Neiva, 31 de mayo de 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Ángela Patricia Ochoa Sánchez con C.C. No. 1.081.419.707 la Plata

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado Titulado ESTUDIO FITOQUÍMICO Y EVALUACIÓN ALELOPÁTICA DE LOS EXTRACTOS DE *ULEX EUROPAEUS* L. (RETAMO ESPINOSO) presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de:

Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Angela Patricia Sánchez

ESTUDIO FITOQUÍMICO Y EVALUACIÓN ALELOPÁTICA DE LOS EXTRACTOS DE *ULEX EUROPAEUS* L. (RETAMO ESPINOSO)

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ochoa Sánchez	Ángela Patricia

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castañeda Gómez	Jhon Fredy

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castañeda Gómez	Jhon Fredy
Montealegre Figueroa	Yeimis Yoana

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

FACULTAD: **Educación**

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN: 2022** **NÚMERO DE PÁGINAS: 123**

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**)**:**

Diagramas_x_ Fotografías_x_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_x__ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas_x__ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros_x_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Lector en PDF y lector de Docx

MATERIAL ANEXO: Ninguno

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria)*: **LAUREADA**

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	Español	Inglés		Español	Inglés
1.	Alelopatía	Allelopathy	**6.**	Comunidades	Community
2.	Planta	Plant	**7.**	Especies	Species
3.	Compuestos	Compounds	**8.**	Invasoras	Invasives
4.	Químicos	Chemicals	**9.**	Colombia	Colombia
5.	Ambiente	Environment	**10.**	Biodiversidad	Biodiversity

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La alelopatía es el daño que puede causar una planta a otra, ya sea directa o indirectamente, a través de compuestos químicos que son liberados al ambiente, muchas de estas plantas tienen un efecto importante en la composición florística de las comunidades vegetales, ya que existen gran cantidad de especies invasoras que liberan sustancias alelopáticas, las cuales inhiben el desarrollo de especies herbáceas de los estratos inferiores, como lo menciona. Colombia es uno de los países más megadiversos del mundo, sin embargo, es uno de los más frágiles porque podría perder su biodiversidad debido a su mala gestión que se ha realizado en sus ecosistemas. En Colombia, las especies invasoras de plantas se encuentran distribuidas en toda su geografía, tal como es el caso de *Ulex europaeus*, también conocido como retamo espinoso. La problemática de las invasiones biológicas es un tema que nos debe preocupar debido a los graves impactos que genera a la biodiversidad nativa. El presente proyecto plantea llevar a cabo el estudio fitoquímico de las semillas del retamo espinoso mediante extracciones sucesivas con disolventes orgánicos, (hexano, cloroformo y metanol) y ensayos biológicos para la determinación el efecto alelopático en semillas de *Lactuca sativa*. Por medio del aislamiento de algunos compuestos de interés mediante técnicas de separación cromatográficas, se espera reconocer la naturaleza de algunos metabolitos presentes en esta especie vegetal, proporcionando así, referentes

teóricos en esta línea de investigación sobre la química de esta planta invasora para nuestro departamento, región y país.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Allelopathy is the damage that one plant can cause to another, either directly or indirectly, through chemical compounds that are released into the environment, many of these plants have an important effect on the floristic composition of plant communities, since they exist large number of invasive species that release allelopathic substances, which inhibit the development of herbaceous species of the lower strata, as mentioned. Colombia is one of the most megadiverse countries in the world, however, it is one of the most fragile because it could lose its biodiversity due to poor management of its ecosystems. In Colombia, invasive plant species are distributed throughout its geography, as is the case of *Ulex europaeus*, also known as the prickly broom. The problem of biological invasions is an issue that should concern us due to the serious impacts it generates on native biodiversity. The present project proposes to carry out the phytochemical study of the prickly broom seeds through successive extractions with organic solvents (hexane, chloroform and methanol) and biological tests to determine the allelopathic effect on *Lactuca sativa* seeds. Through the isolation of some compounds of interest through chromatographic separation techniques, it is expected to recognize the nature of some metabolites present in this plant species, thus providing theoretical references in this line of research on the chemistry of this invasive plant for our department. region and country.

APROBACION DE LA TESIS

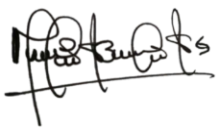
Nombre presidente Jurado: Jhon Fredy Castañeda Gómez

Firma:

Nombre Jurado: PhD. Paula Andrea Charry Sánchez

Firma:

Nombre Jurado: PhD. Marlio Bedoya Cardoso

Firma: 

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Estudio Fitoquímico y Evaluación Alelopática de los Extractos de *Ulex europaeus* L. (Retamo espinoso)

Presentado por:

Ángela Patricia Ochoa Sánchez **Código: 20151133837**

Asesor

Jhon Fredy Castañeda Gómez

Neiva, Huila-Colombia **Mayo de 2022**

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Estudio Fitoquímico y Evaluación Alelopática de los Extractos de *Ulex europaeus* L. (Retamo espinoso)

Trabajo de Grado para optar al título de:

Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Presentado por:

Ángela Patricia Ochoa Sánchez **Código: 20151133837**

Asesor

Jhon Fredy Castañeda Gómez

Neiva, Huila-Colombia **Mayo de 2022**

Estudio Fitoquímico y Evaluación Alelopática de los Extractos de *Ulex europaeus* L.

(Retamo espinoso)

Presentado por:

Ángela Patricia Ochoa Sánchez

Aprobado por los Jurados:

_____

_____

Mayo de 2022

DEDICATORIA

Dedico de manera especial este trabajo de investigación a Dios, por brindarme cada día la sabiduría, inteligencia, entendimiento y la paciencia para culminar satisfactoriamente mi trabajo de grado. A mi madre Martha Patricia Sánchez por su esfuerzo, consejos, apoyo y enseñanzas que me han formado como ser y me han permitido llegar hasta este nivel. A mi hermana Juliana Valentina por haber llegado a mi vida. A mi abuelito por su apoyo constante y por guiarme en cada paso. Por mi abuelita y mi tía que se sienten orgullosas de mí en el cielo. Al resto de mi familia por sus palabras de aliento, que me dieron la fortaleza para seguir adelante y perseverar por mis sueños e ideales ya que han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Por último, a todos mis docentes y amigos quienes, de una u otra manera me brindaron su cariño, confianza y apoyo para lograr esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Al director de tesis Jhon Fredy Castañeda Gómez del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo incondicional, estímulo y compañía permanente en la realización fructífera de este trabajo de grado.

En gran medida a la coordinación del laboratorio de Química de Ciencias Básicas de la Universidad Surcolombiana, a cargo de la Licenciada Yeimis Yoana Montealegre Figueroa por brindarnos los espacios y el respaldo para la ejecución metodológica del presente proyecto, además de su constante apoyo durante el proceso.

A los jurados del presente trabajo de investigación PhD. Paula Andrea Charry Sánchez y al PhD. Marlio Bedoya Cardoso, por su dedicación y aportes en beneficio del enriquecimiento de la presente investigación.

Finalmente, con gran afecto a Jonathan Andrés Huertas Beltrán y Yilber Alexis Valderrama quienes, con sus vivencias durante mi formación, han compartido sus conocimientos contribuyendo en gran manera para la culminación de esta etapa profesional.

Tabla de Contenido

1. Índice de Tablas 8
2. Índice de Figuras 11
3. Presentación 13
4. Planteamiento del Problema 15
5. Antecedentes 17
   5.1. Antecedentes Nacionales 17
   5.2. Antecedentes Internacionales 18
6. Justificación 20
7. Objetivos 22
   7.1. General: 22
   7.2. Específicos: 22
8. Marco Teórico 23
   8.1. Características Morfológicas de la Familia Fabaceae 23
      8.1.1. Distribución y Hábitat de la Familia Fabaceae 24
      8.1.2. Usos etnobotánicos de la familia Fabaceae. 25
   8.2. Género *Ulex* 26
      8.2.1. Características morfológicas del género *Ulex* 26
      8.2.2. Distribución del género *Ulex*. 27
      8.2.3. Etnobotánica del género *Ulex*. 28
   8.3. Especie Vegetal *Ulex europaeus* L. (retamo espinoso) 28
      8.3.1. Clasificación taxonómica 29
      8.3.2. Características morfológicas de la especie *Ulex europaeus L* 30
      8.3.3. Distribución y hábitat de *Ulex europaeus L*. 31
      8.3.4. Usos etnobotánicos de la especie *Ulex europaeus L*. 33
   8.4. Alelopatía 33
      8.4.1. Naturaleza química de los agentes alelopáticos 34
   8.5. Tipos de Alelopatía 37
      8.5.1. Efectos Primarios y Secundarios 38
   8.6. Modos de Acción de los Inhibidores 39
   8.7. Investigaciones para Evaluar el Efecto Alelopático en Plantas. 41
9. Metodología 43
   9.1. Tipo de Investigación 43

9.2. Colecta de Material Vegetal y Preparación de los Extractos 43
9.2.1. Fase de laboratorio: secado y pulverizado: 43
9.2.2. Preparación de los extractos 43
9.3. Prueba de Alelopatía 44
9.3.1. Ensayos de crecimiento radicular 45
9.3.2. Análisis estadístico 45
9.3.3. Porcentaje de germinación relativo (PGR) 45
9.3.4. Crecimiento promedio de radícula (CPR) 46
9.3.5. Índice de germinación (IG) 46
9.4. Pruebas Colorimétricas 46
9.5. Fraccionamiento Primario por Cromatografía en Columna del Extracto Vegetal de las Semillas de la Especie *Ulex Europaeus* L. 49
10. Resultados y Análisis de Resultados 50
10.1. Fase de Campo y Obtención de los Extractos 50
10.2. Actividad Alelopática 52
10.2.1. Ensayo de germinación y Crecimiento radicular 52
10.2.2. Determinación de los extractos con mayor efecto alelopático 69
10.3. Fraccionamiento Primario por Cromatografía en Columna de los Extractos Vegetales Clorofórmico y Metanólico de las Semillas de *Ulex europaeus* 70
10.3.1. Fraccionamiento primario del extracto clorofórmico 70
10.3.2. Fraccionamiento primario del extracto metanólico 73
10.3.3. Fracciones seleccionadas para análisis 75
10.4. Efecto Alelopático de las Fracciones del Extracto Metanólico 75
10.5. Tamizaje Preliminar para la Identificación de Metabolitos Secundarios 81
10.5.1. Pruebas cualitativas 81
11. Conclusiones 90
12. Recomendaciones 91
13. Referencias Bibliográficas 92
14. Anexos 96

1. Índice de Tablas

Tabla 1 Antecedentes nacionales sobre el aislamiento de compuestos químicos de la especie vegetal Ulex europaeus L..... 17
Tabla 2 Antecedentes internacionales sobre aislamiento de compuestos químicos de la especie vegetal Ulex europaeus L..... 18
Tabla 3 Tratamientos utilizados en los ensayos de germinación sobre semillas de L. sativa..... 44
Tabla 4 Peso del material vegetal pulverizado..... 52
Tabla 5 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm de los extractos de las semillas de Ulex eurepaeus. 53
Tabla 6 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus..... 54
Tabla 7 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus..... 55
Tabla 8 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus..... 56
Tabla 9 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus..... 58
Tabla 10 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus..... 59
Tabla 11..... 60
Tabla 12..... 61
Tabla 13 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus..... 63
Tabla 14 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus..... 64
Tabla 15 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus..... 65
Tabla 16 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus..... 66
Tabla 17 Índice de Germinación (IG) de las Semillas de Lechuga frente a los extractos de la especie vegetal Ulex europeaus. 69
Tabla 18 Índice de Germinación (IG) de las semillas de Lechuga frente a los extractos de las Flores de la especie vegetal Ulex europeaus..... 69
Tabla 19 Índice de Germinación (IG) de las semillas de Lechuga frente a los extractos de los Tallos y Hojas de la especie vegetal Ulex europeaus. 70
Tabla 20 Fracciones combinadas y sus respectivas masas del extracto clorofórmico. 71
Tabla 21 Fracciones combinadas y sus respectivas masas del extracto metanólico. 74
Tabla 22 Datos de crecimiento radicular de L. sativa a 50 ppm de la subfracción III del extracto metanolico del Retamo espinoso 76
Tabla 24 Análisis de varianza para el crecimiento radicular 77
Tabla 25 Clasificación de Homogeneidad en los tratamientos (95,0 porcentaje LSD) 78
Tabla 26 Comparación múltiple de medias (*indica diferencia significativa) 79

Tabla 27 Resultados de las pruebas cualitativas de los extractos de las semillas del Ulex europaeus 81
Tabla 28 Identificación de terpenos y esteroides de acuerdo con su coloración. Tomado de: Guía metodológica para la detección rápida de algunos núcleos secundarios (Murillo & Méndez, 2008). 88
Tabla 29 Ensayo de germinación se las semillas de Ulex europaeus. 100 ppm. 96
Tabla 30 Control H2O destilada. 96
Tabla 31 Control Tween 80 al 10%. 97
Tabla 32 Control Herbicida Gesaprim 100 ppm. 97
Tabla 33 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto hexánico 100 ppm. 98
Tabla 34 Control se semillas de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 100 ppm. 98
Tabla 35 Control se semillas de Ulex europeaus con extracto metanólico 100 ppm. 99
Tabla 36 Ensayo de germinación se las semillas de Ulex europaeus. 500 ppm. 99
Tabla 37 Control se semillas de Ulex europeaus con herbicida Gesaprim 500 ppm. 100
Tabla 38 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto hexánico 500 ppm. 100
Tabla 39 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 500 ppm. 101
Tabla 40 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto metanólico 500 ppm. 101
Tabla 41 Ensayo de germinación se las semillas de Ulex europaeus. 1000 ppm. 102
Tabla 42 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto herbicida 1000 ppm. 102
Tabla 43 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto hexánico 1000 ppm. 103
Tabla 44 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 1000 ppm. 103
Tabla 45 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto metanólico1000 ppm. 104
Tabla 46 Ensayo de germinación se las semillas de Ulex europaeus. 50 ppm. 104
Tabla 47 Control de semillas de Ulex europeaus con herbicida gesaprim 50 ppm. 105
Tabla 48 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto hexánico 50 ppm. 105
Tabla 49 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 50 ppm. 106
Tabla 50 Control de semillas de Ulex europeaus con extracto metanólico 50 ppm. 106
Tabla 51 Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 100 ppm. 107
Tabla 52 Control de flores de Ulex europeaus con extracto hexánico 100 ppm. 107
Tabla 53 Control de flores de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 100 ppm. 108
Tabla 54 Control de flores de Ulex europeaus con extracto metanólico100 ppm. 108
Tabla 55 Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 500 ppm. 109
Tabla 56 Control de flores de Ulex europeaus con extracto hexánico 500 ppm. 109
Tabla 57 Control de flores de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 500 ppm. 110
Tabla 58 Control de flores de Ulex europeaus con extracto metanólico 500 ppm. 110
Tabla 59 Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 1000 ppm. 111
Tabla 60 Control de flores de Ulex europeaus con extracto hexánico 1000 ppm. 111
Tabla 61 Control de flores de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 1000 ppm. 112
Tabla 62 Control de flores de Ulex europeaus con extracto metanólico 1000 ppm. 112
Tabla 63 Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 50 ppm. 113
Tabla 64 Control de flores de Ulex europeaus con extracto hexánico 50 ppm. 113
Tabla 65 Control de flores de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 50 ppm. 114
Tabla 66 Control de flores de Ulex europeaus con extracto metanólico 50 ppm. 114

Tabla 67 Ensayo de germinación se los tallos de Ulex europaeus. 100 ppm. 115
Tabla 68 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto hexánico 100 ppm. 115
Tabla 69 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 100 ppm. 116
Tabla 70 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto metanólico 100 ppm..... 116
Tabla 71 Ensayo de germinación se los tallos de Ulex europaeus. 500 ppm. 117
Tabla 72 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto hexánico 500 ppm. 117
Tabla 73 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 500 ppm. 118
Tabla 74 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto metanólico 500 ppm..... 118
Tabla 75 Ensayo de germinación de los tallos de Ulex europaeus. 1000 ppm. 119
Tabla 76 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto hexánico 1000 ppm. 119
Tabla 77 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 1000 ppm. 120
Tabla 78 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto metanólico 1000 ppm..... 120
Tabla 79 Ensayo de germinación de los tallos de Ulex europaeus. 50 ppm. 121
Tabla 80 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto hexánico 50 ppm. 121
Tabla 81 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto clorofórmico 50 ppm. 122
Tabla 82 Control de tallos de Ulex europeaus con extracto metanólico 50 ppm..... 122
Tabla 83 Índice de Germinación de las Semillas de la Especie Vegetal Ulex europeaus 123
Tabla 84 Índice de Germinación de las Flores de la Especie Vegetal Ulex europeaus 123
Tabla 85 Índice de Germinación de las Tallos y Hojas de la Especie Vegetal Ulex europeaus 123

2. Índice de Figuras

Figura 1 Características de la Familia Fabaceae. 23
Figura 2 Flor de la familia Fabaceae. 24
Figura 3 Distribución de la familia Fabaceae a nivel mundial. 25
Figura 4 Características del Genero Ulex. 27
Figura 5 Especie vegetal Ulex europaeus L en diferentes estados de desarrollo. A) Planta adulta con flores y frutos. B) Planta muy joven donde aún no se evidencias las espinas. C) Planta adulta juvenil ya con presencia de espinas. 28
Figura 6 Partes reproductivas del retamo espinoso: A) racimo de flores y frutos. B) flor individual. C) rama con frutos maduros. D) vaina cerrada con bellos y vaina abierta con semillas. 30
Figura 7 Mapa global con los países donde se han reportado la especie vegetal Ulex europaeus. 31
Figura 8 Mapa de distribución de la especie vegetal Ulex europaeus L., en Colombia. 32
Figura 9 Colecta de la especie vegetal retamo espinoso. 50
Figura 10 A) Extracto hexánico, clorofórmico y metanólico de los tallos y hojas. B) Extracto hexánico, clorofórmico y metanólico de la flor. C) Extracto hexánico, clorofórmico y metanólico de semillas. 51
Figura 11 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de las semillas de Ulex eurepaeus. 53
Figura 12 Crecimiento radicular de Lactuca sativa 54
Figura 13 Crecimiento radicular de Lactuca sativa con 500 ppm de los extractos de Ulex eurepaeus 55
Figura 14 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus 56
Figura 15 Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa. 58
Figura 16 59
Figura 17 60
Figura 18 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus 61
Figura 19 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus 62
Figura 20 Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa/flores 63
Figura 21 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus 64
Figura 22 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus 65
Figura 23 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus 66
Figura 24 Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus 67

Figura 25 Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa/tallos y hojas. 68
Figura 26 Cromatografía en columna del extracto clorofórmico. 70
Figura 27 A) Cromatografía en columna del extracto clorofórmico subfracción I B). Cromatoplacas del extracto clorofórmico subfracción I. 72
Figura 28 A) y B). Cromatografía en columna del extracto clorofórmico subfracción II C) y D). Cromatoplacas de las fracciones del extracto clorofórmico subfracción II. 72
Figura 29 Cromatografía en columna del extracto metanólico. 73
Figura 30 Cromatoplaca de las fracciones del extracto metanólico subfracción III. 74
Figura 31 Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa. 75
Figura 32 Crecimiento radicular de las semillas de L. sativa con la subfracción III del extracto metanólico a 50 ppm 76
Figura 33 Crecimiento radicular de Lechuga por cada tratamiento y con la subfracción III del extracto metanólico del Retamo espinoso. 79
Figura 34 Diferencias de medias significativas al 95%. 80
Figura 35 Identificación de flavonoides por medio de la prueba Shinoda. A) Subfracción 32-34 cloroformo. B) Subfracción 42-50 cloroformico. C) Subfracción 41-69 Metanolico. 82
Figura 36 Reacción prueba Shinoda. 83
Figura 37 Identificación de flavonoides por medio de la prueba Zn/HCl. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico. 84
Figura 38 Identificación de flavonoides por medio de la prueba H_2SO_4. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico. 85
Figura 39 Identificación de terpenos/esteroides por medio de la Prueba de Lieberman- Burchard. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico. 86
Figura 40 Estructura general de los terpenos. 87
Figura 41 Reacción de Lieberman- Burchard. 87
Figura 42 Identificación de cumarinas por medio de la Prueba Bajo Rayos UV. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico. ... 89

3. Presentación

La alelopatía es el daño que puede causar una planta a otra, ya sea directa o indirectamente, a través de compuestos químicos que son liberados al ambiente, muchas de estas plantas tienen un efecto importante en la composición florística de las comunidades vegetales, ya que existen gran cantidad de especies invasoras que liberan sustancias alelopáticas, las cuales inhiben el desarrollo de especies herbáceas de los estratos inferiores, como lo menciona (Robayo & López, 2012). Colombia es uno de los países más megadiversos del mundo, sin embargo, es uno de los más frágiles porque podría perder su biodiversidad debido a su mala gestión que se ha realizado en sus ecosistemas. En Colombia, las especies invasoras de plantas se encuentran distribuidas en toda su geografía, tal como es el caso de *Ulex europaeus*, también conocido como retamo espinoso.

