinación; esta variable mide el porcentaje de semillas que logran germinar exitosamente. El porcentaje de germinación fue 0% al séptimo día, mostrando que ninguna de las semillas de *L. perenne* germinó bajo los efectos de los tratamientos.

PIG: Porcentaje de inhibición de la germinación; esta variable cuantifica el porcentaje de semillas cuya germinación ha sido impedida. El porcentaje de inhibición de la germinación fue 100% al séptimo día, mostrando la efectividad de los tratamientos aplicados.

3.6 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar en el que se evaluaron nueve tratamientos con tres repeticiones cada uno, bajo el siguiente modelo lineal:

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

Dónde:

Y_{ij} = Variable aleatoria que representa la observación.

μ = Media general.

T_i = Efecto de los tratamientos.

E_{ij} = Error experimental.

Cuando las variables resultaron estadísticamente significativas se llevó a cabo una comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

3.7 Análisis de información

El análisis de varianza de los datos y la comparación de medias se realizó en el software estadístico Rstudio 2024.04.1.

IV. Resultados y discusión

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de los nueve tratamientos evaluados en la germinación de Rye Grass (*Lolium perenne* L.)

| F.V | G.L | P.GER |
|-------|-----|----------|
| TRAT | 9 | 4902.5** |
| SUSTR | 1 | 0.22NS |

**= Diferencias altamente significativas, NS= No significativo, F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, P.GER: Porcentaje de germinación.

Los resultados muestran que para la fuente de variación tratamientos resultó altamente significativo lo que indica que hay una variabilidad considerable debido a los diferentes tratamientos aplicados, sugiriendo que los tratamientos utilizados tuvieron un impacto notable en la germinación. Sin embargo, para la fuente de variación sustrato no existe significativa en el porcentaje de germinación de *L. perenne*, esto indica que el sustrato no afectó en la germinación de las semillas de *L. perenne*. Cuevas (2022) muestra resultados con diferencias altamente significativas en pruebas pre-emergentes realizadas en semillas de frijol y maíz, utilizando tratamientos a base de mezclas experimentales de guishe de lechuguilla (*Agave lechuguilla* L.).

Cuadro 3. Cuadro de comparación de medias para la variable Porcentaje de Germinación (PG).

| Tratamientos | Porcentaje de germinación | |
|--------------|---------------------------|----------|
| | Sobre papel | Sustrato |
| JG | 0.0 b | 0.0 b |
| JGN-A | 0.0 b | 0.0 b |
| JGN-M | 0.0 b | 0.0 b |
| JGN-B | 0.0 b | 0.0 b |
| JGA | 0.0 b | 0.0 b |
| JGA-A | 0.0 b | 0.0 b |
| JGA-M | 0.0 b | 0.0 b |
| JGA-B | 0.0 b | 0.0 b |
| GL | 0.0 b | 0.0 b |
| TESTIGO | 92.0 a | 93.25 a |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

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).

Con respecto a los resultados obtenidos (Cuadro 3) demuestran que los nueve tratamientos experimentales presentaron el 100% de inhibición de la germinación de las semillas de *L. perenne*, mientras que las semillas testigo irrigadas únicamente con agua destilada mostraron una alta capacidad de germinación de un 92% sobre papel, mientras las pruebas realizadas en sustrato se obtuvo un porcentaje de germinación de 93.25%. La ausencia de germinación en los tratamientos con bioherbicidas indica que estos compuestos tienen un impacto significativo en la inhibición de la germinación

de las semillas de *L. perenne*. Coincidiendo con Torres *et al.* (2017) al obtener porcentajes de inhibición de la germinación muy similares al utilizar diferentes bioherbicidas a base de orégano, romero y tomillo, ya que inhibieron a gran medida la germinación de una de las dos especies de semillas estudiadas (*Spergula arvensis* L.), mientras que la segunda especie (*Rumex obtusifolius* L.) no resultó evidente con los bioherbicidas, con los cuales la germinación se mantuvo muy elevada y difirió significativamente en el control pre-germinativo de las semillas. Por otra parte, en la investigación realizada por Aguilar (2023), menciona que obtuvo resultados positivos al utilizar un bioherbicida a base de cornezuelo (*Claviceps purpurea*) y vinagre en pruebas de germinación en zacate Johnson (*Sorghum halepenses* (L.) Pers.), utilizando concentraciones de 75% obtuvo 14.5% de germinación, mostrando 85.5% de efectividad, al utilizar una concentración de 100% obtuvo 7% de germinación, mostrando 93% de efectividad, por otra parte al utilizar una concentración de 25% obtuvo 49% de germinación, mostrando 51% de efectividad, siendo este el dato más bajo de la inhibición de la germinación del zacate Johnson aplicando tratamientos de bioherbicida a base de cornezuelo.

