

Fitotoxicidad de extractos vegetales en la germinación de semillas y desarrollo inicial de plantas mono y dicotiledóneas

Phytotoxicity of plant extracts on seed germination and initial development of mono and dicotyledonous plants

—

Héctor Guillermo Anza Cruz¹

hector.anza02@unach.mx • ORCID: 0000-0003-3951-4458

Sandra Isabel Ramírez González²

sandra.ramirez@unach.mx • ORCID: 0000-0002-1563-1521

Orlando López Báez²

olopez@unach.mx • ORCID: 0000-0003-4200-4547

Saul Espinoza Zaragoza²

saul.espinosa@unach.mx • ORCID: 0000-0001-7683-7382

1 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS, VILLAFLORES, CHIAPAS, MÉXICO

2 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS, TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Anza Cruz, H. G., Ramírez González, S. I., López Báez, O., & Espinoza Zaragoza, S. Fitotoxicidad de extractos vegetales en la germinación de semillas y desarrollo inicial de plantas mono y dicotiledóneas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 12(32). <https://doi.org/10.31644/IMASD.32.2023.a07>

RESUMEN

El control de malezas es un factor importante en la producción de cultivos, pero se hace necesario generar alternativas menos contaminantes y más sostenibles, por lo que se planteó una investigación exploratoria para determinar la actividad fitotóxica de extractos vegetales de *Rosmarinus officinalis*, *Raphanus sativus*, *Origanum vulgare*, *Capsicum annuum* y *Allium sativum* en la germinación de semillas y plantas de especies monocotiledóneas (*Zea mays*) y dicotiledóneas (*Phaseolus vulgaris*); se utilizaron con cada planta dos formas de extracción (licuado y presurización). En la primera etapa se evaluaron todos los extractos a concentraciones de 100% y 50% v/v, en *Z. mays* y *P. vulgaris*, y se cuantificó: porcentaje de germinación, semillas sanas y crecimiento de plántula. Los mejores tratamientos se evaluaron en una segunda etapa sobre plantas y se cuantificó: grado de fitotoxicidad (escala de Rochecouste), el peso fresco y seco y crecimiento radicular y foliar. El diseño fue completamente al azar y en las dos etapas se incluyó un testigo (agua), se realizó análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey ($P \leq 0,05$). Los resultados indican que el extracto de *R. officinalis* licuado al 100% logró 9 en la escala de fitotoxicidad Rochecouste, así como el valor más bajo de peso seco en *Z. mays*, y *R. officinalis* presurizado al 100% y 50%, *C. annuum* licuado y presurizado al 100% y *O. vulgare* presurizado al 100%, también tuvieron un efecto fitotóxico superior al 4.8 y reducción en el peso seco de plantas en más del 50%, siendo potenciales productos herbicidas en plantas monocotiledóneas. El extracto de *A. sativum* licuado al 100%, logró 10 en la escala de Rochecouste, y el peso más bajo en plantas de *P. vulgare*, siendo al igual que *A. sativum* presurizado al 100 y 50% y *O. vulgare* licuado al 100%, extractos con potencial herbicida en plantas dicotiledóneas.

Palabras clave:

Malezas, agricultura sostenible, *Allium sativum*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Capsicum annuum*.

— Abstract—

Weed control is an important factor in crop production, but it is necessary to generate less polluting and more sustainable alternatives, for which an exploratory research was proposed to determine the phytotoxic activity of plant extracts of *Rosmarinus officinalis*, *Raphanus sativus*, *Origanum vulgare*, *Capsicum annuum* and *Allium sativum* in seed and plant germination of monocots (*Zea mays*) and dicots (*Phaseolus vulgaris*) species; Two forms of extraction (liquefied and pressurized) were used with each plant. In the first stage, all the extracts were evaluated at concentrations of 100% and 50% v/v, in *Z. mays* and *P. vulgaris*, and the percentage of germination, healthy seeds and seedling growth were quantified. The best treatments were evaluated in a second stage on plants and the following were quantified: degree of phytotoxicity (Rochecouste scale), fresh and dry weight, and root and foliar growth. The design was completely randomized and a control (water) was included in both stages, analysis of variance and comparisons of Tukey's means ($P \leq 0.05$) were performed. The results indicate that the extract of *R. officinalis* liquefied at 100% achieved 9 on the Rochecouste phytotoxicity scale, as well as the lowest value of dry weight in *Z. mays*, and *R. officinalis* pressurized at 100% and 50%, *C. annuum* liquefied and pressurized at 100% and *O. vulgare* pressurized at 100%, also had a phytotoxic effect greater than 4.8 and a reduction in the dry weight of plants by more than 50%, being potential herbicide products in monocots plants. The extract of *A. sativum* liquefied at 100%, achieved 10 on the Rochecouste scale, and the lowest weight in *P. vulgare* plants, being like *A. sativum* pressurized at 100 and 50% and *O. vulgare* liquefied at 100%, extracts with herbicide potential in dicots plants.

Keywords:

Weeds, sustainable agricultura, Allium sativum, Origanum vulgare, Rosmarinus officinalis, Capsicum annuum.

Durante años el uso de herbicidas químicos o sintéticos ha sido parte de la rutina de trabajo de muchos productores en el sector agrícola, principalmente al realizar actividades de limpieza o preparación de terrenos para combatir arvenses (malezas). De acuerdo con García (2013), los herbicidas sintéticos se han usado indiscriminadamente en 47 países desde hace 50 años para el control de malas hierbas, generando como consecuencia el desarrollo de resistencia en más de 235 especies de arvenses.

Este tipo de vegetación representa diversos problemas para los cultivos, afectando el desarrollo de las plántulas por la competencia de agua, luz, territorio y nutrientes, disminuyendo la capacidad de producción, a la vez que pueden comportarse como hospederas de plagas y enfermedades. Además, el uso inadecuado e irracional de herbicidas para combatir arvenses ha causado impactos ambientales como son: la pérdida de la fertilidad del suelo, contaminación de aguas superficiales y subterráneas provocando la disminución de especies como peces, aves, insectos e incluso pérdidas humanas por intoxicación en su mal manejo.

Méndez (2019), afirma que el mayor desafío para la agricultura orgánica es el manejo de malezas, debido a la falta de productos herbicidas naturales eficaces para su control. Las características alelopáticas mostradas por algunas especies de plantas podrían convertirse en una herramienta importante para combatir los desafíos de la contaminación ambiental y el desarrollo de la resistencia a herbicidas en las malezas. En este sentido, una alternativa relativamente poco explorada es el uso de plantas alelopáticas. La alelopatía es la ciencia que estudia las interrelaciones entre plantas, mediante las relaciones de regulación o repulsión entre ellas y otros organismos, habiéndose establecido que existen muchas plantas que producen sustancias químicas capaces de repeler a otras plantas, hongos, bacterias, nematodos, virus e insectos, por lo que representan un control natural muy efectivo que evitaría la utilización de insecticidas, herbicidas o fungicidas (Ormaza, 2017).

