



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tlajomulco



TESIS

CON EL TEMA:

**“EFECTO DE BIOHERBICIDAS EN MALEZAS BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO”**

QUE PRESENTAN:

**JOSE CASTAÑEDA RODRIGUEZ
ALONSO GUZMAN RUIZ
ANA SACRAMENTO LOPEZ MACIAS**

ASESOR:

MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA

REVISORES:

**DRA. MARIA DE JESUS RAMIREZ RAMIREZ
ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIEROS EN AGRONOMIA**

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. MARZO, 2023.



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **07/marzo/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/433/2023

ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva y digitalización

C. JOSE CASTAÑEDA RODRIGUEZ
C.ALONSO GUZMAN RUIZ
C. ANA SACRAMENTO LOPEZ MACIAS
PASANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
P R E S E N T E

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL OPCIÓN I (TESIS), con el tema **"EFECTO DE BIOHERBICIDAS EN MALEZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"** y determinó que dan cumplimiento con los requisitos establecidos, se les notifica que tienen la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro*

C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ
DIRECTORA DEL PLANTEL



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/AIBR/ALGC/mjhc



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **06/MARZO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/125/2023
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral:

ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	JOSE CASTAÑEDA RODRIGUEZ
NO. DE CONTROL:	18940335
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"EFECTO DE BIOHERBICIDAS EN MALEZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro


ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS


SEP
TECNM
14DIT0003B
IT TLAJOMULCO
DEPARTAMENTO
CIENCIAS
AGROPECUARIAS

 MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA Nombre y firma del asesor	 DRA. MARIA DE JESUS RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor	 ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor
---	---	---

C.c.p.- Expediente.
MHF/mjhc*

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **06/MARZO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/126/2023
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

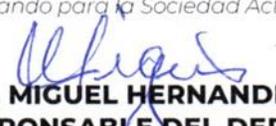
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	ALONSO GUZMAN RUIZ
NO. DE CONTROL:	18940140
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"EFECTO DE BIOHERBICIDAS EN MALEZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"

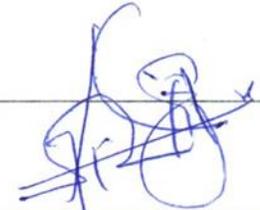
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro


ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



 MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA Nombre y firma del asesor	 DRA. MARIA DE JESUS RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor	 ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor
---	---	---

C.c.p.- Expediente.
MHF/mjhc*

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **06/MARZO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/124/2023
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	ANA SACRAMENTO LOPEZ MACIAS
NO. DE CONTROL:	18940156
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"EFECTO DE BIOHERBICIDAS EN MALEZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro


ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



 MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA Nombre y firma del asesor	 DRA. MARIA DE JESUS RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor	 ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor
---	---	---

C.c.p.- Expediente.
MHF/mjhc*

AGRADECIMIENTOS.

A Dios en primer lugar:

Por habernos dado la vida y permitirnos concluir nuestro sueño de ser unos profesionistas y por darnos la sabiduría e inteligencia para lograr nuestro objetivo.

A nuestro Asesor de proyecto:

Profesor Jorge Armando Peralta Nava. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Gracias por sus orientaciones.

A nuestros docentes:

A ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.”

A nuestros padres:

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgullosos de haberlos elegido como nuestros padres y que estén a nuestro lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en nosotros”

A nuestros compañeros:

Mis amigos y compañeros de viaje, hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

INDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	i
INDICE	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I INTRODUCCIÓN.....	1
II HIPÓTESIS.....	2
III OBJETIVOS	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
IV REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
FIGURA 1. EL SECTOR AGROALIMENTARIO EN CIFRAS.	4
4.1 Malezas.....	4
4.1.1 Importancia económica de las malezas en la producción agrícola.....	5
4.2 Generalidades sobre las malezas.....	5
4.2.1 Cómo dañan las malezas.....	5
4.2.2 Competencia.....	6
4.2.3 Humedad.....	6
4.2.4 Luz.....	6
4.2.5 Nutrientes.....	6
4.2.6 Desvalorización de la tierra.....	6
4.2.7 Limitan el área de cultivo.....	7
4.3 Clasificación de las malezas.....	7
4.3.1 Por su ciclo de vida.....	7
4.3.2. Por la consistencia del tallo.....	7
4.3.3. Por su Hábitat.....	8
4.3.4. Por su tipo de Hoja.....	8
4.3.5. Por los requerimientos.....	9
4.3.6 Período Crítico de Interferencia de Malezas con los cultivos.....	9
4.3.7 Forma de crecimiento.....	10
4.3.8 Momento de emergencia de las malezas.....	10

4.3.9 Densidad de las malezas.....	10
4.3.10 Duración del periodo de crecimiento de las malezas.....	10
4.3.11 Características de las especies vegetales.....	10
4.3.12 Control de las malezas.....	11
4.3.13 Labores preventivas.....	12
4.4 Bioherbicidas.....	14
4.4.1 Composición.....	14
4.4.2 Características físico-químicas de los bioherbicidas.....	15
4.5 Tipos de sustancias naturales que controlan malezas.....	15
4.5.1 Efecto de las sustancias naturales.....	16
V MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1 Ubicación del experimento.....	19
5.1.1 Límites.....	19
5.1.2 Establecimiento del proyecto.....	20
5.1.3 Limpieza y preparación del invernadero.....	20
5.1.4 Preparación de Mezcla.....	21
5.1.5 Arreglo de las macetas.....	21
5.2 Material Vegetal.....	22
5.2.1 Selección de las semillas.....	23
5.3 Tratamientos Y Fechas De Aplicación.....	23
5.3.1 Aplicación de los tratamientos.....	24
5.4.1 Porcentaje de efectividad.....	26
5.5 Diseño Experimental.....	26
5.5.1 Propósito de un diseño experimental.....	26
5.5.2 Toma de datos.....	28
5.5.3 Análisis de datos.....	28
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Tabla 3 Evaluación 20 Días.....	29
Tabla 4 Evaluación 30 días.....	30
Tabla 5. Evaluación de cuadrantes.....	32
DISCUSIÓN.....	33
VII CONCLUSIONES.....	34
VIII BIBLIOGRAFIA.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Malezas de hoja ancha y angosta y familias.....	22
Tabla 2. Nombre de la formulación, características, dosis y fecha de aplicación.....	24
Tabla 3. Evaluación 20 días.....	29
Tabla 4. Evaluación 30 días.....	30
Tabla 5. Evaluación de Cuadrantes.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El Sector Agroalimentario en cifras.....	4
Figura 2. Mapa del Instituto Tecnológico de Tlajomulco.....	19
Figura 3. Limpieza del invernadero.....	20
Figura 4. Preparación del sustrato.....	21
Figura 5. Llenado de bolsas de polietileno.....	21
Figura 6. Colocación de macetas en bloques para el establecimiento del diseño.	
Figura 6. Selección de semillas.....	23
Figura 7: Preparación de formulación para su aplicación.....	25
Figura 8. Aplicación de bioherbicidas en malezas de hoja ancha.....	25
Figura 9. Promedio de altura de maleza.....	25
Figura 10. Evaluación de mortalidad.....	25
Figura 11: Muestra de método lineal.....	27

RESUMEN

Uno de los principales problemas productivos son las malezas, siendo necesario disponer de bioherbicidas que efectúen un adecuado control. Se evaluó la eficacia de bioherbicidas en el control de malezas en etapas iniciales. El experimento se realizó en Tlajomulco de Zúñiga Jal. Sembrado en el mes de agosto y terminado en el mes de octubre del 2022. Se aplicaron los bioherbicidas Set Natural, Formulación 1 y Formulación 2, en preemergencia y pos-emergencia. Fue analizado el porcentaje de eficacia de control de los bioherbicidas sobre *Zea mays*, *Criticum* y *Sogún* (hoja angosta) y *Tapetes erecta*, *Coriandro sativa*, *Helianthus annuus* y *Amaranthus* (hoja ancha). La efectividad se midió con escala arbitraria en porcentaje. El diseño fue en bloques al azar con 3 repeticiones. Los resultados obtenidos arrojaron que la aplicación de los bioherbicidas en plantas con 20 DDE no se encontraron diferencias significativas, pero se observa mejor porcentaje de efectividad por la F1 con 22.7% lo cual representa 9% más de efectividad que el Sec. Natural, en las plantas con 30 DDE la formulación 1 fue la mejor mostrando mejores resultados con el 73.88 %, con una diferencia significativa de efectividad del 37 % sobre el testigo, en las aplicaciones realizadas a los cuadrantes con malezas de hoja angosta y hoja ancha hubo una diferencia del 9 % de efectividad con la formulación 1 con un porcentaje del 26.18% mientras que el testigo solo obtuvo un 23.91%, lo que demuestra que es viable utilizar métodos alternos a los convencionales para un efectivo control de malezas.