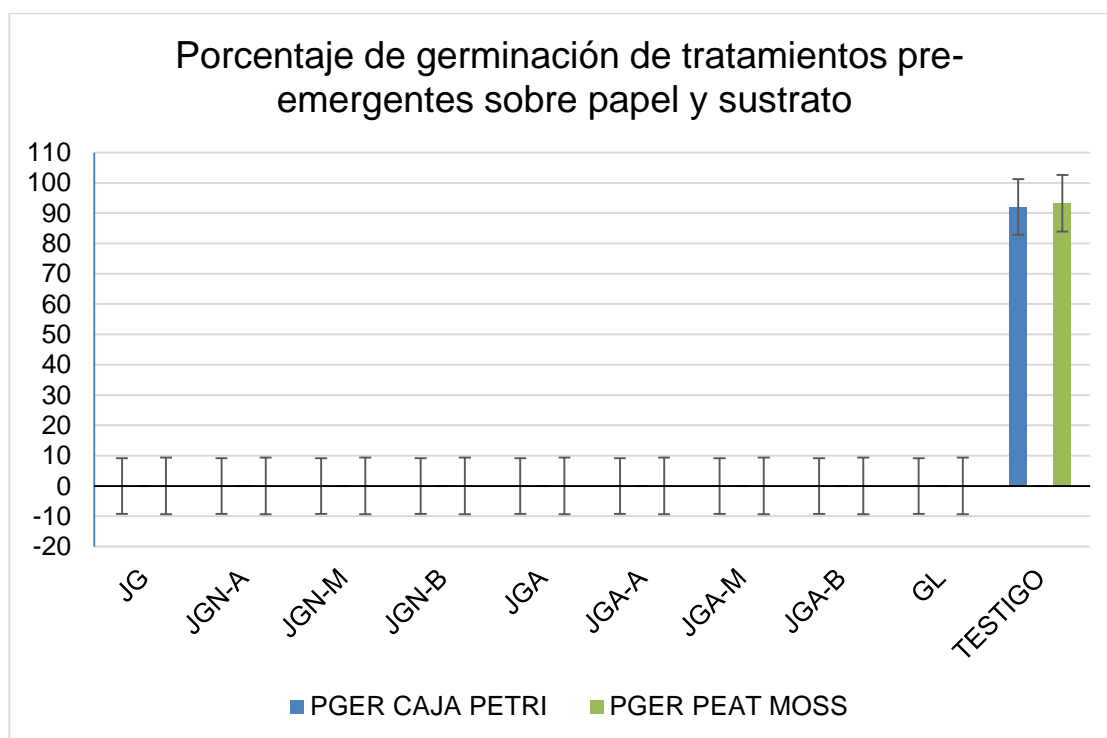


Figura 1. Porcentaje de germinación de tratamientos pre-emergentes sobre papel y sustrato.

(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)100% glifosato; (Testigo)100% agua destilada.

En la Figura 1 se muestran los resultados de las mezclas aplicadas y que son altamente efectivos en inhibir la germinación de *L. perenne*, logrando una inhibición del 100% en todos los casos. El uso del tratamiento 100% jugo natural (JG) y 100% glifosato (GL) muestran un 0% de germinación en ambas condiciones, esto indica que los tratamientos utilizados fueron efectivos, mientras que el tratamiento 100% agua destilada (Testigo) mostró un porcentaje de germinación de 92% sobre papel y 93.25% en Peat moss. El uso de 100% jugo natural coincide con los resultados obtenidos por Roblero (2015) el cual indica un 0% de germinación utilizando el tratamiento a base de aceite de canela y guishe de lechuguilla, así mismo menciona que las monocotiledóneas son más sensibles al uso de aceite de canela lo que indica un efecto significativo en la germinación de las semillas. En una investigación realizada por Alcántara (2016) muestra que la aplicación glifosato a dosis altas al entrar en contacto con las semillas es letal para la germinación, pero el uso de dosis bajas de glifosato no les afectó hasta una vez que emergió la plántula, de esta manera se logró comprobar que el efecto de glifosato en dosis bajas durante el proceso pre-germinativo no es letal, sino que regula el crecimiento, reduciendo la emergencia, pero la emergencia de la plántula es totalmente normal.

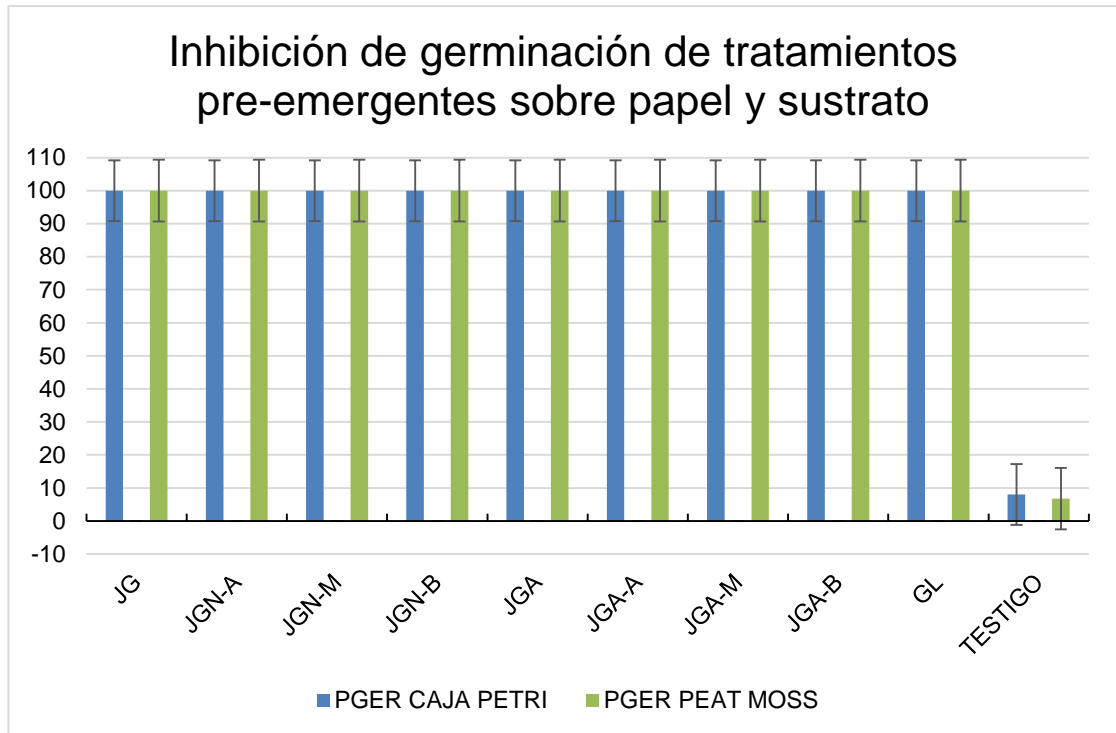


Figura 2. Inhibición de germinación de tratamientos pre-emergentes sobre papel y sustrato