En una búsqueda de soluciones más sustentables, “los extractos derivados de vegetales han resultado ser una alternativa interesante. Es por lo que su uso ha cobrado relevancia en los últimos tiempos, dado que son un recurso económico, renovable y más seguro para el ambiente” (Abdullah, 2011; Delbianco y colaboradores, 2020). Esto debido a que los compuestos bioactivos extraídos de los órganos de plantas (hojas, raíces, flores, tallo y semillas) presentan el potencial fitotóxico, que los hace candidatos a bioherbicidas (Cruz y Flores, 2021). México, cuenta con una gran diversidad vegetal poco explorada, de acuerdo con Díaz *et al.* (2017), la investigación de plantas con propiedades fitotóxicas (*in vitro*) y alelopáticas (en suelo) ha sido poco desarrollada, debido al reducido número de especies vegetales que han sido estudiadas.

La presente investigación exploratoria tuvo como objetivo: determinar la actividad fitotóxica de extractos vegetales de *Rosmarinus officinalis L.*, *Raphanus sativus*, *Origanum vulgare L.*, *Capsicum annum L.* y *Allium sativum* en la germinación de semillas y plantas de especies monocotiledóneas (*Zea mays*) y dicotiledóneas (*Phaseolus vulgaris*); con la finalidad de explorar alternativas sostenibles en el manejo de plantas arvenses en los cultivos, que permitan utilizar recursos locales y que pueda contribuir en la reducción de los efectos negativos de los herbicidas en el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal

Para las dos etapas de desarrollo de este trabajo de investigación, se recolectó material vegetal de cinco especies: romero (*Rosmarinus officinalis L.*), orégano (*Origanum vulgare L.*), chile blanco (*Capsicum annum L.*), rábano (*Raphanus sativus L.*), y ajo (*Allium sativum L.*) en el mes de marzo de 2021, en el municipio de Berriozábal, estado de Chiapas, México; el cual estaba libre de plagas, enfermedades y sin daños físicos.

Preparación de extractos

Se prepararon los extractos vegetales por dos medios de extracción, en caliente y frío, a través de los métodos de licuado y presurización, de acuerdo con la metodología descrita por Ramírez (2013), para lo cual se pesaron y trituraron hojas de *R. officinalis* y *O. vulgare*, frutos de *C. annum* y los bulbos de *A. sativum* y raíz de *R. sativus*.

El método de presurizado (P), es un proceso de extracción que consiste en hacer cocer el material vegetal en una olla de presión para la obtención de un caldo vegetal. Por lo que se colocó dentro de una olla a presión 300 g de material vegetal fresco finamente picado en 1 litro de solvente que consistió de una solución de agua destilada. Se tapó herméticamente y se sometió a calor por un periodo de 15 minutos sin permitir la salida del vapor, se dejó enfriar sin quitar la tapa y posteriormente se filtró. Para el método de licuado (L) se sometió el material vegetal en la misma proporción que el anterior método de extracción a un proceso de extracción en frío utilizando para tal fin una licuadora, dejando bien triturado el material vegetal, para luego ser filtrado; los dos procesos se realizaron en condiciones asépticas para evitar contaminación.

BIOENSAYO DE FITOTOXICIDAD

Etapa 1. Pruebas de germinación

En un intento de contar con modelos representantes de familias de las dos clases taxonómicas de plantas (mono y dicotiledóneas) para el desarrollo de un bioensayo reproducible, se optó por el empleo de semillas de especies cultivadas, para plantas monocotiledóneas se utilizó semillas de maíz (*Zea mays*) proporcionadas por el ejido San Isidro en el municipio de Berriozábal, Chiapas y para dicotiledóneas: semillas de frijol variedad “verdín” (línea SEN-70) (*Phaseolus vulgaris*), obtenidas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) sede Ocozocoautla, Chiapas. Para esta prueba se utilizó un diseño experimental completamente al azar, empleando los cinco extractos vegetales con las dos formas de extracción (presurización y licuado), y cada una a dos concentraciones: 100 y 50% volumen/volumen (v/v), y se contó con un testigo con agua para un total de 21 tratamientos, y cinco repeticiones; para cada especie. La unidad experimental consistió en diez semillas colocadas en una bandeja de unicel de 20 x 15 cm, en las cuales se colocó una base de papel absorbente y se añadió 10 ml de solución de los extractos vegetales a las concentraciones respectivas (Tabla 1), posteriormente se cubrieron con una película de papel vinipel.

Tabla 1
Tratamientos evaluados en germinación de semillas

No.	Tratamientos	Método de extracción	Concentración
1	<i>Raphanus sativus</i>	Licuada	100% (v:v)
2	<i>Raphanus sativus</i>	Licuada	50% (v: v)
3	<i>Raphanus sativus</i>	Presurizado	100% (v:v)
4	<i>Raphanus sativus</i>	Presurizado	50% (v:v)
5	<i>Capsicum annuum</i>	Licuada	100% (v:v)
6	<i>Capsicum annuum</i>	Licuada	50% (v:v)
7	<i>Capsicum annuum</i>	Presurizado	100% (v:v)
8	<i>Capsicum annuum</i>	Presurizado	50% (v:v)
9	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Licuada	100% (v:v)
10	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Licuada	50% (v:v)
11	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Presurizado	100% (v:v)
12	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Presurizado	50% (v:v)
13	<i>Origanum vulgare</i>	Licuada	100% (v:v)
14	<i>Origanum vulgare</i>	Licuada	50% (v:v)
15	<i>Origanum vulgare</i>	Presurizado	100% (v:v)
16	<i>Origanum vulgare</i>	Presurizado	50% (v:v)
17	<i>Allium sativum</i>	Licuada	100% (v:v)
18	<i>Allium sativum</i>	Licuada	50% (v:v)
19	<i>Allium sativum</i>	Presurizado	100% (v:v)
20	<i>Allium sativum</i>	Presurizado	50% (v:v)
21	Testigo agua	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Para la cuantificación de la variable *porcentaje de germinación*, se registraron los datos cada 24 horas, contabilizando el número de semillas germinadas por cada unidad experimental, así también el número de semillas sanas, para el caso de *Z. mays* fue durante 11 días y de nueve para *P. vulgaris*.

Para evaluar el *vigor de las plántulas* se midió la longitud de raíz y el desarrollo foliar de aquellas provenientes de las semillas que lograron germinar. Para ambas variables se realizó una sola medición, expresando los resultados en milímetros (mm), en el día 11 para las semillas de *Z. mays* y en el día nueve para las semillas de *P. vulgaris*.

Etapas 2. Efecto fitotóxico sobre plantas

Con base en los resultados del ensayo anterior, se evaluaron en una segunda etapa los tratamientos que resultaron más efectivos en la reducción en la germinación y desarrollo de *Z. mays* y de *P. vulgaris*. Para lo cual se utilizaron

vasos de plástico con capacidad de 3 onzas perforados en la parte inferior, llenos de sustrato (arena:tierra), previamente solarizada por diez días y se colocó en el centro una semilla.

Se empleo un diseño completamente al azar, con nueve tratamientos para *Z. mays* y ocho para *P. vulgaris* (ver tablas 2 y 3), se contó con 12 repeticiones para cada tratamiento, y se contempló un testigo con agua para cada uno. Para el caso de *Z. mays* se contó con 108 unidades experimentales y para *P. vulgaris* de 96. Para la aplicación de tratamientos se utilizó un atomizador manual, realizando una aspersion foliar a cada planta en el día 23 de la siembra, transcurridos cinco días se realizó la primera evaluación y al décimo día la segunda, aplicando la escala de fitotoxicidad de Rochecouste (tabla 4) de acuerdo con Chaila (1986).