La problemática de las invasiones biológicas es un tema que nos debe preocupar a todos debido a los graves impactos que genera a la biodiversidad nativa, ya que un proceso de invasión generado por una planta exótica genera el desplazamiento de las especies nativas trayendo como consecuencia un cambio en la flora y la fauna, afectando sus funciones, la productividad y por lo tanto la economía de las familias campesinas.

En este sentido, el presente proyecto plantea llevar a cabo el estudio fitoquímico de las semillas del retamo espinoso mediante extracciones sucesivas con disolventes orgánicos, (hexano, cloroformo y metanol) y ensayos biológicos para la determinación el efecto alelopático en semillas de *Lactuca sativa*. En este orden de ideas, por medio del aislamiento de algunos compuestos de interés mediante técnicas de separación cromatográficas, se espera reconocer la naturaleza de algunos metabolitos presentes en esta especie vegetal, proporcionando así,

referentes teóricos en esta línea de investigación sobre la química de esta planta invasora para nuestro departamento, región y país.

4. Planteamiento del Problema

Existen diferentes problemáticas asociadas a los impactos que genera la introducción de plantas exóticas dentro de un ecosistema, tal es el caso de *Ulex europaeus*, que llegó a Colombia en una época en la que diferentes áreas del país sufrían por culpa de la deforestación y erosión. Frente a esta problemática y el objetivo de recuperar esas zonas que habían sido afectadas, se dió el proceso de plantación de especies de rápido crecimiento como es el caso del retamo espinoso, al principio se buscaba la recuperación ambiental y frenar el proceso de erosión, pero lo que provocó fue poner en riesgo los ecosistemas nativos de Colombia, ya que al ser una especie invasora representa un alto riesgo para los ecosistemas, pues al colonizar, se apodera de grandes extensiones de terreno, siendo una amenaza para otras especies de vegetación nativa y de gran importancia como el frailejón.

La distribución de esta planta está altamente asociada a la degradación ambiental y a la simplificación de los ecosistemas generando la exclusión de otras especies nativas por competencia inter-especifica; esta planta se caracteriza por ser extremadamente competitiva ya que produce gran cantidad de materia acidificante que inhibe la germinación de semillas nativas, las cuales alteran las condiciones del suelo ocasionando erosión.

Diferentes estudios determinan que la principal amenaza de esta especie, es la pérdida de la biodiversidad y, con ella, los hábitats de la fauna y la flora nativa, una vez que la especie invasora se establece en las nuevas áreas se convierte en una amenaza para los ecosistemas nativos ya que puede llegar a desplazarlos del todo, alterando su régimen de disturbio convirtiéndose en un riesgo, debido a que es altamente pirogénica por la facilitación de la propagación de incendios forestales debido a la presencia de aceites en sus ramas y tallos, los cuales incineran con facilidad.

El conocimiento científico que se tiene sobre esta especie es escaso, por lo tanto, debido a las pocas investigaciones sobre el retamo espinoso surge la propuesta de realizar un estudio fitoquímico y alelopático de los extractos de *Ulex europaeus L.* Por tal motivo, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es la composición química y el potencial alelopático de la especie *Ulex europaeus* sobre las semillas de lechuga (*Lactuca sativa*)?

5. Antecedentes

Una vez revisada la literatura con la que cuenta la biblioteca de la Universidad Surcolombiana tales como las publicaciones en bases de datos y algunos estudios que se relacionan con el tema a estudiar, no se encontraron estudios locales, por consiguiente, se procede a mencionar los estudios encontrados a nivel nacional e internacional.

5.1. Antecedentes Nacionales

Tabla 1

Antecedentes nacionales sobre el aislamiento de compuestos químicos de la especie vegetal Ulex europaeus L.

Título de la investigación	Objetivos	Aspectos Metodológicos	Principales Hallazgos
Estudio de las Características del Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*) Localizado en los Cerros Orientales de la Ciudad de Bogotá para su Aprovechamiento como Medida de Minimización del Impacto Ambiental Causado por su Presencia **(Rojas Pinzón, 2020)**	Proponer alternativas de aprovechamiento del retamo espinoso a partir de potenciales usos de sus hojas y semillas.	Se realizaron análisis de extracción de aceite, marcha fitoquímica, determinación de polifenoles totales, determinación de ácidos grasos y perfil de compuestos fenólicos, para determinar la presencia y cantidad de estos compuestos en diferentes órganos de *Ulex europaeus*.	*Ulex europaeus* contiene sustancias como alcaloides, flavonoides, terpenos, esteroides, polifenoles, y diferentes tipos de ácidos grasos que pueden resultar de interés para las industrias: cosméticas, nutracéuticas y farmacéutica
Síntesis y Caracterización de Copolímeros de Glicina y Lignina Extraída del Retamo Espinoso (*Ulex europaeus)* **(Bonilla Ocampo, 2016)**	Aportar al desarrollo de nuevos materiales poliméricos sustentables mediante la síntesis de un copolímero de glicina y lignina extraída del Retamo espinoso	Extracción de lignina: Por tratamiento alcalino y por tratamiento con solvente orgánico Polimerización de lignina y glicina Identificación y caracterización.	El proceso de extracción de lignina por tratamiento alcalino es más efectivo que por tratamiento con solvente orgánico. Se obtuvo un nuevo material polimérico con base en los análisis instrumentales y con potenciales propiedades que lo convierten en una materia

	(*Ulex europaeus*) por medio de polimerización en solución.		prima adecuada para la industria.
Actividad Antimicrobiana y Caracterización Química del Aceite Esencial de *Ulex europaeus* L. (FABACEAE) **(Parra Garzón, 2017)**	Contribuir al estudio fitoquímico de las partes aéreas de la especie vegetal *Ulex europaeus* L (Fabaceae) y evaluar la actividad antimicrobiana frente a las cepas de bacterias: *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*	Extracción y caracterización química de los aceites esenciales por el método de arrastre con vapor, se utilizó Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas y se realizó una Evaluación de la actividad antimicrobiana por el método de difusión en gel y perforación en placa.	Presencia de monoterpenos, monoterpenoides, sesquiterpenos, sesquiterpenoides e hidrocarburos alifáticos, metabolitos secundarios de tipo flavonoide y alcaloide. La actividad antimicrobiana para el extracto etanólico presentó inhibición frente a las cepas de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. La fracción que presentó la menor concentración crítica fue la fracción de acetato de etilo. La fracción de diclorometano no inhibió el crecimiento de la bacteria *E. coli*.

5.2. **Antecedentes Internacionales**

Tabla 2

Antecedentes internacionales sobre aislamiento de compuestos químicos de la especie vegetal Ulex europaeus L.

Título de la investigación	**Objetivos**	**Aspectos Metodológicos**	**Principales Hallazgos**
Efecto de extractos de *Ulex europaeus* L. en la producción de biomasa de plántulas de ají (Capsicum annuum L.), en condiciones de laboratorio (Tighe Neira, Díaz Harris, & Cantergiani, 2016)	No especifica	Se evaluaron extractos de la fracción aérea y radicular de *Ulex europaeus*. Se aplicaron pruebas fitoquímicas, cualitativas específicas para alcaloides, flavonoides, taninos y saponinas. Los extractos fueron aplicados en cinco dosis a las semillas de *Capsicum annuum*	Los extractos acuosos no mostraron evidencia de alcaloides. El género Ulex es rico en taninos, flavonoides, particularmente isoflavonas y pterocarpano. Los extractos de raíz como de la parte aérea, podrían ser utilizados como potenciales estimulantes de la

		El diseño experimental fue de bloques completamente al azar, Los datos fueron analizados por medio del programa ANDEVA y prueba de comparación múltiple.	producción vegetal al producir un incremento en la producción de materia verde y materia seca. Se aprecia que en la mayor dosis del extracto metanólico la materia verde presentó los valores más altos con respecto al testigo.

6. Justificación

La alelopatía es un fenómeno químico ecológico en el cual los metabolitos secundarios producidos por una especie vegetal se liberan e interfieren con la germinación y el crecimiento de otras plantas. Los compuestos aleloquímicos son metabolitos secundarios que se separan de las plantas por diferentes vías, consiguiendo ver sus efectos modificados por microorganismos en el suelo, y así afectando seriamente el crecimiento y productividad de las especies vegetales (Rodríguez Espejo, Chico Ruiz, & W, 2014).

Hoy en día, la producción de sustancias alelopáticas por las especies vegetales se ha convertido en un éxito competitivo frente a otras especies coexistentes dentro de un mismo hábitat, logrando inhibir su crecimiento incluso llegar a eliminarlas. (López, Fernández, & Rodríguez Rojo, 2011). El impacto de las especies invasoras es una de las principales amenazas que pesa sobre la biodiversidad. Las invasiones biológicas se han identificado como una de las principales causas fundamentales de la extinción de especies, perdida de hábitats naturales que conllevan a cambios en la distribución y abundancia de estas, en los biomas y los ecosistemas.

Las plantas exóticas invasoras son consideradas como la segunda causa de extinción de la flora después de la pérdida del hábitat. En Colombia, las especies invasoras de plantas se encuentran distribuidas por toda su geografía, algunos ejemplos de estas, es el retamo espinoso, (*Ulex europaeus*) el cual fue introducido en varias regiones altoandinas, páramo y humedales de montaña, con un impacto formidable en la composición y estructura de la vegetación. La falta de planificación adecuada, el desconocimiento de las especies exóticas y nativas, han favorecido la llegada, el establecimiento, el desarrollo y la expansión de especies invasoras como el retamo espinoso, además, ha sido catalogada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como una de las cien peores especies invasoras del mundo (Amaya Villarreal &

Renjifo, 2010). Un caso particular de la expansión del retamo espinoso se presenta en los bordes de vías, sobre todo en aquellas que se encuentran destapadas o sin pavimento convirtiéndose en una gran amenaza sobre todo cuando están en estado reproductivo, ya que las semillas pueden ser dispersadas por las personas con sus zapatos, por las llantas de los carros, o por el ganado vacuno, ovino, porcino o equino (Ríos, 2005).

Es importante contribuir al aumento de investigaciones interdisciplinares que aporten alternativas al manejo de las invasiones del retamo espinoso y así determinar la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos y su importancia alelopática, como un aporte al conocimiento científico de esta especie, poco explorada en nuestra región. Adicionalmente, esta investigación permitirá fortalecer y ampliar la línea de investigación sobre estudios fitoquímicos y alelopáticos en nuestro semillero y grupo de investigación de la universidad y nuestro territorio huilense.

7. Objetivos

7.1. General:

Determinar la composición química mediante pruebas colorimétricas y técnicas cromatográficas y el potencial alelopático de los extractos de *Ulex europaeus* (retamo espinoso) sobre semillas de lechuga (*Lactuca sativa*).

7.2. Específicos:

- Establecer la presencia del retamo espinoso en el páramo del chingaza como sitio de muestreo de la especie.
- Evaluar la actividad alelopática de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico, así como sus fracciones del retamo espinoso sobre semillas de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Identificar la composición química de los extractos y fracciones de las semillas de *Ulex europaeus* mediante pruebas colorimétricas y técnicas cromatográficas.

8. Marco Teórico

8.1. Características Morfológicas de la Familia Fabaceae

La familia de las fabáceas o leguminosas, se caracterizan por tener plantas herbáceas, trepadoras, arbóreas o arbustivas, anuales o perennes, con hojas muy variadas, simples o compuestas, éstas últimas trifoliadas, pinnadas o digitadas. Poseen flores hermafroditas, normalmente muy vistosas, adaptadas a la polinización por insectos (Figura 1). Las hojas son casi siempre alternas y con estípulas, persistentes o caedizas, generalmente compuestas, pinnadas, digitadas o trifoliadas, a veces aparentemente simples; los tallos se hallan transformados en filodios o pinnadas y con zarcillos en el ápice. El pecíolo y muchas veces los peciolulos, tienen la base engrosada que permite los movimientos de "sueño y vigilia". Es frecuente la presencia de espinas por transformación del raquis de las hojas, de las estípulas o del tallo.

Figura 1

Características de la Familia Fabaceae.

Tomado de: (Alves Gaspar, 2008)

Las flores pueden ser pequeñas o grandes, actinomorfas, como ocurre con las papilionoideas y en la mayor parte de las cesalpinioideas (Figura 2). El receptáculo de la flor desarrolla un ginóforo que se encuentra fusionado al hipanto en las cesalpinioideas, con forma de cúpula. El hipanto puede estar presente o ausente, en este último caso está remplazado por el tubo del cáliz, como es el caso en la mayoría de las faboideas. Las fabáceas realizan el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico mediante bacterias simbiontes, tales como Allorhizobium, Rhizobium, etc, elemento que está presente en nódulos radicales lo cual es una característica que presentan muchas leguminosas (Aizpuru, Asegionalaza, & Catalán, 1993).

Esta familia se encuentra distribuida en tres subfamilias: Mimosaceae, Caesalpinaceae y Fabaceae, en ésta última se encuentran las papiledoneas, donde se distribuye el género Ulex.

Figura 2

Flor de la familia Fabaceae.

Tomado de: (Aizpuru, Carretero, Devesa, & Talavera, s.f.).

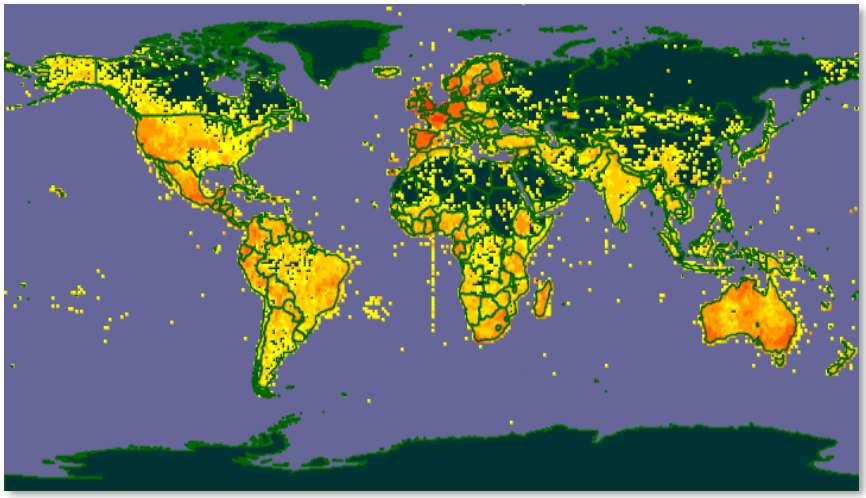
8.1.1. ***Distribución y Hábitat de la Familia Fabaceae***

Las plantas pertenecientes a esta familia se distribuyen de manera mundial, se encuentran ampliamente extendidas en zonas boreales, tropicales y templadas. Los árboles son más

frecuentes en las regiones tropicales, mientras que las hierbas y los arbustos dominan en las extratropicales. Se encuentran aproximadamente 730 y cerca de 19.400 especies a nivel mundial, por lo que se distribuye en casi todo el mundo (Figura 3). Entre los múltiples géneros que tiene la familia, los más representativos son el Astragalus con 2000 especies, el género Indigofera con cerca de 700, el Crotalaria con alrededor de 90, el Desmodium con 400 y por último el Trifolium con cerca de 300 especies (Bonifacino, 2013).

Figura 3

Distribución de la familia Fabaceae a nivel mundial.



Tomado de: (Global Biodiversity Information Facility Network, s.f.).

8.1.2. ***Usos etnobotánicos de la familia Fabaceae.***

La familia Fabaceae presenta gran importancia a nivel económico, debido a que la mayoría de las especies, se emplean con fines medicinales u ornamentales, como en el caso de Cytisus (retama), Erythrina (ceibo), Laburnum (lluvia de oro), Lathyrus (guisante de olor), Lupinus, Robinia y Wisteria, cuyos usos están enfocados a la ornamentación. Algunas especies del género Indigofera (índigo), se emplean industrialmente con el fin de extraer colorantes, azul

generalmente. Otros géneros, por ejemplo, Dalbergia, Pterocarpus, son importantes fuentes de maderas de lujo (Bonifacino, 2013).

Se han reportado algunos estudios que indican que algunas especies de Fabaceaes se emplean como analgésicos, contra reumatismos y como diurético (Castañeda, Gutiérrez, Carillo, & Sotel, 2017). Otros estudios indican que se emplean para tratar mordeduras de serpiente, dolores de cabeza, estomacales y para prevenir la diabetes (Zambrano Intriago, Buenaño Allauca, & Mancer, 2015). En la agricultura, algunas fabáceas se utilizan como abono verde antes del sembrado de algunas plantas que necesitan mucho nitrógeno, lo que provee mucha proteína, sin embargo, algunas especies exceden su concentración de nitrógeno ocasionando que la planta y todas sus partes sean tóxicas para el consumo (ABC de las Plantas Medicinales., 2013).

