

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efectos de Extractos Vegetales Utilizados Como Herbicidas Preemergentes
Sobre Plantas de Maíz (*Zea mays* L) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

Por:

EUSTRAIN ROBLERO SOTO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Noviembre, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efectos de Extractos Vegetales Utilizados Como Herbicidas Preemergentes
Sobre Plantas de Maíz (*Zea mays*) y Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Por:


EUSTRAIN ROBLERO SOTO


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN


Aprobada por el Comité de Asesoría


Dr. Juan Carlos Zúñiga Enríquez
Asesor Principal


Dr. Martín Tucuch Cauich
Coasesor


M.C. Adolfo Ortega Pérez
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2015

Dedicatoria

A mi padre Eustrain Roblero Gálvez mi amigo, mi maestro de la vida, quien me enseñó que en las adversidades no existe la palabra rendir, que a pesar de los golpes de la vida siempre se tiene que sonreír, por su apoyo, sus consejos, por su confianza.

A mi madre Magda Soto López que aunque no tenga una capa, siempre será mi superhéroe favorita, por sus palabras de aliento, por enseñarme que se pueden hacer las cosas cuando uno quiere, por su gran amor.

Gracias a ustedes por inculcarme los valores, por su apoyo, por el gran sacrificio que hicieron, y hacerme una persona de bien muchas gracias.

A mis hermanos Oscar Roberto Roblero Soto y Jessica Roblero Soto gracias por estar conmigo en todo momento, por esas noches que platicábamos de todo, sus consejos y sus risas que me alientan a seguir adelante, por esas travesuras de niños y las que aún se hacen mil gracias.

A mis abuelos Aurelio Soto Pérez, Mirna López Escalante (†), Rosalinda Gálvez, Oscar Roblero Salas, por sus historias, enseñanzas de la vida, y más que nada por esos abrazos que aún tengo presente, en especial a ti abuelita por ser más que madre en esos momentos, por tus lecciones y tu gran amor, cuando llegue el final te encontraras con aquellos que amaste y no abra vida ni muerte (Daniel 1:2).

A mi tía Vilna Roblero Salas, por su apoyo en todo momento, por querernos como hijos, por sus preocupaciones, muchas gracias.

A mis tíos Ninfora Soto López y Herminio Gonzales, por estar con nosotros, su apoyo, sus consejos los cuales aún están presentes, los chistes, pero sobre todo por su amor mil gracias.

Agradecimientos

A Dios, por permitirme cumplir un sueño más en mi vida, por la salud y bienestar otorgado en este camino, porque mientras crees en el nada malo te sucederá, confía en él y se obediente, y él te concederá sabiduría en tu mano derecha y riquezas en la otra, proverbios 4:1-5.

Al Dr. Fulgencio Martin Tucuch Cauich, por ser mi asesor de tesis, prácticas profesionales pero sobre todo por su amistad, muchas gracias dios lo bendiga.

A la empresa Green Corp Biorganicks de México, por el apoyo y material brindado para la realización de este trabajo.

Al Dr. Juan Carlos Zúñiga Enriques, por ser maestro y amigo, por el apoyo dado en este trabajo, por las ideas y consejos, gracias.

A MI ALMA MATER por acogerme dentro de sus instalaciones, por permitir realizar mis estudios y todo el apoyo dado durante mi carrera.

A la generación XCI de Ing. Agrónomo en Producción, en especial a mis amigos Elmer del Carmen (Sapo), Enrique Aventura, Martin Muñiz, Tomas Santiago (Tommy), José Luis (Popis), Ángel Cisneros (Marihuas), y Alfonso Hermilo, Jesús Valades (Chuy chuy) gracias por estar conmigo por su apoyo, pero sobre todo por la confianza muchas gracias.

A Abraham Díaz y familia, Samuel Cruz y familia, Ángel Macín, por su apoyo dado y amistad durante todo este tiempo, por compartir ideales así como momentos inolvidables muchas gracias.

Al Iproder A.C, por la oportunidad dada, en especial al M.c Juan Peña Garza, M.c Samuel Peña Garza, por la enseñanza y confianza brinda durante este tiempo así como al M.c Gabi Gonzales por su apoyo dado durante todo este tiempo, por abrirme las puertas de su casa muchas gracias.

A mis primos Jesús Ansony (Choni), José Iván, Dani, Olivar, Jorge, Víctor, Alma rosa y al pequeño Python, así como a Briani, Citania, muchas gracias por estar conmigo por su apoyo brindado, por las risas y las noches que no se olvidan mil gracias.

A Saúl García y su esposa, por apoyarme, por esas noches de Basquetbol y las risas, dios los bendiga.

A ustedes que siempre están conmigo, por aquellos juegos inocentes, por enseñarme que la palabra primo es igual a hermano, no me bastaría este pequeño espacio para agradecerles a todos, gracias familia soto

A ti que llegaste un octubre a mi vida, por tu apoyo dado, por las risas y aventuras, por enseñarme un mundo desconocido, por ser parte de mi vida, muchas gracias Lili Velasco.

Al equipo de Basquetbol y entrenador de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A Yolanda Yanet, por su amistad dada en este tiempo, por esas noches de desvelo inolvidables, por ser parte de este camino, mil gracias.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	III
Agradecimientos	IV
RESUMEN	XII
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Concepto de Maleza.....	3
Clasificación de La Maleza.....	4
Por su ciclo de vida.	4
Por su fenotipo.	5
Por el hábitat.	5
Ecología de Maleza	5
Características de la Maleza	5
Importancia de la Maleza	6
Métodos de Control	8
Concepto de Herbicida	10
Clasificación de los Herbicidas	10
Método de aplicación	10
Herbicidas preemergentes.....	10
Herbicidas de emergencia	11
Herbicidas postemergencia	11
Herbicidas según el comportamiento en la planta.....	11
Selectivos.....	11
No selectivos.....	11
Herbicidas según su comportamiento en el suelo.....	12
Tipo de acción.....	12
Contacto.	12

Sistémicos	12
Familia Química	12
Compuestos inorgánicos	12
Compuestos orgánicos	12
Interacción del Herbicida con Factores del Medio Ambiente	13
Humedad del suelo	14
Humedad relativa	14
Suelo	14
Luz solar	15
Interacción con Microorganismos del Suelo	15
Agricultura Orgánica	16
Importancia de la Agricultura Orgánica	17
Herbicidas Orgánicos	17
La Alelopatía	19
Clases de compuestos identificados como agentes alelopáticos	20
Gases tóxicos	20
Ácidos orgánicos y aldehídos	21
Lactonas simples no saturadas	21
Cumarinas	21
Quinonas	21
Taninos	22
Alcaloides	22
Terpenoides y esteroides	22
Vías de Liberación De Los Compuestos Alelopáticos	22
Uso de Extractos en Manejo de Maleza	24
Efectos en plantas a nivel hormonal	25
Efectos sobre la actividad enzimática	26
Efectos en la fotosíntesis	26
Extractos Vegetales	27
Aceite de clavo (<i>Syzygium aromaticum</i> L.)	27
Parthenium (<i>Parthenium hysterophorus</i> L.)	28

Guiche de lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i> Torr.)	29
Ruezno de nogal (<i>Carya illinoensis</i> K.).....	30
<i>Leucaena</i> (<i>Leucaena leucocephala</i> Lam.)	30
Aceite de pimienta (<i>Piper nigrum</i> L.).....	31
Aceite de canela (<i>Cinnamomum verum</i> J.).....	32
Fecha de inicio y termino	34
Materiales Utilizados.....	34
Experimentos Establecidos	34
Diseño Experimental.....	35
Tratamientos Evaluados.....	35
Metodología de Establecimiento	36
Preparación de las macetas.....	36
Aplicación de extractos y aceites.	36
Variables de Respuesta	36
Toma de Datos	37
Metodología de Análisis	38
Efecto de extractos y aceites vegetales Sobre Maíz (<i>Zea mays</i>) como Indicadora a una Dosis de 5 lt/ha y 10 lt/ha.	39
Germinación de semillas a 5 lt/ha	39
Germinación de semillas a 10 lt/ha	40
Efecto sobre la altura de la planta a dosis 5 lt/ ha y 10 lt/ha.....	42
Efecto en concentración de peso seco de la planta a 5 lt/a y 10 lt/ha....	43
Efecto de extractos y aceites vegetales sobre la especie dicotiledónea <i>Phaseolus vulgaris</i> (frijol) como Indicadora a una dosis de 5 lt/ha y 10 lt/ha.....	43
Germinación a 5 lt/ha.....	43
Germinación de semillas a 10 lt/ha	45
Efecto sobre la altura dosis de 5lt/ha y10 lt/ha	46
Efecto en la concentración de peso seco de la planta 5 lt/ha y 10 lt/ha .	48
CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1. Las malezas más importantes del mundo	4
Cuadro No. 2. Pérdidas por concepto de competencia de maleza en algunos cultivos.....	7
Cuadro No.3 Productos orgánicos utilizados en el control de maleza	18
Cuadro No.4 Escala de sintomatología de daño con base en la referencia de la EWRS.....	37
Cuadro No 5. Número de semillas germinadas del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 5 lt/ha. (Saltillo, Coahuila, abril-mayo 2014).....	38
Cuadro No 6. Número de semillas germinadas del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 10 lt/ha. Saltillo, Coahuila, abril-mayo 2014.....	39
Cuadro No 7. Analisis de Varianza en altura y peso seco de la planta en dosis de 5 lt/ha y lt/ha. Abril-mayo 2014.....	41
Cuadro No 8. Número de semillas germinadas del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 5 lt/ha. Saltillo, Coahuila. Mayo 2014.	44
Cuadro No 9. Número de semillas germinadas del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 5 lt/ha. Saltillo, Coahuila Abril- mayo, 2014.....	45
Cuadro No 10. Análisis de varianza en altura y peso seco con valores agronómicos de la planta en dosis de 5 lt/ha y lt/ha. Saltillo, Coahuila Abril-mayo, 2014.....	46

RESUMEN

Un herbicida es un producto químico que se utiliza para inhibir o interrumpir el desarrollo de plantas indeseadas, también conocidas como malas hierbas en terrenos que han sido o van a ser cultivados, sin embargo, la utilización de estos productos a causado resistencia en las plantas, contaminación y elevados costos de producción. Las plantas sintetizan diferentes metabolitos que asemejan la acción de los químicos usados para la formulación de herbicidas, con la ventaja de que son biodegradables, claro ejemplo de estos son los alelo químicos, hormonas o Fito- reguladores, productos que por su naturaleza orgánica, se consideran amigables con el medio ambiente. De acuerdo con lo anterior se planteó como objetivo evaluar la actividad de extractos vegetales en especies mono y dicotiledónea para su posible aprovechamiento en control de malezas con estas características. El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la empresa GeenCorp Biorganicks de México S A de C V, estableciendo cuatro experimentos con ocho tratamientos cada uno, los cuales fueron extractos y aceites vegetales a dosis de 5lt/Ha y 10 lt/Ha, teniendo un testigo herbicida comercial y un testigo absoluto, con cuatro repeticiones y tres muestreos en germinación y fitotoxicidad, el primero a 9, el segundo a 15 y el tercero a 23 días después de la aplicación, al final se tomó el peso seco de la raíz y altura de la planta, para analizar los resultados obtenidos se utilizó el paquete de diseños de la Universidad Autónoma de Nuevo León y el complemento de Excel XLSTAT. Se obtuvo como resultado que el extracto a base de aceite de clavo y guiche de lechuguilla afecta la germinación y altura de ambas especies utilizadas, sin embargo, el efecto dado por este extracto varía con la dosis aplicada, indicando que pueda ser una opción para el uso de malezas.

Palabras clave: Herbicida orgánico, Maleza, Extractos, Dicoteledonea, Monocotiledónea.

Correo electrónico; Eustrain Roblero Soto, eustrain-roblero@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El control de maleza es uno de los principales problemas dentro de la producción de alimentos. El uso de compuestos químicos ha sido el principal medio de control de maleza por muchos años, y representa una preocupación constante por los efectos negativos que generan al medio ambiente. A ocasionado severos problemas de contaminación ambiental, intoxicaciones e incluso aparición de resistencia en algunas especies, por lo que es importante explorar nuevas alternativas para el control sustentable de las maleza (Labrada y Parker, 1994).

Por otro lado, se han explorado otras alternativas para el control biológico de maleza como lo es el uso de hongos y bacterias fitopatógenas, donde se han obtenido algunos éxitos (Dayan *et al.*, 2009). Sin embargo, los esfuerzos siguen siendo insuficientes debido a dificultades para la producción masiva de estos agentes de biocontrol, por lo que su uso es bastante incipiente.

Con el avance de la agricultura, se produjo como consecuencia el aumento en la degradación del medio ambiente. Por lo tanto, es interesante el uso de las plantas que tienen en sus sustancias de composición química la capacidad de ayudar en el control de maleza para reducir al mínimo el uso de pesticidas (Mauli *et al.*, 2009).

A pesar de los esfuerzos realizados, aún no se cuenta con información consistente sobre los resultados que nos permitan incorporar el uso de extractos con propiedades alelopáticas para el manejo de la maleza que infestan los cultivos.