(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)100% glifosato; (Testigo)100% agua destilada.

En la Figura 2 muestra el porcentaje de inhibición de la germinación de tratamientos aplicados sobre papel y sustrato. Todos los tratamientos muestran un porcentaje de inhibición del 100% en ambos sustratos, esto indica que ninguno de los tratamientos permitió la germinación de la semilla de *L. perenne*. El testigo de agua destilada (Testigo) mostró una alta tasa de germinación en ambos medios.

Gómez *et al.* (2017) presenta resultados totalmente negativos en la inhibición de la germinación de semillas de *L. perenne* al aplicar tratamientos a base de glifosato en un sustrato arenoso. Este estudio sugiere que las partículas del herbicida son absorbidas por el sustrato arenoso, evitando de esta manera la interrupción de la germinación. Los investigadores observaron que, a pesar de la aplicación de glifosato sobre las semillas de *L. perenne* continuaron germinando normalmente, esto indica la importancia de considerar las características del sustrato al aplicar herbicidas, ya que la eficacia puede verse comprometida dependiendo de la capacidad del sustrato para absorber los compuestos químicos.

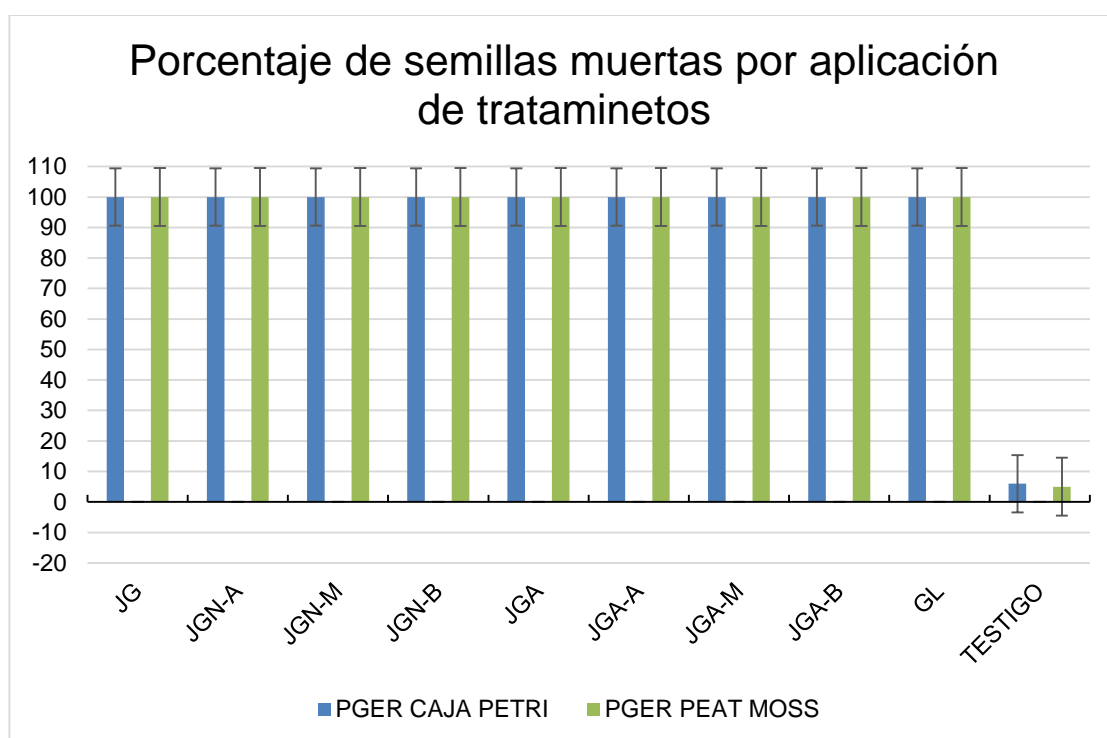


Figura 3. Porcentaje de semillas muertas por aplicación de tratamientos

(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;

20; (JGA-B) 35% jugo natural + 61% vinagre + 4% tween 20; (GL)100% glifosato; (Testigo)100% agua destilada.

La Figura 3 muestra el porcentaje de semillas muertas después de la aplicación de los tratamientos. Todos los tratamientos obtuvieron un porcentaje de semillas muertas del 100%. Esto indica que los tratamientos fueron altamente letales para las semillas, en contraste con el tratamiento Testigo muestra porcentaje de semillas muertas significativamente menores de 6% sobre papel y 5% en sustrato. Mendoza *et al.* (2018) reporta resultados similares obtenidos en este estudio respecto al número de semillas muertas en las pruebas de germinación de semillas de *L. perenne*. En su investigación, se observó que el 4.5% de las semillas muertas, lo cual coincide con la proporción de semillas muertas registradas en el estudio. Por otro lado, Mendoza *et al.* (2018) mostró que un 95% de semillas lograron germinar exitosamente, lo que refuerza nuestros hallazgos sobre la alta capacidad germinativa bajo condiciones similares de prueba.