8.2. **Género Ulex**

8.2.1. ***Características morfológicas del género Ulex***

El género *Ulex*, se caracteriza por tener pocas especies vegetales de arbustos perennifolios y espinosos, conocidos comúnmente como *tojos* y son plantas que alcanzan una altura de 0’50 a 5 metros.

Sus plantas poseen muchas ramificaciones a poca distancia del suelo. Las hojas son compuestas de folíolos de color verdoso; la mayoría de estos arbustos tienen espinas que remplazan a las hojas. Las flores son amarillas y el fruto es una legumbre en cuyo interior se encuentran semillas redondeadas y de textura coriácea (Figura 4). La mayoría de especies de este género, presentan las mismas características morfológicas, la descripción de los ejes y ramas principales, así como de las espinas, aplican para la mayoría de ellas (Sánchez, 2013).

Figura 4

Características del Genero Ulex.

Tomado de: (Gaither, s.f.).

8.2.2. ***Distribución del género Ulex.***

El género *Ulex*, es uno de los géneros más recientemente estudiados, sin embargo, a nivel mundial son pocos los estudios que se han realizado. Este género se encuentra distribuido en América (norte, centro y sur), Europa (España y Francia) y en el norte de África. Su hábitat natural se localiza sobre suelos ácidos de origen calcáreo o silíceo, en claros de bosque o pedregales, a plena exposición solar y hasta 1.000 msnm (Vázquez Chacón, 2010).

La mayor fuente de especies de este género, se encuentran distribuidas en Colombia, la variedad de pisos térmicos que ofrece permite la proliferación de muchas especies vegetales de un alto valor económico, cultural y científico. En Colombia, se encuentran alrededor de nueve especies de *Ulex*, entre ellas la planta *Ulex europaeus* L.

8.2.3. ***Etnobotánica del género Ulex.***

Debido a sus características morfológicas, las especies pertenecientes al género *Ulex,* son empleadas como delimitadores de zonas, es decir, se emplean como cercas que restringen el acceso a ciertas áreas, zonas de las comunidades rurales. En algunas partes del mundo, debido a su alta capacidad de adaptación a cualquier clima y hábitat, se ha introducido con fines ornamentales.

Hasta el momento, se han reportado alrededor de veinte especies pertenecientes al género, entre las cuales se encuentran *Ulex airensis, Ulex argenteus, Ulex australis, Ulex boivinii, Ulex borgiae, Ulex canescens, Ulex cantabricus, Ulex densus, Ulex eriocladus* C. Vicioso, (endemismo ibérico), *Ulex europaeus, Ulex jussiaei, Ulex gallii, Ulex genistoides, Ulex micranthus, Ulex portuguese, Ulex minor* y *Ulex parviflorus*, solo han sido clasificadas a nivel taxonómico y por lo tanto muchos de los aspectos químicos, biológicos del género se desconocen. (Máximo, Lourenco, Tei, & Wink, 2006)

8.3. **Especie Vegetal *Ulex europaeus* L. (retamo espinoso)**

La especie *Ulex europaeus* L. (Figura 5) pertenece al género *Ulex* de la familia Fabaceae. Se le conoce con diferentes nombres en el mundo, entre los más distintivos se encuentra el Gorse. En Portugal, se le conoce como Tojo; en España como Toxo cachás; en Asturias se conoce como Coyota, árgoma, toxu; en el País Vasco se le conoce como Otaka, Otalera y en muchos países de Latinoamérica se le conoce como Retamo espinoso o espinillo.

Figura 5

Especie vegetal Ulex europaeus L en diferentes estados de desarrollo. A) Planta adulta con flores y frutos. B) Planta muy joven donde aún no se evidencias las espinas. C) Planta adulta juvenil ya con presencia de espinas.

Tomado de: (Barrera Cataño, y otros, 2019).

8.3.1. ***Clasificación taxonómica***

Reino: *Plantae*

Subreino: *Magnoliophyta*

Clase: Magnoliopsida

Subclase: *Rosidae*

Orden: Fabales

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia*: Faboideae*

Tribu*: Genisteae*

Género: *Ulex L.*

Especie*: Ulex europaeus* L.

8.3.2. ***Características morfológicas de la especie Ulex europaeus L***

Es una planta espinosa de 60 a 200 cm de altura, tallos principales rectos o ascendentes, ramificados, esta ramificación es abierta o algo compacta. Las ramas tienen un indumento formado por pelos largos y patentes y pelos cortos y adpresos. Las espinas primarias, que son ramas cortas, miden hasta 4 cm de largo, en ellas se implantan espinas secundarias y terciarias. Hojas alternas, sin estípulas, trifoliadas y pecioladas. Flores con inflorescencias racemiformes o paniculiformes, sobre las espinas primarias y en ocasiones en las secundarias, las flores pecioladas tienen una bráctea basal a veces no perceptible y dos bractéolas. El cáliz mide de 11 a 16 mm, persistente, aplanado lateralmente, es amarillento y tiene unos pelos gruesos y patentes; el labio superior de hasta 6 mm de anchura tiene 2 dientes y en el inferior 3. La corola, amarilla, típica papilionácea de la familia, está formado por un estandarte y unas alas más largas que el cáliz, además de la quilla. El androceo está formado por 10 estambres soldados para formar un tubo por el cual pasa el estilo y el gineceo por un ovario sentado y peloso del que sale un estilo curvado en la parte superior. El fruto es una legumbre pelosa cuyo contenido varía entre 2 y 8 semillas, como lo indica la figura 6.

Figura 6

Partes reproductivas del retamo espinoso: A) racimo de flores y frutos. B) flor individual. C) rama con frutos maduros. D) vaina cerrada con bellos y vaina abierta con semillas.

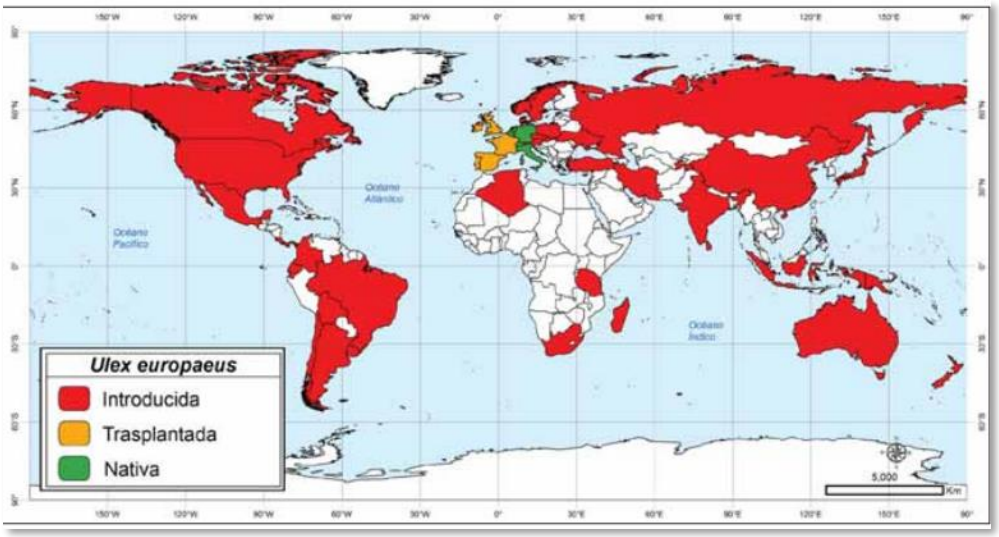
Tomado de: (Barrera Cataño, y otros, 2019).

8.3.3. ***Distribución y hábitat de Ulex europaeus L.***

En la figura 7 encontramos la distribución de la especie a nivel global, señalando de color verde los países de distribución nativa y en color rojo los países en los cuales ha sido reportada como introducida. Los países que se señalan en coloración naranja corresponden a aquellos donde esta planta ha sido trasplantada. Cabe aclarar que, aunque el trasplante sea en una región particular no quiere decir que esté presente en todo el país.

Figura 7

Mapa global con los países donde se han reportado la especie vegetal Ulex europaeus.

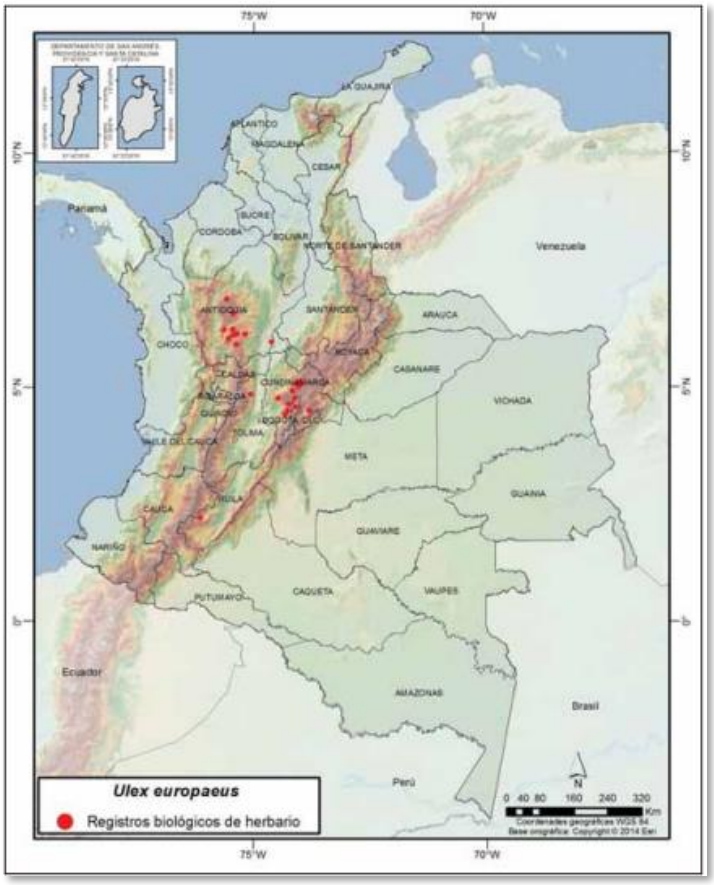


Tomada de: (Cardenas L, Baptiste, & Castaño, 2017).

La especie *Ulex europaeus L*, se ha distribuido a nivel mundial, bien sea como planta introducida o por su proliferación, incluyendo departamentos y a veces municipios por su rango altitudinal sobre el que se encuentra. Cabe destacar que los mapas de distribución nacional no cuentan con coordenadas específicas, por esta razón en la figura 7 se refleja las coordenadas asociadas a ejemplares de herbarios. Bajo esta consideración es posible que en algunas partes del país esta especie se encuentre subestimada (Cardenas L, Baptiste, & Castaño, 2017).

Figura 8

Mapa de distribución de la especie vegetal Ulex europaeus L., en Colombia.



Tomado de: (Cardenas L, Baptiste, & Castaño, 2017)

8.3.4. ***Usos etnobotánicos de la especie Ulex europaeus L.***

Son muy pocos los estudios que se han realizado alrededor de esta especie vegetal. Sin embargo, se ha reportado que las ramas y las flores contienen carotenoides y pigmentos flavónicos; las vainas y las semillas contienen alcaloides hepatotóxicos y las flores son diuréticas, siendo empleadas en reumatismos y afecciones hepáticas (Menendéz, 2007). En la mayoría de poblados, donde se encuentra la especie vegetal, se le emplea como cerca viva.

8.4. **Alelopatía**

En la naturaleza, las plantas están expuestas a factores bióticos y abióticos con los cuales han co-evolucionado. La presión de selección ejercida por estos a lo largo del proceso evolutivo provocó el desarrollo en los vegetales de numerosas rutas de biosíntesis a través de las cuales

sintetizan y acumulan en sus órganos, una gran variedad de metabolitos secundarios (Sampietro, 2003).

El término alelopatía se deriva del griego *allelon (*uno al otro) y *pathos* = (prejuicio), fue utilizado por primera vez por Molisch (1937) para referirse a la interacción entre plantas y otras formas de vida a través de químicos naturales (aleloquímicos); que implican las inhibición o estimulación directa de una especie a otras (Sampietro, 2003), estos compuestos conocidos como aleloquímicos, pueden tener efectos benéficos (alelopatía positiva) o efectos perjudiciales (alelopatía negativa) en los organismos receptores (Suquilanda, 2018).

Las sustancias alelopáticas, son de naturaleza química muy diversa y, la mayoría son de origen orgánico (Rodríguez, Mederos, & Hechevarría, 2002). El funcionamiento de la alelopatía, se basa en la plantación de distintas especies, en la misma ubicación con el fin de que se protejan unas a otras a través de las sustancias que van generando. Las plantas pueden lograr un buen equilibrio en su evolución y desarrollo a través de las interacciones bioquímicas que realizan (Cillónez, 2017).

8.4.1. ***Naturaleza química de los agentes alelopáticos***

La diversidad química de los agentes alelopáticos es sorprendente. A medida que progresan las investigaciones en el tema se incorporan nuevos grupos de sustancias a las cuales no se les atribuía esta actividad biológica. Los agentes alelopáticos pueden agruparse en estas categorías:

Compuestos Alifáticos. Estos compuestos son conocidos por su actividad inhibitoria de la germinación de semillas y el crecimiento de plantas. Comprenden varios ácidos (p.ej. oxálico, crotónico, fórmico, butírico, acético, láctico y succínico) y alcoholes (tales como metanol, etanol, *n*-propanol y butanol) solubles en agua, que son constituyentes comunes presentes en plantas y suelo. Bajo condiciones aeróbicas, los ácidos alifáticos son rápidamente metabolizados en el suelo, por lo cual no pueden considerarse una importante fuente de actividad alelopática (Sampietro, 2003).

Lactonas no Saturadas. La psilotina y psilotinina son producidas por *Psilotum nudum* y *Twesiperis tannensis*, respectivamente. La protoanemonina es producida por varias ranunculáceas. Son poderosos inhibidores de crecimiento, aunque el rol de estos compuestos en alelopatía no se conoce completamente (Sampietro, 2003).

Lípidos y Ácidos Grasos. Existen varios ácidos grasos tanto de plantas terrestres como acuáticas que son inhibitorios de crecimiento vegetal. Se pueden citar entre otros, los ácidos linoleico, mirístico, palmítico, láurico e hidroxiesteárico. Su rol en alelopatía no está completamente investigado (Sampietro, 2003).

Terpenoides. Las plantas superiores producen una gran variedad de terpenoides, pero de ellos sólo unos pocos parecen estar involucrados en alelopatía. Frecuentemente estas sustancias se aislaron de plantas que crecen en zonas áridas y semiáridas. Los monoterpenos son los principales componentes de los aceites esenciales de los vegetales y son los terpenoides inhibidores de crecimiento más abundantes que han sido identificados en las plantas superiores. Son conocidos por su potencial alelopático contra malezas y plantas de cultivo (Sampietro, 2003).

Compuestos Aromáticos. Estos comprenden la más extensa cantidad de agentes alelopáticos. Incluye fenoles, derivados del ácido benzoico, derivados del ácido cinámico, quinonas, cumarinas, flavonoides y taninos.

La mayoría de estos compuestos son derivados del ácido shikímico (intermediario bioquímico importante en plantas y microorganismos, como los taninos) y del ácido mevalónico (es un importante metabolito intermediario en la biosíntesis de colesterol), por lo que existen lazos estrechos (a través de estas moléculas bisagras) entre las grandes funciones fisiológicas de los vegetales (fotosíntesis y respiración) y la producción de metabolitos secundarios potencialmente alelopáticos (Chiapusio, Gallet, & Dobremez, 2010). Un mismo compuesto puede aparecer en distintas partes del vegetal y en diferentes concentraciones, las cuales dependen del órgano y de la edad de la planta. La concentración de algunos aleloquímicos tales como los alcaloides, los terpenos y los glicósidos cianogenéticos, es mayor durante los estadíos tempranos de las plántulas y parecen ser producidos solo durante la expansión de las hojas (Jova, 2006).

Los compuestos aromáticos comprenden la más extensa cantidad de agentes alelopáticos, que incluye fenoles, derivados del ácido benzoico, acido cinámico, quinonas, cumarinas, flavonoides y taninos (Sampietro, 2003). Los fenoles simples y los ácidos fenoles, causan la despolarización de la membrana celular, influyendo directamente en los procesos de absorción, así como en su descomposición rompiendo el balance hídrico de la planta (Puente, 2007). El ácido cinámico es derivado del ácido shikímico y está ampliamente distribuido en las plantas. Las cumarinas constituyen un grupo importante de compuestos naturales localizados en todas las partes de la planta, la metil esculina se encuentra en la avena, compuestos tales como escopolina, escopoletina y furanocumarinas tiene la capacidad inhibitoria del crecimiento vegetal. Los

flavonoides son compuestos muy frecuentes en las plantas superiores en flores, frutos, hojas y raíces, tanto en forma libre como en forma de glucósidos, dándoles a las flores, frutos y hojas, una amplia variedad tales como floridzina y sus productos de degradación tales como glicósidos de caemferol, quercetina y mircetina, siendo agentes alelopáticos bien conocidos (Puente, 2007).

8.5. **Tipos de Alelopatía**

Alelopatía Positiva. Es el efecto benéfico que tiene una planta sobre otra haciendo, que los frutos de la beneficiada sean mejores o alejando plagas que provocarían enfermedades.

Alelopatía Negativa. Es cuando dos clases de plantas no pueden convivir en un mismo espacio, porque las sustancias que genera una, resultan toxicas para la otra, estas sustancias pueden ser segregadas por raíces u hojas generalmente (Mestas, 2014). Generalmente los efectos dañinos causados por la alelopatía son a partir de sustancias liberadas al suelo por la descomposición de los residuos de las plantas que han permanecido en el campo (Puerto, 2002). Las interacciones positivas pueden determinar la distribución espacial de las especies, permitir la coexistencia, realzar la diversificación y la productividad y dirigir dinámicamente la comunidad. Las relaciones espaciales positivas han sido reportadas también en ecosistemas tropicales (Cruz, 2012).

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 (Oliveros, 2008). El modo de liberación de un agente alelopático depende de su naturaleza química. Eventualmente, los constituyentes químicos de todos los organismos son liberados al entorno a través de procesos de descomposición, incorporándose a la matriz del suelo.