Tabla 2
Tratamientos evaluados en plantas de Z. mays

No.	Tratamientos para <i>Z. mays</i>	Concentración
1	<i>Capsicum annuum</i> L. Licuado	100% (v:v)
2	<i>Capsicum annuum</i> L. Licuado	50% (v:v)
3	<i>Capsicum annuum</i> L. Presurizado	100% (v:v)
4	<i>Capsicum annuum</i> L. Presurizado	50% (v:v)
5	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Licuado	100% (v:v)
6	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Presurizado	100% (v:v)
7	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Presurizado	50% (v:v)
8	<i>Origanum vulgare</i> L. Presurizado	100% (v:v)
9	Testigo - agua	NA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3
Tratamientos evaluados en plantas de P. vulgaris

No.	Tratamientos para <i>P. vulgaris</i>	Concentración
1	<i>Rosmarinus officinalis</i> Presurizado	100% (v:v)
2	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Presurizado	50% (v:v)
3	<i>Allium sativum</i> Licuado	100% (v:v)
4	<i>Allium sativum</i> Licuado	50% (v:v)
5	<i>Allium sativum</i> Presurizado	100% (v:v)
6	<i>Allium sativum</i> Presurizado	50% (v:v)
7	<i>Origanum vulgare</i> Presurizado	100% (v:v)
8	Testigo - agua	NA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4
Escala Rochecouste para la evaluación de fitotoxicidad

Escala de Fitotoxicidad de Rochecouste	
Efectos	Puntaje
Ningún efecto visible	0
Leve acción cáustica en hojas	1
Hojas cloróticas	2
Moderada acción cáustica en hojas	3
Moderada acción cáustica en hojas y tallos	4
Ligero daño en hojas y tallos	5
Ligero daño, muerte en brotes jóvenes	6
Tallos muertos 25%	7
Tallos muertos 50%	8
Tallos muertos 75%	9
Muerte total	10

Fuente: Chaila, 1986

Además, al término de las evaluaciones de fitotoxicidad se determinaron como variables respuesta: el peso fresco y seco por planta. Para la determinación del peso fresco, se registró pesando completamente la planta en una báscula gramera. Para determinar el peso seco de cada tratamiento, las plantas se expusieron al sol durante 15 días hasta obtener un peso constante, determinando con estos valores el porcentaje de reducción de peso seco, con relación al testigo con agua.

Análisis estadístico

En ambos ensayos se realizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco repeticiones para la primera etapa y de 12 repeticiones para la segunda etapa, por cada uno de los tratamientos. Los datos obtenidos, fueron procesados a través de un análisis de varianza (ANOVA) y para aquellos que presentaron diferencias significativas se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con el programa SPSS versión 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de los extractos en la germinación de semillas de Z. mays.

Los resultados del efecto de los tratamientos sobre la germinación de las semillas de *Z. mays* se pueden apreciar en la tabla 5, en la cual se presenta el número diario de semillas germinadas por un periodo de 11 días; el ANOVA

realizado para cada día indicó la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos para todos los días, se aprecia como desde el día 2, el tratamiento testigo, al cual solo se le aplicó agua, registró los mayores valores iniciando con 4.4 y al término del día 11 fue de 9, registrando según la prueba de tukey diferencia con los demás tratamientos. Se aprecia que desde el día 2 al 11 el tratamiento con *R. officinalis* presurizado al 100% sus valores de germinación fueron bajos (0.2 a 3), seguido por la misma planta y forma de extracción pero a concentración de aplicación del 50% (v:v), con valores del 0.8 al 6.6 de semillas germinadas, seguido por el tratamiento de *C. annuum* presurizado al 100% con valores que variaron del 1.2 a 6; para el día 11 de evaluación solo el tratamiento *R. officinalis* presurizado al 100%, con un 30% de germinación, registró diferencia estadística con el testigo agua, el cual presentó 90% de germinación.

En la tabla 6 se presentan los datos del número de semillas sanas, para cada uno de los tratamientos, así como su porcentaje de germinación. El ANOVA practicado indicó diferencia estadística entre los tratamientos en los primeros días de evaluación, siendo *R. sativus* presurizado al 100% y *A. sativus* licuado al 100%, los únicos tratamientos que registraron el 100% de semillas sanas al término de los días de evaluación, el testigo agua registró el 90% de semillas sanas al término de los 11 días de evaluación.

Para el caso de la dicotiledónea (*P. vulgaris*), el ANOVA practicado al número de semillas germinadas, indica diferencias entre los tratamientos en cada uno de los nueve días de evaluación, los datos se presentan en la tabla 7, donde se puede apreciar que *A. sativum* presurizado al 100%, registró los valores de cero semillas germinadas hasta el día 7, y finalizó al día 9 con 1.4, registrando diferencias estadísticas con el testigo con agua, el cual registró el valor más alto con 60% de germinación. Otros tratamientos que permitieron baja germinación fueron *A. sativum* licuado al 100%, *R. officinalis* presurizado al 100 y 50%, *O. vulgare* licuado al 100%, *R. officinalis* licuado 100% con valores entre 24 y 30% de germinación, al término de las evaluaciones.

Con respecto al número de semillas sanas se aprecia en la tabla 8, al practicar el ANOVA tan solo registró diferencias entre los tratamientos para el día 3, al término de las evaluaciones el porcentaje de semillas sanas estuvo entre el 52 y 72%, teniendo el testigo con agua 60%, siendo los valores más bajos los registrados en los tratamientos con *R. officinalis* licuado al 50% con 46%, *O. vulgare* licuado al 100% y *C. annuum* presurizado al 50% con 48% de semillas sanas.

Los resultados permitieron observar la disminución gradual del porcentaje de germinación en las semillas de maíz y frijol. Para el caso del extracto presurizado *R. officinalis* a una concentración del 100% se pudo observar que actúa en las dos semillas como mayor inhibidor de crecimiento en monocotiledoneas (hoja angosta) y dicotiledoneas (hojas anchas). De acuerdo con la

investigación realizada por Sancho (2011), se evaluó el potencial herbicida del aceite esencial de *R. officinalis* y se ensayó *in vitro* sobre *P. oleracea* (verdolaga) y *C. canadensis* (cola de caballo). Se pudo concluir que para *C. canadensis* reveló una mayor actividad fitotóxica, ya que las tres concentraciones mayores (0.25, 0.5 y 1 µl/ml) inhibieron significativamente su germinación, en un 40.4, 70.2 y 97.9% respectivamente. Por lo que podría ser posible usar el extracto *R. officinalis*, como un herbicida natural en arvenses en las actividades previas a la preparación de los cultivos.