En este estudio se pretende aportar información sobre el uso de extracto y su comportamiento herbicida, además de indicar si estos tienen el factor de actuar

En especies y dosis diferentes, y a partir de esto discernir parámetros que indiquen la opción del control de malezas mediante una opción que no afecte el medio ambiente.

OBJETIVO

Evaluar la actividad de extractos y aceites vegetales en especies mono y dicotiledóneas para su posible aprovechamiento en control de malezas con estas características.

HIPÓTESIS

Ha1: Al menos uno de los extractos vegetales causará efecto herbicida en especies monocotiledóneas

Ha2: Al menos uno de los extractos vegetales causará efecto herbicida en especies dicotiledóneas.

Ha3: Existe un efecto herbicida diferente entre las concentraciones de las fórmulas orgánicas aplicadas en la especie monocotiledónea.

Ha4: Existe un efecto herbicida diferente entre las concentraciones de las fórmulas orgánicas aplicadas en la especie dicotiledónea.

REVISIÓN DE LITERATURA

Concepto de Maleza

La maleza son plantas silvestres que crecen en hábitats frecuentemente disturbados por actividad humana. Una planta es maleza si en cualquier área geográfica específica, sus poblaciones crecen sin que sean cultivadas con deliberación (Baker, 1974).

Como maleza se considera toda planta que crece fuera de su sitio o invade otro cultivo en el cual causa más perjuicio que beneficio. Se caracterizan por su capacidad para sobrevivir en condiciones ambientales adversas. (Gómez, 1995).

Maleza son aquellas plantas que bajo determinadas condiciones causan daño económico y social al agricultor. En el contexto agro-ecológico, la maleza es producto de la selección inter-específica provocada por el propio hombre desde el momento que comenzó a cultivar, lo que condujo a alterar el suelo y el hábitat. El proceso de selección es continuo y dependiente de las prácticas que adopte el agricultor. (FAO, 2004)

El concepto más generalizado de maleza, es el que la considera como una planta fuera de lugar y no deseable para el hombre. (Betanzo ,2006).

En las situaciones agrícolas, la maleza, como producto de la alteración de la vegetación natural, son plantas indeseables y posiblemente, constituyen el componente económico más importante del total del complejo de plagas, que también incluye insectos, ácaros, vertebrados, nematodos y patógenos de planta. Es bien sabido que la maleza compita con las plantas cultivables por los nutrientes del suelo, agua y luz. Estas plantas indeseables sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos a las plantas cultivables. Sus exudados radicales y lixiviados foliares resultan ser tóxicos a las plantas cultivables (Settele y Braun, 1986).

En el cuadro se observa la maleza más importantes del mundo según Holm *et al.*, (1977).

Cuadro 1. Las malezas más importantes del mundo

Rango	Especies	Formas de Crecimiento *	
1	<i>Cyperus rotundus L.</i>	P	M
2	<i>Cyperus dactylon (L.) Pers</i>	P	M
3	<i>Echinochloa crus-galli (L.)P.Beauv</i>	A	M
4	<i>Echinochloa colona (L.) Link</i>	A	M
5	<i>Eleusine indica (L.) Gaertn</i>	A	M
6	<i>Sorghum halepense (L.) Pers</i>	P	M
7	<i>Imperata cylindrica (L.) Raeuschel</i>	P	M
8	<i>Eichhornia crassipes (Mart.) Solms</i>	P	M. Ac
9	<i>Portulaca oleraceae L.</i>	A	D
10	<i>Chenopodium album L.</i>	A	D
11	<i>Digitaria sanguinalis (L.) Stop.</i>	A	M
12	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	P	D
13	<i>Avena Fatua L. y especies afines</i>	A	M
14	<i>Amaranthus Hybridus L.</i>	A	D
15	<i>Amaranthus spinosus L.</i>	A	D
16	<i>Cyperus esculentus L.</i>	P	M
17	<i>Paspalum conjugatum Berg.</i>	P	M
18	<i>Rottboelliaaco chinchinensis (Lour.) W.D. Clayton</i>	A	M

*A= anual; Ac= acuática; D= dicotiledónea; M= monocotiledónea; P= perenne.

Clasificación de La Maleza

Se considera que a nivel mundial existen 1800 maleza que causan pérdidas agrícolas (Cronquist, 1981).

La maleza puede clasificarse de acuerdo a las siguientes formas.

Por su ciclo de vida.

- a. Anuales. Las semillas caen cada año y regresan en la temporada con pleno vigor, después de la estación si no es controlada.

- b. Perennes. Sobreviven de un sistema de raíces muy desarrollado, ya que envía hacia afuera las guías largas en todas las direcciones, es casi imposible sacar todo el sistema de raíces de la planta.

Por su fenotipo.

- c. De hoja ancha. Las hojas son anchas y planas (no herbáceas ni como agujas).
- d. De hoja angosta. Hojas graminiformes (hojas estrechas y epidermis con impregnación silíceas) con la nervadura foliar paralela.

Por el hábitat.

- e. Acuáticas. Son especies que se desarrollan y completan gran parte de su ciclo en ambientes acuáticos.
- f. Terrestres. Son especies que se desarrollan y completan gran parte de su ciclo en ambientes terrestres.

Ecología de Maleza

La ecología es el estudio científico de las interacciones que regulan la distribución y la abundancia de los organismos, en otras palabras estudia, dónde, en qué cantidad y por qué están presentes los organismos. Para el caso que nos ocupa, la ecología de maleza estudiará entonces el dónde, cuántas y por qué, están presentes las maleza. (FAO, 2004).

Para el diseño de estrategias para el control de la maleza es necesario realizar reconocimientos de la composición de especies que infestan los cultivos, es necesario realizar estudios de ecología de maleza y su manejo. De esta forma, se pueden establecer parámetros de comparación auto ecológica de las especies, capacidad entre especies, evaluación de impacto de la dinámica de las especies y cuantificación de las comunidades de la maleza (Tucuch-Cauch et al., 2013).

Características de la Maleza

Los principales atributos morfológicos y reproductivos para que una especie sea exitosa como maleza, son los siguientes (Alan et al., 1995):

- Largo periodo de latencia
- Alta capacidad de dispersión de las semillas

- Alta diversidad genética, a tal punto que se adaptan a un amplio rango de condiciones.
- Alta velocidad de reproducción.
- Reproducción tanto por semillas o por medios vegetativos.
- Crecimiento vigoroso y rápido.
- Habilidad para sobrevivir y reproducirse bajo condiciones ambientales hostiles.

Importancia de la Maleza

La maleza compite con los cultivos por los nutrientes del suelo, el agua y la luz; hospedan insectos y patógenos dañinos a las plantas de los cultivos y sus exudados de raíces y/o filtraciones de las hojas pueden ser tóxicos para las plantas cultivadas. La maleza interfiere con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de tales operaciones. Además, en la cosecha, las semillas de la maleza pueden contaminar la producción. Por lo tanto, la presencia de maleza en las áreas de cultivo reduce la eficiencia de los insumos tales como el fertilizante y el agua de riego, fortalecen la densidad de otros organismos y plagas y, finalmente, reducen severamente el rendimiento y calidad del cultivo (Labrada y Parker, 1999).

La maleza 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 (Paredes *et al.*, 2008)

La maleza constituyen una plaga formada por un complejo de especies con características disímiles que provocan pérdidas de los rendimientos en los cultivos, y que puede alcanzar el 66% en papa, el 78% en tomate, el 94% en ajo y cebolla, y el 72% en maíz (Pérez, 1999). Representan plantas sin valor económico o que crecen fuera de lugar interfiriendo en la actividad de los cultivos, afectando su capacidad de producción y desarrollo normal por la competencia de agua, luz,

nutrientes y espacio físico, o por la producción de sustancias nocivas para el cultivo (Pitty,1991). Esto indica que la maleza representa uno de los problemas severos de la agricultura mundial, ya que su acción invasora facilita su competencia con los cultivos, a la vez que pueden comportarse como hospederas de plagas y enfermedades. Por tal razón, se deben implementar modelos de manejo que disminuyan su interferencia con el cultivo y, de esta forma, evitar el incremento considerable en los costos de producción.

En el cuadro 2 se observa las pérdidas ocasionada a diversos cultivos por la maleza

Cuadro 2. Pérdidas por concepto de competencia de maleza en algunos cultivos

Cultivos	Estados Unidos		México y América Central	
	Pérdidas en millones (USD)	Rendimiento Potencial (%)	Pérdidas en millones (USD)	Rendimiento Potencial (%)
Trigo	9	211.9	9	13
Arroz	11.2	72.2	11.2	20.6
Caña de azúcar	8.6**	25.8	9	123.7
Maíz	7.8*	519.3	-	-
Papa	2.1	22.7	2.1	1.2
Cítricos	4	32.9	3.8	78
Plátano	-	-	3	10.4
Café	-	-	15.8	115.2
Piña	8.0**	14.4	8	6

* Datos de pérdidas de maíz de Estados Unidos, México y América Central en conjunto

** Datos de pérdidas de Caña de azúcar y Piña, que incluye las zonas de Hawai e Islas Vírgenes (Cramer, 1995)

El mayor conocimiento del daño de la maleza proviene de las evaluaciones de pérdidas de cosechas agrícolas. De manera general se acepta que las maleza ocasionan una pérdida directa aproximada de 10% de la producción agrícola. En cereales, esta pérdida es del orden de más de 150 millones de toneladas. Sin embargo, tales pérdidas no son iguales en los distintos países, regiones del mundo y cultivo afectados (Fletcher, 1993).

Control de la Maleza.

El enfoque moderno para el control de maleza está basado principalmente en el uso de herbicidas; estos compuestos han permitido incrementar los rendimientos y reducir los costos de producción de forma significativa; sin embargo, el uso de herbicidas a largo plazo puede tener impactos negativos en el ambiente y la disminución de la calidad de vida en el medio rural (Wyse, 1994; Ozoires-Hampton, 1998).

Así mismo, la resistencia de la maleza a los herbicidas es un fenómeno mundial, y el número y frecuencia de biotipos resistentes se ha incrementado en años recientes (Shaner, 1995). Si la tendencia presente continúa, el número de herbicidas eficaces contra ciertas especies de maleza puede disminuir rápidamente.

Métodos de Control

El control de maleza hace énfasis en la conjunción de medidas para anticipar y manipular las poblaciones de maleza, en lugar de reaccionar con medidas emergentes de control cuando se presentan fuertes infestaciones (Dieleman y Mortensen, 1997).

Diversos autores mencionan que existen varios métodos para el control de la maleza o para reducir su infestación a un determinado nivel: entre estos métodos se citan los siguientes:

- Métodos preventivos: Incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular. (Labrada, 1992)

- Control físico: Arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y quema. (Labrada, 1992)
- Control mecánico: La principal acción del laboreo es reducir la población de semillas de maleza, bien sea por acción directa o promoviendo su germinación; este método es más efectivo en suelos secos, en épocas cálidas y con plantas jóvenes. Es inefectivo para controlar maleza en los surcos. El laboreo sistémico del suelo es un arma eficaz para controlar maleza. El arar, rastrillar, y nivelar así como cultivar periódicamente, reducen notablemente los problemas que las maleza causan en los cultivos (Rojas, 1984).
- Control legal: Consiste en las disposiciones obligatorias que da el gobierno con el objeto de impedir el ingreso al país de plagas o enfermedades, impedir o retardar su propagación o dispersión dentro del país, dificultar su proliferación, determinar su erradicación y limitar su desarrollo mediante la reglamentación de cultivos (Rojas, 1984).
El control legal incluye las medidas de cuarentena, inspección, erradicación, reglamentación de cultivos y reglamentación del uso y comercio de los pesticidas (Cisneros, 1995).
- Control cultural: Rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua (Rojas, 1984).
- Control biológico: se lleva a cabo a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de maleza (Anderson, 1983).
- Control químico: Se logró un avance notable en los métodos de control de maleza con el desarrollo de sustancias químicas capaces de destruir vegetación ya sea en forma total o parcial (Anderson, 1983).
- Métodos no convencionales, p.ej. la solarización del suelo.

Concepto de Herbicida

Es un producto capaz de alterar la fisiología de la planta durante un periodo suficientemente largo como para impedir su desarrollo normal o causar su muerte. (Panizo, 1992).

Los herbicidas son usados extensivamente en la agricultura, industria y en zonas urbanas, debido a que si son utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de maleza a un bajo costo (Peterson *et. al.*, 2001).

Clasificación de los Herbicidas

Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a:

Método de aplicación

Herbicidas preemergentes.

Por lo general, los herbicidas preemergentes se aplican después de la siembra, pero antes que emerja la maleza y el cultivo. Los herbicidas preemergentes requieren de un riego o precipitación para situarse en los primeros 5cm de profundidad del suelo, donde germina la mayoría de las semillas de maleza. Este tipo de herbicidas elimina a las malas hierbas en germinación o recién emergidas, lo que evita la competencia temprana con el cultivo. Por lo general, la semilla de los cultivos se coloca por debajo de la zona de suelo con alta concentración de herbicida y la selectividad al cultivo puede ser tanto posicional como fisiológica.