Palabras claves: eficacia, porcentaje, bioherbicidas.

I INTRODUCCIÓN

Las malezas son enemigos de las plantas sobre las que debe realizarse un manejo adecuado, aproximadamente el 30-35% del costo de producción se invierte en el control de plagas, enfermedades y malezas que influyen de manera negativa en su desarrollo y limitan la producción. [Bayer, 1999]. Según Paredes et al. (2008), las malezas son plantas ajenas al cultivo, compiten por agua, nutrientes, luz e interfieren en la recogida de las cosechas. Pueden ser de mayor o menor peligrosidad según su capacidad competitiva al reducir los rendimientos de los cultivos y afectar la calidad de las cosechas en la mayoría de las ocasiones. Las malezas constituyen una plaga formada por un complejo de especies con características disímiles que provocan grandes pérdidas de los rendimientos en los cultivos. Es necesario organizar un programa eficiente de control de malezas, ya que, de otra manera, los cultivos se pueden ver severamente afectados en su desarrollo o incluso eliminados, por la competencia con éstas (Cayón y Lozada, 1992; alemán, 2004a; Ronchi et al., 2008). La manera tradicional para controlar las malezas en las plantaciones, es mediante chapeo con machete o con chapeadora mecánica. Esta práctica debe hacerse con cuidado, para no ocasionar daños a los cultivos, ya que pueden favorecer el ataque de patógenos (Hernández et al., 1990; MAG, 1991). También se utilizan bioherbicidas como el sec natural y el glifosato, que se recomiendan para el control químico de las malezas en diversas plantaciones. Se considera que al aplicar este tipo de bioherbicidas, podría obtenerse un control más eficiente que el obtenido con los bioherbicidas no convencionales y podría reducirse el costo que implica el control de malezas mediante chapeos. Por lo anterior, se realizó este trabajo de investigación con el objetivo de comparar la efectividad de bioherbicidas de uso convencional y no convencional sobre el control de malezas de hoja ancha y hoja angosta.

II HIPÓTESIS.

HO: Las formulaciones de los bioherbicidas naturales no tendrán ningún efecto sobre el control de malezas en el campo

HA: La formulación de bioherbicidas naturales por lo menos una de ellas podría ser una alternativa eficiente para el control de malezas en el campo.

III OBJETIVOS

Evaluación del efecto de bioherbicidas en malezas bajo condiciones de invernadero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar el efecto de los bioherbicidas sobre diferente maleza de hoja ancha y angosta y a diferentes días después bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el porcentaje de efectividad de los bioherbicidas utilizados.
- Evaluar la efectividad del bioherbicida en malezas de hoja ancha y hoja angosta.

IV REVISIÓN DE LITERATURA.

En los últimos años, el sector agrícola mexicano ha jugado un papel fundamental en el mundo al incrementar sus exportaciones y atracción de inversión extranjera al país. Sin embargo, como resultado del conflicto entre Rusia y Ucrania, se han generado complicaciones, derivando en el incremento en los precios de algunos productos alimentarios.

Pese a ello, durante el primer semestre del año, el sector agroalimentario exportó al mundo productos por un valor de 27 mil 645 millones de dólares (mdd), lo que representa un incremento del 15 por ciento respecto al mismo periodo de 2021. Además, las importaciones se ubicaron en 21 mil 108 mdd, un crecimiento del 19 por ciento, 44 por ciento corresponde al sector agropecuario.



FIGURA 1. EL SECTOR AGROALIMENTARIO EN CIFRAS.

4.1 Malezas.

Malezas se definen como aquellas plantas que bajo determinadas condiciones causan daño económico y social al agricultor. En el contexto agroecológico, las malezas son producto de la selección interespecífica provocada por

el propio hombre desde el momento que comenzó a cultivar, lo que condujo a alterar el suelo y el hábitat. Pimentel (2009), las mermas potenciales que pueden causar las malezas sobre el rendimiento de los cultivos pueden llegar hasta un 13 %. El número de especies consideradas como malezas es de alrededor de 8, 000 especies, pero sólo 200 de ellas son reconocidas de importancia económica a nivel mundial.

4.1.1 Importancia económica de las malezas en la producción agrícola.

Las afectaciones por malezas son muy variables según el tipo de cultivo y la zona agroclimática, además, varias de ellas han desarrollado resistencia a los herbicidas. Así, mientras se estima que las malezas ocasionan una pérdida directa aproximada de 10% de la producción agrícola global (FAO, 1996), en México el surgimiento de malezas o especies invasoras afecta, en promedio, el 30% del rendimiento de algunos cultivos (Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza, 2010).

4.2 Generalidades sobre las malezas.

4.2.1 Cómo dañan las malezas.

Las malezas suelen retrasar el crecimiento de los cultivos compitiendo directamente por los recursos, incluyendo la luz, el espacio, la humedad del suelo o los nutrientes. La competencia entre las malezas y los cultivos puede compararse con una competencia de carrera, cuyo resultado puede variar desde un impacto básico nulo en el rendimiento del cultivo (el crecimiento de las malezas es menor comparado con el del cultivo) hasta la pérdida total del cultivo (las malezas superan al cultivo). Los factores que determinan el equilibrio competitivo incluyen la densidad de las malezas (número de malezas por unidad de superficie), la densidad y el patrón de plantación de los cultivos, las tasas de crecimiento y las alturas maduras de las malezas y los cultivos, y los tiempos de brote de las malezas y los cultivos (Liebman y Gallandt, 1997; Mohler, 2001a; Möhler 2001b).

4.2.2 Competencia.

Los principales factores ambientales en la competencia entre el cultivo y las malezas son, el agua, la luz y los nutrientes. El cultivo y la maleza no compiten si el agua, la luz y los nutrientes exceden las necesidades de ambos lo que bajo condiciones del agricultor normalmente no se cumple. La competencia comienza cuando la disponibilidad de uno de estos elementos está bajo el requerimiento de ambas especies (Leguizamón, 2010).

4.2.3 Humedad.

Debido a que muchas malezas poseen un sistema radicular ramificado y profundo, en considerables casos pueden aprovechar la humedad del suelo más eficientemente que las plantas de cultivo. Cuando la competencia por la humedad del suelo es el factor crítico para la sobrevivencia, las malezas dejan al cultivo sin la humedad que este requiere (Sullivan, 2003).

4.2.4 Luz.

La luz es un factor indispensable para la realización de la fotosíntesis en las plantas. Cuando las malezas emergen antes que el cultivo o no son controladas y producen un follaje denso que sombrea el cultivo, éste no puede desarrollarse y fructificar con normalidad debido a una fotosíntesis deficiente (Sullivan, 2003).

4.2.5 Nutrientes.

La competencia por nutrientes se da por las mismas causas de la humedad, Debido a que las malezas y los cultivos difieren en su desarrollo radicular, tienen diferentes potenciales de absorción de nutrientes (Sullivan, 2003).