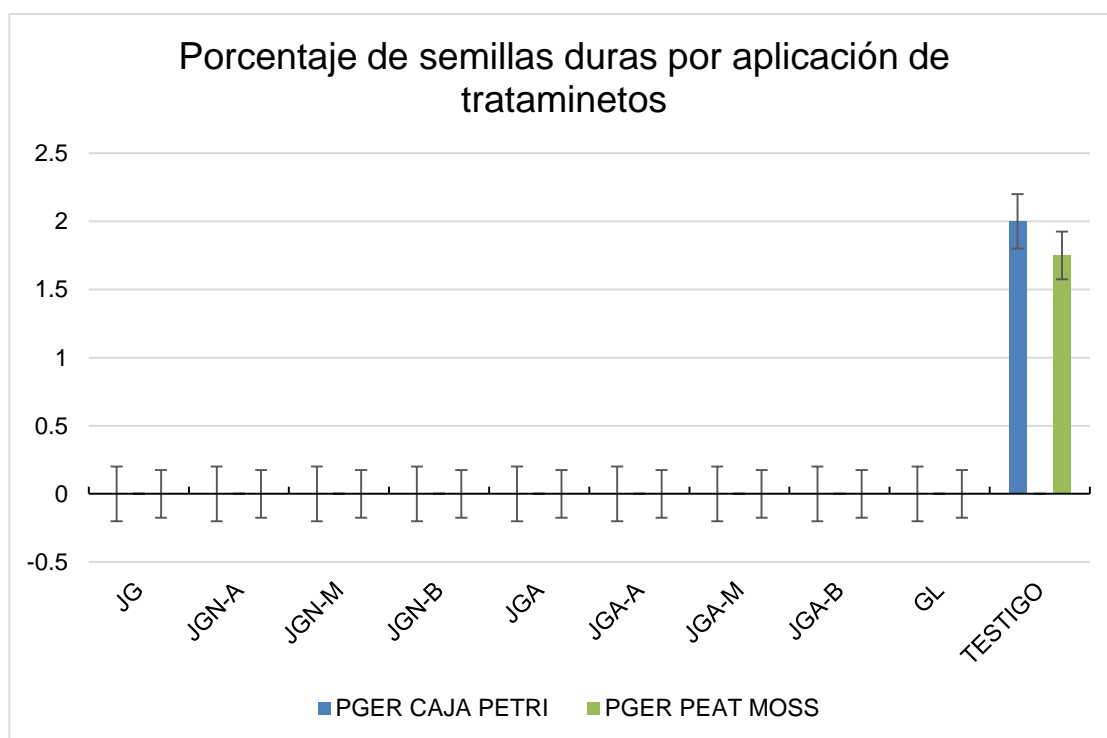


Figura 4. Porcentaje de semillas duras por aplicación de tratamientos.

(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)100% glifosato; (Testigo)100% agua destilada.

La Figura 4 presenta los porcentajes de semillas duras en los dos medios, con un 0% en las semillas tratadas con el bioherbicida indicando la muerte de las semillas de *L. perenne* mostrando una efectividad en eliminar las semillas muertas previniendo así la germinación posterior de las semillas, mientras que en el tratamiento Testigo muestra un pequeño porcentaje de semillas duras de un 2% sobre papel y 1.75% en sustrato, lo que es un comportamiento esperado en pruebas de germinación sin ninguna intervención química esto indica que las semillas de *L. perenne* no presenta latencia, ya que los porcentajes de semillas duras son muy bajos, mientras que los porcentajes de germinación son más altos.

En la investigación realizada por Noli *et al.* (2012) obtuvo resultados altamente significativos que presentan una gran similitud con los obtenidos en la presente investigación en cuanto a los porcentajes de germinación. Este estudio demostró que las semillas utilizadas no tienen un porcentaje significativo de latencia, lo que indica, que al igual que nuestro experimento, las condiciones de prueba eran totalmente favorables permitiendo una germinación positiva.

Garnica *et al.* (2019) reporta resultados de pruebas de germinación realizadas sobre la gramínea *Avena sterilis ludovicana*, en la cual se observó un porcentaje extremadamente bajo de germinación de un 4.75%, este porcentaje se atribuye a la alta latencia que presentan estas semillas, presenta un 95.25% de semillas que permanecen latentes, clasificadas como semillas duras, este es un fenómeno que actúa como mecanismo de defensa,

permitiendo que las semillas permanezcan viables en el suelo durante periodos largos y sólo emergen con las condiciones óptimas.

V. CONCLUSIONES

La evaluación del efecto de nueve mezclas sobre la germinación de semillas de Rye grass, ha dado los resultados esperados. Cada mezcla aplicada mostró la efectividad de las composiciones utilizadas. Estos hallazgos ofrecen una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la optimización de germinación de Rye grass.

La evaluación del porcentaje de inhibición de la germinación de semillas de Rye grass (*Lolium perenne* L.), regadas con nueve mezclas diferentes, dio resultados positivos y esperados. Cada una de las mezclas mostró el nivel de inhibición anticipado, lo que valida la formulación y composición de estas.