Los herbicidas Preemergentes presentan una gran interacción con algunas características del suelo como son: Textura, pH y materia orgánica que pueden

afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza. Por lo general la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo y materia orgánica, requiriendo una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica (Anderson, 1996)

Herbicidas de emergencia

Los herbicidas de emergencia se aplican cuando las plántulas de las malezas brotan de la superficie del suelo (emergen).

Herbicidas postemergencia

Los herbicidas postemergencia se aplican durante el crecimiento del cultivo y la maleza. En la mayoría de los casos, la aplicación de herbicidas post puede ser más económica para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza. La actividad de los herbicidas post depende de factores como su grupo químico, especies de maleza presentes y condiciones de clima como velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa y presencia de lluvia (Bühler, 1998).

Herbicidas según el comportamiento en la planta

Selectivos. Son herbicidas que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar significativamente a otras por ejemplo, Atrazina es un herbicida selectivo en maíz y sorgo.

No selectivos. Son aquellos que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo o bien evitando contacto con las plantas cultivadas. Estos productos se usan también cuando se quiere exterminar por completo toda vida vegetal, por ejemplo, en la construcción y el mantenimiento de carreteras y vías férreas. El Glifosato es un ejemplo de herbicida no selectivo (Caseley, 1996).

Herbicidas según su comportamiento en el suelo

La persistencia de los herbicidas en el suelo puede variar mucho. Los hay poco persistentes que duran 1-2 meses; de persistencia media, son activos al menos la mitad del ciclo del cultivo y persistentes actúan durante todo el cultivo y parte de la postre colección y por último los herbicidas de largo poder residual que actúan un año o más; se utilizan sólo para aplicaciones industriales.

Tipo de acción

Contacto. Eliminan solo las partes de las plantas con las que entran en contacto y tienen un transporte limitado dentro de la planta, por lo que se recomiendan para el control de maleza anual.

Sistémicos. Se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos. Debido a lo anterior, los herbicidas sistemáticos son utilizados para el control de maleza perenne (Ross y Lembi, 1985).

Familia Química

Compuestos inorgánicos. Los compuestos inorgánicos, generalmente son sales de metales y actúan como herbicidas no selectivos, pertenecen a este grupo los siguientes: trióxido de arsénico, arsenito de sodio, tetraborato de sodio (bórax), clorato de sodio y nitrato de cobre.

Compuestos orgánicos. Los compuesto orgánicos, en su mayoría, son compuestos sintéticos. Entre ellos están los compuestos fenoxiacéticos, bipyridílicos, triazínicos, carbámicos y derivados de la urea. Los herbicidas fenoxiacéticos como los ácidos 2,4-diclorofenoxiacéticos (2,4-D) y 2, 4, 5-Triclorofenoxiacético (2, 4, 5-T), son los compuestos representativos de este grupo, y probablemente, los herbicidas más ampliamente usados en todo el

mundo. Otros compuestos que también pertenecen a este grupo y son importantes por su amplio uso son el ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético o MCPA y el sulfato 2-(2,4-diclorofenoxi) etil sódico o SESONA. Dentro de los herbicidas bipiridílicos se encuentran el Diquat y el Paraquat que son los herbicidas orgánicos heterocíclicos más importantes por su uso muy difundido como herbicidas de contacto. Por su constitución química, estos compuestos son cationes y los productos comerciales son los di bromuros o di cloruros respectivos.

Interacción del Herbicida con Factores del Medio Ambiente

El comportamiento ambiental de un herbicida está regido por procesos que pueden disminuir la cantidad original aplicada. Antes de que el herbicida alcance el suelo, puede degradarse por foto descomposición, por volatilización y puede ser adsorbido y/o absorbido por las hojas del vegetal o rastrojo en superficie. Una vez que ingresa al suelo, el herbicida se reparte en las fases sólida, gaseosa y líquida, y es en esta última en la cual ocurre la degradación química y microbiana, que es el proceso más importante para la mayoría de los herbicidas. En la fase sólida se adsorben con diferente fuerza en lugares de enlace de los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo (materia orgánica y arcillas). El transporte de solutos a través del suelo se produce por medio del flujo del agua y está fuertemente influenciado por la adsorción (Richter *et al.*, 1996).

Para llegar a comprender y estimar el comportamiento de un herbicida en el agua, atmósfera, suelo, así como en la flora y fauna, es importante conocer por una parte la posible distribución de este entre los diferentes componentes ambientales, porque aquellos que ofrezcan un mayor sustrato tendrán una mayor probabilidad de ser contaminado por el herbicida. Por ello es importante considerar que el agua ocupa el 99.58 % del ambiente, la atmósfera y el suelo el 0.41% y finalmente la flora y la fauna el 0.01 %. (García, 1997).

Humedad del suelo

El agua es un factor importante que puede aumentar la transpiración y mover más herbicidas hacia la parte aérea de la maleza, además tiene propiedades de solventes para muchos compuestos orgánicos e inorgánicos, incluyendo el oxígeno y el dióxido de carbono. El agua también puede actuar como un reactivo a través de la disociación de iones de hidrogeno y oxidrilos (Crosby, 1976).

Con humedad adecuada en el suelo puede esperarse mejor control de algunas especies de maleza, también puede esperarse que la persistencia de algunos herbicidas se atribuya a la cantidad de humedad del suelo. Se ha observado que la solubilidad de algunos herbicidas en agua muestra una alta correlación con la rapidez de formación de nuevos enlaces químicos. En general, la lluvia será siempre necesaria para activar a los herbicidas de baja solubilidad que tengan ser tomados a través de las raíces (Crosby, 1976).

Humedad relativa

La humedad relativa se define como el porcentaje de humedad en el aire que rodea a la cantidad máxima que la atmósfera puede mantener. Generalmente, cuanto mayor es la humedad relativa en el momento de la aplicación, las plantas absorben más rápido el herbicida en aplicación foliar. Sin embargo, cuando la humedad relativa se aproxima al 100 por ciento, las precipitaciones probablemente ocurrirán y la posibilidad de que el herbicida se lave en el follaje, aumente. En consecuencia, los herbicidas no deben aplicarse cuando se presenten lluvias (Howard, 2013).

Suelo

El destino de los herbicidas en el suelo, después de cumplir con su efecto fitotóxico, depende ampliamente de sus interacciones con la fracción sólida (Hang,

1994; Hang *et al.*, 1996). Inicialmente son de tipo físico-químico y corresponde a procesos de adsorción que definen la disponibilidad del compuesto y la capacidad de transportarse en el perfil, con el riesgo de convertirse en contaminantes por acumulación en aguas subterráneas. La absorción a la matriz del suelo se la considera la vía inicial de los procesos de retención, que constituyen el conjunto de mecanismos que retardan o anulan el desplazamiento del herbicida en el perfil del suelo (Bailey y White, 1970). Los herbicidas son absorbidos en mayor o menor medida por los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo, variando la participación de cada uno según características químicas del herbicida y las propiedades de los coloides del suelo (Barriuso *et al.*, 1994; Laird *et al.*, 1992).

Luz solar

Algunos herbicidas son descompuestos por la luz solar, lo que puede prevenirse incorporando el herbicida en el suelo mediante rastras, vibro cultivador o a través del riego. Ejemplo de ello es la trifluralina. (Curran, 2014).

Interacción con Microorganismos del Suelo

El suelo es un ecosistema vivo y dinámico, posee una amplia variedad de organismos que realizan múltiples funciones, entre ellas la degradación de la materia orgánica (M.O.). Por su parte, los organismos edáficos son considerados una reserva viva de nutrientes, que es vital para el mantenimiento de la calidad del suelo. Los microorganismos permanecen en contacto con el ambiente del suelo y son indicadores ideales de la contaminación por sustancias xenobióticas como los agroquímicos (Atlas y Barthe, 2002).

Los procesos de degradación de *los microorganismos del suelo*, probablemente sean las vías más importantes responsables de la degradación de los herbicidas (Curran, 2014).

Los tipos de microorganismos (hongos, bacterias, protozoos, etc.) y sus números relativos determinan qué tan rápido se produce la descomposición. Los

microorganismos requieren ciertas condiciones ambientales para el crecimiento óptimo y la utilización de cualquier plaguicida. Los factores que afectan a la actividad microbiana son la humedad, temperatura, pH, oxígeno, y el suministro de nutrientes minerales. Por lo general, un buen aireado, el suelo caliente y fértil con un pH casi neutro, son más favorables para el crecimiento microbiano, por lo tanto, para la descomposición del herbicida (Curran, 2014).

Los agroquímicos son fuente de carbono y nitrógeno y se degradan principalmente por la actividad microbiana. La entrada continua de estos compuestos en el ecosistema del suelo puede afectar los microorganismos y su actividad, lo que ocasiona modificación de los procesos biológicos esenciales para la fertilidad y la productividad de los cultivos (Alvear *et al.*, 2006; Cycoñ *et al.*, 2010). La persistencia y dispersión de estos compuestos en el suelo depende de las propiedades físicoquímicas del agroquímico, de las características del suelo y las condiciones climáticas (Caldiz *et al.*, 2007; Hernández-Soriano *et al.*, 2007; Sawunyama y Bailey, 2001)

Agricultura Orgánica

Es un sistema de cultivo basado en la utilización óptima de los recursos naturales, sin el empleo de productos químicos de síntesis. Logrando de esta forma obtener alimentos orgánicos a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente. Todo ello de manera sostenible y equilibrada. Codex Alimentario (FAO, 2014).

Es un sistema de producción que evita o excluye ampliamente el uso de fertilizantes, plaguicidas, reguladores del crecimiento y aditivos para la alimentación animal compuestos sintéticamente. Tanto como sea posible, los sistemas de agricultura orgánica se basan en la rotación de cultivos, utilización de estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, residuos orgánicos originados fuera del predio, cultivo mecánico, minerales naturales y aspectos de control biológico de plagas para mantener la estructura y productividad del suelo, aportar

nutrientes para las plantas y controlar insectos, maleza y otras plagas. (Urucert, 1998).

Importancia de la Agricultura Orgánica

- Fomenta y retiene la mano de obra rural ofreciendo una fuente de empleo permanente.
- Elimina el uso y dependencia de plaguicidas, fertilizantes, funguicidas y otros productos sintéticos cuyos residuos contaminan las cosechas, el suelo y el agua.
- Favorece la salud de los agricultores, los consumidores y el entorno natural, al eliminar los riesgos asociados con el uso de agroquímicos artificiales y bioacumulables.
- Da importancia preponderante al conocimiento y manejo de los equilibrios naturales encaminados a mantener los cultivos sanos, trabajando con las causas por medio de la prevención y no con los síntomas.
- Entiende y respeta las leyes de la ecología, trabajando con la naturaleza.
- Protege el uso de los recursos renovables y disminuyen el uso de los no renovables.
- Reducen la lixiviación de los elementos minerales e incrementan la materia orgánica en el suelo.
- Trabaja con tecnologías apropiadas aprovechando los recursos.
(SAGARPA, 2013).

Herbicidas Orgánicos

La agricultura orgánica no permite el uso de los pesticidas sintéticos, incluyendo herbicidas. El manejo de la maleza en la agricultura ecológica práctica es muy problemática; aunque la mayoría de los métodos se basan en el cultivo del suelo, desmalezado manual, control biológico, coberturas

orgánicas, e irónicamente cubierta de plástico (sintética) y el uso de algunos productos naturales (Cuadro 3).

Cuadro 3 Productos orgánicos utilizados en el control de maleza

Producto	Componente
Weed Ban™ Corn Weed Blocker™	Gluten de maíz
Bioscape Bioweed™	Harina de gluten de maíz, aceite de soya
Scythe™	Ácido pelargónico (57%), relacionadas con los ácidos grasos de cadena corta (3%), Aceite de petróleo parafínico (30%)
Burnout™ Bioganic™ Poison Ivy Defoliant™	Aceite de clavo (12-18%), lauril sulfato de sodio (8-10%), ácido acético, lecitina, ácido cítrico (30%), aceite mineral (80%)
Bioorganic™	Aceite de clavo (5%), propionato de 2-fenitilo (5%), aceite de sésamo (4%) Ylauril sulfato de sodio (0,5%)
Matran IITM Eco-Exempt™ Eco-Smart™	Aceite de clavo (46%), aceite de gaulteria, lactato de butilo, lecitina de 2-fenitil propionato (21,4%), aceite de clavo (21,4%)

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

Los herbicidas específicos de base natural incluyen el ácido acético, ácido cítrico, el aceite de cítricos, y aceite de clavo (eugenol). Estos materiales son de post-emergencia, no selectivo, herbicidas de contacto que trabajan de diversas maneras, pero básicamente alteran las membranas celulares causando que las plantas des sequen. Funcionan mejor en las plantas jóvenes y tienen múltiples aplicaciones, suelen ser necesarios para controlar maleza perennes o preemergentes (Dayan *et al.*, 2009).

Los productos se venden bajo varios nombres comerciales y algunos están en lista en OMRI (Instituto de Revisa de Material Orgánico). Los productores que están buscando la certificación orgánica deben consultar con su agente local de certificación para confirmar que un determinado producto está permitido. Aunque los bioherbicidas están basados en la naturaleza, no se puede omitir que existen riesgos. Por ejemplo, puede provocar quemaduras en la piel y los ojos o causar náusea u otros problemas de salud. Todas las instrucciones y precauciones deben ser seguidas (Smith, 2011).