Existen 4 vías principales de liberación al entorno de los aleloquímicos: volatilización, lixiviación, exudación, biodegradación (Jova, 2006). La lixiviación se produce en la parte aérea de la planta que libera las sustancias por el lavado de la lluvia, y éstas caen sobre otras plantas o en el suelo; los restos de la planta que cae al suelo se descomponen por efecto de los microorganismos, los cuales ayudan a la liberación de los compuestos; la volatilización, se produce cuando las sustancias se liberan por los estomas y además son hidrosolubles, por lo tanto, se pueden absorber por los estomas de otras plantas o si no se disuelven en el medio y la exudación radicular son sustancias que las plantas liberan por las raíces vivas de forma directa y se trata de compuestos de todo tipo (Acosta, 2015).

8.5.1. ***Efectos Primarios y Secundarios***

Los efectos apreciables de las sustancias alelopáticas sobre las plantas (reducción del crecimiento, germinación de las semillas, etc.) solo son manifestaciones secundarias de los cambios que se han producido a escala celular. Por ello, es necesario distinguir los efectos alelopáticos primarios (puntos de acción de las moléculas alelopáticas en las células) de los efectos alelopáticos secundarios (consecuencias de los primeros a nivel de órganos o de la planta completa) (Blanco Y. , 2006).

La relación existente entre el efecto biológico del compuesto alelopático y los síntomas observados en la planta no es siempre fácil de establecer. Esta relación se ha estudiado en la lechuga y se ha detectado una relación mitocondrial para ciertos fenoles y su traducción en una ralentización, es decir una inhibición de la germinación de las semillas. Lo más significativo de las investigaciones en la alelopatía ha correspondido a los efectos apreciables de los compuestos alelopáticos sobre la germinación y el crecimiento, especialmente (Chiapusio, Gallet, & Dobremez, 2010).

8.6. **Modos de Acción de los Inhibidores**

a. Directo: Comprende los efectos sobre varios procesos del crecimiento y el metabolismo de las plantas

Efectos primarios de inhibición de la división celular. La disminución de la actividad mitótica de las raíces de plantas ha sido reportada con un extracto clorofórmico obtenido de *Raphanus sativus* (Gian, Pastoriza , & Riscala, 1998).

Inhibición de la f**otosíntesis**. El efecto de los agentes alelopáticos que influyen sobre la inhibición de la fotosíntesis, no necesariamente acontece en los eventos primarios del proceso como la captación de la luz y el transporte de electrones, también resulta de una modificación de los niveles de clorofila o por cierre estomático y la subsecuente reducción en la provisión de CO_2 vital para la producción de fotosintatos. Por ejemplo, en soya los ácidos felúrico, 19 vainíllico y p-cumárico reducen el contenido de clorofila, sin embargo, sobre sorgo, estas mismas sustancias igualmente concentradas no provocan esa disminución. Ciertos flavonoides parecen interferir en la organización funcional o estructural de los cloroplastos. Otras especies arbóreas poseen polifenoles capaces de reducir la producción de 2,6- diclorofenol, inhibiendo las reacciones fotoquímicas en los cloroplastos (Rizvi, Haque, & Singh, 1992).

Efectos en la r**espiración**. Las quinonas sorgoleona y juglona son efectivos inhibidores de la respiración a muy bajas concentraciones, el sorgoleona afecta a través del transporte de electrones, mientras que la juglona afecta la incorporación mitocondrial de oxígeno. Flavonoides tales como la quercetina, naringenina y umbeliferona inhiben la producción de ATP en las mitocondrias (Rice, 1989).

Efecto sobre la Actividad Enzimática. Existen muchos compuestos alelopáticos con capacidad de modificar ya sea la síntesis o la actividad de enzimas tanto *in vivo* como *in vitro*. La

mayoría de estas sustancias han demostrado un efecto dual sobre la regulación de la actividad enzimática. Por ejemplo, plántulas de maíz tratadas con ácido felúrico mostraron un incremento en los niveles de enzimas oxidativas (peroxidasas, catalasas y ácido indol acético oxidasa) junto con una elevación de enzimas de la ruta del ácido Shikímico, tales como fenilamina amonio liasa (enzima de origen vegetal) y la cinamilo alcohol (compuesto orgánico) involucrada en la síntesis de compuestos fenilpropanoide (Jova, 2006).

Efectos Secundarios

Interferencia con la Germinación. Es un mecanismo por el cual se cree que las plantas enfrentan las enfermedades mediante la producción de inhibidores que evitan la acción de las enzimas exudadas por el organismo causal; también reporta la presencia de inhibidores de la germinación de semillas e interferencia con el crecimiento: que incluyen compuestos fenólicos, flavonoides y taninos (Calle, 2010).

b. Indirecto: Incluye los efectos ocasionados por la alteración de propiedades del suelo, del estado nutricional y de la actividad de poblaciones de organismos benéficos (Rizvi, Haque, & Singh, 1992) .

Efectos en la Toma de Nutrientes. Hay una evidencia considerable sobre el efecto de compuestos alelopáticos en la toma de iones como el potasio (K) por parte de las plantas. (Putnam, 1985)

Efectos sobre otras Poblaciones. El efecto sobre la actividad de una población benéfica o perjudicial, como microorganismos, insectos o nematodos, ha sido poco estudiado (Rodriguez , 1999).

8.7. Investigaciones para Evaluar el Efecto Alelopático en Plantas.

Fase biológica – ecológica. Durante esta primera fase se selecciona la planta que manifiesta alguna interacción específica con otra. Esto puede realizarse a través de la observación de algunos sucesos como: zonas de suelo desnudo alrededor de una vegetación arbustiva, cobertura vegetal bajo un grupo de árboles, persistencia de un estado particular dentro de la asociación vegetal o reducción del rendimiento en un cultivo infestado con una maleza agresiva en particular. El siguiente paso, es determinar si la causa del suceso manifestado es debido a la competencia, a la alelopatía o a otros procesos (patógeno vegetal, plaga, etc.). Normalmente, si el efecto observado no puede atribuirse a variables físicas ambientales (pH, temperatura, nutrientes minerales y contenido de agua), ni a los procesos indicados anteriormente, se considera como fenómeno causante a la alelopatía (Blanco & Yaisys, 2006).

Fase química – analítica*:* Si un efecto fitotóxico puede demostrarse a través de los bioensayos, se procede al aislamiento e identificación de los aleloquímicos responsables. La disponibilidad de técnicas, tales como: la cromatografía en capa fina, en papel, líquida de alta presión (HPLC) y gaseosa acoplada a espectrometría de masas, permiten la identificación de la mayoría de los compuestos aislados. Debe detectarse su presencia en la parte del entorno (aire, suelo, solución del suelo) a través de la cual estaría ejerciendo su acción en la concentración

adecuada para causar la inhibición de la planta receptora. Esto es especialmente problemático, ya que los compuestos biológicamente activos frecuentemente se encuentran en concentraciones muy bajas en el suelo, lo cual dificulta la extracción y detección de los mismos (Calle, 2010).

9. Metodología

9.1. Tipo de Investigación

Realizando una revisión documental que soporte los diferentes aspectos metodológicos para el desarrollo del proyecto de investigación, dentro de los diferentes tipos de investigación que se cuentan en la actualidad, se encuentra que el presente trabajo se enmarcará bajo el tipo de investigación mixta, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006) este tipo de investigación se destaca por el proceder entre la unión de los enfoques cuantitativo y cualitativo, en el cual se procederá a realizar un análisis estadístico, en donde se pretende conocer el efecto de germinación que tienen los extractos de las semillas del retamo espinoso con las semillas de *L.sativa*. Por su parte, también se obtendrán datos de investigación producto del desarrollo de los proyectos junto al trabajo práctico, en donde se pretende conocer aquellos conocimientos, procedimientos y habilidades propias de la fitoquímica. El análisis de los resultados fue validado estadísticamente mediante el programa Statgraphics.

9.2. Colecta de Material Vegetal y Preparación de los Extractos

9.2.1. ***Fase de laboratorio: secado y pulverizado:***

La colecta del material vegetal se realizó en el Parque Nacional Natural Chingaza, vía laguna la Siecha en Cundinamarca. Se colectaron partes aéreas de la especie *Ulex europaeus L.* (tallos, hojas, flores, semillas). Se realizó el proceso de secado a sombra durante 2 meses. El material vegetal sé fragmentó de manera manual y luego se pulverizó hasta tener un material homogéneo.

9.2.2. ***Preparación de los extractos***

Las extracciones del material vegetal pulverizado se llevaron a cabo mediante el método de maceración exhaustiva aplicando disolventes de diferente polaridad como hexano, cloroformo

y metanol. El material vegetal pulverizado se dejó en un recipiente con el disolvente durante 3 días. El líquido oscuro obtenido, se filtró y se eliminó el disolvente mediante rotaevaporación a 40°C bajo presión reducida hasta obtener una pasta de consistencia viscosa.

9.3. **Prueba de Alelopatía**

Para cada uno de los extractos (hexánico, clorofórmico y metanólico) se prepararon soluciones a concentraciones de 50, 100, 500 y 1000 ppm, utilizando como solvente Tween 80 al 10% como emulsionante y agua destilada como disolvente. Adicional a esto, se preparó una solución con un herbicida preemergente (Gesaprim) el cual se empleó como control positivo y como control negativo el agua destilada.

Posteriormente, para evaluar el efecto de cada uno de los extractos de *Ulex europaeus* en la germinación de la semilla y el crecimiento radicular de *Lactuca sativa* (Lechuga) se emplearon cajas de Petri previamente esterilizadas. En cada caja se sembraron 10 semillas sobre un disco de papel filtro Whatman N°2 impregnado con el extracto de material vegetal a una concentración determinada. Cabe mencionar, que todos los ensayos se realizaron por quintuplicado para una mayor precisión de los datos, agregando 5mL de tratamiento en cada caja. Una vez transcurridas las 24 horas de germinación se determinó el número de semillas germinadas

Tabla 3

Tratamientos utilizados en los ensayos de germinación sobre semillas de L. sativa

Numero de tratamiento	Nombre del tratamiento
1	Agua destilada
2	Tween 80 al 10%
3	Herbicida – Gesaprim 100 µg/mL
4	Extracto Hexánico 100 µg/mL
5	Extracto Clorofórmico 100 µg/mL
6	Extracto Metanólico 100 µg/mL

9.3.1. ***Ensayos de crecimiento radicular***

Después de haber trascurrido un periodo de 5 días de sembradas las semillas se midió la longitud radicular de cada uno de las plántulas de *L. sativa* por caja de Petri.

9.3.2. ***Análisis estadístico***

Se realizó un diseño por bloques unifactorial completamente aleatorizado, seguido de un análisis de varianza para determinar que tratamiento aplicado tenía un efecto diferente en el crecimiento radicular de semillas de lechuga. El análisis de los resultados fue validado estadísticamente mediante el programa Statgraphics.

El Crecimiento Promedio de Radícula (CPR) se calculó a partir de las mediciones de las longitudes de las radículas de casa semilla de *L. sativa.* Las plántulas se extendieron sobre una cartulina negra y blanca la cual se rotuló especificando los tratamientos utilizados y sus diferentes concentraciones.

9.3.3. ***Porcentaje de germinación relativo (PGR)***

En este apartado se determinó en cada uno de los extractos de la especie vegetal *Ulex europeaus* la relación del número de semillas germinadas con el número total de semillas utilizadas en cada caja de Petri por cien. Se expresa mediante la ecuación 1.

$$\%PGR = \frac{Semillas\ Germinadas}{Semillas\ Totales} \times 100 \qquad \textbf{(1)}$$

Esta ecuación 1 permitió obtener los datos del porcentaje de Germinación Relativo en cada caja de Petri. Se obtuvo un valor promedio del PGR para cada extracto del material vegetal por quintuplicado (Varnero M., Rojas A., & Orellana R., 2007).

9.3.4. ***Crecimiento promedio de radícula (CPR)***

El Crecimiento Promedio de Radícula es el resultado de la sumatoria de las mediciones de la longitud de las plantas de *L. sativa* dividido entre la cantidad de semillas germinadas de los diferentes extractos. La ecuación 2 se expresa de la siguiente manera.

$$CPR = \frac{\sum_{i=1}^{90} Xi}{n} \qquad \textbf{(2)}$$

Donde x, es la longitud radicular de una semilla germinada, frente a una concentración del extracto y n es el número total de semillas germinadas (Varnero M., Rojas, & Orellana R., 2006).

9.3.5. ***Índice de germinación (IG)***

El índice de germinación es el producto del %PGR y del CPR sobre cien. Se expresa en la ecuación 3.

$$IG = \frac{PGR \times CPR}{100} \qquad \textbf{(3)}$$

Posteriormente luego de haber obtenido los valores de PGR y CPR se calculó el índice IG el cual permitió seleccionar los extractos con actividad alelopática.

9.4. **Pruebas Colorimétricas**

En esta fase se tiene como objetivo la identificación de metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal *Ulex europaeus*, a través de pruebas cualitativas. A continuación, se describe la metodología utilizada para la identificación de metabolitos según (Murillo & Méndez, 2008).

- *Identificación de flavonoides*

Los flavonoides o bioflavonoides son pigmentos vegetales no nitrogenados los cuales comprenden un grupo de polifenólicos ampliamente distribuido en las frutas y en los vegetales, así como el café, el té negro, la cerveza, el chocolate y el vino rojo. Para la identificación se hace uso de las siguientes pruebas (Murillo & Méndez, 2008).

- *Prueba de shinoda:* 0,5 mL de la muestra se le añadieron 0,5 g de limaduras de Mg y gota a gota de HCl hasta que se terminó el desprendimiento de hidrogeno. Se observó durante 10 minutos los cambios de color.

  Coloraciones rosadas, roja, violeta, anaranjada es positivo para sustancias que posean en su estructura el núcleo de la γ -benzopirona, tales como: flavonas, flavonoles, flavononas, flavononoles, xantonas. Las Isoflavonas, chalconas y auronas no dan coloración.

- *Ensayo con Zn/ HCl:* Se reemplazó el Mg por el Zn en el procedimiento del ensayo de Shinoda, solamente los dihidroflavonoles (o flavononoles) producen coloraciones rojo-violeta. Las flavononas y flavanoles no producen coloraciones o producen coloraciones rosadas débiles.

- *Ensayo con H_2SO_4:* En un tubo de ensayo se toma 1mg de muestra y se disuelve en H_2SO_4, si se observan coloraciones amarillas corresponderían a Flavonoles, naranja-guinda para flavonas, rojo azuloso para chaconas y rojo purpura para quinonas.

- *Identificación de terpenos/ esteroides*

Los terpenos forman una familia muy diversa de sustancias naturales, producidos de manera primaria por una gran variedad de plantas, particularmente de las coníferas y algunos insectos. Cuando los terpenos son modificados químicamente ya sea por oxidación o reacomodo del esqueleto carbonado, los compuestos resultantes son referidos generalmente como terpenoides, siendo estos los principales constituyentes de los aceites esenciales de muchos tipos

de plantas y flores. Para su determinación, se aplican las siguientes pruebas (Murillo & Méndez, 2008).

* *Reacción de lieberman-burchard*: Se colocaron 0,5 mL de la muestra en un crisol; se evaporó casi hasta sequedad, se dejó enfriar y se le adicionaron 3-4 gotas de cloroformo. se repartió la mezcla en dos tubos de ensayo, donde se le secó al aire, en uno de los tubos se le adicionaron gotas de anhídrido acético seguido por una gota de ácido sulfúrico concentrado, el otro se dejó de testigo.

Los cambios de color fueron interpretados de la siguiente manera:

Azul o verde: esteroides

Rojo, rosado o violeta: triterpenos

Amarillo pálido: esteroides o triterpenos saturados

- *Identificación de cumarinas*

Con el nombre de cumarina se conoce a un grupo muy amplio de fenoles que se encuentran en plantas medicinales y tienen en común una estructura química de 2H-1 benzopiran-2-ona, denominada cumarina. Para su determinación, se aplica la siguiente prueba (Murillo & Méndez, 2008).

* *Prueba bajo rayos UV:* En un tubo de ensayo se colocaron 0,5 mL de muestra, se tapó con papel filtro impregnado en solución diluida de NaOH y se llevó a baño María por algunos minutos. Se removió el papel filtro y se examinó bajo luz UV, siendo la fluorescencia amarilla indicativa de la presencia de cumarinas.

9.5. **Fraccionamiento Primario por Cromatografía en Columna del Extracto Vegetal de las Semillas de la Especie *Ulex Europaeus* L.**

El fraccionamiento primario de los extractos vegetales de las semillas clorofórmico y metanólico se realizó mediante cromatografía en columna (CC), utilizando sílica gel como fase estacionaria en 9:1 fase estacionaria- extracto. La columna se empacó utilizando hexano como disolvente. El extracto se depositó en la parte superior de la fase estacionaria, y los disolventes utilizados como fases móviles fueron adicionados para permitir el arrastre de los componentes de la muestra.

Las fases móviles empleadas se fueron cambiando de menor a mayor polaridad de la siguiente manera: hexano, hexano-cloroformo (8:2), hexano-cloroformo (1:1), cloroformo, cloroformo-metanol (9:1), cloroformo- metanol (7:3), cloroformo- metanol (1:1) y finalmente metanol.

Los eluatos se recogieron en viales de 15mL y posteriormente fueron concentrados eliminando el disolvente mediante rotaevaporación a 40|C. Las fracciones obtenidas se analizaron por cromatografía en capa fina (CCF) utilizando como fase estacionaria gel de sílice depositada en una placa de aluminio y como revelador se utilizó una lámpara de UV que permitió determinar la presencia de algunos compuestos químicos.

10. Resultados y Análisis de Resultados

10.1. Fase de Campo y Obtención de los Extractos

La colecta del material vegetal se realizó en el Parque Nacional Natural Chingaza vía Laguna de Siecha en Cundinamarca (4° 47' 13.715" N 73° 53' 20.734" O) a una altura de 3.350 m.s.n.m. Se colectaron partes aéreas de la especie vegetal *Ulex europaeus L.* (hojas, tallos, flores, semillas). El lugar de la colecta se realizó en esta región debido a que la planta se caracteriza por ser “invasora” y crecer de forma silvestre, es decir no tiene alteraciones antrópicas que podrían alterar los metabolitos sintetizados por la planta. (Figura 9). Un ejemplar fue enviado al herbario de la Universidad Surcolombiana para su autenticación.

Figura 9

Colecta de la especie vegetal retamo espinoso.

Posteriormente, se realizó el proceso de secado a la sombra durante 55 días. La pulverización se realizó con un molino tipo Wiley de dos cuchillas hasta obtener un polvo homogéneo. Las extracciones del material pulverizado se llevaron a cabo mediante el método de

maceración exhaustiva aplicando diferentes disolventes en orden creciente de polaridad como hexano, cloroformo y metanol en un recipiente con el disolvente en agitación constante durante 3 días. Seguidamente, el líquido oscuro se procedió a filtrar. El extracto se concentró evaporando el disolvente mediante rotaevaporación a 40°C bajo presión reducida. Este proceso se repitió utilizando cloroformo y metanol, los extractos se dejaron secar hasta obtener una pasta de consistencia dura como se observa en la figura 10.