Tabla 5

Efecto de la aplicación de extractos vegetales en la germinación de Z. mays

Tratamientos	Número de semillas germinadas de <i>Zea mays</i>										Porcentaje germinación día 11
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>R. sativus</i> licuado 100%	0.2a	0.8a	5.6c	8.8e	9e	9.8h	9.8d	9.8b	9.8b	9.8b	98
<i>R. sativus</i> licuado 50%	0a	0.6a	2.4ab	3.8cd	4.6bc	7.2fgh	9cd	9.2b	9.2b	9.2b	92
<i>R. sativus</i> presurizado 100%	0a	0a	0a	1.2abc	1.2ab	3.8abcdefg	6.2abcd	8.8b	8.8b	9.6b	96
<i>R. sativus</i> presurizado 50%	0.4a	1a	1ab	0.8abc	0.8a	3abcdef	6.6abcd	8.6b	8.6b	8.6b	86
<i>C. annum</i> licuado 100%	0a	0a	0a	0a	0a	2.8abcdef	6.2abcd	8.6b	8.6b	9b	90
<i>C. annum</i> licuado 50%	0a	0a	0a	0a	0a	0.8ab	3.4ab	7ab	7ab	7.4b	74
<i>C. annum</i> presurizado 100%	1.2a	1.2a	1.2ab	1.2abc	1.2ab	1.6abc	4.4abc	6ab	6ab	6ab	60
<i>C. annum</i> presurizado 50%	1a	1.6a	1.6ab	1.6abc	1.6ab	3abcdef	5.6abcd	7.2ab	7.2ab	7.8b	78
<i>R. officinalis</i> licuado 100%	1.4a	1.4a	1.8ab	2abc	2.2abc	3.2abcdef	6.4abcd	7.2ab	7.2ab	7.4b	74
<i>R. officinalis</i> licuado 50%	2ab	2a	2ab	2abc	2.4abc	5bcdefg	5.8abcd	8b	8b	8.2b	82
<i>R. officinalis</i> presurizado 100%	0.2a	0.2a	0.2a	0.2ab	0.2a	0.2a	2a	3a	3a	3a	30
<i>R. officinalis</i> presurizado 50%	0.8a	0.8a	0.8ab	0.8abc	0.8a	1ab	4.6abc	6.6ab	6.6ab	6.6ab	66
<i>O. vulgare</i> licuado 100%	1a	1a	1ab	1abc	4.4bc	7efgh	7.4bcd	9.4b	9.4b	9.4b	94
<i>O. vulgare</i> licuado 50%	0.4a	0.4a	0.4a	0.4abc	1.4ab	2.4abcd	6.4abcd	8.6b	8.6b	8.6b	86
<i>O. vulgare</i> presurizado 100%	0.8a	0.8a	3.6bc	3.6bcd	5.2cd	6.6defgh	7bcd	8.6b	8.6b	8.6b	86
<i>O. vulgare</i> presurizado 50%	1a	1a	1ab	1abc	1.6ab	4abcdefg	7.6bcd	8.2b	8.2b	8.6b	86
<i>A. sativum</i> licuado 100%	0a	0a	0a	0a	0.6a	3.2abcdef	7.4bcd	8.6b	8.6b	8.8b	88
<i>A. sativum</i> licuado 50%	0.8a	0.8a	0.4a	0.4abc	0.6a	2.6abcde	4.4abc	9.4b	9.4b	9.4b	94
<i>A. sativum</i> presurizado 100%	0.4a	0.4a	0.4a	0.4abc	0.6a	2.8abcdef	5.4abcd	8b	8b	8.4b	84
<i>A. sativum</i> presurizado 50%	0.8a	0.8a	0.8ab	0.8abc	1.6ab	5.8cdefgh	7.8bcd	9.6b	9.6b	9.6b	96
Testigo agua	4.4b	5.6b	6c	6de	8.6de	8.2gh	8.8cd	9b	9b	9b	90

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6
Efecto de la aplicación de extractos vegetales en el número de semillas sanas de *Z. mays*

Tratamientos	Número de semillas sanas <i>Zea mays</i>										Porcentaje semillas sanas día 11
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>R. sativus</i> licuado 100%	10c	10c	9.8c	9.8bc	9.8b	9.8b	9.8b	9.6b	9.6b	9.6bc	96
<i>R. sativus</i> licuado 50%	10c	9.8c	9.8c	9.6bc	9.4ab	9.4b	9.4b	9.2b	9.2b	8.6abc	86
<i>R. sativus</i> presurizado 100%	10c	10c	10c	10c	10b	10b	10b	19b	10b	10c	100
<i>R. sativus</i> presurizado 50%	10c	10c	9.8c	9.2abc	9.2ab	9.2ab	9ab	9ab	9ab	9abc	90
<i>C. annuum</i> licuado 100%	10c	10c	9.8c	9.8bc	9.8b	9.4b	9.4b	9.4b	9.4b	9.2bc	92
<i>C. annuum</i> licuado 50%	10c	10c	10c	9.2abc	9ab	9ab	9ab	8.8ab	8.8ab	8.8abc	88
<i>C. annuum</i> presurizado 100%	9.4bc	9.4bc	9.4abc	9.4bc	8.2ab	8.2ab	8.2ab	7.8ab	7.8ab	7.8abc	78
<i>C. annuum</i> presurizado 50%	8abc	8.2abc	8.2abc	8.2abc	8.2ab	8.2ab	8.2ab	8ab	8ab	8abc	80
<i>R. officinalis</i> licuado 100%	8.6abc	8.6abc	8.4abc	8.4abc	8.4ab	8.2ab	8.2ab	8.2ab	8.2ab	8.2abc	82
<i>R. officinalis</i> licuado 50%	8.8abc	8.8abc	8.8abc	8.8abc	8.4ab	8.4ab	8.4ab	8.4ab	8.4ab	8.2abc	82
<i>R. officinalis</i> presurizado 100%	6.8a	6.8a	6.8a	6.4a	6.4a	6a	6a	5.8a	5.8a	5.8a	58
<i>R. officinalis</i> presurizado 50%	7ab	7ab	7ab	7ab	7ab	7ab	7ab	7ab	7ab	6.4ab	64
<i>O. vulgare</i> licuado 100%	9.6c	9.6c	9.6bc	9.6bc	9.6b	9.6b	9.6b	9.6b	9.6b	9.6bc	96
<i>O. vulgare</i> licuado 50%	9.6c	9.6c	9.6bc	9.6bc	9.6b	9.6b	9.6b	9.6b	9.6b	9.6bc	96
<i>O. vulgare</i> presurizado 100%	9.8c	9.8c	9.8c	9.8bc	9.8b	9.8b	9.8b	9.6b	9.6b	9.2bc	92
<i>O. vulgare</i> presurizado 50%	10c	10c	10c	10c	9.8b	9.8b	9.8b	9.8b	9.8b	9.6bc	96
<i>A. sativum</i> licuado 100%	10c	10c	10c	10c	10b	10b	10b	10b	10b	10c	100
<i>A. sativum</i> licuado 50%	9.6c	9.6c	9.6bc	9.6bc	9.6b	9.6b	9.6b	9.6b	9.6b	9.2bc	92
<i>A. sativum</i> presurizado 100%	9.2abc	9.2abc	9.2abc	9.2abc	9.2ab	9ab	9ab	8.8ab	8.8ab	8.8abc	88
<i>A. sativum</i> presurizado 50%	9.8c	9.8c	9.8c	9.8bc	9.8b	9.8b	9.8b	9.6b	9.6b	9.4bc	94
Testigo agua	9.2abc	9.2abc	9.2abc	9.2abc	9.2ab	9.2ab	9.2b	9.2b	9.2b	9abc	90

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7
Efecto de la aplicación de extractos vegetales en la germinación de *P. vulgaris*