La Alelopatía

La alelopatía es un mecanismo de interferencia química entre dos seres vivos que, en el ámbito de las especies vegetales, se verifica mediante la supresión de la germinación y el crecimiento de una especie frente a otra, a través de la liberación de sustancias químicas inhibitorias (Whittaker & Liebman, 1998).

Este efecto, denominado alelopático, generalmente complementa el efecto de competencia que la maleza ejerce sobre los cultivos.

La alelopatía se define: “Como el proceso en el que una planta desprende al medio ambiente, uno o varios, compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otra planta que vive en el mismo hábitat o en un hábitat cercano” (Molisch,1937).

Muchos estudios han explorado el potencial alelopático de especies de plantas de diferentes familias, muchos de ellos enfocados a la búsqueda de compuestos químicos con actividad herbicida, así como a los efectos de cultivos sobre arvenses, sobre otros cultivos y sobre sí mismos, y de los efectos de arvenses sobre otras arvenses (Stachon & Zimdahl, 1980).

Es necesario puntualizar que muchas sustancias con actividad alelopática tienen efectos benéficos a muy bajas concentraciones y, superado un determinado umbral, actúan negativamente sobre la planta receptora. Aun así, predomina en la literatura especializada la descripción de efectos negativos (Dongre *et al.*,2004).

La mayoría de los agentes alelopáticos son metabolitos secundarios derivados de las rutas del acetato-mevalonato o del ácido shikímico. Proviene de la ruta metabólica del acetato-mevalonato terpenos, esteroides, ácidos orgánicos solubles en agua, alcoholes de cadena lineal, aldehídos alifáticos, cetonas, ácidos grasos insaturados simples, ácidos grasos de cadena larga, poliacetilenos, naftoquinonas, antroquinonas, quinonas complejas y floroglucinol (Dongre *et al.* 2004).

Los fenoles simples, el ácido benzoico y sus derivados, el ácido cinámico y sus derivados, cumarinas, sulfuros, glicósidos, alcaloides, cianhidrinas, algunos de los derivados de quinonas y taninos hidrolizables y condensados provienen de la vía metabólica del shikímico. Existen también compuestos (p. ej. los flavonoides) en cuya síntesis participan metabolitos de las dos rutas (Dongre *et al.* 2004).

Clases de compuestos identificados como agentes alelopáticos

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

Gases tóxicos.

Este tipo de compuestos se encuentra referenciado por Evanari (1949), y entre ellos está el etileno; además, en especies de los géneros Brassica y Sinapsis (Cruciferae) se han identificado compuestos alelopáticos como el allyl isotiocianato y el β -fenetil isotiocianato (Choesin & Boerner, 1991).

Ácidos orgánicos y aldehídos.

Los ácidos alifáticos, algunos de los cuales forman parte del ciclo de Krebs, son inhibidores de la germinación y su efecto se puede separar del causado por el pH bajo de una solución (Evanari, 1949). Por otra parte, se ha encontrado que los ácidos alifáticos de bajo peso molecular se forman en la descomposición anaeróbica de residuos de plantas en el suelo (Lynch, 1980).

Lactonas simples no saturadas.

Son estudiadas y entre ellas se encuentra el ácido parasórbico encontrado en Sorbus aucuparia L. (Evanari, 1949),

Cumarinas.

Pertenecen al grupo de las lactonas del ácido o-hidroxicinámico con cadenas de isoprenoides, cumarinas, esculina y psoralen; son potentes inhibidores de la germinación (Rice, 1984). Los inhibidores de este grupo comúnmente son producidos por granos de leguminosas y cereales (Putnam & Smith, 1985).

Quinonas.

Algunos compuestos de este grupo se han examinado para su actividad herbicida, y otros tienen comprobados efectos adversos sobre las plantas (Putnam & Smith 1985). Flavonoides. Rice (1984) aisló flavonoides de

asociaciones de vegetación climax que resultaron ser fuertes inhibidores de bacterias nitrificantes y de la germinación de semillas.

Taninos.

En este grupo están incluidos los taninos hidrolizables y los condensados. Los primeros están implicados en la inhibición de la germinación (Rice, 1984). Muchos residuos de plantas (sobre todo de especies leñosas) contienen taninos hidrolizables (Rice & Pancholy, 1973), algunos de los cuales inhiben la nitrificación, y un producto sintético derivado de ellos, la nitrapirina, es comercializado con ese propósito (Putnam, 1985).

Alcaloides.

Evanari (1949) precisó que los alcaloides son potentes inhibidores de la germinación; se han extraído de semillas de tabaco, café y cacao. El picloram es uno de los herbicidas sintéticos reportado como más activo en el mercado por Putnam (1985), un derivado clorinado del ácido picolínico, un alcaloide microbial.

Terpenoides y esteroides.

Los monoterpenos son de los aceites esenciales más comunes en plantas y el grupo más grande de inhibidores de crecimiento y germinación ha sido identificado en este grupo (Putnam, 1985).

Vías de Liberación De Los Compuestos Alelopáticos

Todos los órganos vegetales contienen cantidades variables de sustancias potencialmente alelopáticas que son liberadas de diferentes formas al medio

ambiente: volatilización, exudación radicular, lixiviación y descomposición de residuos vegetales (Chiapusio *et al.*, 2004).

La liberación de sustancias tóxicas volátiles por las plantas es un fenómeno ecológicamente más importante en las zonas áridas o semiáridas. Las sustancias emitidas por esta vía son fundamentales terpenos simples. Son conocidas las plantas del género *Salvia* de los ecosistemas secos por producir compuestos volátiles, como el alcanfor, la 1-8 cineola, los α -pineno y β -pineno e, incluso, dipentenos. La acción ejercida por estas plantas es la inhibición del crecimiento de las hierbas vecinas. Por ejemplo, la cineola volatilizada y retenida en el suelo inhibe la proliferación celular de las raíces de *Brassica* sp., aunque su efecto biológico depende notablemente de las condiciones climáticas porque esta molécula se lixivia con facilidad (Koitabashi *et al.*, 1997).

Se denominan exudados radiculares todas las sustancias orgánicas, solubles e insolubles, liberadas al suelo por las raíces sanas o heridas. La exudación radicular presenta un interés particular para los fenómenos alelopáticos porque se trata de una vía de liberación directa de toxinas en rizosfera que puede influir sobre la composición de la población microbiana (Woods *et al.*, 1997).

El lavado de los órganos y tejidos vegetales-principalmente de las hojas-por la lluvia, el rocío o la nieve, produce la disolución y el transporte de los compuestos orgánicos. La gran mayoría de las sustancias alelopáticas pueden lavarse, incluidos los terpenos, alcaloides y sustancias fenólicas (Tukey, 1970).

Al estar presentes las sustancias potencialmente alelopáticas en todos los tejidos de las plantas, la descomposición de los residuos vegetales provoca su liberación en el suelo. Extractos acuosos de residuos de algunas coníferas (*Picea mariana* Mill., *Pinus resinosa* Sol. y *Thuja occidentalis* L.) inhiben la germinación y el crecimiento juvenil de diversas especies colonizadoras de tierras agrícolas abandonadas (Jobidon, 1986; Reigosa *et al.*, 1996).

Se observan frecuentemente en agricultura efectos alelopáticos de residuos de un cultivo sobre los rendimientos del cultivo siguiente. Hedge y Miller (1990), comunicaron efectos negativos del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) sobre la germinación y el crecimiento de las propias semillas de alfalfa. Es también notable que durante la descomposición de determinados residuos vegetales en el suelo, una parte puede volatilizarse y afectar a la germinación del algodón (Bradow, 1993).

Uso de Extractos en Manejo de Maleza

Existe en la literatura información acerca de los compuestos de origen vegetal que han presentado algún efecto herbicida. Dentro de los principales compuestos se encuentran los glicósidos cianogénicos, neolignanós y lignanos, tienen efecto sobre la inhibición de la germinación (D'Abrosca *et al.*, 2004); los compuestos de tipo de las cumarinas y alcaloides muestran efecto sobre el proceso de respiración de la planta (Herrera- Isla y Álvarez- Puente, 1998).

Suffredini *et al.*, (2004), menciona que los diterpenos inhiben de manera eficaz el crecimiento de raíces, mientras que Krautmann *et al.*, (2001) y Macías *et al.* (1999), reportan a las sesquiterpenlactonas y esteroides como inhibidores del proceso de germinación.

Massey (1925), observó plantaciones de tomate y alfalfa en un radio de hasta 25 metros del tronco del nogal. Las plantas situadas en un radio de hasta 16 metros morían mientras las situadas más allá del mismo crecían sanas. Posteriormente se probó que la juglona, una hidroxinaftoquinona soluble en agua causante del color pardo que tiñe las manos de quienes manipulan nueces, provocaba esta fitotoxicidad.

En todas las partes verdes de la planta (hojas, frutos y ramas) se encuentra el 4-glucósido del 1, 4, 5-trihidroxinaftaleno, producto atóxico que luego de ser arrastrado al suelo por las lluvias es hidrolizado y oxidado a juglona. Este compuesto al 0,002% produce inhibición total de germinación de las especies sensibles. La concentración de juglona en el suelo se mantiene por realimentación constante a partir de los árboles de nogal. Por otro lado, no todas las plantas son sensibles a esta sustancia. Especies del género *Rubus* (rosáceas), tales como la zarzamora o la frambuesa, y la gramínea *Poa pretensioso* son afectadas. (Massey, 1925).

Efectos en plantas a nivel hormonal

Los primeros estudios de este tipo mostraron que semillas en germinación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) son capaces de incorporar camarina y los ácidos cinámico, caseico y merolico. Otros trabajos con plantas indican que los ácidos salicílicos, merolicos y p-hidroxibenzoicos son rápidamente extraídos de medios nutritivos y traslocados a través de la planta (Mitchel, 2001).

El etileno es una importante hormona vegetal cuya síntesis es estimulada por las auxinas en muchos tipos de células vegetales. Es importante destacar que el etileno se puede considerar también un agente alelopático, siendo liberado en cantidades significativas por los residuos vegetales en descomposición con capacidad para provocar retardo en la elongación de tallos y raíces (Vyvyan, 2002).

Varios compuestos fenólicos inhiben la acción de otras fitohormonas, las giberelinas, ya sea por unión a la molécula hormonal o por bloqueo del proceso mediado por las mismas. Se sabe que los ácidos ferúlico, p-cumárico, vainílico y las cumarinas inhiben el crecimiento inducido por giberelinas. Muchos taninos también lo hacen, provocando paralelamente una reducción en la síntesis de enzimas hidrolíticas tales como la amilasa y la fosfatasa ácida en endospermo de

semillas de cebada. En simiente de maíz el ácido ferúlico provoca un efecto similar (Xuan, 2004).

El ácido abscísico es un potente inhibidor del crecimiento que ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como el letargo, abscisión de hojas y frutos y estrés hídrico, y por lo tanto tiene efectos contrarios a las de las hormonas de crecimiento (auxinas, giberelinas y citocininas). Típicamente la concentración en las plantas es entre 0.01 y 1 ppm, sin embargo, en plantas marchitas la concentración puede incrementarse hasta 40 veces. El ácido abscísico se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas y frutos jóvenes y la base del ovario (González, 1999).

Efectos sobre la actividad enzimática

Existen muchos compuestos alelopáticos con capacidad de modificar ya sea la síntesis o la actividad de enzima. La mayoría de estas sustancias han demostrado un efecto dual sobre la regulación de la actividad enzimática. Provocan un incremento en ésta última cuando se encuentran en bajas concentraciones. En la situación opuesta se observa una reducción de actividad. Por ejemplo, plántulas de maíz tratadas con ácido ferúlico mostraron un incremento en los niveles de enzimas oxidativas (peroxidasas, catalasa y ácido indol acético oxidasa) junto con una elevación de enzimas de la ruta del ácido shikímico tales como fenilalanina amonio liasa y la cinamil alcohol deshidrogenasa involucrada en la síntesis de compuestos fenilpropanoides (Wu *et al.*, 2003).

Efectos en la fotosíntesis

Se han realizado experimentos con plantas enteras, suspensiones de células y cloroplastos para averiguar si los agentes alelopáticos eran capaces de inhibir el proceso fotosintético. Bioensayos con *Abutilon theophrasti* Medik. y

Lemna minor L. demostraron que varios ácidos derivados del benzoico y el cinámico (p.ej. el ácido ferúlico), escopoletina y clorogénico en bajas concentraciones eran capaces de inhibir la fotosíntesis de plantas enteras. Experimentos con suspensiones de células foliares de *Abutilon theophrasti*, mostraron que el ácido ferúlico, p-cumárico, clorogénico y vainílico son capaces de inhibir la fotosíntesis con concentraciones de los aleloquímicos menores a las requeridas para planta entera. En soya los ácidos ferúlico, vainílico y p-cumárico reducen el contenido de clorofila. En sorgo, las mismas sustancias no provocan esa disminución. Los ácidos ferúlico, p-cumárico y otros cinámicos a bajas concentraciones revierten el cierre de estomas mediado por ABA y estimulan la fotosíntesis (Wu *et al.*,2003).

Extractos Vegetales

Aceite de clavo (*Syzygium aromaticum* L.)