IV. BIBLIOGRAFÍA

- Abouzahir, S., Sadik, M., & Sabir, E. (2018). Enhanced approach for weeds species detection using machine vision. In 2018 international conference on electronics, control, optimization and computer science (ICECOCS) (pp. 1-6). IEEE.
- Aguilar Hernández, M. D. J. (2023). Pruebas de germinación en semillas de zacate Johnson aplicando un bioherbicida de cornezuelo (*Claviceps purpurea*)(l.) y vinagre.
- Alcántara Quilez, M. (2016). Estudio de la fitotoxicidad del herbicida glifosato sobre la cespitosa *Lolium perenne* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Aldaba M.J.L. (1993) Generalidades de los herbicidas. En Memoria Curso pre-Congreso de la Asociación Mexicana de la Ciencia
- Álvarez-Pérez, O. B., Ventura-Sobrevilla, J. M., Ascacio-Valdés, J. A., Rojas, R., Verma, D. K., & Aguilar, C. N. (2020). Valorization of *Flourensia cernua* DC as source of antioxidants and antifungal bioactives. *Industrial Crops and Products*, 152, 112422.
- Álvaro, A. (2007). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado"(UCLA).
- Amaya, A., Santos, M., Morán, I., Vargas, P., Comboza, W., & Lara, E. (2018). Malezas presentes en cultivos del cantón Naranjal, Provincia Guayas, Ecuador. *Investigatio*, (11), 1-16.
- Ambrosio, L., Iglesias, L., Marín, C., & Del Monte, J. P. (2004). Evaluation of sampling methods and assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil, taking into account spatial variability. *Weed Research*, 44(3), 224-236.
- Anzalone, A. (2007). Herbicidas. Modos y mecanismos de acción en plantas. Venezuela: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Agronomía, Departamento de Fitotecnia, UCLA.
- Aragón, P. (2014). Agricultura ecológica y agricultura sostenible, el camino al futuro.

- Aramendía, L. Á. I. (2005). El género *Lolium*: Claves dicotómicas. Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, (60), 143-155.
- Balabarca, H. (2011). Cultivando pastos asociados, sistematización de la experiencia. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú, (2011-15641).
- Balfourier, F., Imbert, C., & Charmet, G. (2000). Evidence for phylogeographic structure in *Lolium* species related to the spread of agriculture in Europe. A cpDNA study. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 131-138.
- Bedmar, F. (2008). Malezas en el cultivo de maíz.
- Blanco, Y. (2006). La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 27(3), 5-16.
- Bonfim, G., Pereira F., Torres M., Machado G., de Oliveira G., Aparecida J., Teixeira T., Daniela, Mendoza S., Juan D., & de Souza P., Nathália. (2018). Alelopatía: el potencial de las plantas medicinales en el control de especies espontáneas. *Centro Agrícola*, 45(1), 78-87.
- Briones, O., & Villarreal, Q.J. A. (2001). Vegetación y flora de un ecotono entre las provincias del altiplano y de la planicie costera del noreste de México. *Acta Botanica Mexicana*, (55), 39-67.
- Callaway, R. M., y Ridenour, W. M. (2004). Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(8), 436-443.
- Carmona, B. (2018). Control de malezas en frijol.
- CASAFE. (2000). Cámara de sanidad agropecuaria y forestal.
- Castillo, J., Quispe, P. R., Molina, P., Cardozo, M., y Vega, C. (2015). Entomofauna en las principales malezas asociadas a los cultivos de maíz, cítricos y lúcumo y su población estimada por hectárea en La Molina, Lima. Perú. In *Anales Científicos* (Vol. 76, No. 2, pp. 315-323). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 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, (6).

- Castillo, Q. D., Mares, A. O., & Villavicencio, G. E. E. (2011). Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) planta suculenta de importancia económica y social de las zonas áridas y semiáridas de México. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*, 8(2), 6-9.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2020). Uso y Regulación de Herbicidas en México.
- Cepeda, E. B. (2022). Efecto del cultivo mixto de bacterias y levaduras sobre las características físicoquímicas y biomasa de Rye grass (*Lolium multiflorum*) en Andisoles, parroquia Columbe cantón Colta.
- Cerna B. L. A. (2013). Ciencia y tecnología de malezas.
- Chafloque, C. F. S., Román, M. A., de la Cruz Castillo, A. J., y Ramos, M. R. V. (2022). Impacto de la agricultura orgánica en la producción de plantas medicinales. *Medicina Naturista*, 16(1), 41-47.
- Chauhan, B. S., y Gill, G. S. (2014). Ecologically based weed management strategies. *Recent advances in weed management*, 1-11.
- Chiapusio, G., Pellissier, F., y Gallet, C. (2004). Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. *Journal of experimental botany*, 55(402), 1587-1592.
- Chimborazo, W. (2013). Forrajicultura Ray grass perenne (*Lolium perenne* L.).
- Chludil, H. (2017). Compuestos aleloquímicos. *Ciencia hoy*, 26, 33-39.
- Cobos Espinoza, F. B., & Narváez Vélez, D. M. (2017). Fenología y producción de Rye grass *Lolium multiflorum* bajo sistema de labranza convencional y alternativa en la granja de Irquis.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato (CESAVEG). 2007. Manual de plagas y enfermedades del agave. Gobierno del Estado de Guanajuato, Guanajuato. México. 28 p.
- Cruz-Ortiz, L., & Flores-Méndez, M. (2022). Avances en el desarrollo de nuevos herbicidas biológicos a partir de extractos vegetales fitotóxicos aplicados *in vitro*. *Informador Técnico*, 86(1), 34-45.
- Cuevas G. R. (2022). Extracto a base de guishe de lechuguilla y hojasén como herbicida pre-emergente sobre plantas de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