Tratamientos	Días							Porcentaje germinación día 11
	Número de semillas germinadas de <i>Phaseolus vulgaris</i>							
	3	4	5	6	7	8	9	
<i>R. sativus</i> licuado 100%	0a	0a	1.8abc	2.2abcd	2.6abcd	3.8ab	4.2ab	42
<i>R. sativus</i> licuado 50%	0.6abc	1.8ab	4.4bcd	6cd	5.8cd	5.8b	5.4ab	54
<i>R. sativus</i> presurizado 100%	0a	3b	4.4bcd	5.4bcd	5.6cd	5.8b	5.6ab	56
<i>R. sativus</i> presurizado 50%	1.4abc	1.8ab	2.6abc	3.2abcd	3.6abcd	4.2ab	4.4ab	44
<i>C. annuum</i> licuado 100%	0a	2ab	3abcd	4.2abcd	4.8bcd	5.6b	5.6ab	56
<i>C. annuum</i> licuado 50%	2c	3.2b	4.6cd	6.2cd	6.4cd	5.8b	6.2b	62
<i>C. annuum</i> presurizado 100%	0a	2.2ab	3.4abcd	4.6abcd	5.2cd	5ab	5.4ab	54
<i>C. annuum</i> presurizado 50%	0.6abc	1.4ab	2.4abc	3.8abcd	4abcd	4.4ab	4.8ab	48
<i>R. officinalis</i> licuado 100%	0a	0.8ab	1abc	1.2ab	2.4abcd	3ab	3ab	30
<i>R. officinalis</i> licuado 50%	0a	1ab	1.4abc	2.6abcd	3abcd	3.6ab	3.6ab	36
<i>R. officinalis</i> presurizado 100%	0a	0a	0a	0.4a	0.4ab	0.8a	2.6ab	26
<i>R. officinalis</i> presurizado 50%	1.6bc	1.6ab	1.8abc	2.2abcd	2abc	2.2ab	2.8ab	28
<i>O. vulgare</i> licuado 100%	0a	0.8ab	0.8ab	1.8abc	2.4abcd	2.2ab	3ab	30
<i>O. vulgare</i> licuado 50%	0a	1.8ab	3abcd	4.2abcd	4.2abcd	3.8ab	4.2ab	42
<i>O. vulgare</i> presurizado 100%	0a	0.6ab	1.6abc	2.8abcd	3.4abcd	3.4ab	4.6ab	46
<i>O. vulgare</i> presurizado 50%	0a	0.6ab	1abc	4.2abcd	4.4abcd	3.6ab	4ab	40
<i>A. sativum</i> licuado 100%	0a	0a*	0.4a	1.6abc	2.4abcd	2.4ab	2.4ab	24
<i>A. sativum</i> licuado 50%	0a	0.8ab	2abc	3.2abcd	3.6abcd	3.4ab	4.4ab	44
<i>A. sativum</i> presurizado 100%	0a	0a	0a	0a	0a	1.4ab	1.4a	14
<i>A. sativum</i> presurizado 50%	0.2ab	1.8ab	3.2abcd	4.6abcd	4.8bcd	3.8ab	4ab	40
Testigo agua	5d	6c	6.4d	6.8d	6.8d	5.4b	6b	60

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Efecto de la aplicación de extractos vegetales en el número de semillas sanas de P. vulgaris

Tratamientos	Número de semillas sanas de <i>P. vulgaris</i>							Porcentaje semillas sanas día 11
	Días							
	3	4	5	6	7	8	9	
<i>R. sativus</i> licuado 100%	8.6ab	8.6a	7.4a	7.2a	7.2a	7.2a	6.4a	64
<i>R. sativus</i> licuado 50%	8.8ab	8.4a	7.2a	7.2a	7.2a	7.2a	6.4a	64
<i>R. sativus</i> presurizado 100%	7.8ab	6.8a	6.8a	6.8a	6.8a	6.8a	6a	60
<i>R. sativus</i> presurizado 50%	7.2ab	7a	5.8a	5.8a	5.8a	5.8a	5.8a	58
<i>C. annuum</i> licuado 100%	8ab	7.2a	7.2a	6.6a	6.6a	6.6a	5.6a	56
<i>C. annuum</i> licuado 50%	7.6ab	7a	7a	7a	7a	7a	6.4a	64
<i>C. annuum</i> presurizado 100%	8.8ab	7.4a	7.2a	6.6a	6.6a	6.6a	6a	60
<i>C. annuum</i> presurizado 50%	7a	5.8a	5.8a	5.8a	5.8a	5.8a	4.8a	48
<i>R. officinalis</i> licuado 100%	7.6ab	6.2a	6a	5.8a	5.4a	5.4a	5a	50
<i>R. officinalis</i> licuado 50%	7.8ab	6.6a	6.2a	4.6a	4.6a	4.6a	4.6a	46
<i>R. officinalis</i> presurizado 100%	8ab	7.4a	7a	6.6a	6.4a	6a	5.2a	52
<i>R. officinalis</i> presurizado 50%	7.8ab	7.8a	7.8a	7.8a	7.8a	7.8a	6.8a	68
<i>O. vulgare</i> licuado 100%	7.6ab	6.6a	6.4a	5.8a	5.8a	5.8a	4.8a	48
<i>O. vulgare</i> licuado 50%	9.2ab	8.6a	8.6a	8.6a	8.6a	8.6a	8.4a	84
<i>O. vulgare</i> presurizado 100%	9ab	8a	8a	7.8a	7.6a	7.6a	6.6a	66
<i>O. vulgare</i> presurizado 50%	8ab	7.4a	7.4a	6.4a	6.4a	6.4a	6a	60
<i>A. sativum</i> licuado 100%	10b	8.2a	7.8a	7.6a	7.6a	7.6a	6.4a	64
<i>A. sativum</i> licuado 50%	10b	9a	8a	8a	7.8a	7.6a	7.2a	72
<i>A. sativum</i> presurizado 100%	9.4ab	8a	6.8a	6.4a	6.4a	6.4a	6a	60
<i>A. sativum</i> presurizado 50%	9ab	6.6a	6.4a	6a	6a	6a	5.8a	58
Testigo agua	6.8a	6.8a	6.8a	6.8a	6.8a	6.8a	6a	60

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Efectos de los extractos en el crecimiento de la plántula

La tabla 9 muestra el efecto de los extractos vegetales en el crecimiento de la longitud de raíz y desarrollo foliar de las semillas que lograron germinar en *Z. mays*, se aprecia que todos los extractos inhibieron el desarrollo tanto de la radícula como del hipocótilo, los cuales según el ANOVA practicado existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los mayores valores de crecimiento en raíz fueron para el testigo (agua) con 133.67 mm, los cuales registraron según la prueba de Tukey diferencias con casi todos los tratamientos, excepto con *R. sativus* licuado 100%, logrando los mayores

porcentajes de inhibición los extractos: *R. officinalis* presurizado al 100%, *R. officinalis* licuado al 100% y *C. annuum* licuado al 50% con 84.69, 73.44 y 72.37 %, respectivamente, con respecto al testigo agua; los demás tratamientos también inhibieron el desarrollo de la raíz entre un 67.88 y 9.08%.