4.2.6 Desvalorización de la tierra.

Las malezas desvalorizan el valor de la tierra debido a que afectan el potencial de producción de los cultivos y a los altos costos que puede significar su control o erradicación (Yandoc *et al.*, 2004).

4.2.7 Limitan el área de cultivo.

En ciertas ocasiones la elección de un cultivo está dado por las necesidades de manejo que estos requieren y su habilidad de competencia con las malezas. En áreas densamente Infestadas por malezas agresivas, el agricultor está obligado a reducir el área de siembra u omitir el establecimiento de cultivos que no compiten efectivamente con las malezas. (Schonbeck, 2006; Clark, 2007).

4.3 Clasificación de las malezas.

Alberto Pedreros L.

Las malezas pueden clasificarse de acuerdo a algunos criterios, tales como:

4.3.1 Por su ciclo de vida.

- **Anuales:** Viven sólo un año, durante el cual producen semillas (su único medio de propagación) y mueren. Ejemplos de éstos lo constituyen el Bledo Espinoso (*Amaranthus spinosus*), Cadillo Bravo (*Cenchrus echinatus*), Cordón de Fraile (*Hyptis capitata*), etc.
- **Bianuales** (Ciclo de vida de dos años). En el primer año, el crecimiento es netamente vegetativo; en el segundo año florecen, producen semillas y mueren. Un representante de este grupo es la Escoba Amarilla (*Sida aggregata*).
- **Perennes:** Viven tres años y/o más). Se reproducen por rizomas, estolones, raíces y semillas. Ejemplo Palotal o Estoraque (*Vernonia brasiliiana*), Paja Johnson (*Sorghum halepense*), etc.

4.3.2. Por la consistencia del tallo.

- **Herbáceas:** Malezas con tallos blandos, formado por tejidos no leñosos (no lignificado). Aquí se incluyen la mayoría de las especies de gramíneas, ciperáceas y de hojas anchas anuales.

- **Semileñosas:** Las que tienen la base del tallo leñoso (material suberificado) y el resto no lignificado o herbáceo.
- **Leñosas:** Incluyen especies con tallos lignificados en toda su longitud a excepción de las partes terminales de las ramas. Casi todas las malezas perennes pertenecen a este grupo siendo las más difíciles de controlar, cualquiera que sea el método a emplear.

4.3.3. Por su Hábitat.

- **Terrestres:** Deben indicarse las condiciones que le son propicias para su desarrollo (relieve, textura, exigencias en pH, humedad y nutrientes en el suelo).
- **Acuáticas:** Crecen en sitios con una lámina de agua permanente, dependiendo su persistencia de una humedad alta en el suelo, en alguna etapa de su desarrollo (crecimiento vegetativo). Éstas a su vez pueden clasificarse en: No ancladas (Sumergidas y Flotantes). Ejemplos, Repollo de Agua (*Pistia stratiotes*), Buchón (*Limnocharis flava*), etc. y Ancladas (Sumergidas, Flotantes y Emergentes). Ejemplo, El Lirio de Agua (*Eichornia crassipes*), etc.
- **Epífitas:** Viven sobre otras plantas, pero no obtienen de ellas sus nutrientes. Ejemplo, La Tiña (*Tillandsia recurvata*), entre otras.
- **Parásitas:** Viven sobre o dentro de otras plantas, sustentándose de la planta parasitada y pueden ser parásitas de tallo o de raíces. Ejemplos, las diferentes especies de Guate Pajarito (*Phtrusa* spp. y *Phorandendrun* spp.), entre otras.

4.3.4. Por su tipo de Hoja.

- **De Hoja Ancha:** A éstas pertenecen la mayoría de las plantas dicotiledóneas (herbáceas, arbustivas y arbóreas).

- **De Hoja Fina o Angosta:** Esta categoría incluye todas las especies de las familias Gramíneas y Ciperáceas.

4.3.5. Por los requerimientos.

- **Hídricos:** Hidrófitas (altos requerimientos de agua), Mesófitas (intermedios requerimientos de agua), Xerófitas (plantas adaptadas a condiciones de sequía o de clima seco) e Higrófitas (plantas que requieren alta humedad atmosférica).
- **Lumínicos:** Heliófitas (altos requerimientos de luz), Hemiesciófitas (con requerimientos intermedios de luz) y Esciófitas (bajos requerimientos de luz).
- **Térmicos:** Macrotérmicas (Tierra Caliente, 1000 m.s.n.m, 20°C), Macro-mesotérmicas (Tierra Templada, 1000 – 2000 m.s.n.m, 10 – 20°C), Mesomicrotérmicas (Tierra Fría, 2000 – 3000 m.s.n.m, 5 – 10°C) y Holotérmicas (Termoubicuas).

4.3.6 Período Crítico de Interferencia de Malezas con los cultivos.

Definido como el período durante el cual las malezas deben ser controladas para prevenir pérdidas en el rendimiento. Es un lapso de tiempo en el que el desmalezado presenta el mayor retorno económico, por lo cual es donde deben enfocar los mayores esfuerzos de control. El rendimiento obtenido por el desmalezado durante este lapso de tiempo provee un rendimiento cercano al obtenido si se tuviese el cultivo libre de malezas durante todo el ciclo agrícola. De manera general, se menciona que los cultivos deben tener un período libre de competencia en sus etapas iniciales de crecimiento para no ver reducciones significativas en su rendimiento. Este período puede ser de un cuarto, un tercio o la mitad del período de crecimiento y desarrollo. Esta regla sobre los períodos críticos es muy variable entre la diversidad de cultivos. La magnitud del efecto sobre el cultivo que tenga la competencia entre cultivo y malezas dependerá de 5 factores interrelacionados:

4.3.7 Forma de crecimiento.

Está referido a los hábitos de crecimiento de las plantas, como es el grado de desarrollo de sus raíces, altura o área foliar. Asimismo, se toma en cuenta la rapidez con la que desarrollan un dosel sobre otras especies.

4.3.8 Momento de emergencia de las malezas.

Es evidente que la primera planta que sea capaz de absorber efectivamente agua y nutrientes, además de captar la luz solar tendrá una ventaja competitiva frente a aquellas que emerjan más tarde. El efecto sobre el cultivo por la competencia con las malezas es más grande cuando este es joven, ya que es en estas primeras etapas el crecimiento se ve inhibido fuertemente por el inadecuado suministro de agua, luz y nutrientes. El rendimiento del cultivo es reducido en mayor proporción cuando la competencia con las malezas se presenta en las primeras etapas si se compara cuando esta competencia se presenta en etapas de crecimiento más avanzadas.

4.3.9 Densidad de las malezas.

Es importante considerar que a mayor cantidad de plantas de malezas respecto al número de plantas del cultivo se tendrán menos recursos disponibles para el cultivo; por lo cual, un kilogramo en materia seca de malezas representará un kilogramo de materia seca del cultivo.

4.3.10 Duración del periodo de crecimiento de las malezas.

Si se permite el crecimiento de malezas por un período extendido el rendimiento del cultivo es drásticamente reducido. En la mayoría de los cultivos las primeras 3 a 8 semanas son importantes para evitar reducciones en el rendimiento de los cultivos, lo cual se denomina PCC. Durante este período es importante mantener el cultivo libre de malezas.