- Dayan, F. E., & Duke, S. O. (2014). Natural compounds as next-generation herbicides. *Plant physiology*, 166(3), 1090-1105.
- De Rodríguez, D. J., Hernández-Castillo, F. D., Solís-Gaona, S., Rodríguez-García, R., & Rodríguez-Jasso, R. M. (2012). *Flourensia cernua* DC: a plant from Mexican semiarid regions with a broad spectrum of action for disease control. *Integrated Pest Management and Pest Control, Current and Future Tactics, InTech, Rijeka*, 639-650.
- De Rodríguez, D. J., Salas-Méndez, E. D. J., Rodríguez-García, R., Hernández-Castillo, F. D., Díaz-Jiménez, M. L. V., Sáenz-Galindo, A., ... & Carrillo-Lomelí, D. A. (2017). Antifungal activity in vitro of ethanol and aqueous extracts of leaves and branches of *Flourensia* spp. against postharvest fungi. *Industrial Crops and Products*, 107, 499-508.
- Del Vitto, L. A., y Petenatti, E. M. (2015). Asteráceas de importancia económica y ambiental: Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas. *Multequina*, 24(1), 47-74.
- Delgado, J. C., de la Cruz, S., Clemente, J., y Solano, C. (2020). Malezas asociadas al cultivo de algodón en Chihuahua, México. In Memoria XLI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza (pp. 24-26).
- Diez, P. (2013). Manejo de malezas problema: Modos de acción de herbicidas. Red de conocimiento en malezas resistentes. Rosario, Argentina.
- Dimas, A. M. (2019). Evaluación económica y productiva del arroz (*Oryza sativa*) bajo diferentes distancias y densidades de siembra (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2019.).
- Domingo, A. M. S. (2009). La agricultura y su evolución a la agroecología. Obrapropia.
- Dunkić, V., Bezić N., Vuko E., Cukrov D. (2010). Antiphytoviral Activity of *Satureja montana* L. ssp. *variegata* (Host) P. W. Ball Essential Oil and Phenol Compounds on CMV and TMV. *Molecules*, 15: 6713–6721. doi:10.3390/molecules15106713.
- Fajardo, C. E., Puentes, M., Torres, S., Fierro, A., & Espinosa, R. (2005). Efecto alelopático de extracto acuoso de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la germinación y desarrollo de malezas en diferentes épocas del año. In Memorias XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Varadero, Matanzas, Cuba (pp. 610-616).

- FAO, O. D. (2015). La Agenda de Desarrollo Post-2015 y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.
- Fernández, O. A. (1982). Manejo integrado de malezas. *Planta daninha*, 5, 69-79.
- FiBL, I. F. O. A. M. (2016). The world of organic agriculture. Statistic and Emerging Trends.gonza
- Garnica, I., San Martín, J. A. L., Segura, A., & Goñi, J. (2019). ¿El efecto del fuego puede romper la latencia de las semillas de avena loca (" *Avena sterilis ludoviciana*"(Durieu) Nyman)? In XVII Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: libro de actas, Vigo, 8-10 de octubre de 2019 (pp. 144-149). Universidade de Vigo.
- Gigón, R., Vigna, M. R., y Yannicari, M. E. (2017). Raigrás, *Lolium* spp. Bases para su manejo en sistemas de producción.
- Goleman, D., Boyatzis, R., y Mckee, A. (2019). Control de plagas y malezas por enemigos naturales. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Gómez de Barreda, D., Alcántara, M., & Luca, V. D. (2017). Evaluación de la posible fitotoxicidad de una aplicación de glifosato en los días previos y posteriores a la siembra de la cespitosa *Lolium perenne*. In Mercedes Royuela Hernando y Ana Zabalza Aznárez (editoras): XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: actas. Pamplona-Iruña, 25-27 octubre, 2017. Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa, 2017. Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unibertsitate Publikoa.
- Gómez, T. L., Gómez, C. M. A., y Schwentesius, R. R. (2001). Desafíos de la agricultura orgánica: certificación y comercialización. Mundi-Prensa. México, 52 p.
- González, J. 2010. Estimación parámetros en demografía de maleza. Revista El Malezólogo. Edición Especial, Curso de actualización de metodologías de investigación y el desarrollo tecnológico en el manejo de malezas. 5-6p.
- González, J., Fernández, J. R., Santanatoglia, O. J., y Del Pardo, C. (2012). Desarrollo radical en plantas de duraznero sometidas a diferentes