Tabla 9

Efectos de los extractos vegetales en el crecimiento de las plántulas de Z. mays

TRATAMIENTO	Crecimiento (mm)		Porcentaje inhibición con respecto al testigo	
	Raíz	Hipocótilo	Raíz	Hipocótilo
<i>R. officinalis</i> P 100%	20.47a	11.7a	84.69	90.10
<i>R. officinalis</i> L 100%	35.5ab	25.6abc	73.44	78.35
<i>C. annuum</i> L 50%	36.93ab	11.43a	72.37	90.33
<i>R. officinalis</i> P 50%	42.93abc	23.07abc	67.88	80.49
<i>O. vulgare</i> P 100%	45.37abc	20.2abc	66.06	82.91
<i>C. annuum</i> P 50%	45.97abc	21.87abc	65.61	81.50
<i>C. annuum</i> P 100%	52.43bcd	19.77ab	60.78	83.28
<i>R. sativus</i> P 50%	52.5bcd	21.73abc	60.72	81.62
<i>A. sativum</i> L 100%	53.8bcd	30.93abc	59.75	73.84
<i>A. sativum</i> P 100%	54.87bcde	32.33abcd	58.95	72.65
<i>C. annuum</i> L 100%	58.07bcde	24.7abc	56.56	79.11
<i>O. vulgare</i> P 50%	58.57bcde	25.97abc	56.18	78.03
<i>A. sativum</i> L 50%	58.83bcde	39bcde	55.99	67.01
<i>O. vulgare</i> L 100%	66.8cde	38.43bcde	50.03	67.50
<i>R. officinalis</i> L 50%	69.67cdef	44.73bcde	47.88	62.17
<i>A. sativum</i> P 50%	77.87def	59.13e	41.74	49.99
<i>R. sativus</i> P 100%	81.22ef	45.47cde	39.24	61.54
<i>O. vulgare</i> L 50%	81.37ef	40.2bcde	39.13	66.00
<i>R. sativus</i> L 50%	95.3fg	56.77	28.71	51.98
<i>R. sativus</i> L 100%	121.53gh	98.1f	9.08	17.03
Testigo agua	133.67h	118.23f	0.00	0.00

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

En relación al desarrollo del hipocótilo, el mayor valor se presentó con el testigo (agua) con 118.23 mm, siendo el extracto de *R. sativus* licuado al 100% el que permitió el mayor desarrollo, mientras que el resto de los tratamientos logró una inhibición en su desarrollo del más del 51%; el ANOVA practicado registró diferencias estadísticas entre los tratamientos. *C. annuum* licuado 50% y *R. officinalis* presurizado al 100%, que registraron los crecimientos más bajos con 11.43 y 11.7 mm respectivamente, los cuales según

la prueba de Tukey registran diferencias estadísticas con el testigo (agua), siendo las mayores inhibiciones con 90.33 y 90.10%, respecto al testigo.

El efecto de la aplicación de los tratamientos en el crecimiento de plántulas de *P. vulgaris*, se presenta en la tabla 10, se aprecia que el mayor crecimiento de raíz se presentó en el testigo (agua), con 140.4 mm; según el ANOVA realizado se registran diferencias entre los tratamientos, siendo *A. sativum* presurizado al 100%, el que presentó el valor más bajo con 3.93 mm, registrando, según la prueba de Tukey, diferencias con todos los tratamientos incluido el testigo (agua); seguido por los tratamientos *R. officinalis* Presurizado al 50%, *A. sativum* Licuado 100%, *R. officinalis* Presurizado 100%; *A. sativus* licuado al 50%, *O. vulgare* licuado 100%, *R. officinalis* Licuado 50%; *C. annuum* licuado 50% con un rango de inhibición del crecimiento de raíz entre 95.04 y 84.49%.

El crecimiento del hipocótilo, se presenta en la tabla 10, se aprecia que el mayor valor fue de 8.3 mm en el testigo (agua), y la gran mayoría de los tratamientos inhibieron por completo su desarrollo. El ANOVA realizado indicó diferencias estadísticas entre los tratamientos. La prueba de Tukey señala diferencias estadísticas de los 12 tratamientos que inhibieron completamente el crecimiento del hipocótilo con los demás tratamientos incluido el testigo (agua), el tratamiento de *R. sativus* licuado al 50% fue el que registró el mayor valor de crecimiento dentro de los extractos evaluados con 5.77 mm.

Existen diversos reportes del efecto de *A. sativum*, sobre diversos organismos, tal es el caso como fungicida sobre el crecimiento de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger* (Juárez *et al.*, 2019); como insecticida, sobre *Aphis gossypii* Glover (Peña, *et al.*, 2013) y *Spodoptera frugiperda* (Figeroa, *et al.*, 2019), así como bactericida (García y Herrera 2007); sin embargo, no se encontró reporte sobre su posible uso como herbicida y que para el caso de esta investigación resultó con potencial para el control de plantas dicotiledóneas, debido posiblemente a la presencia de compuestos que con la forma de extracción (presurizado) y concentración empleada, resultó con un alto potencial de ser utilizado con este fin.

Tabla 10
Efectos de los extractos vegetales en el crecimiento de las plántulas de *P. vulgaris*

TRATAMIENTO	Crecimiento (mm)		Porcentaje inhibición con respecto al testigo	
	Raíz	Hipocótilo	Raíz	Hipocótilo
<i>A. sativum</i> P 100%	3.93a	0a	97.20	100.00
<i>R. officinalis</i> P 50%	6.97ab	0a	95.04	100.00
<i>A. sativum</i> L 100%	8.73ab	0a	93.78	100.00
<i>R. officinalis</i> P 100%	10.17ab	0a	92.76	100.00
<i>A. sativum</i> L 50%	12.3ab	0a	91.24	100.00
<i>O. vulgare</i> L 100%	15.8ab	0a	88.75	100.00
<i>R. officinalis</i> L 50%	21.07ab	0a	84.99	100.00
<i>C. annuum</i> L 50%	21.77ab	0a	84.49	100.00
<i>A. sativum</i> P 50%	22.63ab	0a	83.88	100.00
<i>R. officinalis</i> L 100%	22.8ab	0a	83.76	100.00
<i>O. vulgare</i> P 100%	27.97abc	2.23ab	80.08	73.13
<i>O. vulgare</i> L 50%	28.23abc	1.37ab	79.89	83.49
<i>R. sativus</i> L 100%	33.57abc	0.37a	76.09	95.54
<i>R. sativus</i> P 50%	38.47abcd	1.03ab	72.60	87.59
<i>C. annuum</i> P 100%	38.77abcd	0a	72.39	100.00
<i>C. annuum</i> P 50%	39.2abcd	0a	72.08	100.00
<i>R. sativus</i> P 100%	48.53bcd	0a	65.43	100.00
<i>O. vulgare</i> P 50%	48.63bcd	3.1ab	65.36	62.65
<i>C. annuum</i> L 100%	68.03cd	1.7ab	51.55	79.52
<i>R. sativus</i> L 50%	79d	5.77bc	43.73	30.48
Testigo agua	140.4e	8.3c	0.00	0.00

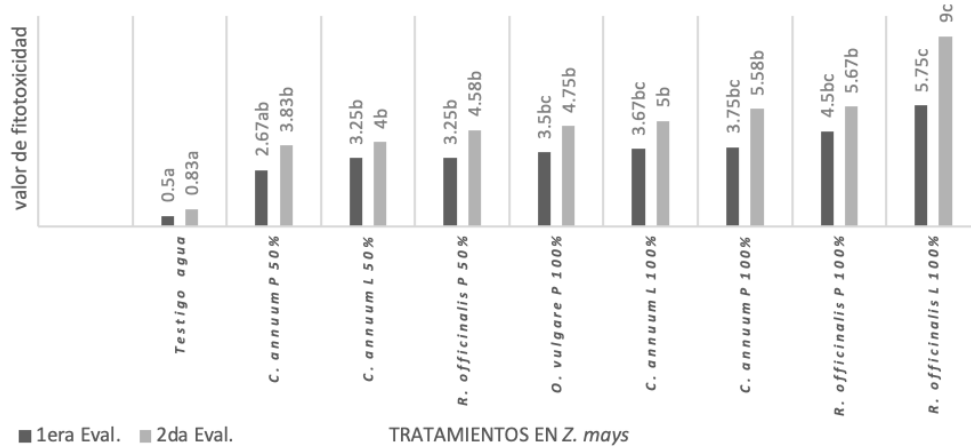
Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2. Efecto fitotóxico sobre plantas