Curran *et al.*, (2014), reporta que con los extractos de vinagre y aceite de clavo se observa buen control de maleza de hoja ancha excepto en malva y en ambrosía común, y nulo control de cola de zorra gigante (*Alopecurus myosuroides* Huds.).

- El rendimiento del cultivo de soya fue similar con la aplicación de los dos extractos.
- El aumento de la dosis del aceite de clavo con una aplicación mayor de 94 l/ha., no mejoró el rendimiento de la soya pero si se observó el control de la maleza.

Twoorkoski (2002), señala que el aceite de clavo causó daños visibles en la ambrosia común (*Ambrosia artemisiifolia* L.), cenizo (*Chenopodium álbum* L.) y sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L.) utilizando una solución de 5%. También observo que en la tazas de aplicación entre 10-30 kg/ha serían suficientes para

matar el 50 % de las plantas de estudio. La lesión de la hoja se puede medir por una fuga de electrolitos, donde estas fugas se cuantifican por la conductividad de una hoja sumergida en agua desionizada. En las tasas de aplicación de 20 kg/ha (de una Solución al 2%) fue observado un 80% de fugas de electrolitos.

Boyd y Brennan (2006), evaluaron la actividad herbicida del extracto aceite de clavo (eugenol) en brócoli (*Brassica napa* L.), cenizo (*C. álbum* L.) y yuyo colorado (*Amaranthus retroflexus*), señalaron que en concentraciones equivalentes a 7.5 kg/ha para el eugenol y 12.5 kg/ha para el aceite de clavo causó una considerable fuga de electrolitos y provocó que en la Ortiga (*Uréticaeres*) sufriera un 90% de daño foliar en aplicaciones de 12-61 L/ha, mientras tanto en la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) para que se observara un 90% de daño foliar se aplicaron de 21 a 38 L/ha.

Dudai *et al.*, (1999), señala que con el uso del extracto aceite de clavo no presentan lesiones en la semilla, ya que su método de acción es causar fugas de electrolitos de las hojas de una planta que crece. En contraste algunos aceites esenciales (en el caso del aceite de clavo de olor no se ha probado) tienen demostrado ser eficaz en la inhibición de la germinación de semillas de trigo.

Parthenium (Parthenium hysterophorus L.)

Hu *et al.*, (2013), Estudió los efectos alelopáticos del extracto acuoso de hojas de *Parthenium hysterophorus* sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de tres cultivos comerciales (*Oryza sativa* L., *Zea mays* L. y *Triticum aestivum* L.), tres cultivos de crucíferas (*Raphanus sativus* L., *Brassica campestris* L. y *Brassica oleracea* L.) y dos especies de maleza de la familia Asteraceae *Artemisia dubia* Wall. y *Ageratina adenophora* Spreng.

Hu *et al.*, (2013), demostró que la semilla germina en todas las especies de crucíferas e inhibe la germinación completamente en > 2% de extracto de hoja de

Parthenium hysterophorus L.; añade que en otras especies, como el maíz, el fracaso total de la germinación de las semillas se registra solamente en > 6%. También menciona que no se observó inhibición de la germinación en semilla de *Zea mays* L.

El extracto tuvo un fuerte efecto en la inhibición de la raíz, elongación de las plántulas en los cereales y dispara la elongación en crucíferas y maleza de la familia Asteraceae. Las Hojas de *Parthenium hysterophorus* L. puede ser una fuente de herbicida natural contra *Ageratina adenophora* Spreng. que ayudará al control plantas invasoras (Hu *et al.*, 2013).

Tefera (2002), investigó los efectos alelopáticos de *Parthenium hysterophorus* L. sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de *Eragrostis sp.*, utilizó extractos acuosos de flor, tallo, raíz y hoja a concentraciones de 0, 1, 5 y 10%. El experimento se realizó bajo condiciones del laboratorio. Observó que al aumentar las concentraciones aumenta la inhibición de la germinación hasta inhibirla totalmente con 10% de extracto acuoso de hoja, en contraste, los extractos acuosos de tallo y la raíz no tuvieron efecto sobre la germinación de semillas (*Eragrostis sp.*).

Los extractos de flor, raíz y tallo tuvieron un efecto estimulante sobre la longitud de brotes en todos los niveles de concentración, contrario al efecto inhibitor de los extractos de hoja. Los extractos de raíz a baja concentración (1%) promovieron la longitud de la raíz en tanto los extractos acuosos de hojas y flores la inhibieron (Tefera ,2002).

Guiche de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.)

Con el objetivo de encontrar el tratamiento adecuado para romper la latencia de la semilla, Arce *et al.*, (2003), investigó el efecto de los extractos orgánicos de la raíz y de las hojas secas de lechuguilla mediante la aplicación de dos extractos orgánicos; uno fue de raíz y otro de las hojas secas de lechuguilla

(*Agave lechuguilla Torr.*) a las concentraciones de 0.05 mg, 0.01mg, 0.1 mg y un testigo absoluto en condiciones de laboratorio. Los resultados indican que al aplicar 0.05 mg del extracto de raíz de lechuguilla, la semilla germinó en un 96.8% a los 20 días después de la siembra, con un Índice de Velocidad de Germinación (IVG) de 12.1%, no se presentaron problemas fungosos ni pudrición y por lo tanto longitud de la planta y raíz de sotol fueron superiores a todos los demás (Arce *et al.* ,2003).

Ruezno de nogal (*Carya illinoensis* K.)

Fukunaga (2013), señala que el extracto de ruezno de nogal presenta efecto alelopático sobre repollo, lechuga, tomate y remolacha, y aún mayor severidad en el cultivo de frijol, asimismo observó menor efecto sobre rábano y cebolla, pues no se inhibió la germinación de estos cultivos; aunque presentaron retraso en el desarrollo, con raíces y cotiledones más pequeños.

Fakhry (2005), señala que los extractos de hoja y ruezno de nogal de *J. nigra* L. inhibieron drásticamente el crecimiento de *Centuarea pallescence* L. y *Lactuca sativa* L., observadas durante los primeros 14 días a partir de la siembra, la inhibición más alta fue obtenida a partir del extracto hoja de nogal, el crecimiento de la planta quedo intacta, mientras tanto el extracto ruezno de nogal con una concentración de 16% presento una mayor inhibición.

Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.)

Mauli *et al.*, (2009), evaluaron las soluciones del extracto de leucaena en la maleza frecuentes en el cultivo de la soya. Los tratamientos que se utilizó fueron de 0, 20, 40, 60, 80 y 100%, en agua a temperatura ambiente y el agua calentada

a 80 ° C. Las evaluaciones se realizaron sobre una base diaria, desde el primero hasta el último día del experimento, variando de acuerdo con la especie.

Mostraron una interferencia negativa de los extractos, tanto caliente como frío, en la longitud de la raíz de *Ipomoea grandiflora* L., en el porcentaje de germinación y en la longitud de la raíz de *Sida sp.* y *Beggartick sp.* no hubo interferencia negativa en los parámetros analizados para las semillas de soya. Por lo tanto, los resultados indican el potencial alelopático de *Leucaena leucocephala* como una alternativa para el control de maleza sin interferir en el desarrollo de la cosecha de soya (Mauli *et. al.*, 2009).

Los resultados que muestran efectos del extracto de rábano se obtuvieron por Félix *et al.*, (2007), donde se registraron principalmente alteraciones en el sistema de la raíz, en las raíces primarias se habían atrofiado, defectuoso y, en algunos casos, prácticamente ausente.

Algunas plántulas tenían raíces cortas y gruesas desproporcionadas en relación con otras estructuras de la planta de semillero. Ferreira y Aquila (2000), encontraron que la germinación es menos sensible a los aleloquímicos de crecimiento de las plántulas debido a que las sustancias alelopáticas pueden inducir en la aparición de plántulas anormales con necrosis en la radícula uno de los síntomas más comunes, esto puede reflejar la menor masa de sequía en dosis más grandes, como con lesiones de las raíces la planta puede absorber menos nutrientes y por lo tanto reduce su acumulación de materia seca. El desarrollo inhibitorio del rábano, observado por Gatti *et al.*, (2004), lo evaluó con el extracto de *Aristolochia esperanzae* Kuntze. en tallo y raíz.

Aceite de pimienta (*Piper nigrum* L.)

Shaheed (2007), evaluó los efectos alelopáticos del extracto aceite de pimienta negra (*Piper nigrum* L.), por lo tanto evaluaron la germinación y el crecimiento de las plántulas, la clorofila (precursores para la biosíntesis de la

clorofila) en *Vigna mungo* L. Observo que las concentraciones de 50% y 75% de *V. mungo* L., sufrieron efectos negativos en la germinación y crecimiento. La inhibición máxima fue de 58.11%, que se registró en la germinación a 75 % de semillas de lixiviación.

Yan-Guijun (2006), evaluó los extractos de *Piper nigrum* L., *Mangifera indica* L. y *Clausena lansium* Las., donde estudio los posibles efectos alelopáticos sobre la germinación y el crecimiento de *Zea mays* L., *Glycine max* L., *Cucúrbita moschata* Lam., *Arachis hypogaea* L., *Raphanus sativus* L., *Echinochloa crusgalli* L., *Digitaria sanguinalis* L. y *Stylosanthes guianensis* L. Por lo tanto mostraron que los extractos inhibieron la germinación y el crecimiento de *Z. mays* L., *G. max* L., *C. moschata* L., *E. sanguinalis* L. y *E. crusgalli* L. a alta concentración, pero a baja concentración fue estimulado.

El mismo autor Yan-Guijun (2006), señala que en el suelo los extractos aceite de *P. nigrum* L. y *M. indica* L. observo que en la germinación y el crecimiento de *Z. mays* L. fue estimulado en contraste *A. hypogaea* L. se inhibió, lo que indica que *P. nigrum* L. y *M.indica* L. contienen aleloquímicos con alta polaridad.

Aceite de canela (*Cinnamomum verum* J.)

Se evaluó el efecto inhibitorio ejercido por los aceites esenciales de canela, menta y lavanda en la germinación de semillas de algunas de las especies de malas hierbas más comunes del entorno mediterráneo (bledo, mostaza silvestre y raigrás). Los resultados han puesto de manifiesto un control en la germinación de las malas hierbas. Entre los aceites esenciales ensayados, el aceite de canela se ha ejercido el mayor efecto de inhibición en comparación con los de lavanda y menta. Las especies dicotiledóneas han sido más susceptibles en comparación con la monocotiledónea, incluso si se ha guardado sólo para bledo una dosis capaz de inhibir totalmente la germinación de la semilla (Campiglia, 2007).

Cavalieri (2010), estudió los efectos alelopáticos de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas de canela (*Cinnamomum zeylanicum L.*), lavanda (*Lavandula spp.*) Y menta (*Mentha piperita L.*) sobre la germinación de semillas de siete especies de maleza de las concentraciones de 1,8 y 5,4 mg inhibieron totalmente la germinación de la semilla. El aceite de canela causó efectos inhibitorios drásticos seguidos de lavanda y menta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El trabajo se realizó en el invernadero de la empresa GreenCorp Biorganiks de México. Ubicado en la colonia Latinoamérica, calle Rio de Janeiro en Saltillo Coahuila.

Fecha de inicio y termino

Los experimentos se establecieron el 15 de abril de 2014 y concluyeron 18 de mayo de 2014

Materiales Utilizados

- Macetas (Vasos de poliestireno de 1lt/ha 160 piezas)
- Vaso de precipitado
- Matraz de 250 ml
- Pipetas 1ml y .5 ml
- Plumón
- Regla de 30 cm
- Extractos orgánicos
- Semillas de frijol y maíz
- Tierra (Pasteurizada)

Experimentos Establecidos

Se establecieron cuatro experimentos para la evaluación de los extractos:

Experimento 1: Evaluación del efecto alelopático de extractos y aceites vegetales a una dosis de 5 lt/ha en una especie monocotiledónea (*Zea mays*).

Experimento 2: Lo mismo que en el experimento uno pero con una dosis de 10 lt/ha.

Experimento 3: Evaluación del efecto alelopático de extractos y aceites vegetales a una dosis de 5lt/ha en una especie dicotiledónea (*Phaseolus vulgaris*)

Experimento 4: Lo mismo que en el experimento uno pero con una dosis de 10 lt/ha.

Diseño Experimental

Los experimentos se establecieron en un Diseño Estadístico Completamente al Azar, con cuatro repeticiones y se evaluaron ocho tratamientos más dos testigo comercial que fue el herbicida trifluralina y un absoluto.

El testigo trifluralina un producto químico fabricado por Dow Agro, de ingredientes activos Dinitroanilina. Nitrosamina, Se aplica en una amplia variedad de malezas pues es un herbicida amplio espectro de aplicación preemergente.

Las dosis de aplicación varían de 1.5lt a 2.5lt. Por hectárea.

Tratamientos Evaluados

T1.-Aceite de clavo + extracto acuoso de guiche de lechuguilla
T2. Aceite absoluto de clavo + extracto etanolico de ruezno de nuez

T3.-Aceite de clavo + extracto de etanolico de parthenium

T4.- Aceite absoluto de corteza de canela + extracto etanolico de hoja de maíz
+extracto acuoso de guiche de lechuguilla +extracto acuoso de ruezno de nuez
+extracto etanolico de parthenium + extracto etanolico de albahaca +Aceite absoluto de clavo+Agua.