4.3.11 Características de las especies vegetales.

Las plantas cuentan con distintos mecanismos para competir con otras, desde tener mayores tasas de crecimiento, mayor altura y área foliar. Por otro lado,

existen plantas que pueden inhibir la germinación o crecimiento de plantas vecinas por la liberación de compuestos químicos alelopáticos, pero también características morfológicas como raíces tuberosas, profundas o extensas, zarcillos que permiten trepar, acumulación rápida de materia seca, entre otras; las cuales les brindan ventajas competitivas sobresalientes. Conocer el PCC de las malezas en los cultivos sirve de base para diseñar programas de manejo de malezas. Es importante que en este programa de combate se integren las herramientas necesarias que eviten un gran impacto sobre el ambiente, sobre todo aquellas referentes a su prevención o control cultural como lo es la rotación de cultivos, solarización, densidad del cultivo, momento de siembra, acolchado, manejo del agua, entre otras. Además, tener claro el PCC permite disminuir el uso de productos químicos (herbicidas) al enfocar medidas de control en un período determinado, considerando también una rotación entre los ingredientes activos de los herbicidas para evitar la generación de resistencia en las malezas.

Céspedes L., María Cecilia y Vargas S., Sigrid (eds.) (2021) *Agroecología: fundamentos, técnicas de producción y experiencia en la región de los Ríos* [en línea]. Osorno, Chile: Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 45.

4.3.12 Control de las malezas.

Las áreas destinadas para la producción de cultivos hortícolas, por lo general, son reducidas en comparación con las destinadas para el cultivo de granos. Por ello, es necesario llevar un adecuado manejo de los posibles organismos que pueden afectar el rendimiento de los cultivos de hortalizas, donde se debe destacar el manejo de especies consideradas malezas, las cuales compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz, espacio e incluso algunas tienen efectos alelopáticos que impiden el desarrollo normal del cultivo. Las malezas no solo compiten con el cultivo, demeritando la calidad de los productos cosechados en cuanto a tamaño, sino que también son hospederos de plagas y enfermedades que demeritan el valor comercial de los cultivos hortícolas. Aunado a los problemas anteriormente descritos, altas densidades de malezas entorpecen las labores que se realizan a lo

largo del cultivo y en la misma cosecha, encareciendo aún más el valor de los productos por una mayor cantidad de mano de obra y/o productos empleados para su control (Díaz, 2015)

Manejo Integrado de Malezas Existen varios factores que se deben conocer o manejar para hacer un buen Manejo Integrado de Malezas (MIM). Inicialmente se debe evitar la diseminación de semillas de malezas a través de la maquinaria utilizada para las labores del cultivo o la misma cosechadora. El manejo integrado de malezas incluye la prevención, manejo y control. Los conocimientos básicos para un manejo de malezas de manera integral consideran los siguientes aspectos: 1.

- Identificación de las malezas y su nivel de infestación.
- Biología y ecología de las especies de malezas predominantes.
- El efecto competitivo y los umbrales económicos de las especies de malezas predominantes.
- Métodos de control técnicamente efectivos, económicamente viables y seguros para el ambiente.

Una estrategia efectiva de manejo de malezas a largo plazo está basada en la aplicación práctica del concepto ecológico de la máxima diversificación del disturbio, lo que significa diversificar los cultivos y las prácticas culturales tanto como sea posible dentro de un agro ecosistema dado. Esto lleva a una completa disrupción de los nichos ecológicos de las malezas (Liebman y Davis, 2000) y, por lo tanto, a la minimización del riesgo de la evolución de la flora en el sentido de favorecer un número limitado de especies altamente competitivas. Además de esto, un sistema de producción altamente diversificado también reduce el riesgo del desarrollo de poblaciones de malezas resistentes a los herbicidas.

4.3.13 Labores preventivas.

La prevención es un componente muy importante del MIM. El uso de semilla certificada libre de malezas y la limpieza de la maquinaria son prácticas necesarias para evitar la proliferación de una mayor cantidad de semillas de malezas dentro de

los terrenos agrícolas. Otras labores a tener en cuenta son las siguientes: Preparación del terreno. Siempre que las malezas perennes predominen, lo mejor será labrar de tal manera que las raíces, rizomas u otros órganos subterráneos queden fuera de la superficie, con la finalidad de que se sequen con el viento y el sol. El paso de rastra se recomienda cuando los rizomas son menores de 5 cm de longitud o en terrenos con suelos de textura ligera. La labranza debe ser tan profunda como se lo permita el equipo en suelos de textura pesada, y algunas veces un solo pase del arado o rastra no suele ser suficiente para lograr ese máximo de profundidad. Por otra parte, se debe procurar dejar un suelo desmenuzado para evitar una desuniformidad en la germinación de las semillas. La solarización del suelo. Este método es efectivo para el control de malezas, seguro para el operador y compatible con el medio ambiente. Consiste en utilizar filmes de polietileno transparentes o negros para cubrir el suelo húmedo por un periodo de 30-45 días antes de la siembra. Se suele utilizar durante las épocas más cálidas del año (temperaturas de 35-40 °C) y de mayor radiación solar. Además, puede ser económicamente rentable si se reutilizan los filmes de polietileno. Esta práctica normalmente incrementa la disponibilidad de nutrientes del suelo para las plantas cultivables y combinado posteriormente con la utilización de acolchado reduce con eficacia la población de malezas durante 7 meses (Bedmar, 2012).

-Control físico. Incluye los métodos o procedimientos de arranque manual, escarda con azadón, corte con machete u otras herramientas y labores de cultivo (Rosales, R.E. 2016).

-Control mecánico. Consiste en la eliminación de la maleza, empleando cualquier equipo agrícola como: arados, rastras, azadones rotativos y cultivadoras tiradas por tractor o por animales de tiro (Rosales, R.E. 2016).

-Control Químico. Es un control más eficiente de las malezas. Pero causa un daño potencial al ambiente y a los seres humanos. En la actualidad existen varios herbicidas que se usan con éxito en los cultivos agrícolas (Rosales, R.E. 2016).

4.4 Bioherbicidas.

Una de las definiciones más comunes indica que un bioherbicida es un “químico que causa una disrupción en la fisiología o metabolismo de una planta por un tiempo suficientemente largo como para matarla o reducir su crecimiento” Los herbicidas son compuestos complejos que tienen la capacidad de controlar las plantas indeseables o malezas en los cultivos. El objetivo de los bioherbicidas es reducir la germinación y crecimiento de arvenses antes de que compitan con el cultivo principal, en lugar de controlarlas una vez que ya se han desarrollado (Hasan et al., 2021). En los últimos años estos productos naturales han comenzado a ser valorados como un elemento crucial para controlar arvenses. Estos plaguicidas como otros productos para la protección de los cultivos, deben ser utilizados de acuerdo al conocimiento de todas sus características y propiedades, para así obtener el máximo provecho de su acción, ya que por ser compuestos que producen un impacto ambiental, no se justifica su uso sin una rentabilidad acorde a dicho impacto, que en todo caso debe ser el más bajo posible.

4.4.1 Composición

Se describe una composición bioherbicida que contiene: un compuesto a base de pirimidinodiona como un principio activo; y un potenciador de eficacia. La composición herbicida puede aumentar las características de expresión del efecto biológico de la composición a base de pirimidinodiona como un bioherbicida de contacto, mejorar la propiedad de acción rápida sobre las malas hierbas monocotiledóneas así como malas hierbas de hoja ancha a través de la capacidad de dispersión y el poder de penetración mejorados, y el control efectivo, a una dosis baja, incluso con malas hierbas resistentes que muestran resistencia a otros herbicidas. Además, la composición herbicida mantiene estabilidad termodinámica para aumentar la estabilidad de almacenamiento, y puede exhibir eficacia uniforme y excelente en el momento de tratamiento químico a través de la dispersión uniforme del principio activo.

4.4.2 Características físico-químicas de los bioherbicidas.

La identidad y características físico-químicas de un compuesto químico son consecuencia de su estructura; esta estructura depende de la naturaleza y tipo de átomos o grupos funcionales que la conforman y del arreglo espacial de estos (Anderson, 1983). Los herbicidas modernos son moléculas orgánicas conformadas básicamente por carbono, hidrógeno y oxígeno; también, dependiendo del herbicida, se encontrarán átomos de cloro, flúor, nitrógeno, fósforo, etc. de cuyas combinaciones y ubicación espacial dentro de la molécula depende el comportamiento del compuesto en el ambiente y la planta.