Como se puede observar en la figura 1, todos los extractos presentaron tanto para la primera como la segunda evaluación diferentes niveles de fitotoxicidad, en el caso del testigo agua registró el valor más bajo con 0.5 para la primera y de 0.83 para la segunda evaluación. Según el ANOVA practicado para las dos evaluaciones, existe diferencia estadística entre los tratamientos. Los tratamientos que en la primera evaluación registraron los mayores niveles de fitotoxicidad fueron *R. officinalis* Licuado 100%, *R. officinalis* Presurizado 100%, *C. annuum* presurizado 100% y *O. vulgare* Presurizado 100% en un rango de 5.75 y 3.7, los cuales registraron según la prueba de Tukey diferencias estadísticas con el testigo agua.

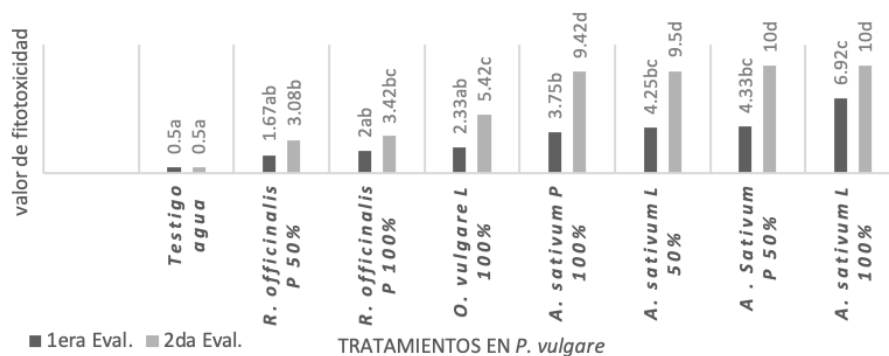
En la segunda evaluación los valores de fitotoxicidad aumentaron para todos tratamientos llegando a 9 para *R. officinalis* Licuado 100%, el cual registró diferencias estadísticas con todos los tratamientos, incluido el testigo con agua, el cual tuvo el valor más bajo con 0.83, así mismo, el resto de tratamientos registraron diferencias con el Testigo – agua.



Promedios con la misma letra en la misma evaluación no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Figura 1. Efecto de la aplicación de extractos en la fitotoxicidad de *Z. mays* - Escala de Rochecouste. Fuente: Adaptación (Medina-chicaiza, 2018)

Respecto a la evaluación de dicotiledóneas (*P. vulgaris*), todos los extractos tanto para la primera como para la segunda evaluación registraron diferencias estadísticas, según el ANOVA practicado, la mayor fitotoxicidad se presentó para *A. sativum* licuado al 100%, *A. sativum* presurizado al 50% con 10; *O. vulgare* licuado al 100% con 9.5 y *A. sativum* presurizado al 100% con 9.42 en la escala de Rochecouste, los demás tratamientos también registraron diferencia estadística según la Prueba de Tukey con el testigo agua, el cual registró el valor más bajo en las dos evaluaciones con 0.5.



Promedios con la misma letra en la misma evaluación no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Figura 2. Efecto de la aplicación de extractos en la fitotoxicidad de *P. vulgare* - Escala de Rochecouste. Fuente: Elaboración propia

EFFECTOS DE LOS EXTRACTOS EN EL PESO DE PLANTAS

En la tabla 11 se presentan los resultados del peso en fresco y seco de las plantas de *Z. mays* asperjadas con los tratamientos, se observa que el peso más bajo en fresco y seco fue para el extracto de *R. officinalis* licuado al 100% y en peso seco fue para *C. annuum* licuado al 100%, los cuales registraron diferencias significativas con todos los tratamientos incluido el testigo agua, los cuales lograron reducir en 47.5% el peso seco, con respecto al testigo.

Para el caso de la dicotiledónea utilizada *P. vulgare*, los extractos de *A. sativum* y *O. vulgare* licuado al 100%, redujeron en 76.9 y 64.61% el peso seco, con respecto al testigo (agua) y registraron diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey practicada (Tabla 12).

Tabla 11
Influencia de los tratamientos en el peso de plantas de *Z. mays*

Tratamientos	Peso en fresco (g)	Peso en seco(g)
<i>Rosmarinus officinalis</i> Licuado-100%	2.33a	0.53a
<i>Origanum vulgare</i> Presurizado-100%	3.83ab	0.89bc
<i>Capsicum annuum</i> Presurizado-50%	4bc	0.82abc
<i>Rosmarinus officinalis</i> Presurizado-100%	4bc	0.98c
<i>Capsicum annuum</i> Licuado-100%	4.08bc	0.53a
<i>Capsicum annuum</i> Licuado-50%	4.08bc	0.62ab
<i>Rosmarinus officinalis</i> Presurizado-50%	4.08bc	0.9bc
<i>Capsicum annuum</i> Presurizado-100%	5.58c	0.93bc
Testigo agua	4.75bc	1.01c

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12
Influencia de los tratamientos en el peso de plantas de *P. vulgaris*

Tratamientos	Peso en fresco (g)	Peso en seco(g)
<i>Allium sativum</i> Licuado-100%	0.71a	0.15a
<i>Origanum vulgare</i> Licuado-100%	1.04a	0.23a
<i>Allium sativum</i> Presurizado-50%	1.32ab	0.27a
<i>Rosmarinus officinalis</i> Presurizado-100%	1.87abc	0.51b
<i>Rosmarinus officinalis</i> Presurizado-50%	2.4bcd	0.61b
<i>Allium sativum</i> Licuado-50%	2.46bcd	0.52b
<i>Allium sativum</i> Presurizado-100%	3.17d	0.51b
Testigo agua	2.87cd	0.65b

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia un efecto fitotóxico en la pérdida de peso de todos los extractos utilizados, sin embargo, es diferencial según si es una planta monocotiledónea o dicotiledónea, que coinciden con los mayores valores de fitotoxicidad evaluados con la escala Rochecouste, sin embargo, en el caso de *O. vulgare* se aprecia un efecto fitotóxico para las dos especies, pero debido a que la forma de extracción es diferente, es posible que los metabolitos que ejercen la acción fitotóxica sean diferentes o en concentraciones distintas, al respecto trabajos realizados por Ramírez (2013), Tamayo *et al.* (2016), indican que debido a la cantidad y forma de extracción varía el efecto ejercido sobre los organismos objetivo, dada la cantidad y diversidad de metabolitos extraídos en las diversas formas de extracción y los solventes utilizados.