Figura 10

A) Extracto hexánico, clorofórmico y metanólico de los tallos y hojas. B) Extracto hexánico, clorofórmico y metanólico de la flor. C) Extracto hexánico, clorofórmico y metanólico de semillas.

A) B)

C)

Para la obtención de los extractos crudos seco y pulverizados se emplearon 207,2701 g de tallos y hojas, 44,3324 g de flores y 3,83 g de semillas. De la extracción con hexano, cloroformo y metanol se obtuvieron las siguientes masas:

Tabla 4

Peso del material vegetal pulverizado

Extracto	Tallos y hojas	Flores	Semillas
Hexano	2,3473 g	0,7923 g	1,105 g
Cloroformo	3,8326 g	0,6375 g	0,5749 g
Metanol	3,6385 g	1,2068 g	1,4242 g

10.2. **Actividad Alelopática**

10.2.1. ***Ensayo de germinación y Crecimiento radicular***

Para entender mejor este apartado es importante tener en cuenta la definición de alelopatía dada por Hans Molisch en 1937 donde afirma que existen efectos positivos o negativos entre las plantas las cuales son generadas de forma indirecta por diversos compuestos químicos (Blanco & Yaisys, 2006). Por lo tanto, el estudio del efecto alelopático permite evidenciar los efectos de una especie vegetal ocasionados por acción directa de metabolitos secundarios, lo cual, para este caso, se analizó el efecto de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico del *Ulex europaeus* frente a semillas de *L. sativa*, empleándose como control negativo un herbicida preemergente como el Gesaprim y como control positivo agua destilada. Se llevaron a cabo ensayos con el Tween 80 al 10 % como disolvente de los extractos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre la germinación y el crecimiento radicular de *L. sativa* después de haber transcurrido un tiempo de 24 a 120 horas de ponerse en contacto con los extractos, se determinó el número de semillas germinadas por cada caja de Petri en diferentes concentraciones de los extractos de *Ulex eurepaeus*, revisándose que

estas se encontraran en óptimas condiciones para los ensayos de crecimiento radicular. (ver anexo 1)

Efecto de los extractos de las semillas de *Ulex eurepaeus* a 50 ppm sobre *Lactuca sativa*.

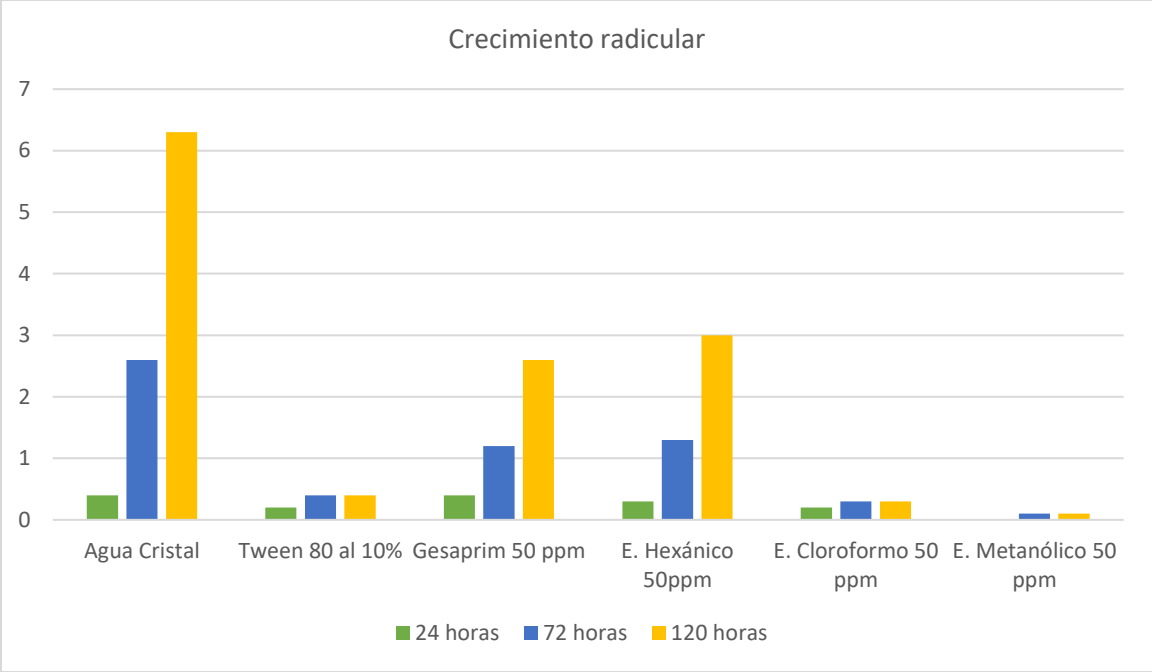
Tabla 5

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm de los extractos de las semillas de Ulex eurepaeus.

Tratamiento	**Crecimiento radicular (cm) valores promedio**		
	24 horas	**72 horas**	**120 horas**
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 50 ppm	0,4	1,2	2,6
E. Hexánico 50ppm	0,3	1,3	3
E. Cloroformo 50 ppm	0,2	0,3	0,3
E. Metanólico 50 ppm	0	0,1	0,1

Figura 11

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de las semillas de Ulex eurepaeus.



Efecto de los extractos de las semillas de *Ulex eurepaeus* a 100 ppm sobre *Lactuca sativa*.

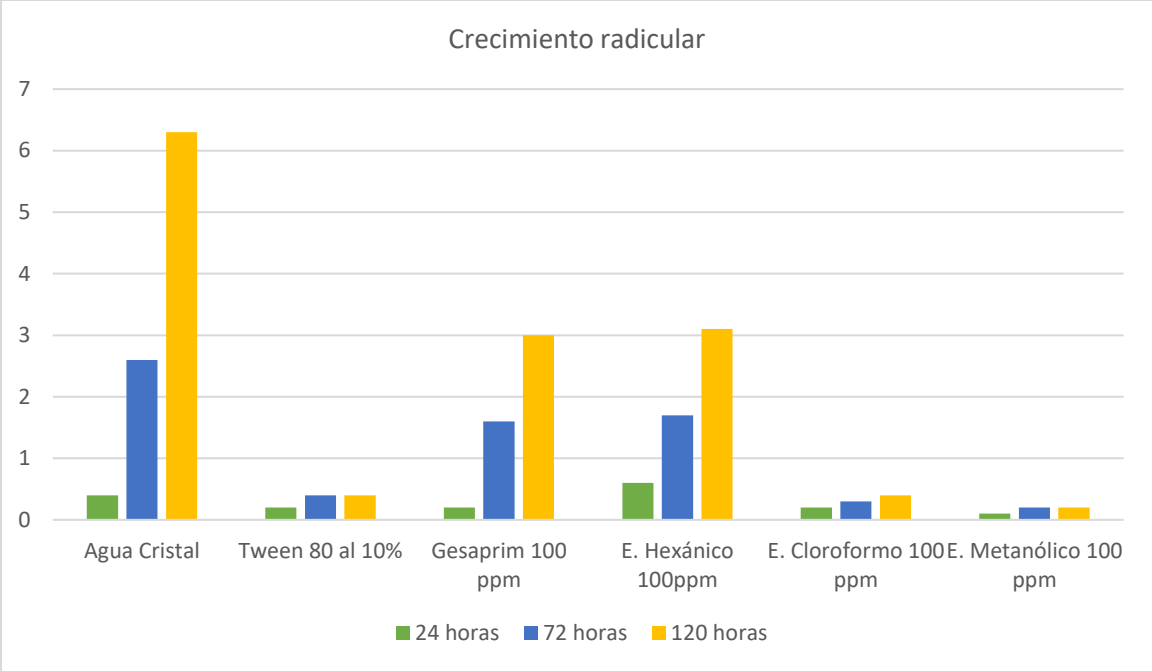
Tabla 6

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	**Longitud radicular en cm (valores promedio) a 100 ppm**		
	24 horas	**72 horas**	**120 horas**
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 100 ppm	0,2	1,6	3
E. Hexánico 100ppm	0,6	1,7	3,1
E. Cloroformo 100 ppm	0,2	0,3	0,4
E. Metanólico 100 ppm	0,1	0,2	0,2

Figura 12

Crecimiento radicular de Lactuca sativa



Efecto de los extractos de las semillas de *Ulex eurepaeus* a 500 ppm sobre *Lactuca sativa*.

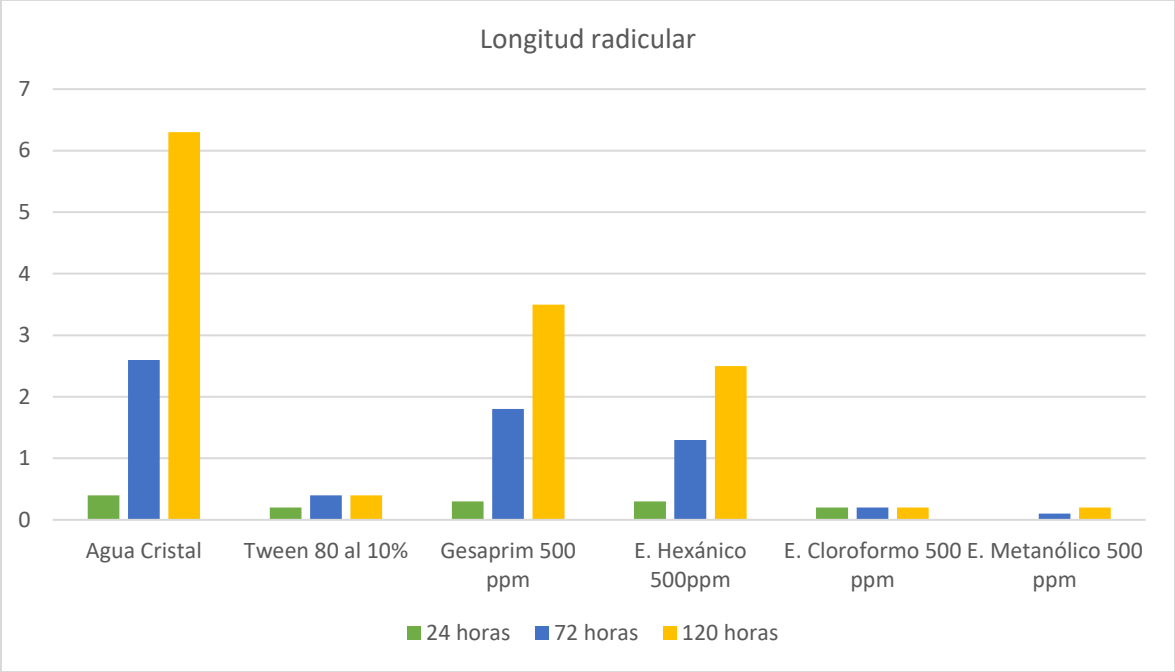
Tabla 7

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	**Longitud radicular en cm (valores promedio)**		
	24 horas	**72 horas**	**120 horas**
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 500 ppm	0,3	1,8	3,5
E. Hexánico 500ppm	0,3	1,3	2,5
E. Cloroformo 500 ppm	0,2	0,2	0,2
E. Metanólico 500 ppm	0	0,1	0,2

Figura 13

Crecimiento radicular de Lactuca sativa con 500 ppm de los extractos de Ulex eurepaeus.



Efecto de los extractos de las semillas de *Ulex eurepaeus* a 1000 ppm sobre *Lactuca sativa*.

Tabla 8

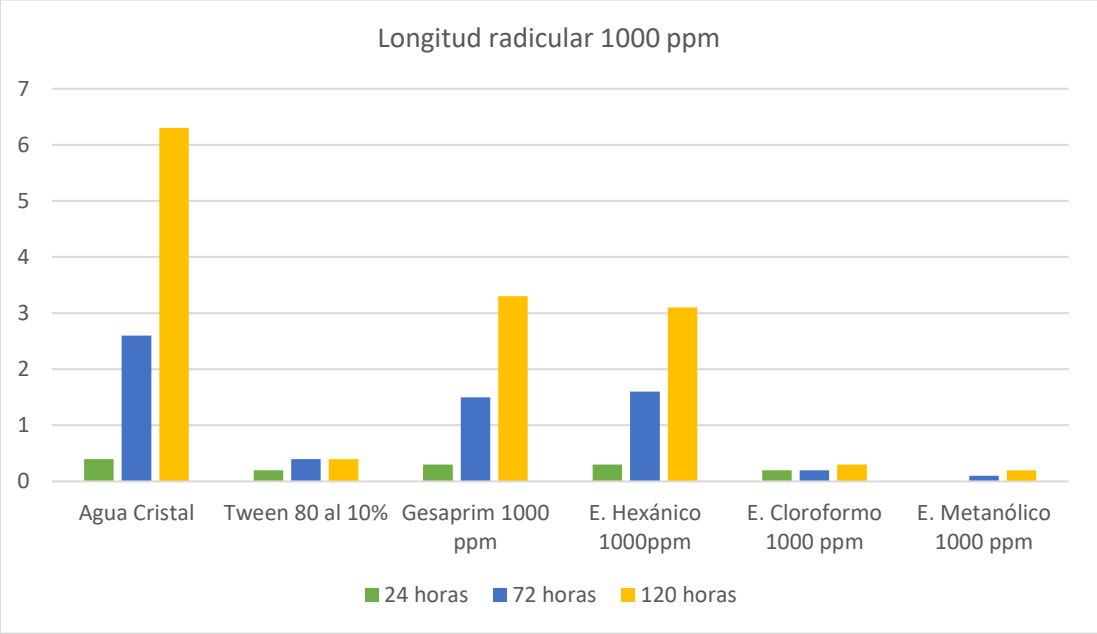
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de semillas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	**Longitud radicular en cm (valores promedio)**		
	24 horas	**72 horas**	**120 horas**
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 1000 ppm	0,3	1,5	3,3
E. Hexánico 1000ppm	0,3	1,6	3,1
E. Cloroformo 1000 ppm	0,2	0,2	0,3
E. Metanólico 1000 ppm	0	0,1	0,2

Figura 14

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de semillas

de Ulex eurepaeus



Según los datos sobre el crecimiento radicular de las semillas de la especie vegetal *Lactuca sativa* a diferentes concentraciones (50 ppm, 100 ppm, 500 ppm y 1.000 ppm) de los extractos de las semillas del Retamo espinoso, se logró demostrar que después de 5 días de haber evaluado este parámetro en cada plántula de *L. sativa* (figura 15), los tratamientos de los extractos clorofórmico y metanólico poseen un comportamiento similar en todas las concentraciones, actuando de esta manera como inhibidores de crecimiento radicular, en contraste con el extracto hexánico que no mostró un efecto inhibitorio potente. La inhibición es debido posiblemente a la presencia de sustancias que actúan como alelotoxinas en los extractos. En los tratamientos con agua destilada como controles positivos permitieron el mayor crecimiento de la radícula, así mismo, las semillas tratadas con Gesaprim como control negativo mostraron un efecto inhibitorio de crecimiento, así como facilitó la aparición de un tono amarillento en las plántulas de Lechuga, como ya se conoce, este es un herbicida preemergente, por lo que su acción se aplica a la inhibición selectiva de las plantas, el modo de acción de estos

inhibidores móviles se caracterizan por la interrupción del flujo de electrones en el fotosistema II, lo cual provoca la obstrucción del proceso de fotofosforilación y privan a la células de la energía producida por la fotosíntesis (Markwell, Namuth, & Hernández Rios, 2020). Es importante resaltar que el efecto inhibitorio de los extractos clorofórmico y metanólico del Retamo espinoso fue mayor en comparación con el herbicida comercial.

Figura 15

Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa.

Efecto de los extractos de las flores de *Ulex eurepaeus* a 50 ppm sobre *Lactuca sativa*.

Tabla 9

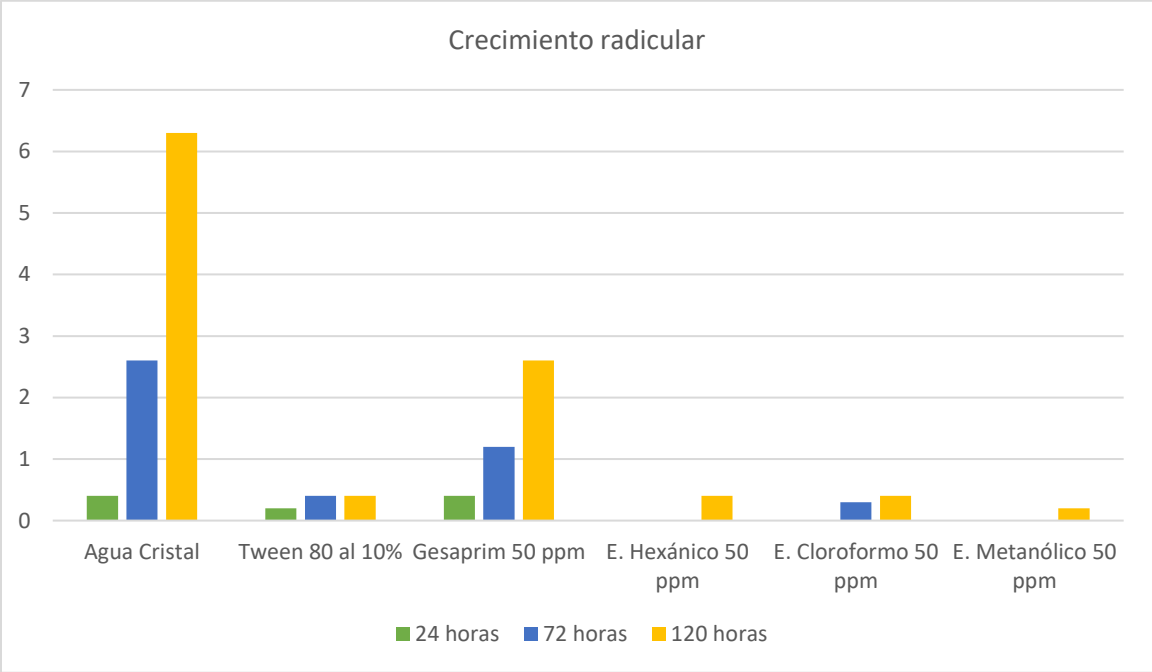
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus

Tratamiento	Longitud radicular en cm (valores promedio)		
	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4

Gesaprim 50 ppm	0,4	1,2	2,6
E. Hexánico 50 ppm	0	0	0,4
E. Cloroformo 50 ppm	0	0,3	0,4
E. Metanólico 50 ppm	0	0	0,2

Figura 16

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus



Efecto de los extractos de las flores de *Ulex eurepaeus* a 100 ppm sobre *Lactuca sativa*.