Algunos otros están compuestos de alelopáticos o alelo químico que son sustancias que una planta produce para dañar a las plantas que la rodean para así apropiarse de más luz, agua o nutrimentos.

Algunos alelo químico son solubles en agua, lo que los hace más fáciles de aplicar sin agregar surfactantes. Los bioherbicidas alelo químicos suelen tener una persistencia ambiental de corta duración y baja toxicidad.

4.5 Tipos de sustancias naturales que controlan malezas.

El manejo de malezas es uno de los principales retos en la actividad agrícola, en algunos casos extremos, cuando las malezas no se controlan durante varios ciclos productivos, estas plantas pueden provocar la pérdida completa del cultivo, pues se permite que el banco de semillas crezca con el consecuente aumento en el número de malezas año con año. Por esta razón es que los herbicidas son uno de los grupos de plaguicidas de mayor uso a nivel nacional y mundial. Sin embargo, para devolver la fertilidad a largo plazo del suelo y otros servicios ecosistémicos que se necesitan para producir, así como mejorar la salud humana y ambiental, es necesario reducir y eventualmente eliminar el uso de herbicidas y otros plaguicidas peligrosos. Se debe de invertir en investigación y aplicación de sistemas de producción agrícola sustentable para formar modelos de producción ecológica y económicamente viables, que puedan revertir el daño causado por la constante aplicación de bioherbicidas y otros plaguicidas en nuestros campos.

La producción agrícola es posible realizarla exitosamente reduciendo o aún eliminando por completo el uso de herbicidas. Existen muchos métodos para el manejo de malezas que se han practicado antiguamente, algunos olvidados, pero que, retomados y adaptados a las condiciones actuales de producción, pueden ofrecer la opción de reducir o eliminar el uso de herbicidas en la producción de alimentos sin comprometer los recursos para las generaciones futuras. Por ello es importante recalcar que se debe realizar un excelente control p manejo preventivo de malezas, esto evitará tener que realizar aplicaciones innecesarias de bioherbicidas que afectan a la planta y por ende al medio ambiente.

Los aceites esenciales son compuestos que se evaporan y que son obtenidos de diferentes partes de la planta, como hojas, corteza, flores, frutos, semillas, raíces y también de la planta entera. Los terpenoides son los principales compuestos de actividad de los aceites esenciales que podrían ser candidatos potenciales para el desarrollo de nuevos bioherbicidas. Estos compuestos tienen una fuerte actividad tóxica hacia diferentes especies de arvenses. Al aplicar aceites esenciales se ha observado en las plantas objetivo: amarillamiento, quema de hojas, reducción del crecimiento, disminución del contenido de clorofila y daño oxidativo.

4.5.1 Efecto de las sustancias naturales

Estos compuestos tienen una fuerte actividad tóxica hacia diferentes especies de arvenses. Al aplicar aceites esenciales se ha observado en las plantas objetivo: amarillamiento, quema de hojas, reducción del crecimiento, disminución del contenido de clorofila y daño oxidativo.

4.5.1.1 *Saponinas de agave 25 %*

Las saponinas esteroidales presentes en los agaves son metabolitos secundarios involucrados en los mecanismos de defensa de las plantas contra el ataque de hongos, bacterias, levaduras y algunos insectos.

Exhiben propiedades antimicrobianas, anti fúngicas, insecticidas y anti alimentarias, lo que les permite actuar como una barrera química contra patógenos

potenciales y, por lo tanto, representan un recurso valioso para el desarrollo prospectivo de nuevas formas de agroquímicos.

4.5.1.2 Método de acción de saponinas de agave 25%

Demuestra tener niveles de actividad fitotóxica que las hace aptas para el control efectivo de malezas. Las semillas que logran germinar después de la aplicación de las soluciones fitotóxicas no quedan exentas del todo, sino que son afectadas en su crecimiento, longitud radicular y peso. (Cruz-Ortiz & Flores-Méndez, (2021).)

4.5.1.3 D-limoneno 55 %

El limoneno es una sustancia química presente en las cápsulas de la cáscara de los cítricos, y se usa como un solvente, forma parte de grupo de hidrocarburos no saturados y es sensible a procesos de oxidación y polimerización que originan productos oscuros e insolubles

Se emplea como solvente, agente de limpieza, aditivo, saborizante en productos alimenticios, aromatizante, pesticida y herbicida natural.

4.5.1.4 Método de acción del d-limoneno

Afecta la germinación en concentraciones de 0.1 y 0.5, y en 0.7 el crecimiento de la arvense (*Amaranthus*). Se usa como un herbicida de contacto. (Vaid et al., 2011).

4.5.1.5 Extracto de tomillo 23 %

Extracto de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) es una mata perenne aromática de hasta 30 cm de altura, sus tallos son leñosos y grisáceos. Hojas lanceoladas u ovadas, enteras, pecioladas, con el envés cubierto de vellosidad blanquecina y con el contorno girado hacia adentro, sus componentes activos son: Ácidos; ácido oleico, palmítico, nicótico y linoleico (planta), Ácido ascórbico (hojas). (Preparación de extracto de tomillo como fungicida y bactericida, 01 Septiembre 2018)

4.5.1.6 Método de acción del extracto de tomillo.

Afecta la inhibición del crecimiento de los arvenses, dado que la acción de este compuesto podría afectar la actividad mitótica de las arvenses, contiene timol y pcymene, ambos son compuestos fitotóxicos.

4.5.1.7 Extracto de pino 15 %

El extracto (*Pinus* sp.) de pino es un fenómeno hormonal, ya que debajo de los pinares se acumulan gran cantidad de acículas de Pino que al descomponerse forman compuestos químicos llamados picnogenoles, capaces de inhibir la germinación de las diásporas de plantas arvenses.

4.5.1.8 Método de acción del extracto de pino.

Los picnogenoles inhibe la actividad del ácido indolacético-oxidasa, una enzima cuya función es mantener el nivel óptimo de la hormona de crecimiento ácido indolacético; por consiguiente, la hormona se acumula y su exceso perturba el crecimiento vegetal. (Revista Vinculando. (2008).

4.5.1.9 Vinagre

El vinagre (ácido acético) es un líquido agrio y de características astringentes que se compone de ácido acético y agua, y que se produce a partir de la combinación y fermentación ácida de manzana y vino. (Definición de vinagre, 30 de octubre de 2012).

4.5.1.10 Método de acción del vinagre.

El ácido acético del vinagre es desecante y absorbe la humedad de las hierbas, ocasionando progresivamente la muerte de los tejidos vegetales. Las concentraciones de ácido acético del 5 - 10% eliminan las pequeñas y medianas malezas, especialmente las de "hoja ancha", con efectividad del 88 al 100% (Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (diciembre 2016).

V MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Ubicación del experimento.

El presente trabajo de investigación se realizó en un invernadero propiedad del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, ubicado en el km 10 de la carretera Tlajomulco- San Miguel Cuyutlán.

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco se localiza en la porción media de la región centro del estado, en las coordenadas 20° 28' de latitud norte y 103° 27' de longitud oeste, a una altura de 1,575 metros sobre el nivel del mar.

5.1.1 Límites.

Limita al norte con los municipios de Zapopan y Tlaquepaque; al sur con Jocotepec y Chapala; al este con El Salto, Juan Acatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al oeste con Acatlán de Juárez y Tala. Su extensión territorial es de 636.93 kilómetros cuadrados.



Figura 2. Mapa del instituto Tecnológico de Tlajomulco

El clima del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 19.7 ° C, y tiene una precipitación media anual de

821.9 milímetros. Los vientos dominantes son de dirección norte. El promedio de días con heladas al año es de 4.3.