T5.- Extracto etanolico de ruezno de nogal +extracto de extracto etanolico de parthenium.

- T6.-Aceite absoluto de Canela+ extracto etanolico de parthenium
- T7.-Aceite absoluto de Canela+ extracto acuoso de ruezno de nuez
- T8.-Aceite absoluto de canela+ extracto acuoso de guiche de lechuguilla
- T9.-Herbicida Comercial (Trifurelina)
- T10.-Testigo absoluto.

Metodología de Establecimiento

Preparación de las macetas

Se pasteurizó 70 kg de suelo, a una temperatura de 70°C-80°C durante 20 minutos.

Se rellenaron con suelo pasteurizada 160 vasos de poliestireno, 40 para cada experimento.

Previo a la siembra se realizó una prueba de germinación y se obtuvo un porcentaje de 83%. El contenido de cada uno de los vasos se humedeció a capacidad de campo previamente a la aplicación de los tratamientos.

Aplicación de extractos y aceites.

La aplicación de extractos y aceites se realizó con el aplicador de Vilbiss, previa calibración de acuerdo al tamaño de la maceta. La calibración se realizó estimando el área de cada vaso en relación al volumen de aplicación de 1 ha. De terreno. Cada uno de los tratamientos y los testigos se mantuvieron húmedos, durante el desarrollo de los experimentos y en la toma de datos de las variables de respuesta.

Variables de Respuesta

Se tomaron cuatro variables: Germinación, altura de la planta, peso seco y fitotoxicidad.

Toma de Datos

Los datos se tomaron de la siguiente manera:

1.-Germinación. Se contabilizaron las plántulas emergidas se consideró como germinación.

2.-Altura de Planta. La altura de la planta se midió al final del experimento.

Esto se realizó con una regla milimétrica, desde la superficie del suelo hasta el extremo superior.

3.- Peso seco de Plántula. El peso seco se tomó al final de experimento

Se sacó las plantas del baso, procurando no dañar las partes de la planta. Se colocaron en bolsas de papel, se pesaron cada día hasta que no hubo variación en el peso.

4.-Evaluación de fitotoxicidad de los extractos sobre la plántula. Para la evaluación de esta variable se realizó a los 9, 15 y 23 días después de la aplicación de los tratamientos. Utilizando la escala **EWRS** (European Weed Research Society). Cuyos valores se describen en el cuadro 4.

Cuadro 4 Escala de sintomatología de daño con base en la referencia de la EWRS

Escala	Fitotoxicidad	Interpretación
1	0.0-1.0	Sin Efecto
2	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros
3	3.5-7.0	Síntomas ligeros
4	7.0-12.5	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
5	12.5-20.0	Daño medio
6	20.0-30.0	Daño elevado
7	30.0-50.0	Daño muy elevado

8	50.0-99.0	Daño severo
9	99.0-100	Muerte

Metodología de Análisis

El conteo de las semillas germinadas se analizó por la prueba estadística de J_i^2 y los datos de fitotoxicidad mediante de análisis por Rango de Friedman (Siegel, 1982). La longitud de plántula y peso fresco por medio del Análisis de Varianza (ANOVA). El análisis de varianza y la prueba de medias se realizó por medio del paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), (Olivares, 1994) mientras las pruebas no paramétricas en el paquete XLAST.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de extractos y aceites vegetales Sobre Maíz (*Zea mays*) como Indicadora a una Dosis de 5 lt/ha y 10 lt/ha.

Germinación de semillas a 5 lt/ha

En el análisis de J^2 para la germinación de semillas, se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 5). Los mejores tratamientos, aquellos que mostraron el menor número de semillas germinadas fueron los tratamientos 8 y 9 con 14 y 10 semillas respectivamente, ambos tratamientos fueron estadísticamente iguales, por lo que se debe considerar la ventaja ambiental de protección el herbicida natural compuesto de aceite absoluto de canela y guiche de lechuguilla.

Cuadro. 5 Número de semillas germinadas del cultivo de maíz (*Zea mays*) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 5 lt/ha. (Saltillo, Coahuila, abril-mayo 2014)

Tratamientos	9DDA**	15 DDA *	23 DDA *
T1	4	20	20
T2	1	18	23
T3	1	18	26
T4	0	15	19
T5	1	19	21
T6	0	21	21
T7	0	22	25
T8	0	14	14
T9	0	10	10
T10	4	24	27
J^2r	27	17.35	17.6

$J^2_r, 0.05$	16.92	16.92	16.92
Pruebas de medias 1 g.l.	1>2=3=4=5=6=7=8=9<10	1=2=3=4=5=6=7>8=9<10	1=2=3>4=5=6=7<8=9<10

Por otro lado dentro del resto de los tratamientos a base de extractos y aceites naturales, no tuvieron resultados satisfactorios pues tuvieron germinación superior a 20 semillas al igual que el tratamiento 10 (Testigo absoluto).

Campiglia *et al.*,(2007) demostraron que el aceite absoluto de canela ejerce una mayor capacidad de inhibición de 52%, a 48% en semillas de *Lolium spp*, lo cual coincide con los resultados de este trabajo sobre semillas de maíz (*Zea Mays*).

Germinación de semillas a 10 lt/ha

El cuadro 6 muestra los resultados de germinación de semillas de maíz con la aplicación de los extractos y aceites vegetales a dosis 10 lt/ha. Se observa que el mejor tratamiento fue el testigo químico, pues mostro el número más bajo de semillas de maíz germinadas que el resto de los tratamientos en más de 200% en algunos de los tratamientos.

Cuadro 6. Número de semillas germinadas del cultivo de maíz (*Zea mays*) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 10 lt/ha. Saltillo, Coahuila, abril-mayo 2014.

Tratamientos	9 DDA	15 DDA	23 DDA
T1	13	36	36
T2	9	34	34
T3	16	28	28
T4	10	30	32
T5	16	28	28
T6	8	25	28
T7	8	21	21
T8	8	21	21
T9	0	10	10
T10	8	36	36
J^2	27.75	21.55	26.41

$J^2_r, 0.05$	16.92	16.92	16.92
Pruebas de medias 1 g.l., 1	1=2<3>4<5>6=7=8>9<10	1=2>3=4=5=6>7=8>9<10	1=2>3=4=5=6>7=8>9<10

Considerando ambas dosis de extractos para monocotiledóneas es claro que el mejor resultado se obtuvo con la dosis de 5 lt/ha esto puede deberse a que componentes químicos y la separación de las diferentes acciones que puedan estar operando en la planta.

Los resultados obtenidos difieren a lo encontrado por Laynez y Natera (2006) en el que evaluaron el efecto alelopático de extractos acuosos del follaje de *Cyperus rotundus* L. sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea Mays*) y reportaron que al aumentar la concentración del extracto acuoso foliar se produjo inhibiciones de la germinación proporcional al aumento de la concentración de extracto. Maharjan *et al.*, (2006) menciona que *Parthenium* en bajas concentraciones no inhibió la germinación de semillas de maíz (*Zea Mays*), sin embargo inhibió la germinación de semillas de arroz (*Oriza sativa*) e indican que a diferentes dosis y en combinaciones puede haber efecto sobre la germinación.

Cuadro 7. Analisis de Varianza en altura y peso seco de la planta de en dosis de 5 lt/ha y 10lt/ha. Abril-mayo 2014.

Tratamiento	Altura de plantas		Peso seco	
	5lt /ha(cm) n.s	10 Lt /ha**	5lt /ha(cm) **	10 Lt /ha n.s
T1	10.9025	17.505 A	23.5 A	8.5
T2	10.21625	17.465 AB	13.25 B	7.5
T3	11.7525	16.8525 AB	13.25 B	6.25
T4	11.13	18.825 A	13.5 B	8.25
T5	10.1625	13.62525 BC	8 BC	10.75
T6	10.71	12.125 CD	10 BC	7.75
T7	9.875	7.69 E	3.75C	6.21
T8	10.3225	10.905 CDE	3.75 C	5.25
T9	10.92	8.765 DE	3.25C	4.8
T10	14.355	19.99 A	24.75 A	16.4
Fc	1.96	9.67	11.62	1.63
F,g.l 9, 0.05, 0.01	2.25, 3.15	2.25, 3.16	2.25, 3.17	2.25, 3.18
C.V	19.56%	18.32%	16.43	19.43

En este estudio encontramos que la mayor concentración del extracto disminuyó la inhibición de la germinación de maíz esto puede verse debido a que la alta concentración de los extractos provoque una inestabilidad química y no se efectuó el efecto esperado.

Efecto sobre la altura de la planta a dosis 5 lt/ ha y 10 lt/ha

En la variable altura de planta se observó que a la dosis de 5 lt/ha prácticamente todos los tratamientos se comportaron igual y lo confirma el ANOVA (cuadro 7) pues no hubo diferencia significativa. El promedio de altura fue 11.034 cm.

Respecto a la dosis de 10 lt se obtuvo diferencia estadísticamente altamente significativa destacando los tratamientos 7, 8 y 9 con bajas alturas de plantas (7.69, 10.8 y 8.76.24 cm respectivamente).

Tomando en consideración los buenos resultados con los tratamientos 8 y 9 para la variable germinación se puede asumir estos mismo tratamientos presentan un efecto que limita significativamente el crecimiento de las plantas, lo cual para los objetivos herbicidas que perseguimos en esta investigación el que un producto afecte la germinación de la planta y el crecimiento de la misma se encamina a ser considerado como un producto herbicida ventajoso

Verdeguer (2011), señala que los efectos de los aceites esenciales dependen de la concentración aplicada, pues en ocasiones las bajas concentraciones no muestran efectos detrimentales, o incluso pueden llegar a producir efectos estimulatorios. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que hubo algún efecto en longitud de la planta con los tratamientos que contienen aceites y extractos, esto podría deberse a lo señalado por Lovett, *et al.*, (2000), quienes indican que la actividad biológica en plantas receptoras de alelo químicos es dependiente de la concentración de entrada; la

respuesta es de estimulación o atracción, con bajas concentraciones de alelo químicos y de inhibición o rechazo al incrementarse estas.

Efecto en concentración de peso seco de la planta a 5 lt/a y 10 lt/ha.

En la peso seco a 5 lt/ha hay un efecto altamente significativo como lo demuestra el ANOVA (cuadro 7), en los cuales destacan los tratamientos 7 con 3.75 gr, tratamiento 8 con 3.75 gr y el tratamiento 9 con 3.25 con los pesos más bajos, mientras que los tratamientos 1 y 9 fueron los más altos sin embargo, en la dosis 10 lt/ha no hay diferencia estadísticamente significativa indicando que todos los tratamientos tuvieron un comportamiento igual.

Lo anterior concuerda con diversos autores, como García (2005), quien no encontró efectos en el crecimiento de melón y maíz al utilizar el extracto de acuoso de boniato a dosis de 25%. En otro trabajo Campiglia (2007) menciona que el aceite de canela muestra un efecto significativo en el desarrollo de *Sinapis arvensis* casi en un 30% debajo del testigo absoluto.

Con las tres variables estudiadas en la especie monocotiledónea se destaca dentro del grupo de extractos y aceites vegetales el tratamiento 8 ya que fue el que tuvo un comportamiento similar al testigo comercial.

Efecto de extractos y aceites vegetales sobre la especie dicotiledónea *Phaseolus vulgaris* (frijol) como Indicadora a una dosis de 5 lt/ha y 10 lt/ha.

Germinación a 5 lt/ha

El cuadro 8 muestra los resultados de la variable de germinación, se observa que existe diferencia significativa estadísticamente entre los cuales el tratamiento 8 y 9 mostraron el número de semillas más bajas (14 y 13

respectivamente) en germinación mientras que los demás tratamientos estuvieron entre 18-25 semillas germinadas. El análisis de χ^2 (cuadro 8), muestra que los tratamientos 8 y 9 son estadísticamente iguales, indicando que el tratamiento 8 genera un efecto inhibitorio de germinación de semillas parecido al tratamiento químico siendo este una posibilidad de herbicida orgánico en especies dicotiledóneas.

Cuadro 8. Número de semillas germinadas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 5 lt/ha. Saltillo, Coahuila. Mayo 2014.

Tratamiento	(9 DDA)*	(15 DDA)*	(23 DDA)**
T1	4	20	27
T2	1	18	23
T3	1	18	26
T4	0	15	19
T5	1	19	21
T6	0	21	21
T7	0	22	25
T8	0	14	14
T9	0	12	13
T10	3	22	34
J^2c	18	17.04	47
J^2T 9 gl, 0. 05	16.91	16.91	16.91
Prueba de medias 1 g.l.	1>2=2=3=4=5=6=7=8=9<10	1=2=3=4=5=6=7=8>9<10	1=2=3>4=5=6=7>8=9<10

Lara, (2014) quien reporta que el aceite de canela+*Parthenium* no inhibe la germinación en semillas de frijol esto, sin embargo en este trabajo dentro del grupo de extractos vegetales el que mejor funciona en inhibir la germinación de la semilla de frijol fue el tratamiento 8 el cual contiene aceite de canela+guiche de lechuguilla, esto puede deberse a lo señalado por Nitach, (2005) en donde señala que el *Parthenium* puede actuar de un modo específico cuando es utilizado solo y causar efectos en combinación con otros, esto por los cambios químicos que se produce ya sea en el proceso de formulación o dentro de la planta.