- manejos del suelo. *Revista de investigaciones agropecuarias*, 38(3), 276-281.
- Granados-Sánchez, D., Sánchez-González, A., Granados Victorino, R. L., & Borja de la Rosa, A. (2011). Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(SPE), 111-130.
- Heap, I. (2014). *Herbicide resistant weeds* (pp. 281-301). Springer Netherlands.
- Helfgott, S. (2018). *Control de Malezas*. Fondo Editorial de la UNAM
- Hernández R., S. K. (2023). Evaluación del efecto del guishe de *Agave lechuguilla* sobre la calidad de agua en un cultivo intensivo de camarón (Master's thesis, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC).
- Herrera, I. F. (2008). *Manual de agricultura orgánica "Verdes gotas de vida" una alternativa sostenible para Galápagos*. FUNDAR Galápagos. Ecuador, 11-70.
- Hidalgo P., J. C. (2012). Evaluación del control químico de cuatro malezas en sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.), en el valle del Zamorano.
- Hidalgo, F., Houtart, F., y Lizárraga, P. (2014). *Agriculturas campesinas en Latinoamérica: propuestas y desafíos*. Quito: IAEN.
- Iguago Q., J. M. (2023). Valoración productiva de un biodigestor compacto y su efecto en la fertilización de *Lolium perenne* (Rye grass perenne) en la hacienda Piemonte.
- Istilart, C., y Yannicari, M. (2012). Análisis de la evolución de malezas en cereales de invierno durante 27 años en la zona sur de la pampa húmeda Argentina. *Revista Técnica Aapresid*, 2012, 47-50.
- Jabran, K. (2016). Weed flora, yield losses and weed control in cotton crop. *Julius-Kühn-Archiv*, (452).
- Karam, D., & Brighenti, A. (2022). Identificación y control de malezas.
- Koch, M. (2012). Implementación del Manejo integrado de Malezas para los cultivos tolerantes a Herbicidas. *Crop Life International*. En línea [www.croplife.org].

- López H., J., Hernández R., S., Hernández, H., V., García E., F. (2017). Maleza Ruderal en el Área Urbana de Matamoros, Coahuila. XXXVIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza, 4, 163-168.
- López, R. L., Vigna, M. R., y Gigón, R. (2008). Evaluación de herbicidas para el control de *Lolium multiflorum* Lam. en barbecho para cereales de invierno. In Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (26.); Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (18., 2008, Ouro Preto, MG, BR). Atas. Ouro Preto, SBCPD.
- Marí, L., A. I., Aibar, L., J., Pardo, S., G., Cirujeda, R., A., Montull, J. M., y Aguado, M., A. M. (2023). Modos de acción de los herbicidas: Nueva nomenclatura.
- Mayorga A., D., Guillen, M., R. E., y Díaz, R, S. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia brava*, 11(1), 204-210.
- Meksawat, S., & Pornprom, T. (2010). Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. *Weed Biology and management*, 10(1), 16-24.
- Méndez, N., G. S. (2019). Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica.
- Mendoza, P., S. I., Garay, M., J. R., Rojas, G., A. R., Joaquín, T., B. M., Cruz, H., A., Joaquín, C., S., & Hernández, G., A. (2018). Tamaño de semilla en la calidad fisiológica de *Dactylis glomerata* L. y *Lolium perenne* L.
- Mendoza, R., H. R. (2023). Control integrado de malezas en el cultivo de arroz, *Oryza sativa* L. en el Huallaga Central.
- Mithöfer, A., & Maffei, M. E. (2016). General mechanisms of plant defense and plant toxins. In *Plant toxins* (pp. 1-22). Springer.
- Moncayo, S., K. F. (2021). Visión por computador para reconocimiento de malezas en cultivos de tomate riñón de invernadero, mediante redes neuronales (Bachelor's thesis).
- Montoya, J. C. (2016). Malezas en el cultivo de girasol: estrategias de manejo y control. EEA Anguil, INTA.
- Morales, C., González, A., Riquelme, J., Hirzel, J., France, A., Pedreros, A., y Becerra, C. (2017). Manual de manejo agronómico del arándano. Boletín INIA, (371).

- Morreeuw, Z. P., Castillo-Quiroz, D., Ríos-González, L. J., Martínez-Rincón, R., Estrada, N., Melchor-Martínez, E. M., ..., y Reyes, A. G. (2021). High throughput profiling of flavonoid abundance in *Agave lechuguilla* residue-valorizing under explored Mexican plant. *Plants*, 10(4), 695.
- Navarro, M. A. (2018). Complejo de malezas predominante en áreas de arroz de riego y secano en Panamá. Innovación tecnológica para el manejo integrado del cultivo de arroz en Panamá, 87 p.
- Noli, C., Olivera, E., Nestares, P., A., & Portocarrero, M. (2012). Caracterización agronómica al establecimiento de pastos cultivados en las comunidades de los Chopccas en la región Huancavelica.
- Patrouilleau, S. (2018). Interferencia trigo-lolium perenne: evaluación de estrategias de fertilización nitrogenada como práctica de manejo integrado de malezas (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Peña, R., A., Morreeuw P., Z., García, J., Rodríguez, M. C., Guzmán, L., Escobedo, C., Tovar, D., Reyes, A. G. (2020). Evaluación del Extracto Crudo del Subproducto *Agave lechuguilla* como Aditivo Alimentario para Juveniles de Camarón *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*. (51) 4, 1336-1345
- Pérez, Z., C. T. (2023). Efecto de Bioles en el rendimiento de forraje de Rye Grass Italiano (*Lolium multiflorum* L.) en condiciones de Molino, Pachitea, Huánuco–2021.
- Perreta, M. G., Tivano, J. C., & Vegetti, A. C. (2000). Forma de crecimiento en *Leptochloa chloridiformis* (Poaceae). *Darwiniana*, 219-226.
- Pinilla, C., y García, J. (2002). Manejo integrado de arvenses en plantaciones de banano (Musa AAA). Memorias XV Reunión Asociación de Bananeros de Colombia. Acorbat, Medellín, COL, 222-235.
- Pochettino, ML (2005) Verduras en Europa, yuyos en América: prácticas y conocimientos sobre malezas comestibles. Congreso argentino de inmigración. IV Congreso de Historia de los pueblos de la provincia de Santa Fe. Esperanza, Santa Fe, 16 p.
- Polok, K. (2007). Molecular Evolution of the Genus *Lolium* L. Kornelia Polok.
- Portuguez, G., M. P., Agüero, A., R., & González, L., M. I. (2023). Uso de herbicidas naturales como potenciales desecantes en frijol.