Dentro de un invernadero se consideran 4 factores de suma importancia a la hora de establecer cualquier cultivo: temperatura, humedad relativa, luz y CO₂. Para que las plantas puedan realizar sus funciones es necesaria la conjunción de estos factores dentro de unos límites mínimos y máximos, fuera de los cuales las plantas cesan su metabolismo, pudiendo llegar a la muerte.

El control ambiental está basado en manejar de forma adecuada todos aquellos sistemas instalados en el invernadero: sistema de calefacción, la ventilación y el suministro de fertilización carbónica, para mantener los niveles adecuados de la radiación, temperatura, humedad relativa y nivel de CO₂, y así conseguir la mejor respuesta del cultivo y por tanto, mejoras en el rendimiento, precocidad, calidad del producto y calidad del cultivo. Haciendo mención que cada uno de estos factores será variable dependiendo las necesidades del cultivo.

5.1.2 Establecimiento del proyecto

El presente trabajo de investigación se inicia el día 20 de agosto del 2022 (dos mil veintidós), de acuerdo a las siguientes etapas:

5.1.3 Limpieza y preparación del invernadero.

Se dispuso a realizar la limpieza del invernadero, retirando escombros, malezas, entre otros. Preparando el área donde se colocarán las unidades experimentales, para llevar a cabo el experimento como se muestra en la FIGURA 3.



Figura 3. Limpieza del invernadero.

5.1.4 Preparación de Mezcla.

Se utilizaron bolsas de Polietileno negras con capacidad de 5 lts aproximadamente y macetas de plástico. El sustrato utilizado fue una mezcla de Tezontle con fibra de coco y composta de pino, como se muestra en las FIGURA 4.



Figura 4. Preparación del sustrato



Fig. 5 llenado de bolsas de polietileno.

5.1.5 Arreglo de las macetas.



Se formaron 4 bloques, con 6 filas y 8 muestras por cada una de las filas, haciendo un total de muestras por cada bloque, de 48 unidades experimentales.

Figura 5. Colocación de macetas para establecimiento de diseño.

5.2 Material Vegetal.

El establecimiento de las especies se utilizó semillas de especies de hoja ancha y hoja angosta como se describe en la (tabla 1).

Tabla 1. Malezas de hoja ancha y angosta y familias.

Hoja Ancha		Hoja Angosta	
Nombre común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico.
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i>	Trigo	<i>triticum aestivum</i>
Tomatillo	<i>Physalis Angulada</i>	Almorejo	<i>Setaria viridis.</i>
Verdolaga	<i>Portulaca Oleracea</i>	Gramma	<i>Cynodon Dactylon</i>
Chicalote	<i>Argemone Munita</i>	Johnson	<i>Sorgum Alepense Johnson</i>
Trébol	<i>Trifolium</i>	Almorejo	<i>Setaria viridis</i>
Mala mujer	<i>Solanum Rostratum</i>	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>

5.2.1 Selección de las semillas.

Se llevó a cabo la recolección de las semillas (ver cuadro 1), se separó las semillas tanto de hoja angosta, como de hoja ancha, y se realizó la mezcla de ambas para realizar la siembra en los 6 diferentes tratamientos, como se muestra en la



Figura 6 selección de semillas

5.3 Tratamientos Y Fechas De Aplicación.

El material químico usado para el control de malezas en el lote experimental se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Nombre de la formulación, características, dosis y fecha de aplicación.

NOMBRE	CARACTERISTICAS INGREDIENTES ACTIVOS	DOSIS	FECHA DE APLICACIÓN.
FORMULACIÓN 1.	D-LIMONENO 15% SAPONINAS DE AGAVE.	5 ML/LT	23/09/2022
FORMULACIÓN 2.	D-LIMONENO 15% SAPONINAS DE AGAVE 25%	2.5 ML/LT	23/09/2022
SEC NATURAL.	HERBICIDA AGROECÓLOGICO DE CONTACTO Y AMPLIO ESPECTRO UNA HERRAMIENTA ORGÁNICA PARA EL CONTROL DE MALEZAS.	15 ML/LT	01/10/2022
FORMULACIÓN 2.5 %	D-LIMONENO 15% SAPONINAS DE AGAVE 25%	5 ML/LT	22/10/2022
DORMULACIÓN 5%	D-LIMONENO 15% SAPONINAS DE AGAVE 25%	2.5 ML/LT	22/10/2022

5.3.1 Aplicación de los tratamientos.

La aplicación de los tratamientos se realizó a los 20 y 30 días en 2 bloques con 48 unidades experimentales, utilizando una bomba aspersora de 2 litros, el proceso de aspersion se realizó al follaje de las malezas. Se realizaron una o más aplicaciones en preemergencia a las malezas, dependiendo del tipo de bioherbicida aplicación, así como en pos emergencia a las malezas.

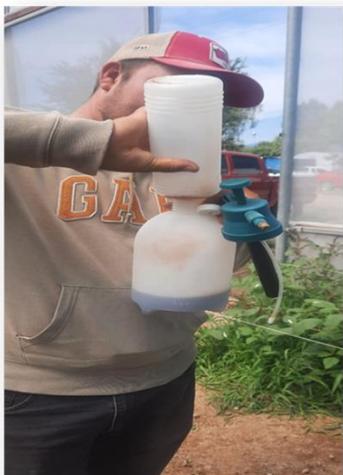


FIGURA 7: Preparación de formulación para su aplicación.



FIGURA 8: Aplicación de bioherbicidas en malezas de hoja ancha.

5.4 Variable A Evaluar.

Se evaluó el porcentaje de efectividad con cada uno de los tratamientos utilizados, tanto en malezas de hoja ancha como hoja angosta, una vez realizados las distintas aplicaciones en las unidades experimentales, revisando toxicidad, nivel de marchitez y altura de la maleza como se puede apreciar en la figura (9 y 10).



Figura 9. Promedio de altura.



Figura 10. Evaluación de mortalidad.

La evaluación se realizó de forma visual del porcentaje de efectividad de bioherbicidas en la cobertura de malezas, en la totalidad de las unidades experimentales y el efecto de control sobre cada maleza aplicada después de 3 a 6 DDA.

5.4.1 Porcentaje de efectividad.

Para cada herbicida se analizó el porcentaje de control de maleza evaluando los tres diferentes tratamientos que se plasman en la tabla 2.

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos Porcentaje De Efectividad De Control De Malezas.

5.5 Diseño Experimental.

El Diseño de Experimentos tuvo su inicio teórico a partir de 1935 por Sir Ronald A. Fisher, quién sentó la base de la teoría del Diseño Experimental y a la fecha se encuentra bastante desarrollada y ampliada. Actualmente las aplicaciones son múltiples, especialmente en la investigación de las ciencias naturales, ingeniería, laboratorios y casi todas las ramas de las ciencias sociales.

El diseño experimental utilizado en este trabajo de investigación fue el de completamente al azar, con tres tratamientos y ocho repeticiones. Este diseño es una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamientos” y la “varianza del error”. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución F.

5.5.1 Propósito de un diseño experimental.

Es proporcionar métodos que permitan obtener la mayor cantidad de información válida acerca de una investigación, teniendo en cuenta el factor costo y el uso adecuado del material disponible mediante métodos que permitan disminuir el error experimental.

Un diseño experimental está formado por dos estructuras: la de tratamientos y la de diseño experimental propiamente dicho. La estructura de tratamientos se construye a partir de los factores que se han de comparar, mediante la medición de sus efectos sobre una o más variables de respuestas predeterminadas (tales como fitotoxicidad, residuos, reducción de la infestación, rendimiento o producción del cultivo, entre otras).

Modelo lineal del diseño experimental completamente al azar.