Germinación de semillas a 10 lt/ha

El cuadro 9 nos indica a que hay diferencia significativa en semillas de frijol con la aplicación de los extractos y aceites vegetales a dosis de 10 lt/a en lo cual se observa que los tratamientos 5, 7,8 y 9 fueron los que tuvieron una baja germinación, mientras los demás tratamientos estuvieron en el rango de 25-15 semillas, el testigo absoluto fue el más alto con 35 semillas.

En el análisis de J^2 nos muestra que el tratamiento 7 fue el que tuvo el comportamiento más cercano al testigo comercial sin embargo, no tuvo el mismo efecto a 5 lt/ha, mientras que el tratamiento 8 fue el que tuvo un comportamiento similar en ambas dosis, esto nos encamina a que el tratamiento 8 pueda considerarse como una alternativa de herbicida orgánico pre emergente.

Cuadro 9. Número de semillas germinadas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con aplicación de mezcla de extractos y aceites vegetales a 5 lt/ha. Saltillo, Coahuila Abril- mayo, 2014.

Tratamiento	(9 DDA)**	(15 DDA)**	(23 DDA)**
T1	10	22	22
T2	0	17	17
T3	1	13	20
T4	1	18	18
T5	2	6	9
T6	1	8	15
T7	0	8	11
T8	0	6	10
T9	0	8	8
T10	1	27	35
X2C	68	77.4	50.5
X2T 9 gl, 0. 05	16.91		
Prueba de medias 1 g.l.	1>2=3=4=5=6=7=8=9=10	1>2>3<4>5=6=7=8=9<10	1=2=3=4>5<6>7=8=9<10

Lara (2014) reporta que *Parthenium* + Extracto de ruezno de nogal inhibió la germinación en un 50 %, lo que coincide con lo observado en este trabajo (T5), y también coincide con lo reportado por Batish *et al.*, (2002), quien en un

estudio similar indica que extractos de *Parthenium* a concentración de 25 % y 50% inhibe la germinación de semillas de alfalfa.

Sin embargo el tratamiento que mejor actuó en ambas dosis fue la mezcla de Aceite absoluto de canela+ extracto acuoso de guiche de lechuguilla lo que coincide con Campiglia, (2007) quien menciona que las dicotiledóneas son más sensibles al aceite de canela que las monocotiledóneas lo que se expresa en la reducción de porcentaje de germinación

Cuadro 10. Análisis de varianza en altura y peso seco con valores agronómicos de la planta en dosis de 5 lt/ha y 10lt/ha. Saltillo, Coahuila Abril- mayo, 2014.

Tratamiento	Altura de plantas		Peso seco	
	5lt /ha(cm) *	10 Lt /ha **	5lt /ha(cm)	10 Lt /ha
T1	6.81 BC	9.00 A	1.75	1.75
T2	5.96 BC	6.70 B	3.00	2.75
T3	4.95 C	6.19B	4.00	7.00
T4	5.20 BC	8.21 AB	1.50	4.00
T5	7.13 AB	4.94 C	1.00	3.75
T6	8.69 AB	6.37 B	3.00	1.50
T7	10.18 A	5.63BC	3.50	1.50
T8	10.90 A	3.95C	2.00	2.50
T9	7.50 A B	3.41C	1.00	0.50
T10	10.29 A	9.09 A	3.75	4.75
Fc	2.80	3.22	1.77	2.18
F.g.l 9, 0.05, 0.01	2.25, 3.15	2.25, 3.16	2.25, 3.17	2.25, 3.18
C.V	21.34%	19.5	18%	16.71

Efecto sobre la altura dosis de 5lt/ha y10 lt/ha

A dosis de 5 lt/ha podemos ver que hay efecto significativo en los tratamientos (cuadro 10) de los cuales el tratamiento 3 es el que tiene la altura más baja con de 4.95 cm, siendo este un 40% más bajo que el testigo comercial, lo cual confirma el ANOVA (Cuadro No.10) indicando que este es el que destaca del grupo de extractos aceites vegetales, sin embargo podemos notar que existió

un efecto sobre la altura de planta por parte de los demás tratamientos incluso un mayor efecto sobre esta variable que el tratamiento químico, mientras que el testigo absoluto tiene una altura de 10.29 cm.

Aslam, (2011) reporta que al aplicar extracto de *Parthenium* a concentración de 0.5 y 1.5 % sobre semillas de frijol, estas incrementaron su altura en comparación del testigo, en otro trabajo Netsere (2015) señala que al aplicar *Parthenium* sobre semillas de trigo (*triticum spp*) en dosis bajas no se afecta el desarrollo, en contraste se observa aumento en el tamaño de sus hojas en 20% y 15 % en comparación con el testigo, esto contrasta con lo encontrado en este estudio , quizás se deba a la combinación *Parthenium con* aceite de clavo

Con la dosis de 10 lt/ha (cuadro 10), destaca el tratamiento 5 con 4.94 cm seguido por el tratamientos 8 con 3.95 cm y el tratamiento 9 (Testigo Comercial) con 3.45 cm siendo esto los tratamientos con más baja altura mientras que el testigo absoluto alcanzo una altura de 9.09, mediante el analices ANOVA (Cuadro No.10) confirma que existe diferencia significativamente estadística entre los tratamientos, señalando que los tratamientos 5, 8 y 9 tienen el mismo comportamiento destacándose de los demás aunque dentro de este grupo el tratamiento 8 y 9 fueron los que tuvieron el mismo valor.

En otro estudio Gillilan (2012) reporta que el aceite de canela tiene un efecto negativo, reduciendo un 30% sobre el desarrollo de *Triticum aestivum* y que su efecto es más notorio cuando se mezcla canela + geranio +hierba de limón +menta, lo cual concuerda con los estudios de este trabajo ya que a dosis de 10 lt/la combinación aceite absoluto de canela + extracto acuoso de guiche de lechuguilla tuvo mejor resultado causando un efecto negativo sobre el desarrollo de frijol.

Con las dos variables estudiadas vemos dentro del grupo de los extractos y aceites vegetales que el tratamiento 8 asido el que muestra una estabilidad y

resultados al testigo comercial, mostrando una alternativa para el control de malezas de especie dicotiledónea.

Efecto en la concentración de peso seco de la planta 5 lt/ha y 10 lt/ha

En la concentración de peso seco no hay efecto significativo entre los tratamientos a 5lt/ha como en 10/ha como lo muestra el análisis estadístico ANOVA (cuadro 10), indicando que todos los tratamientos se comportan iguales para esta variable. Esto concuerda con Leyva. (2007) quien reporta que el extracto de girasol, maíz y bionato no afecta significativamente en la concentración de biomasa en frijol. Por otra parte Marwat (2008) reporta que aplicando *Parthenium* a *A. fatua* y *Lepidium sp.* Y *Triticum spp* , demostró que de *A. fatua* y *Lepidium sp.*, fueron más afectadas por las concentraciones de *Parthenium* sin embargo observo que en el *Triticum spp* tuvo más biomasa en las concentraciones más altas que en las bajas, señalando que dependiendo de la concentración, residualidad y especie , puede existir un efecto negativo como positivo en la acumulación de biomasa.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Ha1 la cual menciona que, al menos uno de los extractos vegetales causará efecto herbicida en especies monocotiledóneas, se acepta, ya que de acuerdo al análisis de Ji2 (Cuadro 5) y en el ANOVA (cuadro 7) existe diferencia significativa estadísticamente, destacando el tratamiento 8.

Ha2 la cual menciona que, al menos uno de los extractos vegetales causará efecto herbicida en especies dicotiledóneas es aceptada, ya que en los análisis estadísticos Ji2 y ANOVA (Cuadro 9 y Cuadro 10) muestra que hay diferencia estadísticamente en el cual el mejor dentro de los extractos vegetales fue el tratamiento 8.

Ha3 la cual menciona que, existe un efecto herbicida diferente entre las concentraciones de las formulas orgánicas aplicadas en la especie monocotiledónea se acepta ya que el mejor efecto herbicida se realizó en la dosis de 5 lt/ha como no los indica el cuadro 5 y el Cuadro 7.

Ha4 la menciona que existe un efecto herbicida diferente entre las concentraciones de las formulas orgánicas aplicadas en la especie dicotiledónea es aceptada ya que la concentración que mejor actuó fue la de 10 lt/h como se muestra en el ANOVA y Ji2.

Con base a lo anterior, se afirma que el tratamiento 8 fue el que mostró mejores resultados, ya que causó efectos en ambas especies y su comportamiento fue similar estadísticamente al testigo comercial, afectando las variables germinación y peso seco en la especie monocotiledónea, mientras que en la dicotiledónea el efecto fue en las variables germinación y altura. Estos resultados fueron a diferentes concentraciones, destacando la dosis 5 lt/ha mientras que la dosis de 10 lt/ha no causo efecto significativo para el caso de monocotiledónea mientras que en dicotiledónea el efecto se vio mejor reflejado en la dosis de 10 lt/ha dosis mientras que la dosis de 5 lt/ha no tuvo efecto significativo.

Por lo anterior se sugiere realizar pruebas con el tratamiento 8 a una dosis de 7.5 litros por hectárea en ambas especies tomando en cuenta factores no considerados en este trabajo tales como: tipo y Ph del suelo ya que esto puede percutir en los efectos causados por los extractos, así también considerar otras variables como longitud de raiz, residualidad y durabilidad ya que el efecto puede no observarse en la parte epigea de la planta pero si afectar la parte hipogea.

BIBLIOGRAFÍA

- Alan, E.; Barrantes, U.; Soto, A.; Agüero, R. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agro ecosistemas tropicales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 223 p
- Alvear, M., López, R., Rosas, A., & Espinoza, N. 2006. Efecto de la aplicación de herbicidas en condiciones de campo sobre algunas actividades biológicas. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 6(1), 64-76.
- Anderson, S. 1996. Geographical variation and genetic analysis of leaf shape in *Crepis tectorum* (Asteraceae). *Plant Systematics and Evolution* 178, 247-8.
- Anderson, W.P. 1983. *Weed Science: Principles*. West Publishing Co. Saint Paul, Minnesota.
- Arce, A.G., Valdés, R.J., Valdés, O.A., Gallegos, T.A. and G.P, Villa. 2003. Pruebas de germinación en semillas de sotol (*Dasyilirion cedrosasanum* Trel.) utilizando extractos secos de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) bajo condiciones de laboratorio.
- Bailey, G.W. and J. White. 1970. Factors influencing the adsorption, desorption and movement of pesticides in soil. *Residue Review* 2:29-92.

- Baker, H. G. 1974. The evolution of weeds. Annual review of ecology and systematics, 1-24.
- Barriuso, E., Laird, D.A, Koskinen, W.C. and R.H. Dowdy.1994. Atrazine desorption from smectites. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:1632-1638.
- Bartha, R., & Atlas, R. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Madrid 4. Edición. Ed.
- Batish, D.R., H.P. Singh, R.K. Kohli, D.B. Saxena and S.Kaur 2002. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. Environ. Exp. Bot. 47: 149-155.
- Betanzo. 2006 Determinación de la importancia de malezas presentes en huertos de manzano como fuente de inóculo de Tomato ringspot virus TomsRsv. Tesis
- Blanco, Y. 2012. Potencial alelopático de diferentes concentraciones de extractos de girasol (*Helianthus annuus*, L.), MAÍZ (*Zea mays* L.), FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*, L.) y Bionato (*Ipomoea batata*, L.) sobre el crecimiento y desarrollo inicial del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Cultivos Tropicales, 28(3), 5-9.
- Boyd, N.S. and E.B, Brennan. 2006. Burning nettle, common purslane, and rye response to a clove oil herbicide. Weed Technol. 20: 646-650.
- Buhler, D.D. 1998. Tillage systems and weed population dynamics and management. pp: 223-246. In: J.L. Hatfield, D.D. Buhler and B.A Stewart, eds. Integrated Weed and Soil Management. Ann Arbor Press. Chelsea, MI.
- Caldiz, D. O.; Rolon, D. A.; DI Rico, J.; y Andreu, A. B. 2007. Performance of dimethomorph + mancozeb applied to seed potatoes in early management of late blight (*Phytophthora infestans*). Potato Res. 50:59 - 70.

- Campiglia, E., Mancinelli R., Cavalieri A., F. Caporali. 2007. Use of Essential Oils of Cinnamon, Lavender and Peppermint for Weed Control. Italian Jour. Agronomy. 2: 171-175.
- Caseley, J.C. 1996. Herbicidas. In: Labrada, R., J. C. Caseley y C. Parker, eds. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm#TopOfPage>
- Cavalieri, A. and F. Caporali. 2010. Effects of essential oils of cinnamon, lavender and peppermint on germination of Mediterranean weeds. Allelopathy Jour. 25 (2): 441-451.
- Chiapusio, G., Pellissier, F., & Gallet, C. (2004). Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. Journal of experimental botany, 55(402), 1587-1592.
- Choesin, D. N., & Boerner, R. E. (1991). Allyl isothiocyanate release and the allelopathic potential of Brassica napus (Brassicaceae). American Journal of Botany, 1083-1090.
- Cisneros, F. 1995. Control Legal. Avocado Source.
- Cronquist. A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. 298 pp
- Crosby, D.G. 1976. Nonbiological degradation of herbicides in the soil. In: Herbicides: Physiology, biochemistry, ecology (Edit. L.J. Audus) 2a. ed. Vol. 2. Academic Press. Londres. p 65-92.
- Curran, W.S. 2014. Persistence of Herbicides in Soil.