Tabla 10

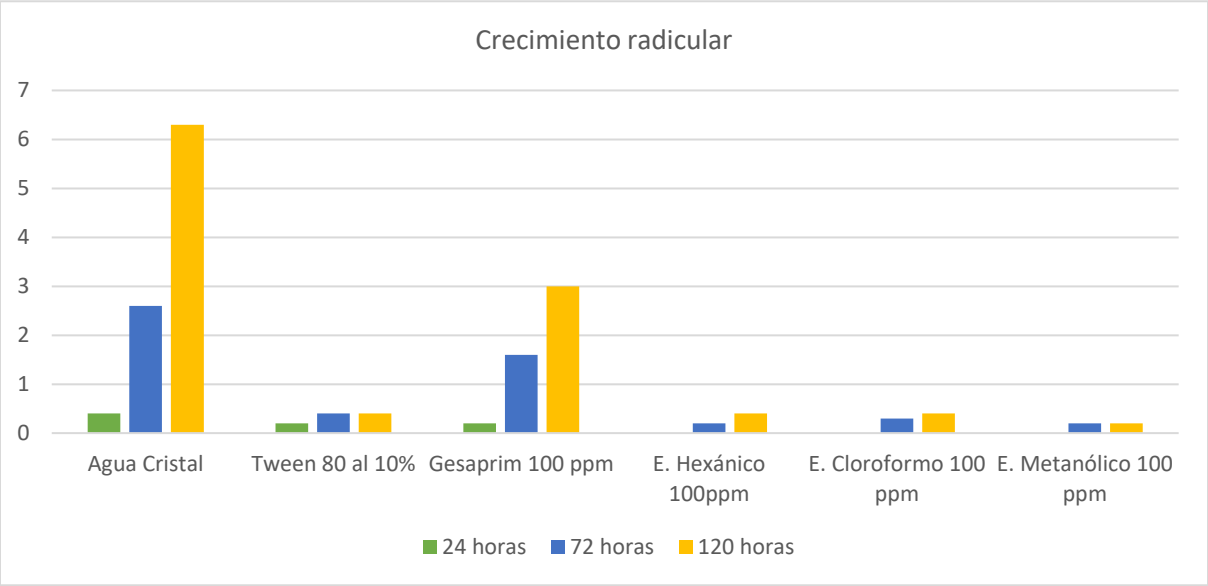
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus

Tratamiento	**Longitud radicular en cm (valores promedio)**

	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 100 ppm	0,2	1,6	3
E. Hexánico 100ppm	0	0,2	0,4
E. Cloroformo 100 ppm	0	0,3	0,4
E. Metanólico 100 ppm	0	0,2	0,2

Figura 17

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus



Efecto de los extractos de las flores de *Ulex eurepaeus* a 500 ppm sobre *Lactuca sativa.*

Tabla 11

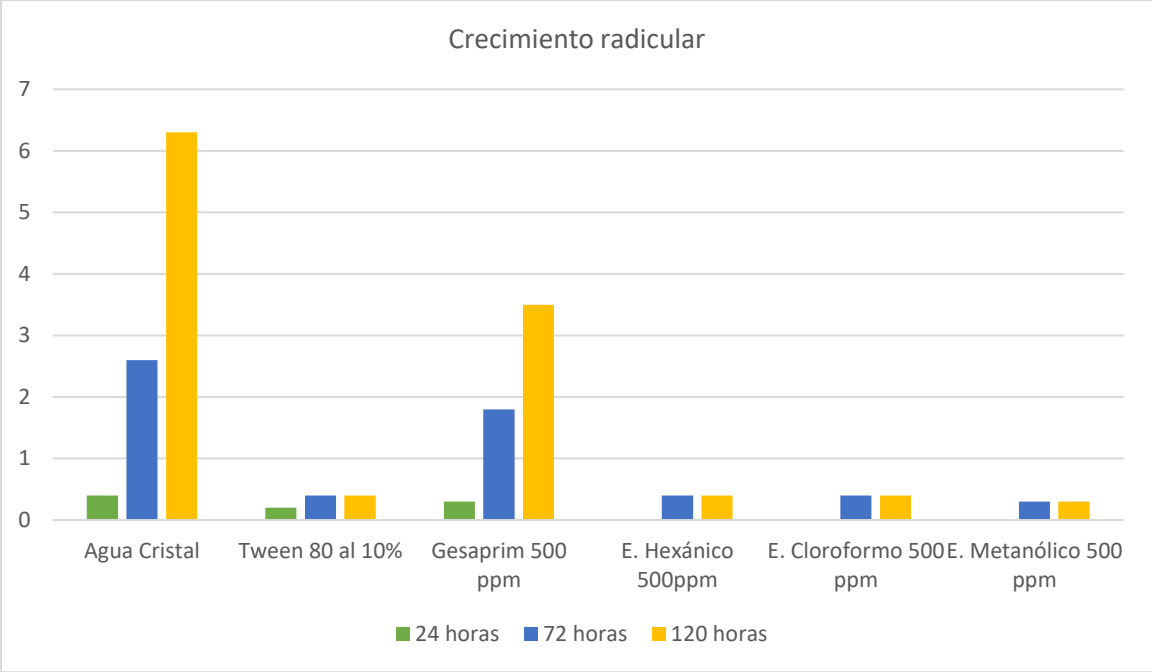
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus

Tratamiento	Longitud radicular en cm (valores promedio)		
	24 horas	72 horas	120 horas

Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 500 ppm	0,3	1,8	3,5
E. Hexánico 500ppm	0	0,4	0,4
E. Cloroformo 500 ppm	0	0,4	0,4
E. Metanólico 500 ppm	0	0,3	0,3

Figura 18

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus



Efecto de los extractos de las flores de *Ulex eurepaeus* a 1000 ppm sobre *Lactuca sativa.*

Tabla 12

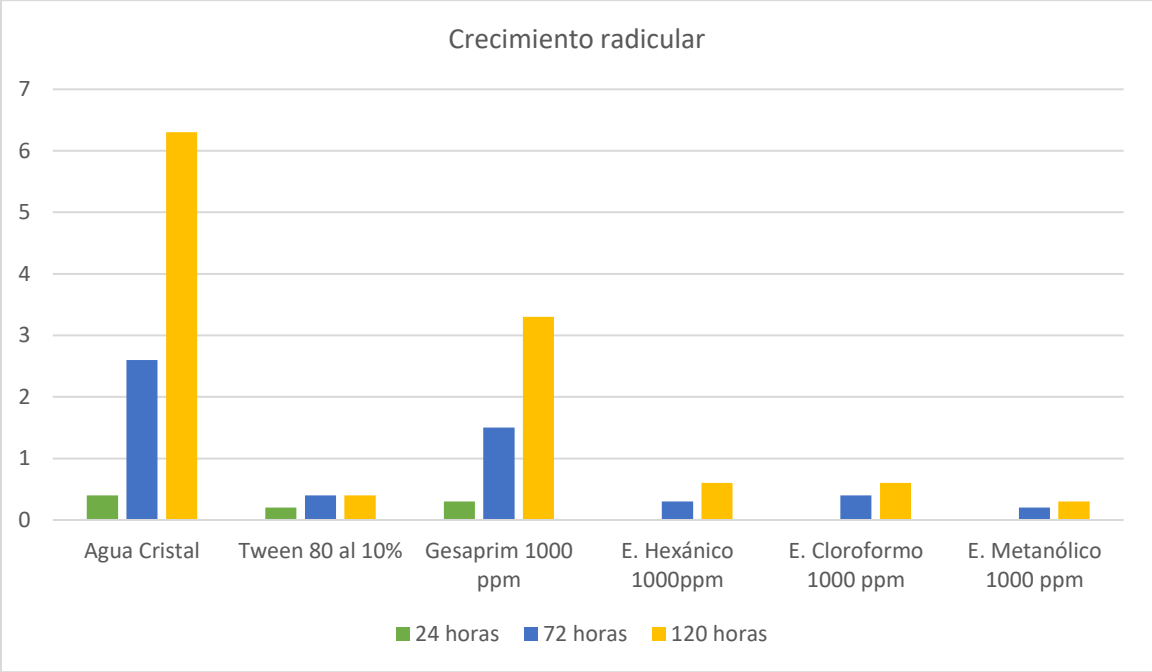
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus

Tratamiento	Longitud radicular en cm (valores promedio)

	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 1000 ppm	0,3	1,5	3,3
E. Hexánico 1000ppm	0	0,3	0,6
E. Cloroformo 1000 ppm	0	0,4	0,6
E. Metanólico 1000 ppm	0	0,2	0,3

Figura 19

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de flores de Ulex eurepaeus

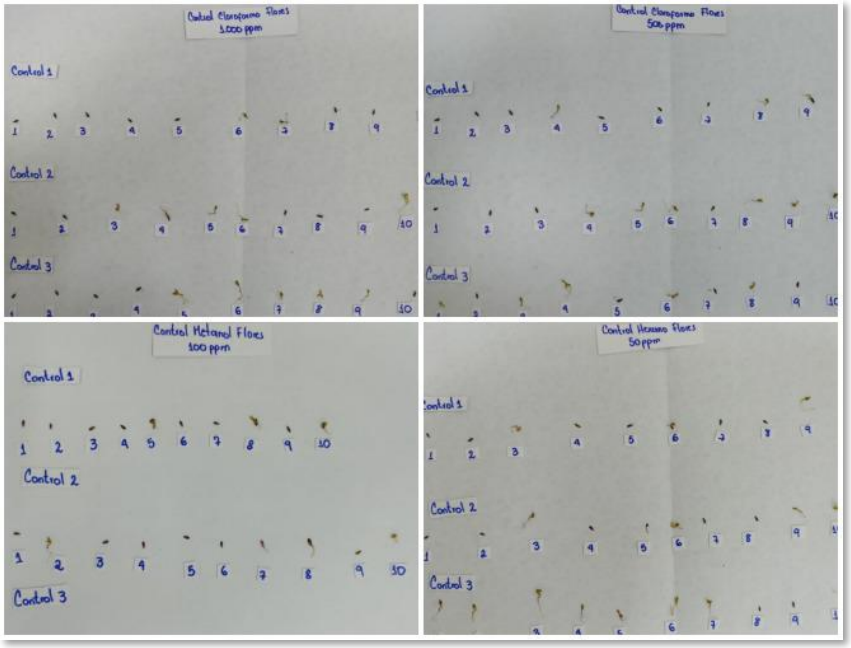


Según los datos sobre el crecimiento radicular de *Lactuca sativa* a diferentes concentraciones de los extractos de las Flores de la especie vegetal *Ulex europaeus*, se logró determinar que después de 5 días de haber evaluado este parámetro en cada plántula (Figura 20), los tratamientos de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico poseen un comportamiento

similar, actuando como inhibidores de crecimiento, debido a la presencia de sustancias que actúan como alelotoxinas. Cabe destacar que el proceso de germinación varía dependiendo de su concentración, en constraste con los tratamientos de agua y tween 80 que permitieron un mayor crecimiento radicular de las semillas. Las muestras tratadas con Gesaprim como control positivo mostraron un tono amarillento (Markwell, Namuth, & Hernández Rios, 2020).

Figura 20

Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa/flores



Efecto de los extractos de los tallos y hojas de *Ulex eurepaeus* a 50 ppm sobre *Lactuca sativa.*

Tabla 13

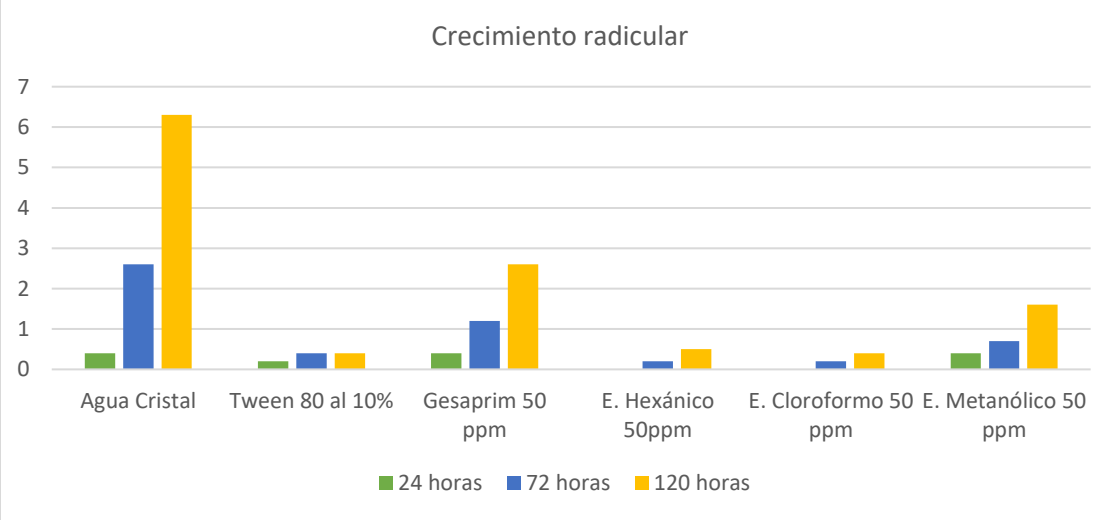
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	Crecimiento radicular en cm (valores promedio)

	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 50 ppm	0,4	1,2	2,6
E. Hexánico 50ppm	0	0,2	0,5
E. Cloroformo 50 ppm	0	0,2	0,4
E. Metanólico 50 ppm	0,4	0,7	1,6

Figura 21

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus



Efecto de los extractos de los tallos y hojas de *Ulex eurepaeus* a 100 ppm sobre *Lactuca sativa.*

Tabla 14

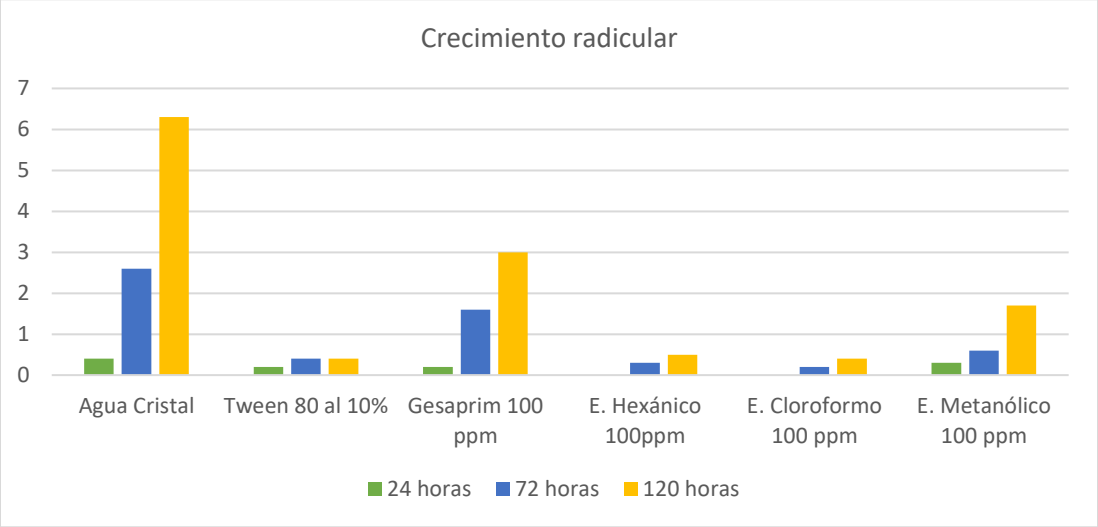
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	Crecimiento radicular en cm (valores promedio)

	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 100 ppm	0,2	1,6	3
E. Hexánico 100ppm	0	0,3	0,5
E. Cloroformo 100 ppm	0	0,2	0,4
E. Metanólico 100 ppm	0,3	0,6	1,7

Figura 22

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus



Efecto de los extractos de los tallos y hojas de *Ulex eurepaeus* a 500 ppm sobre *Lactuca sativa.*

Tabla 15

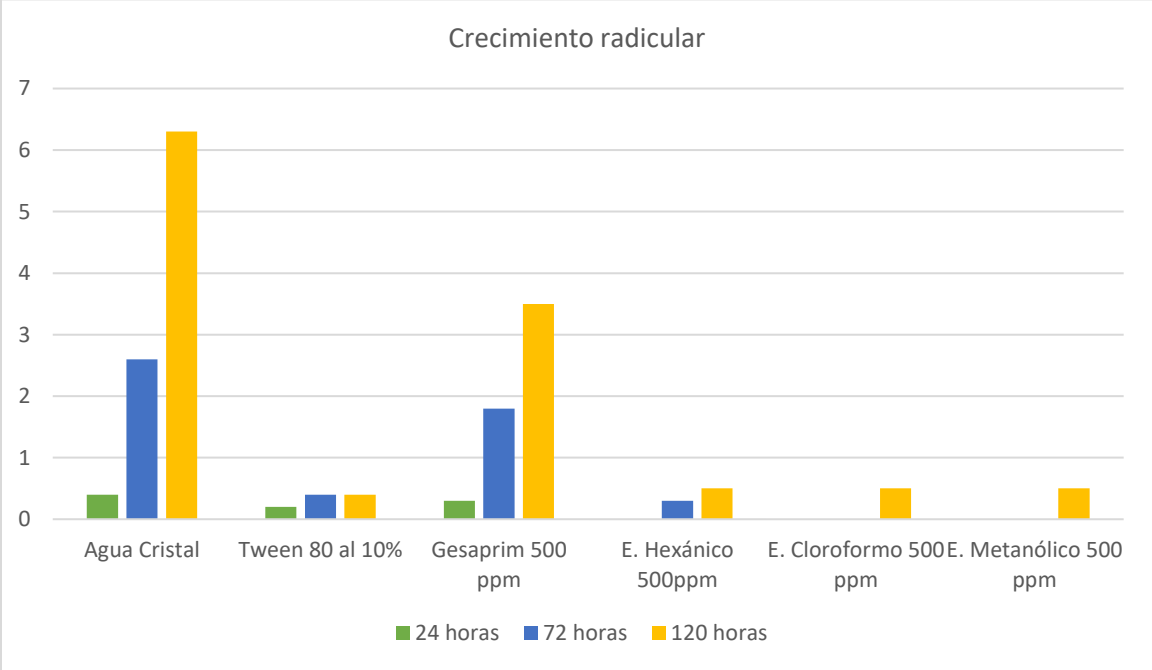
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	Crecimiento radicular en cm (valores promedio)		
	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	0,4	2,6	6,3

Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 500 ppm	0,3	1,8	3,5
E. Hexánico 500ppm	0	0,3	0,5
E. Cloroformo 500 ppm	0	0	0,5
E. Metanólico 500 ppm	0	0	0,5

Figura 23

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus



Efecto de los extractos de los tallos y hojas de *Ulex eurepaeus* a 1000 ppm sobre *Lactuca sativa.*