De otra parte, Joya *et al.* (2019) reportan que en la inhibición de semillas de maíz en extractos vegetales de *C. zeylanicum*, *A. indica* y *Z. officinale* a concentraciones bajas estimulan el crecimiento radicular y aéreo, e inhiben el crecimiento de hongos fitopatógenos sobre las semillas y raíces al momento de la siembra, mientras que a concentraciones del 100% inhiben la germinación de las semillas de *Z. mays*, coincidiendo con el efecto fitotóxico encontrado en la presente investigación con concentraciones de los extractos al 100%, tanto para *Z. mays*, como para *P. vulgaris*, aunque diferencial, ya sea para plantas mono o dicotiledóneas y Duarte (2020), reporta la toxicidad aguda de aceites esenciales de anís y romero en bulbos de cebolla, produciendo un retardo en el proceso de elongación de las raíces que afecta la división celular del sistema radicular, debido a que la hidratación de los bulbos de cebolla se llevó a cabo en presencia de los aceites esenciales en cuya composición hay una fuerte presencia de aleloquímicos, causando un efecto inhibitorio en el crecimiento normal de las raíces con un efecto de

genotoxicidad frente a las células de las raíces de bulbos de cebolla, siendo el de romero el que presentó un mayor efecto fitotóxico, sin embargo no presentó el mismo efecto sobre otras plantas evaluadas como las de tomate y repollo.

El efecto fitotóxico encontrado tanto en la reducción de la germinación de las semillas como en el desarrollo inicial de las plantas de *Z. mays*, y de *P. vulgare*, mediante el uso de plantas locales y de formas sencillas de extracción, permite generar una posible alternativa para el control de plantas arvenses, sin embargo este estudio es exploratorio y se requiere de otras investigaciones.

CONCLUSIONES

Los extractos de *R. officinalis*, *C. annuum* y *O. vulgare*, poseen metabolitos de alta fitotoxicidad en plantas monocotiledóneas y *A. sativum*, *R. officinalis* y *O. vulgare*, en dicotiledóneas, que mediante la forma y concentración idóneas tienen la capacidad de ejercer un efecto inhibitor de la germinación y desarrollo de las plantas.

Los extractos de *R. officinalis* licuado al 100%, *R. officinalis* presurizado al 100% y 50%, *C. annuum* licuado y presurizado al 100% y *O. vulgare* presurizado al 100%, lograron la mayor fitotoxicidad, así como el valor más bajo de peso seco en *Z. mays*, siendo potenciales productos herbicidas en plantas monocotiledóneas.

Los extractos con potencial herbicida en plantas dicotiledóneas son los extracto de *A. sativum* licuado al 100%, *A. sativum* presurizado al 100 y 50% y *O. vulgare* licuado al 100% (v/v), al lograr niveles altos de fitotoxicidad y peso bajo en plantas de *P. vulgare*.

Es posible reducir la germinación de semillas monocotiledóneas de *Z. mays* entre el 66.6% y 26.6%, con la aplicación de extractos de *R. officinalis* presurizado al 100 y 50% (v/v) y *C. annuum* presurizado al 100%; así como en las dicotiledóneas (*P. vulgaris*) entre el 76.6 al 50%, con la aplicación de *A. sativus* presurizado y licuado al 100%, *R. officinalis* presurizado y licuado al 100% y *O. vulgare* licuado al 100% (v/v), extractos que además inhiben el desarrollo de raíces e hipocótilo.

REFERENCIAS

- Ardila, M., Vargas, A., Pérez, J., Mejía, L.** (2009). Ensayo preliminar de la actividad bacteriana de extractos de *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris* frente a *Clostridium perfringens*. *Biosalud*, Volumen 8, 47-57.
- Chaila, S.** (1986). Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. *Revista de la Asociación Argentina para el control de Malezas. ASAM* 14(2):79.
- Delbianco, N., Pérez, M., Flamini, D., Priano, C., Ortega, N.** (2020). Extractos orgánicos de plantas como inhibidores de corrosión del acero. *Revista argentina de ingeniería*, 72.
- Díaz-Mota, M. de los Ángeles, García-Mateos, M. R., Martínez-Solís, J., Acosta-Ramos, M., Serrato-Cruz, M. Á., Colinas-León, M. T., & Magdaleno-Villar, J.** (2017). Fitotoxicidad de los extractos de *Dieffenbachia amoena*, *Nerium oleander*, *Raphanus sativus* y *Brassica napobrassica*. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*, 49(2), 303–318. Recuperado a partir de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/3087>
- Duarte, L.** (2020). *Determinación de la actividad antibacteriana y fitotoxicidad de los aceites esenciales de Anís (Pimpinella anisum) y Romero (Rosmarinus officinalis)*. [Tesis de licenciatura Químico ambiental. Facultad de Química ambiental. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia]
- Joya-Dávila, J., Ramírez, S., López, O., Jiménez, S., Alvarado, Á & Espinosa-Zaragoza, S.** (2021). Osmoacondicionamiento de semillas de *Zea mays* con extractos vegetales para aumentar el vigor de establecimiento. *Cien. Agri.* 18(1): 21-35. <https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n1.2021.12019>
- Figueroa, A., Castro, E. & Castro, H.** (2019). Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*). *Acta biol. Colomb.*, 24(1):58-66, Enero- Abril 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n1.69333>
- Flores, X. M., Torres, G., Castañeda, D., & Durán, C.** (2019). *Efecto fitotóxico de los extractos etanólicos de dos especies del género tagetes*. Colección memorias de los congresos de la sociedad química de México, 40.
- García, R., Herrera, F.** (2007). Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar *in vitro*. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 5, núm. 2, julio-diciembre, 2007, pp. 68-79.

- García-Mateos, M.,** Claudia Sánchez-Navarro., Juan Martínez- Solís., & Mario Pérez-Grajales. (2013.). Actividad fitotóxica de los extractos de chile manzano (*Capsicum pubescens* R & P). *Rev. Chapingo Ser.Hortic* vol.19 no.4.
- Juárez-Segovia, K.G.,** Díaz-Darcía, E.J., Méndez-López, M.D., Pina-Canseco, M.S., Pérez-Santiago, A.D. y Sánchez-Medina, M.A. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo (*Allium sativum*) sobre el desarrollo *in vitro* de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*. *Instituto Politecnico Nacional*, 103.
- Mendez-Navarrete, G.** (2019). *Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica*. [Tesis Licenciatura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias. Quevedo-Los Ríos-Ecuador].
- Ormaza-Molina, A.** (2017). *Capacidad de inhibición de cuatro extractos de arvenses y mucílago de cacao Theobroma cacao, sobre la Rottboellia exaltata y Eleusine indica*. [Tesis Licenciatura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias. Quevedo-Los Ríos-Ecuador].
- Peña, M.,** Castro, J., & Soto, A. (2013). Evaluación de insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) en frijol. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 131–138. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n1.2013.867>
- Ramírez, S.** (2013). *Efectividad de extractos vegetales para el manejo de la moniliasis del cacao (Moniliophthora roreri) del cacao (Theobroma cacao)*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Alajuela - Costa Rica].
- Ramírez, S.,** López, O., Espinosa, S. & Wong, A. (2016). Actividad antifúngica de hidrodestilados y aceites sobre *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloesporioides*. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. 2016, vol. 7, n. 8, pp. 1879-1891.
- Sancho, M. V.** (2011). *Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas*. [Tesis Doctoral, Universidad Politecnica de Valencia].
- SAS, Institute.** (2002). *Statiscal Analysis System User's Guide*. SAS Institute. Cary USA. 956.
- Tamayo, L.,** Ramírez, S., López, O., Quiroga, R. y Esponisa, S. (2016). Extractos por destilación de *Origanum vulgare*, *Tradescantia spathacea* y *Zingiber officinale* para el manejo de *Moniliophthora roreri* de *Theobroma cacao*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol.7. Núm 5. 1065-1076