- Curran, W.S., Lingenfelter, D.D. and C.B. Muse. 2014. Effectiveness of Vinegar and Clove Oil for Control of Annual Weeds. Penn State University, University Park. p.58.
- D'Abrosca, B., DellaGreca, M., Fiorentino, A., Monaco, P., Oriano, P. and F, Temussi, 2004. Structure elucidation and phytotoxicity of C13 norisoprenoids from *Cestrum parqui*. *Phytochemistry*. 65 (4):497-505.
- Dayan, F.E., Cantrell C. L., S.O. Duke. 2009. Natural Products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. p. 4022–4034.
- Dieleman, J. A., Mortensen, D. A., & Buhler, D. D. 1997. Multivariate approaches for linking field-scale variability of soil properties and weed populations. In *Weed Sci. Soc. Am. Abstr* (Vol. 37, p. 46).
- DONGRE, P. N., SINGH, A. K. 2004. Inhibitory effects of weeds on growth of wheat seedlings. *Allelopathy Journal*, 20: 221-304.
- Dudai, N., Poljakoff-Mayber, A., Mayer, A.M., Putievsky, E. and H.R, Lerner. 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *J. Chem. Ecol.* 25(5): 1079-1089.
- Evanari, M. 1949. Germination inhibitors. *Botanical Review*, 15: 153.
- Fakhry, T. J. 2005. Weeds Control in Forest Ecosystems by the Allelopathic Potential of Black Walnut (*Juglans nigra* L.). kurdistan Regional Government – Iraq ,Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Duhok – Duhok, College of Agriculture.

- FAO. 2004. Manejo de Malezas para países en desarrollo, Addendum I. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120, editado por R.Labrada Roma, 305 p.
- Félix, R.A.Z., Ono, E.O., Silva, C.P., Rodríguez. J.D. and C. Piero. 2007. Efeitos Alelopáticos da *Amburana* *rensis*. Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e de Rabanete (*Raphanus sativus* L.). Revista brasileira de Biociências, Porto Alegre, 5:138-140.
- Ferreira, A.G. & Aquila, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. v (12): 175-204.
- Fletcher, W.W. 1993. Recent Advances in Weed Research. Common wealth Agricultural Bureau. 1-2 p
- Fukunaga, K.F. 2013. The Allelopathic Properties of Black Walnut Hulls. California State Science Fair.
- García, S. T., Isidró, M. P., De Cupere, F., Gabriel, M., Aguiar, P., & García, M. R. (2003). Efecto alelopático del boniato (*Ipomoea batatas* L.(Lam.), sobre la germinación y crecimiento de cultivos y malezas. Centro Agrícola, 30(1).
- GARCÍA-ESPAÑA, V., & GÓMEZ, D. B. D. (1997). Selectividad y eficacia de algunos herbicidas en vivero de planta forestal. Actas SEMH, Valencia, 355-359.
- Gatti, A.B., Pérez. S.C. and M.I.S. Lima. 2004. Actividade alelopática de extractos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntzena germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. Acta Botanica Brasilica. 18 (3).

- Gómez, J. F. 1995. Control de malezas. CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali–CENICAÑA. P, 143-152.
- González, L. M. (2013). Reseña bibliográfica APUNTES SOBRE LA FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS BAJO ESTRÉS DE SALINIDAD. *Cultivos Tropicales*, 23(4), 47-57.
- González, Leopoldo Arce, et al. "Pruebas de germinación en semillas de sotol (*Dasyilirion cedrosasanum* Trel.) Utilizando extractos secos de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) bajo condiciones de laboratorio." Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.[internet]. Disponible en el sitio de red: <http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/Zaridas/sotol01.pdf>. [Revisado el 23 enero 2007] (1994).
- Guest, J. R., Helleiner, C. W., Cross, M. J., & Woods, D. D. 1960. Cobalamin and the synthesis of methionine by ultrasonic extracts of *Escherichia coli*. *Biochemical Journal*, 76(2), 396.
- Hang, S., Ferreiro E.A. and S.G. de Bussetti.1996. Picloram adsorption-desorption by soils and other pure adsorbents. *Eurasian Soil Sci.*,29:775-782.
- Hedge, Ramesh S., and D. A. Miller. 1990 "Allelopathy and autotoxicity in alfalfa: Characterization and effects of preceding crops and residue incorporation." *Crop Science* 30.6: 1255-1259.
- Herrera, I.L. y P.R. Álvarez.1998. Incidencia de enfermedades parasitarias en malezas del cafeto I. Pinar del Río. *Centro Agrícola*. 25(3): 61-66.

- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho and J.P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds, distribution and biology. The University Press of Hawaii, Honolulu. 609 pp.
- Howard F. 2013. P.E., Director, Maintenance Division, The Roadside Vegetation Management Manual was revised by deleting Chapter 3, Herbicide Operations. Holland.
- Hu, G., Zhang, Z.H. and B.Q. Hu. 2013. Efecto del extracto de hoja acuosa de *Parthenium hysterophorus* L. sobre la germinación y el crecimiento de los brotes de dos especies nativas. *Materiales Avanzados de Investigación*, (726-731):4348 - 4351.
- Jobidon, R. 1986. Notes: Allelopathic Potential of Coniferous Species to Old-Field Weeds in Eastern Quebec. *Forest science*, 32(1), 112-118.
- Koitabashi, R., Suzuki, T., Sakai, A., et al T. 1997. 1,8-cineole inhibits roots growth and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L. *Journal of Plant Research* 110:1-6.
- Krautmann, M., Turbay, S., & Riscalá, E. 2001. Efectos alelopáticos de *Tridax procumbens* L. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Tucumán, Fac. de Agronomía y Zootecnia.
- Labrada, R. 1992. Weed Management- a component of IPM. Proceedings, International Workshop "Weed Management of Asia and the Pacific Region", IAST (Taegu, Korea) FAO, Special supplement No.7. p. 5-14.
- Labrada, R. and C. Parker. 1999. Weed Control in the context of Integrated Pest Management. Weed. In: Labrada R. y Parker C Management for Developing

- Layne-Garsaball, J. A., & Méndez-Natera, J. R. 2007. Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus* L.(Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 55-60
- Leyva, A. (1996). Estudio del potencial alelopático del girasol (*Helianthus annuus* L.) sobre diferentes cultivos económicos en sistemas de policultivos. La Habana. Centro de Estudios de Agroecología y Agricultura Sostenible (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría).
- Lovett, J. y M. Ryuntyu. 1992. Allelopathy: Broadening the context. pp. 11-19. En: Rizvi, S.J.H. y V. Rizvi (eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. Chapman y Hall, Londres. Mansaray, M. 2000. *Herbal remedies food or med*.
- Lynch, J. M. 1980. Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. *Plant, Cell and Environment*, 3: 255.
- Maharjan, S., Shrestha, B. B., & Jha, P. K. 2007. Allelopathic effects of aqueous extract of leaves of *Parthenium hysterophorus* L. on seed germination and seedling growth of some cultivated and wild herbaceous species. *Scientific world*, 5(5), 33-39.
- Martin Lara, Extractos Vegetales con Propiedades Alelopáticas sobre el Desarrollo en Maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su Posible Uso para el Control de Malezas.
- Marwat, K. B., Khan, M. A., Nawaz, A., & Amin, A. (2008). *Parthenium hysterophorus* L. a potential source of bioherbicide. *Pak. J. Bot*, 40(5), 1933-1942.
- Massey, A.B. 1925. Antagonism the walnuts (*Juglans nigra* L. and *J. cinerea* L.) in certain plant associations. *Phytopathology*. 15: 773-784.

- Mauli, M.M. and Teixeira, D. M. 2009. Alelopatía de Leucena sobre soja e plantas invasoras. Capa. 30(1) .
- Mitchell, G., Bartlett, D.W., Fraser, T.E.M., Hawkes, T.R., Holt, D.C., Townson. J.K. and R.A, Wichert. 2001. Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. Pest Manag. Sci. 57:120-128.
- Molisch, H. 1937. Der Einflusseiner Pflanze auf die andere-Allelopathie. Fischer, Jena.
- Netsere, A. (2015). Allelopathic Effects of Aqueous Extracts of an Invasive Alien Weed *Parthenium hysterophorus* L. on Maize and Sorghum Seed Germination and Seedling Growth. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 5(1), 120-124.
- Netsere, A., & Mendesil, E. 2012. Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* L. aqueous extracts on soybean (*Glycine max* L.) and haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed germination, shoot and root growth and dry matter production. Journal of Applied botany and food quality, 84(2), 219.
- Paredes, E., García, C., & Pérez, E. 2008. Metodología para el manejo de malezas en áreas agrícolas. Fitosanidad.
- Peterson, J., BELZ, R., WALKER, F., HURLE, K. 2001. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rapeseed mulch. Agronomy Journal 93, 37-43.
- Putnam, R., & Smith, D. M. 1985. Action science. San Francisco: Jossey-Bass.

Rice, E. & Pancholy. 1973. Inhibition of nitrification by climax ecosystems. American Journal of Botany, 60: 691.

Rice, E. L. 1984. Allelopathy. 2 ed. Academic Press. Nueva York. p. 422.

Richter, O., Diekkrüger, B., and Nörtersheuser, P. 1996. Environmental fate modelling of pesticides. From the laboratory to the field scale. Editor KRAUS, H.J. VCH, Federal Republic of Germany, 281p.

Rojas, G.M. 1984. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores. 2a. ed. Editorial Limusa. México.

Ross, M. A. and C. A. Lembi. 1985. Applied Weed Science. Burgess Publishing Co. Minneapolis, MN. 340 p.

SAGARPA. 2013. Agricultura Orgánica.

Settele, J., & Braun, M. 1986. Some effects of weed management on insect pests of rice. Plits, 4, 83-100.

Sevilla Panizo, R. 1992. Proyecto control de plagas del cafeto 1982-1991 USAID/ROCAP. Informe final (No. IICA-PM A1/GT No. 92-003). IICA, Guatemala (Guatemala). Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura-PROMECAFE.

Shaner, D. 1995. Herbicide resistance: Where, are we? How did we get here? Where are we going?. Weed Technology 9: 850-856.

Smith, T. 2011. Cultivos de efecto invernadero y el Programa de Floricultura. Universidad de Massachusetts. Trad. De la versión en inglés por Daniel J. Panucar.

Stachon, W. J., & Zimdahl, R. L. 1980. Allelopathic activity of Canada thistle (*Cirsium arvense*) in Colorado. *Weed Science*, 83-86.

Suffredini, I., Sader, A., Gonçalves. A., Reis, A., Gales, A., Varella, A. and R. Younes. 2004. Screening of antibacterial extract from plants native to the Brazilian Amazon Rain Forest and Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 37: 379-384.

Tefera, T. 2002. Allelopathic Effects of *Parthenium hysterophorus* ,extracts on Seed Germination and Seedling Growth of *Eragrostis tef*. *Jour. Agron and Crop. Sci.* 188 (5): 306–310.

Tucuch-Cauich, F.M., Orona-Castro, F., Almeyda-León, I.H. y L.A. Aguirre- Uribe. 2013. Ecological indicators of the weed community in the cultivation of mango (*Mangifera indica* L.) in Campeche State, Mexico. *Int. Jour. of Exp. Bot.* 2: 145-151.

Tukey, H.B. 1970. The leaching of substances from plants. *Annu. Rev. Plant. Physiol.* 21: 305- 323. Turner J.A., Rice E.L. 1975. Microbial decomposition of frolic acid in soil. *J. Chem. Ecol.* 1: 41- 58.

Tworkoski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. *Weed Sci.* 50:425-431.

[URL:http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_12_PG_265-271.pdf](http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_12_PG_265-271.pdf).

URL:http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf

Urucert Normas para la Producción Ecológica. 1998.

Verdaguer Sancho, M. M. 2011. Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses (Doctoral dissertation).

Vyvyan, J.R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*. 58: 1631-1636.

Whittaker, R. H. & Feeny, P. P. 1971. Allelochemicals: Chemical interactions between species. *Science*, 171: 757-770.

Wu, H., Pratley, J.E. and T.J. Haig. 2003. Phytotoxic effects of wheat extracts on a herbicide-resistant biotype of annual ryegrass (*Lolium rigid*). *Jour. Agric. and Food Chem.* 51: 4610 – 4616.

Wyse, D. 1994. New technologies and approaches for weed management in sustainable agriculture systems. *Weed Technology* 8: 403-407.

Yan-Guijun, Zhu-Chaohua, Luo-Yanping, Yang-Ye and Wei-Jinju. 2006. Potential allelopathic effects of (*Piper nigrum*), *Mangifera indica* and *Clausena lansium*. *Ying yong Shengtai Xuebao*. 17(9): 1633-1636.