Tabla 16

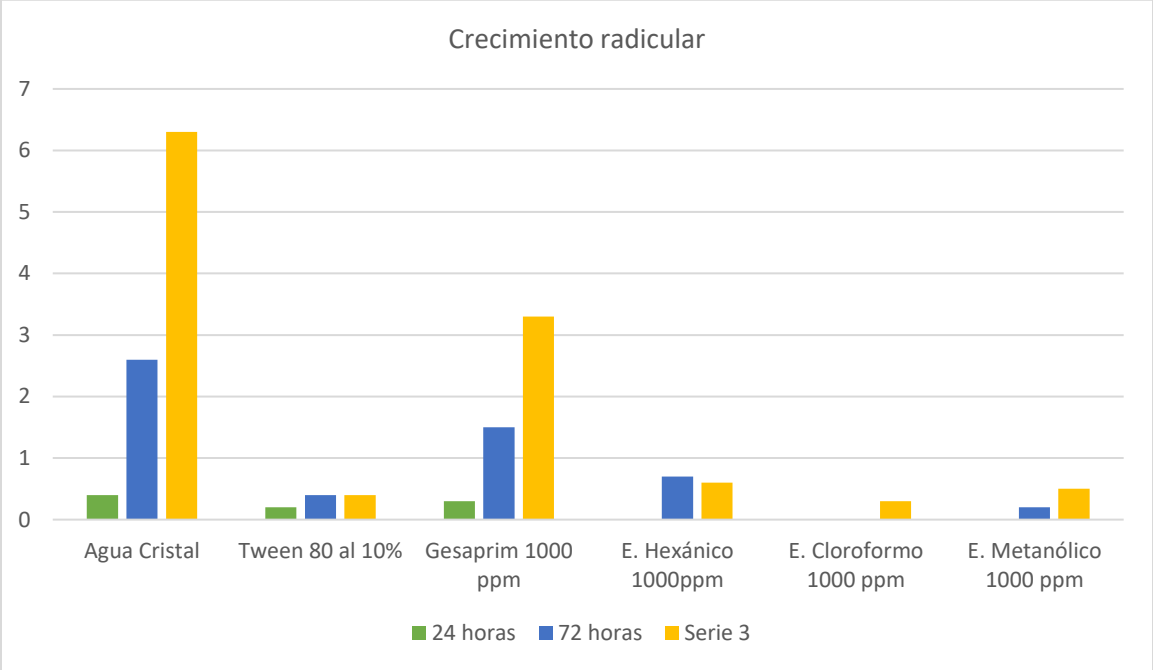
Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de Tallos y Hojas de Ulex eurepaeus

Tratamiento	**Crecimiento radicular en cm (valores promedio)**		
	24 horas	**72 horas**	**120 horas**

Agua Cristal	0,4	2,6	6,3
Tween 80 al 10%	0,2	0,4	0,4
Gesaprim 1000 ppm	0,3	1,5	3,3
E. Hexánico 1000ppm	0	0,7	0,6
E. Cloroformo 1000 ppm	0	0	0,3
E. Metanólico 1000 ppm	0	0,2	0,5

Figura 24

Crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm del extracto de tallos y hojas de Ulex eurepaeus

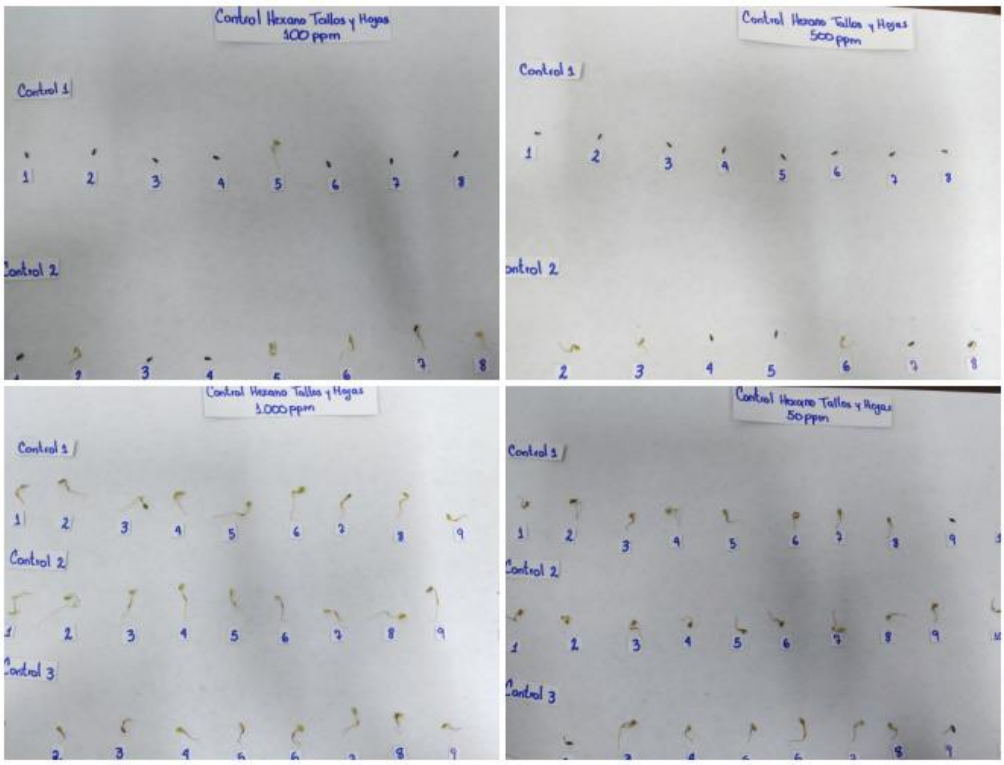


De acuerdo con los resultados obtenidos sobre el crecimiento radicular de las semillas de Lechuga a diferentes concentraciones en partes por millón (ppm) de los tallos y hojas del Retamo espinoso, se logró determinar que después de 5 días de haber evaluado este parámetro (Figura 25), se observó que los tratamientos con los extractos hexanico y clorofórmico produjeron un efecto similar en las semillas a 50 y 100 ppm en contraste con el extracto metanólico. A medida que se elevó la concentración a 500 ppm se encontró un efecto similar en los tres extractos a las

120 h, en comparación con 1000 ppm de los extractos clorofórmico y metanólico del Retamo espinoso que tuvo un efecto inhibitorio potente sobre el crecimiento de las semillas de Lechuga. Los tratamientos con agua destilada como control positivo permitieron un mayor crecimiento de las radículas de Lechuga. Las semillas tratadas con Gesaprim (control negativo) mostraron un efecto inhibitorio menor que los extractos, lográndose demostrar el gran potencial alelopático del Retamo espinoso (Markwell, Namuth, & Hernández Rios, 2020).

Figura 25

Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa/tallos y hojas.



Los resultados de las diferentes tablas evidencian la acción de los extractos en el crecimiento radicular de las semillas de lechuga, encontrando ligeras variaciones en comparación con el proceso de germinación. Este análisis preliminar permite dejar en manifiesto la capacidad de promover el crecimiento radicular. Por lo cual, se realizó un análisis estadístico para

evidenciar de manera significativa las variables con mayor incidencia en el estudio del efecto alelopático en semillas de *L. sativa*, por medio del análisis de varianza (anova) con índices de confianza del 95% mediante el programa Statgraphics.

10.2.2. ***Determinación de los extractos con mayor efecto alelopático***

En el siguiente apartado se observó los Índices de Germinación (IG) de las semillas de Lechuga en los extractos de la especie vegetal *Ulex europeaus* evaluados en diferentes concentraciones, estos valores fueron obtenidos a partir de los resultados respectivos dé %PGR y CPR (ver anexo 2).

Tabla 17

Índice de Germinación (IG) de las Semillas de Lechuga frente a los extractos de la especie vegetal Ulex europeaus.

Extractos	50 ppm	100 ppm	500 ppm	1.000 ppm
Hexánico	68,25 %	80.5 %	73,77 %	91,1 %
Clorofórmico	22,49 %	21,4 %	4,13 %	8,00 %
Metanólico	5,56 %	10,69 %	10,77 %	7,45 %

Tabla 18

Índice de Germinación (IG) de las semillas de Lechuga frente a los extractos de las Flores de la especie vegetal Ulex europeaus.

Extractos	50 ppm	100 ppm	500 ppm	1.000 ppm
Hexánico	12,32 %	7,98 %	15,99 %	16,24 %
Clorofórmico	7,39 %	21,35 %	16,64 %	7,12 %
Metanólico	9,50 %	8,85 %	10,64 %	5,24 %

Tabla 19

Índice de Germinación (IG) de las semillas de Lechuga frente a los extractos de los Tallos y Hojas de la especie vegetal Ulex europeaus.

Extractos	50 ppm	100 ppm	500 ppm	1.000 ppm
Hexánico	37,32 %	18,40 %	8,16 %	37,29 %
Clorofórmico	50,6 %	14,38 %	10,56 %	17,13 %
Metanólico	47,3 %	27,07 %	12,51 %	15,1 %

Los extractos que presentaron mejor actividad alelopática con un fuerte efecto inhibidor fueron los extractos clorofórmico y metanólico de las semillas del Retamo espinoso. Cabe destacar que los extractos de las flores y los extractos de tallos y hojas también inhibieron fuertemente el crecimiento como se observa en las tablas 18 y 19 pero se procedió a trabajar con los extractos de las semillas ya que el IG fue el más cercano a cero.

10.3. **Fraccionamiento Primario por Cromatografía en Columna de los Extractos Vegetales Clorofórmico y Metanólico de las Semillas de *Ulex europaeus***

10.3.1. ***Fraccionamiento primario del extracto clorofórmico***

Se realizó el fraccionamiento de 0,5749 g extracto clorofórmico implementando la técnica de cromatografía en columna abierta. La columna fue empacada con 19.10g de sílica gel utilizando hexano como disolvente. La muestra se eluyó inicialmente con hexano y se fue incrementando las polaridades de las mezclas de disolventes descritas en la metodología. Se colectaron 65 fracciones de 15 mL del extracto clorofórmico (Figura 26). La tabla 16 muestra las fracciones que fueron combinadas y la cantidad obtenida.

Figura 26

Cromatografía en columna del extracto clorofórmico.

Tabla 20

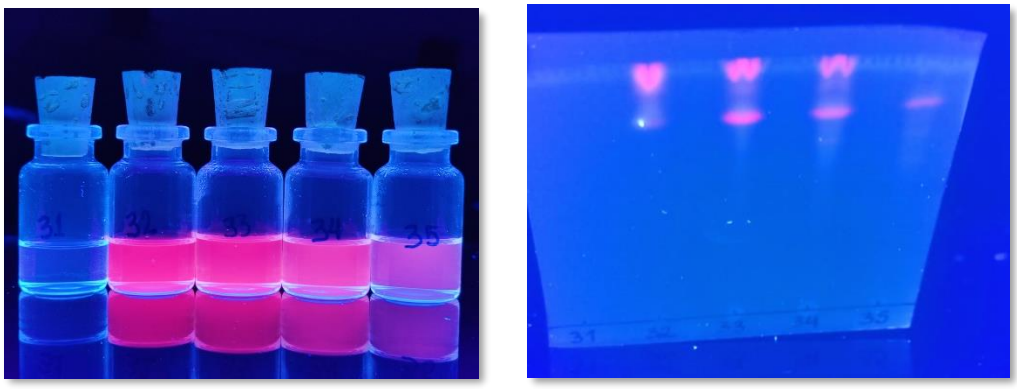
Fracciones combinadas y sus respectivas masas del extracto clorofórmico.

Fracción	Subfracción	Cantidad
32-34	I	0,8353
42-50	II	0,3481

Las fracciones fueron concentradas mediante rotaevaporación a 40°C y analizadas mediante la técnica de cromatografía en capa fina, las cuales fueron reveladas por una lampara ultravioleta con una longitud de onda de 365 nm, con el fin de establecer el patrón que permitiera la unión de las fracciones con igual coeficiente de retención. Se obtuvieron 2 fracciones combinadas, de las cuales las subfracciones I (Figura 27) y II (Figura 28) revelaron de manera positiva la posible presencia de algún compuesto químico.

Figura 27

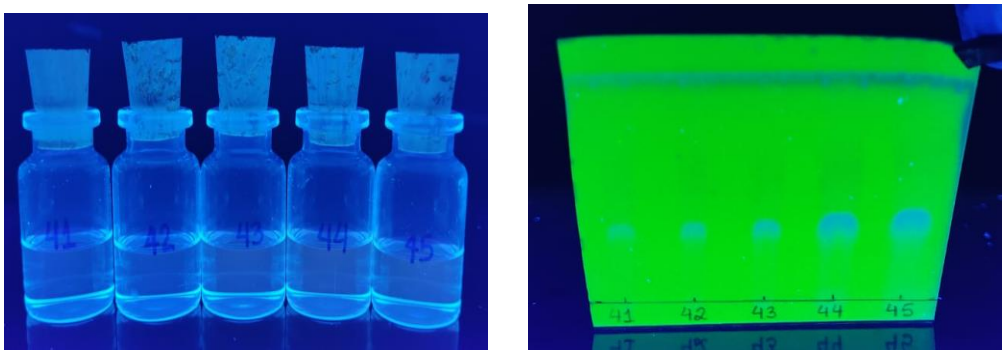
A) Cromatografía en columna del extracto clorofórmico subfracción I B). Cromatoplacas del extracto clorofórmico subfracción I.



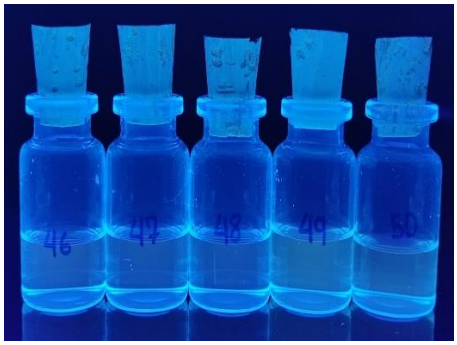
A) B)

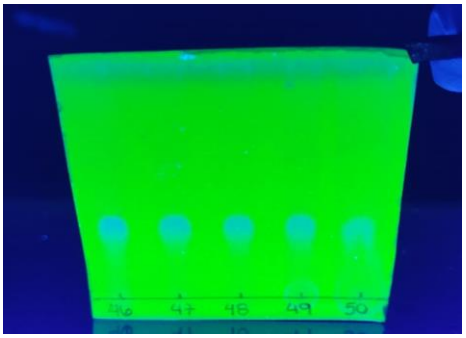
Figura 28

A) y B). Cromatografía en columna del extracto clorofórmico subfracción II C) y D). Cromatoplacas de las fracciones del extracto clorofórmico subfracción II.



A) B)





C) D)

10.3.2. ***Fraccionamiento primario del extracto metanólico***

Se realizó el fraccionamiento de 1,4242 g del extracto metanólico implementando la técnica de cromatografía en columna abierta. La columna fue empacada con 19.10 g de sílica gel utilizando hexano como disolvente. La muestra se eluyó inicialmente con hexano y se fue incrementando las polaridades de las mezclas de disolventes descritas en la metodología. Se colectaron 75 fracciones de 15 mL del extracto metanólico (Figura 29). La tabla 17 muestra las fracciones que fueron combinadas y la cantidad obtenida.

Figura 29

Cromatografía en columna del extracto metanólico.

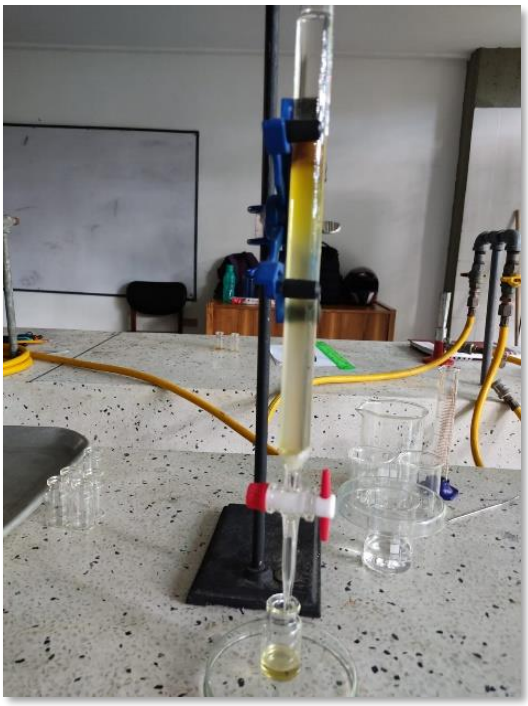


Tabla 21

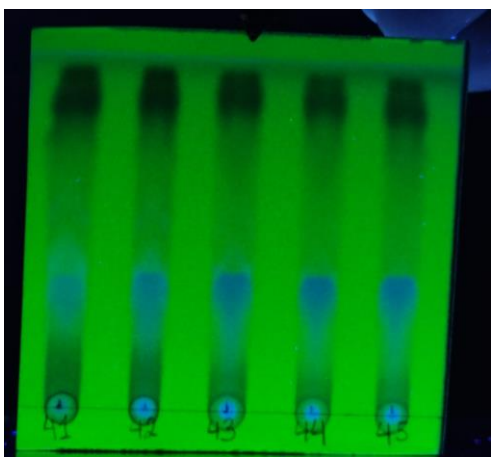
Fracciones combinadas y sus respectivas masas del extracto metanólico.

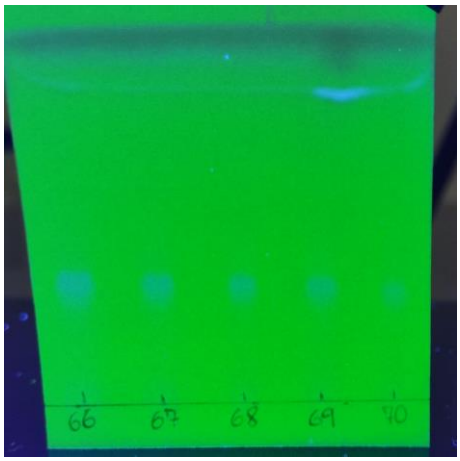
Fracción	Subfracción	Cantidad
41-69	III	1,5424

Las fracciones fueron concentradas mediante rotaevaporación a 40°C y analizadas mediante la técnica de cromatografía en capa fina, las cuales fueron reveladas por una lampara ultravioleta con el fin de establecer el patrón que permitiera la unión de las fracciones con igual coeficiente de retención. Se obtuvo 1 fracción combinada, de la cual la subfracción III reveló de manera positiva la posible presencia de algún compuesto químico. (Figura 30)

Figura 30

Cromatoplaca de las fracciones del extracto metanólico subfracción III.





10.3.3. ***Fracciones seleccionadas para análisis***

Una vez finalizada la cromatografía en columna de los extractos vegetales de la especie vegetal *Ulex europaeus*, se seleccionó las subfracción III mayoritaria del extracto metanólico para su evaluación alelopática y poder determinar su efecto inhibitorio contra *Lactuca sativa*.