- Pusdá, H., P. L. (2021). Evaluación de la producción forrajera de siete variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*) en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC, Cantón Huaca, Provincia del Carchi. UPEC.
- Pyšek, P., Richardson, D. M., Rejmánek, M., Webster, G. L., Williamson, M., & Kirschner, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53(1), 131-143.
- Quadrelli, A. R. (2019). Métodos para el control de malezas en duraznero (Doctoral dissertation).
- Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghera, C. M. (2007). Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. John Wiley & Sons.
- Ríos, A., Fernández, G., & Collares, L. (2013). Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Serie Técnica, 204.
- Roblero, S., E. (2015). Efectos de extractos vegetales utilizados como herbicidas preemergentes sobre plantas de maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L).
- Robles, E. R., y de la Cruz, R. S. (2016). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. SAGARPA.
- Rodríguez, L., J. (2006). Las malezas y el agroecosistema. *Unidad de Malezas, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay*.
- Rodríguez, Yunta, E. (2013). Temas éticos en investigación internacional con alimentos transgénicos. *Acta Bioethica*, 19(2), 209-218.
- 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. XXXVIII Congreso mexicano de la ciencia de la maleza, 4, 8- 9.
- Rossi, A. R., Cepeda, S., y Ponsa, J. C. (2015). Malezas: su manejo y control. Manejo del Cultivo de Maíz, 203.

- Ruiz, A. D. V. (2014) Química y ecotoxicología de los herbicidas. Golfo de México. Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias, 235.
- Safdar, M. E., Tanveer, A., Khaliq, A., y Riaz, M. A. (2015). Yield losses in maize (*Zea mays*) infested with parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.). *Crop Protection*, 70, 77-82.
- Sampietro, D. A. (2001). Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.
- Sánchez, M. (2020). Vigor inicial de cuatro variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) y su incidencia en la habilidad competitiva de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) resistente a glifosato (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales).
- Santos, J. A., & Domingues, J. V. (2020). ¿ Agroecología o agricultura orgánica?. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 15(5), 167-177.
- Soriano, R. M. (2017). Alelopatía de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) WD Clayton sobre otras plantas y el crecimiento in vitro de hongos fitopatógenos (Doctoral dissertation, Zamorano, Escuela Agrícola Panamericano, 2017.).
- Soto, G. (2020). The Continued Growth of Organic Agriculture: Organic 3.0. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 215-226.
- 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).
- Taberner, A. (2013). Alternativas no químicas para el manejo integrado de malezas resistentes. Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables.
- Taylor, N. T., Davis, K. M., Abad, H., McClung, M. R., y Moran, M. D. (2017). Ecosystem services of the Big Bend region of the Chihuahuan Desert. *Ecosystem Services*, 27, 48-57.
- Torres, L., Díaz Vizcaíno, E. A., & Rigueiro, A. (2017). Evaluación de la potencialidad bioherbicida de orégano, romero y tomillo sobre la germinación de *Rumex obtusifolius* L. y *Spergula arvensis* L. In Mercedes Royuela Hernando y Ana Zabalza Aznárez (editoras): XVI

Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: actas. Pamplona-Iruña, 25-27 octubre, 2017. Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa, 2017. Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unibertsitate Publikoa.

- Urgilés, J. (2018). Evaluación del efecto de herbicidas químicos y orgánicos para control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Naranjal, provincia del Guayas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Urzúa, S.F. (2005) Biología de malezas. En Memorias pre-Congreso del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. 1618/11/2005. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. pp 1-25.
- Valentini, G. H., González, J., y Gordó, M. (2012). Producción del duraznero en la región pampeana, Argentina.
- Valverde, B. E., Riches, C. R., y Caseley, J. C. (2000). Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. Cámara de Insumos Agropecuarios.
- Walsh, G. C. (2014). El Control Biológico de Malezas. Colombiana de Entomología, 75.
- Wanic, M., Jastrzebska, M., Kostrzewska, M. K., y Treder, K. (2013). Competition between spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under different water supply conditions. *Acta Agrobotanica*, 66(3).
- Wardle, D. A., Nilsson, M. C., Gallet, C., & Zackrisson, O. (1998). An ecosystem-level perspective of allelopathy. *Biological Reviews*, 73(3), 305-319.
- Willer, H., Trávníček, J., Meier, C., y Schlatter, B. (2021). The world of organic agriculture 2021-statistics and emerging trends.
- Yanniccari, M., Gigón, R., & Larsen, A. (2020). Cytochrome P450 herbicide metabolism as the main mechanism of cross-resistance to ACCase-and ALS-inhibitors in *Lolium* spp. populations from Argentina: a molecular approach in characterization and detection. *Frontiers in Plant Science*, 11, 600301.
- Young, S. L., y Pierce, F. J. (2013). Automation: The future of weed control in cropping systems. Springer Science y Business Media.

Zambrano C., J. L. (2016). Efecto de diferentes mezclas de herbicidas en el control de las principales malezas nocivas asociadas al cultivo de arroz *Oryza sativa* L. (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).

Zuluaga, M. S., Golik, S., Fleitas, M. C., & Campanela, C. (2018). Capítulo 7 Maíz: Manejo de malezas. *Cereales de verano*, 133.