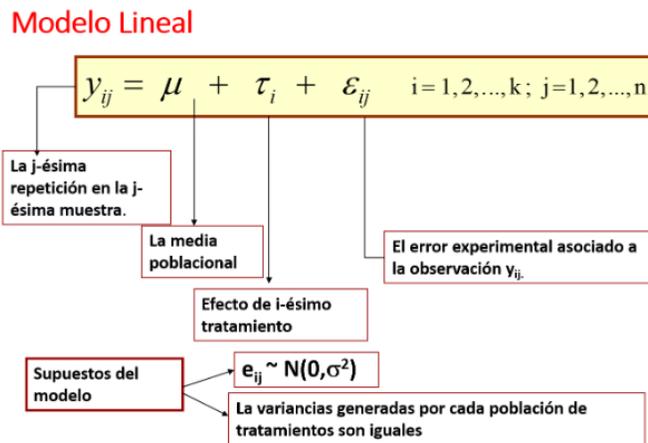


Figura 11: Muestra de método lineal.

Modelo de medias:

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde;

y_{ij} es la observación de la *j*-ésima u.e. del *i*-ésimo tratamiento,

μ_i es la media del *i*-ésimo tratamiento,

ε_{ij} es el error experimental de la unidad *ij*.

Suponemos que hay *t* tratamientos y *r* repeticiones en cada uno.

5.5.2 Toma de datos.

La toma de datos se realizó a los 20 y 30 días una vez que pre emergió la maleza, realizando las aplicaciones en dichos tiempos, utilizando los tres distintos tratamientos (ver tabla 2) una vez llevada a cabo la aplicación las tomas de datos se lleva a cabo de los 2 a 3 días, chequeando porcentaje de efectividad.

5.5.3 Análisis de datos.

El análisis de los datos obtenidos, se analizó utilizando el paquete estadístico infostat. Los datos fueron transformados por arco seno de la raíz cuadrada de $X/100$ antes de su análisis, para homogenizar sus varianzas (Lentner y Bishop, 1993).

Arcoseno $(Y/100)^{1/2}$: se usa cuando la variable se expresa en porcentaje. No se deben tomar los valores de la raíz cuadrada de Y expresados en porcentaje, siempre se deben expresar en proporciones, por eso se presenta como arcoseno $(\text{porcentaje}/100)^{1/2}$.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El ANOVA realizado muestra diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos, tanto a los 20, como a los 30 días después de los 3 días una vez realizada la aplicación.

EFFECTIVIDAD A LOS 20 DÍAS 3DDA

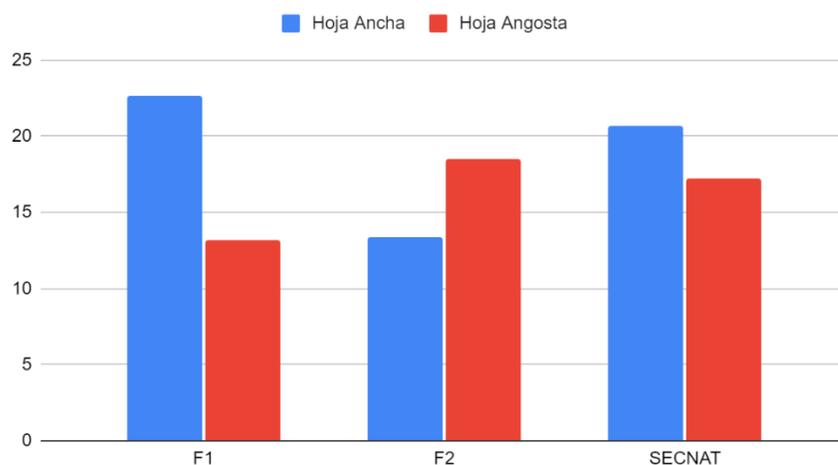
De los tratamientos evaluados se realiza un ANOVA y prueba Tukey (Tabla 3) y se observó que, en malezas de hoja ancha, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, más sin embargo el F1 tuvo mejor porcentaje de efectividad (22.7) a diferencia del Testigo (20.65). En Malezas de hoja angosta, hubo diferencias entre tratamientos, mostrando el F2 mejor resultado con un porcentaje de efectividad de (18.52), en relación al Testigo con un porcentaje de efectividad de (17.23).

Tabla 3 Evaluación 20 Días.

	HOJA ANCHA 20 DIAS NS		HOJA ANGOSTA 20 DIAS *	
	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
F1	22.7	A	13.15	B
F2	13.38	A	18.52	A
SEC. NAT	20.65	A	17.23	A
C.V.	19.63		17.61	

En la Gráfica 1 se muestra que a pesar de que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento F1 obtuvo mejor porcentaje de efectividad en el control de las malezas de hoja ancha con un (22.7) de efectividad. Según las pruebas de tukey el resultado muestra que, de los tres tratamientos utilizados, la formulación 1 fue la mejor mostrando mejores resultados con el 22.7 %, sobre sec. Natural con un 20.65% y formulación 2 mostró un bajo rendimiento con un 13.38 % como se muestra en las gráficas.

EVALUACION A LOS 20 DIAS



Gráfica 1 Evaluación 20 días.

EFFECTIVIDAD A LOS 30 DÍAS y 6 DDA.

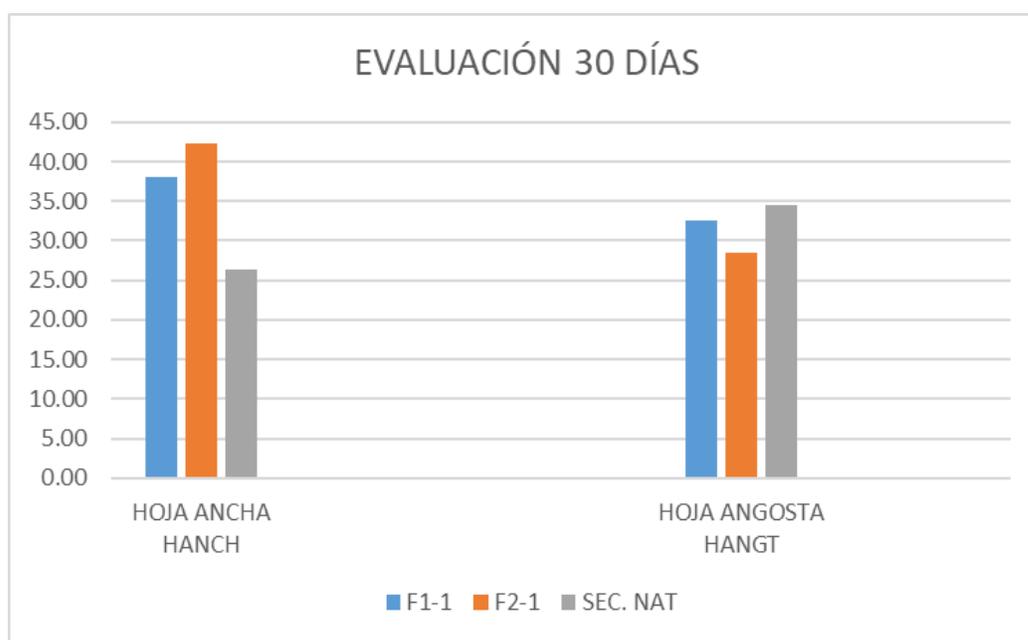
La evaluación a los 30 días de emergidas de las malezas y a los 6 DDA, en malezas de hoja ancha, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, pero el T2 (42.33) presentó mejor porcentaje de efectividad, superando al Testigo, quién presentó (26.35). Por otro lado, en hoja angosta, aunque no hubo diferencia significativa entre los 3 tratamientos, el Testigo fue el que mejor comportamiento tuvo al presentar (34.45) a diferencia de los tratamientos T1 (32.56) y T2 (28.42), lo que indica que, a mayor número de días, pierden su efectividad.

	HOJA ANCHA			HOJA ANGOSTA		
	MEDIA	GRUPO	*	MEDIAS	GRUPO	NS
F1-1	38.12	A	B	F1	32.56	A
F2-1	42.33	A		F2	28.42	A
SEC. NAT	26.35		B	SEC. NAT.	34.45	A
C.V.	27.43			C.V	22.17	

Tabla 4 Evaluación 30 días.

En la Gráfica 2 se muestra que existen diferencias entre los tratamientos, pudiendo observar que la F1 obtuvo mejor porcentaje de efectividad en el control de las malezas de hoja ancha.

Según las pruebas de tukey el resultado muestra que, de los tres tratamientos utilizados, la formulación 1 fue la mejor mostrando mejores resultados con el 73.88 %, sobre sec natural con un 66.55 % y formulación 2 mostró un bajo rendimiento con un 46% como se muestra en las gráficas.



Gráfica 2 Evaluación 30 días.

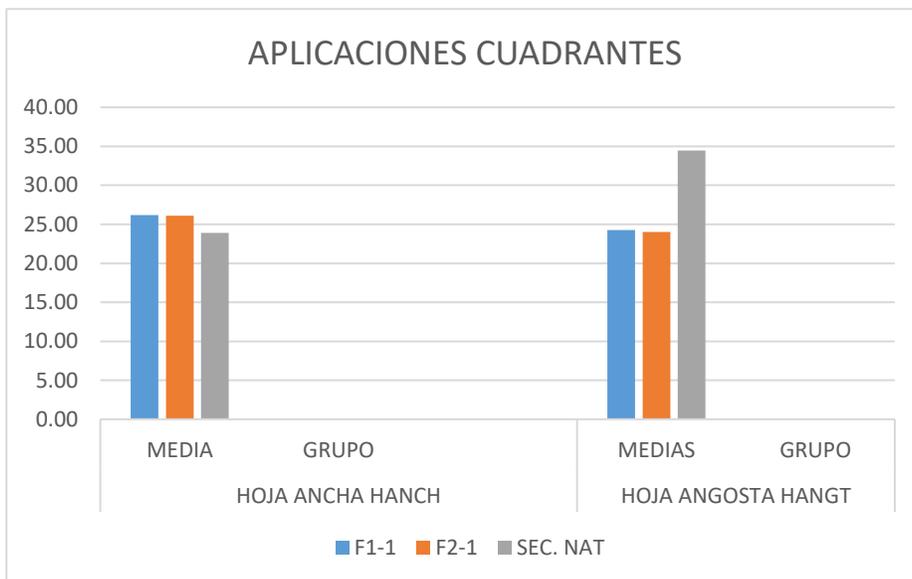
CUADRANTES.

El ANOVA no se hubo diferencias significativas, la prueba de medias con Tukey se muestra que, de los tres tratamientos utilizados, la formulación 1 fue la mejor mostrando mejores resultados con el 26.18 %, sobre sec. Natural con un 23.91 % y formulación 2 mostró resultado similar a la formulación 1 con un 26.1% como se muestra en las gráficas.

HOJA ANCHA HANCH			HOJA ANGOSTA HANGT		
	MEDIA	GRUPO NS		MEDIAS	GRUPO NS
F1-1	26.18	A	F1	24.28	A
F2-1	26.1	A	F2	24.03	A
SEC. NAT	23.91	A	SEC. NAT.	34.45	A
C.V.	11.64		C.V	15.67	

Tabla 5. Evaluación de cuadrantes.

En la Gráfica 3 se muestra que a pesar de que no hubo diferencias entre los tratamientos el Formulación 1 obtuvo mejor porcentaje de efectividad en el control de las malezas de hoja ancha, mientras que en hoja angosta el testigo mostro un mejor comportamiento con el (34.45) de porcentaje de efectividad.



Grafica 3: Evaluación en cuadrantes.

DISCUSIÓN.

Resultados similares han sido reportados por Durán y colaboradores (2011) al utilizar saponinas esteroidales de Agave con potencial bioherbicida en el control de maleza *Echinochloa cruz-galli* L. presentando mejor control que el herbicida comercial Logran®.

Por otra parte, González-Lutz (2021), evaluó la actividad herbicida de tres productos naturales sobre cuatro especies de arvenses. Las plantas mostraron síntomas a las dos horas, pero su eficacia final varió entre especies. A los ocho días después de la aspersion el d-limoneno resultó más eficaz que todos los demás tratamientos, mostrando grados de daño mayores a 4,25 en todas las especies. De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que los productos de origen natural, son una buena alternativa al uso de herbicidas sintéticos con especial atención al Glifosato.

VII CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones que se llevó a cabo este experimento podemos sacar las siguientes conclusiones.

- Entre los tratamientos utilizados se encontró que todos exterminan las malezas, pero entre ellos hay diferencias significativas de resultados de efectividad.
- Es factible prevenir el control de malezas al realizar aplicaciones antes de que pre emerjan las mismas.
- La formulación 2 mostro mayor efectividad lo que comprueba que es viable buscar métodos alternos de forma natural y disminuir en gran medida los productos químicos que venden en el mercado de forma convencional.

Por tanto, podemos concluir a través de esta investigación que resulta viable utilizar otras alternativas para el exterminio de malezas que sean menos dañinas para el medio ambiente, así como para el ser humano. Con lo anterior podremos evitar el uso del “glifosato” en gran medida en pro del sector Agropecuario en México.

VIII BIBLIOGRAFIA

Céspedes L., María Cecilia y Vargas S., Sigrid (eds.) (2021) Agroecología: fundamentos, técnicas de producción y experiencia en la región de los Ríos [en línea]. Osorno, Chile: Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Nº 45.

Clark, A. 2007. Managing cover crops profitably. 3rd ed. Sustainable Agriculture Network Handbook Series Book 2. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD. (Available online at: <http://www.sare.org/Learning-Center/Books/Managing-Cover-Crops-Profitably-3rd-Edition>)

Cruz-Ortiz, L., & Flores-Méndez, M. (2021). Avances en el desarrollo de nuevos herbicidas biológicos a partir de extractos vegetales fitotóxicos aplicados in vitro. Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (diciembre 2016). Allan Alvarado Aguayo, Mariela Carrera Mari dueña y Geovanny Yanca Carvajal. 20016. 20016.

Hasan, M., Ahmad-Hamdani, M. S., Rosli, A. M., & Hamdan, H. (2021). Bioherbicides: An Eco-Friendly Tool for Sustainable Weed Management. Plants, 10(6), 1212. <https://doi.org/10.3390/plants10061212>

Mohler, C. L. 2001a. Weed life history: Identifying vulnerabilities. p. 40–98. In M. Liebman et al. Ecological management of agricultural weeds. Cambridge University Press, New York.

Mohler, C. L. 2001b. Mechanical management of weeds. p. 139–209. In M. Liebman et al. Ecological management of agricultural weeds. Cambridge University Press, New York.

Rosales, R.E. 2016. Manejo Integrado de Malezas en Soya. Curso Producción de Sorgo y Soya de Alto Rendimiento.

Schonbeck, M. 2006. Evaluation of frost-killed cover crop mulches for organic no-till production of spring vegetables on small farms. A final report to the Organic Farming Research Foundation on research conducted between July 2004 and June 2006.

Schonbeck, M., and B. McCann. 2007. Cultural practices for managing weeds [Interactive Online Course]. Module D. In Integrated pest management for organic crops. Cooperative Extension Curriculum Project.

Sosa Valdivia, A., & Ruíz Ibarra, G. (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. Papeles de población, 23(93), 207-230.

Sullivan, P. 2003. Principles of sustainable weed management for croplands [Online]. ATTRA Publication #PO39. National Sustainable Agriculture Information Service. Available at: <https://attra.ncat.org/product/principles-of-sustainable-weed-management...>

Yandoc C. B., E. N. Roskopf, and C. T. Bull. 2004. Weed management in organic production systems. p. 213–254. In R. T. Lartey and A. J. Caesar (ed.) Emerging concepts in plant health management. Research Signpost, Kerala, India.