10.4. Efecto Alelopático de las Fracciones del Extracto Metanólico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del crecimiento radicular de *L. sativa* durante un periodo de 5 días de exposición a la subfracción III del extracto metanólico de las semillas en concentraciones de 50 ppm, cabe destacar que este ensayo se realizó por triplicado (Figura 31).

Figura 31

Efecto causado por cada uno de los tratamientos en las plántulas de L. sativa.

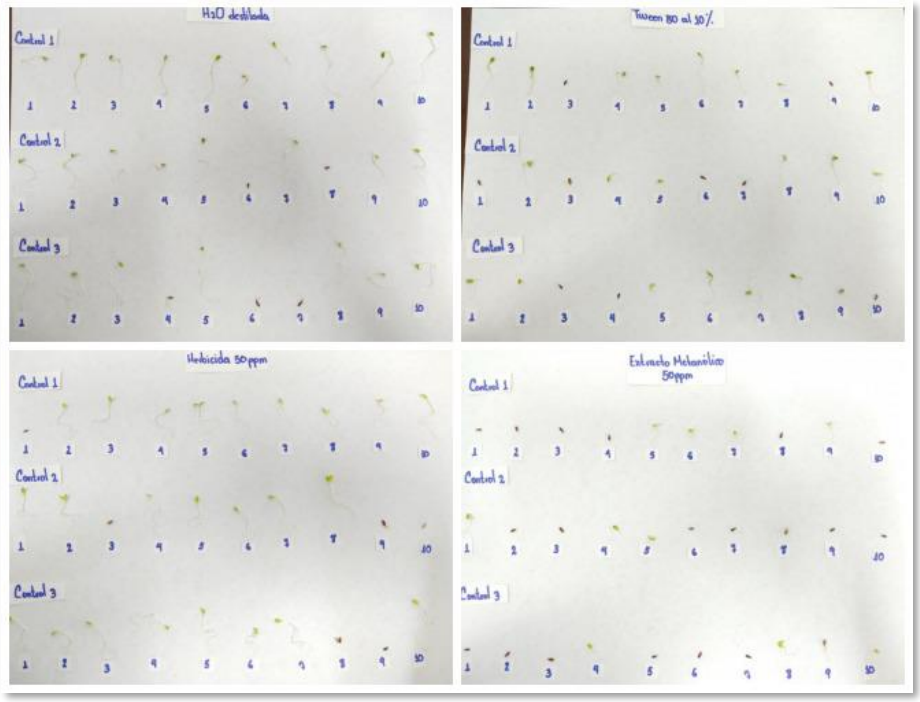


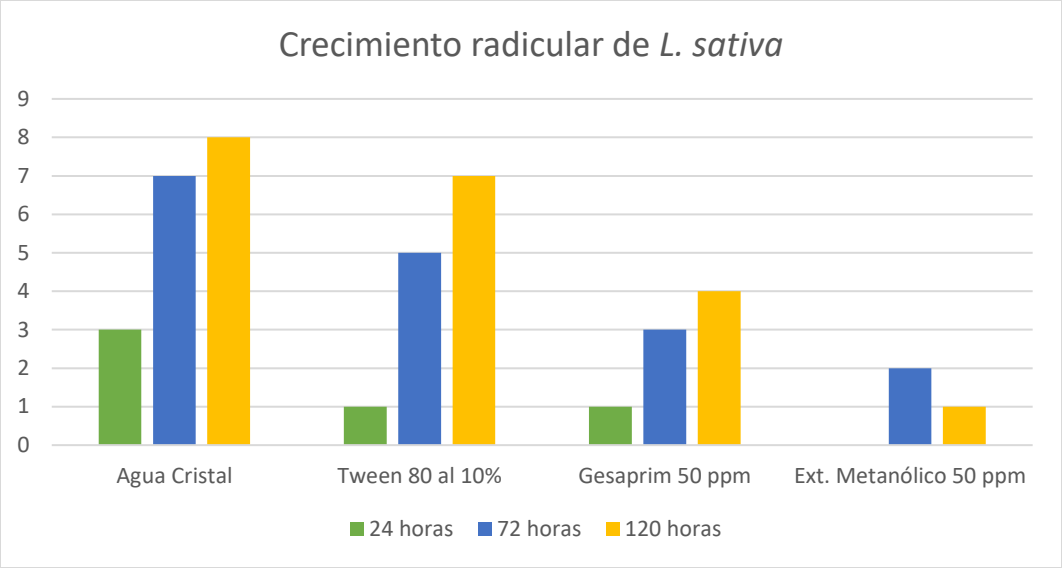
Tabla 22

Datos de crecimiento radicular de L. sativa a 50 ppm de la subfracción III del extracto metanolico del Retamo espinoso

Tratamiento	**Longitud radicular en cm (valores promedio)**		
	24 horas	72 horas	120 horas
Agua Cristal	3,0	7,0	10,0
Tween 80 al 10%	1,0	5,0	7,0
Gesaprim 50 ppm	1,0	3,0	4,0
Subfracción III del extracto metanólico 50 ppm	0	2,0	1,0

Figura 32

Crecimiento radicular de las semillas de L. sativa con la subfracción III del extracto metanólico a 50 ppm



Los resultados anteriores evidencian el comportamiento de la subfracción III del extracto metanólico, observándose un mayor efecto inhibitorio en comparación con el Gesaprim como el control, siendo un herbicida usado de manera comercial (Tabla 22). Por otra parte, los controles de agua y tween 80 permitieron un mayor número de semillas germinadas.

Por lo cual, se realizó un análisis estadístico para evidenciar de manera significativa las variables que tienen mayor incidencia en el estudio del efecto alelopático en semillas de *L. sativa*, por medio del análisis de varianza (anova) con índices de confianza del 95%.

Tabla 23

Análisis de varianza para el crecimiento radicular

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamiento	21,0867	3	7,02889	7,06	0,0215
B: Caja	1,94667	2	0,973333	0,98	0,4290
RESIDUOS	5,97333	6	0,995556		
TOTAL (CORREGIDO)	29,0067	11			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Por medio de la tabla 24, el análisis de varianza descompone la variabilidad del Crecimiento Radicular, en contribuciones debidas a varios factores. Por medio del software empleado, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de ellos. Así que como el valor -P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el Crecimiento Radicular con un 95,0% de nivel de confianza., de esta manera estableciendo el tratamiento empleado como un factor determinante en el crecimiento radicular.

De lo anterior, se definen dos particularidades derivadas del procedimiento realizado, en primer lugar, en la tabla 24 se evidencia claramente agrupaciones de tratamientos en donde se comparten resultados similares, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. Por otra parte, en la tabla 25 y 26 se puede apreciar 2 tratamientos los cuales difieren sustancialmente, el método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Por último, cabe mencionar que dichas similitudes y diferencias halladas recalcan el papel decisivo en el tratamiento, muy debidamente a la interacción a nivel celular durante el proceso de proliferación radicular y la diversidad de los metabolitos presentes en la subfracción III del extracto metanólico de las semillas de la especie *Ulex europaeus* (Molisch, 1937).

Tabla 24

Clasificación de Homogeneidad en los tratamientos (95,0 porcentaje LSD)

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos

Ext. Metanólico	3	0,833333	0,576066	X
Gesaprim	3	1,26667	0,576066	X
Tween 80	3	2,6	0,576066	XX
Agua Cristal	3	4,23333	0,576066	X

Tabla 25

*Comparación múltiple de medias (*indica diferencia significativa)*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Agua Cristal - Ext. Metanólico	*	3,4	1,99346
Agua Cristal - Gesaprim	*	2,96667	1,99346
Agua Cristal - Tween 80		1,63333	1,99346
Ext. Metanólico - Gesaprim		-0,433333	1,99346
Ext. Metanólico - Tween 80		-1,76667	1,99346
Gesaprim - Tween 80		-1,33333	1,99346

Figura 33

Crecimiento radicular de Lechuga por cada tratamiento y con la subfracción III del extracto metanólico del Retamo espinoso

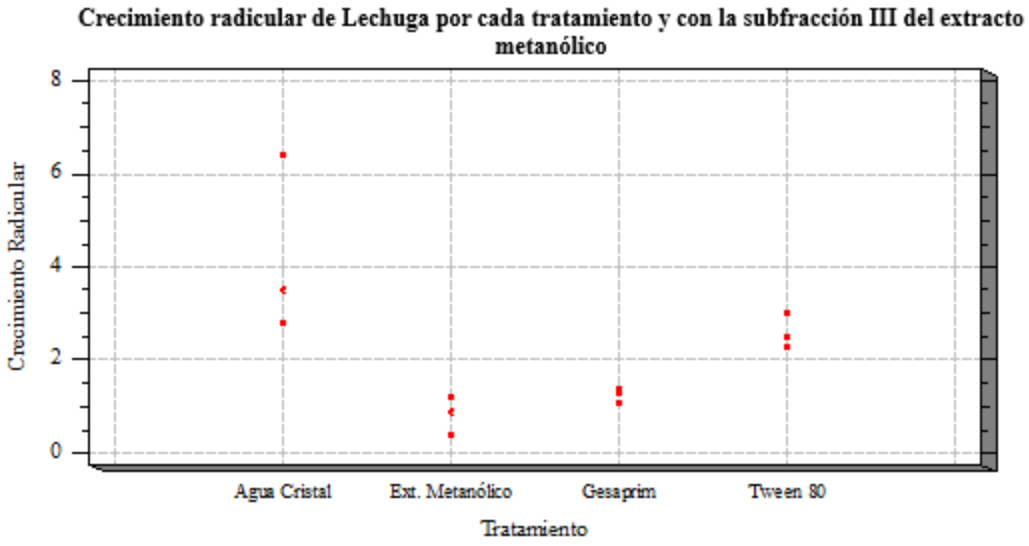
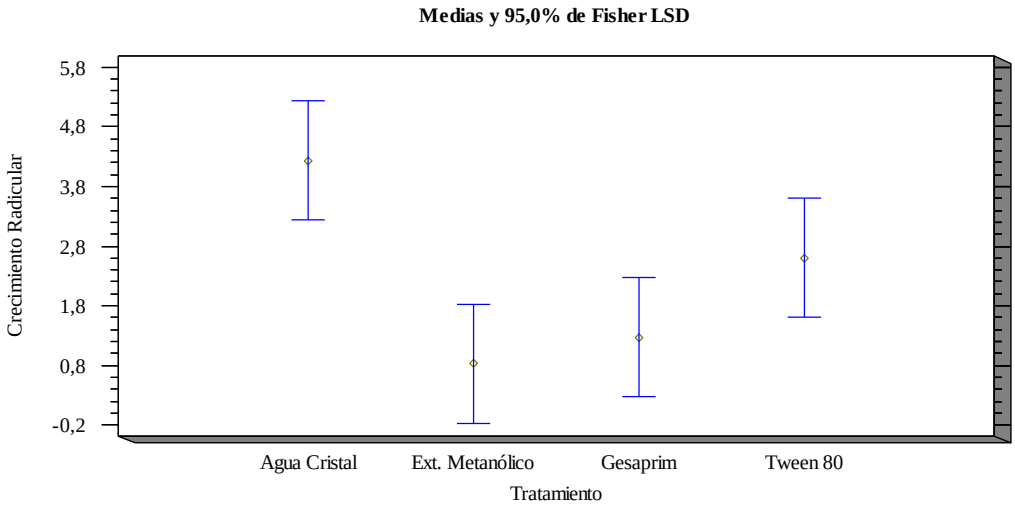


Figura 34

Diferencias de medias significativas al 95%.



Por medio de las anteriores gráficas, se evidencia el comportamiento radicular de *L. sativa* frente a la subfracción III del extracto metanólico de las semillas de la especie *Ulex europeaus*, por lo cual, el extracto empleado a nivel celular no estimula el crecimiento radicular frente al control en agua.

10.5. **Tamizaje Preliminar para la Identificación de Metabolitos Secundarios**

Para la identificación de metabolitos secundarios (flavonoides, terpenos, esteroides y cumarinas) se realizaron ensayos cualitativos a los extractos clorofórmico y metanólico de las semillas del Retamo espinoso, donde se obtuvieron los siguientes resultados. Cada una de las pruebas fueron realizadas por duplicado para la reproducibilidad de los resultados.

10.5.1. ***Pruebas cualitativas***

A continuación, en la tabla 27 se encuentran los resultados generales de cada una de las pruebas realizadas.

Tabla 26

Resultados de las pruebas cualitativas de los extractos de las semillas del Ulex europaeus

Metabolito	**Prueba**	**Extracto de cloroformo. Subfracción. I**	**Extracto de cloroformo. Subfracción. II**	**Extracto de Metanólico. Subfracción. III**
Flavonoides	Shinoda	-	-	+++
	Zn—HCl	+++	-	++
	H_2SO_4	+++	+++	+++
Terpenos/ Esteroides	Lieberman - Burchard	+++	-	-
Cumarinas	Hidróxido de sodio bajo luz UV	-	-	+++

Nota. Presencia de concentración abundante del metabolito (+++), presencia de concentración moderada (++), presencia en muy poca concentración (+) y ausencia del metabolito (-)

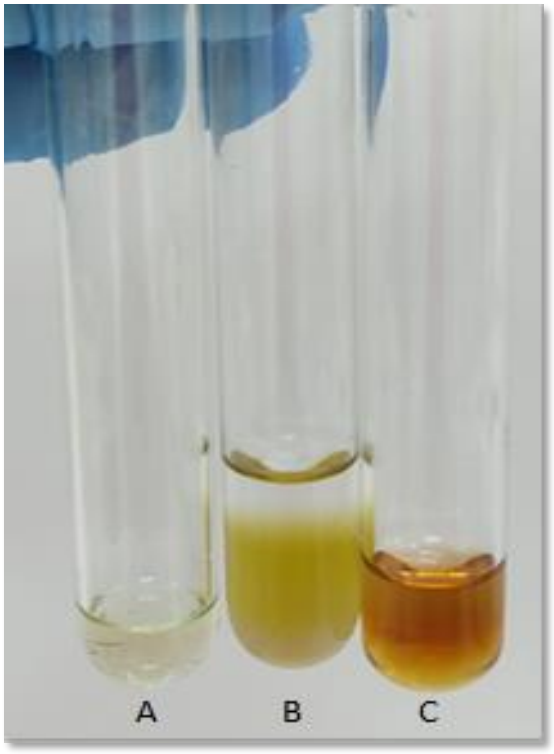
- **Identificación de flavonoides**

∗ ***Prueba de shinoda***

A continuación, para la identificación de flavonoides se aplicó la prueba de Shinoda en cada uno de los extractos del retamo espinoso. En la Figura 35 se observan los resultados obtenidos

Figura 35

Identificación de flavonoides por medio de la prueba Shinoda. A) Subfracción 32-34 cloroformo. B) Subfracción 42-50 cloroformico. C) Subfracción 41-69 Metanólico.

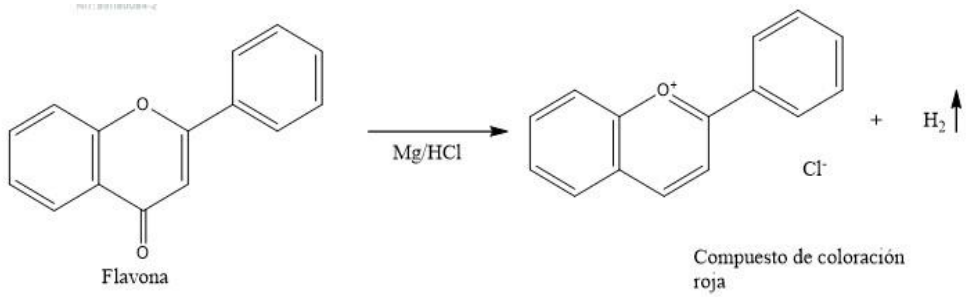


La prueba de Shinoda es una prueba característica para encontrar flavonoides, consiste en añadir a cada una de las muestras limaduras de magnesio y ácido clorhídrico gota a gota hasta lograr el desprendimiento total del hidrógeno. De acuerdo con lo enunciado por (Fajardo-Romero, Arroyo-Rivera, & Ramírez-Navas, 2016) en la reacción de Shinoda (Figuras 35, 36) el magnesio añadido es oxidado por el ácido clorhídrico, obteniendo como resultado el desprendimiento en forma de gas del hidrógeno y el ion flavilo que es la razón de la coloración roja en la solución. Es importante destacar que, las diferentes coloraciones producidas en la prueba como rosadas, rojas, violetas y naranjas son positivas para sustancias que tengan en su estructura el núcleo de la γ -benzopirona como lo son: las flavonas, flavonoles, xantonas, cabe

destacar que hay estructuras como las chalconas, isoflavonas y auronas que no dan coloración (Murillo & Méndez, 2008).

Figura 36

Reacción prueba Shinoda.



Elaborado por medio de Chemdraw

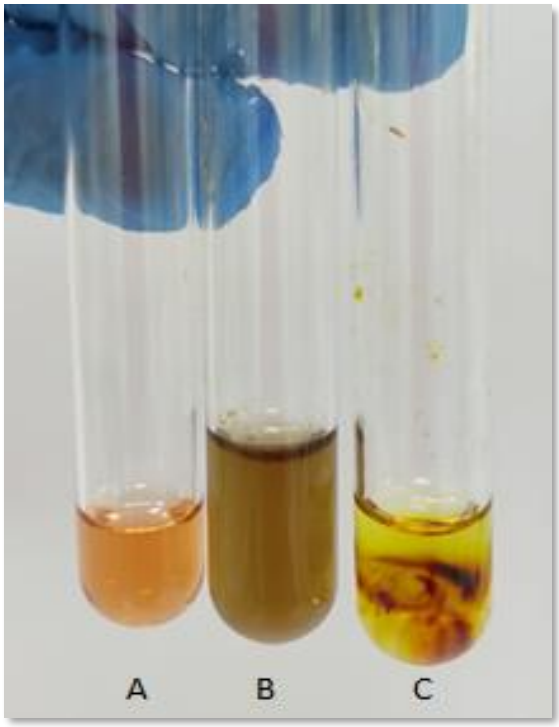
Según lo anterior, en cada una de las fracciones del extracto clorofórmico del retamo espinoso, la prueba de Shinoda no presentó coloración, por consiguiente, la prueba se considera negativa para flavonas, flavonoles, flavononas, xantonas, sin embargo, se concluye la posible presencia de flavonoides como isoflavonas, chalconas y auronas ya que estas no presentan coloración. Finalmente, el extracto metanólico es positivo para flavonoides ya que presentó una coloración anaranjada.

* ***Prueba de Zn/HCl***

A continuación, para la identificación de flavonoides se aplicó la prueba de Zn/ HCl en cada uno de los extractos del retamo espinoso. En la Figura 37 se observan los resultados obtenidos.

Figura 37

Identificación de flavonoides por medio de la prueba Zn/HCl. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico.



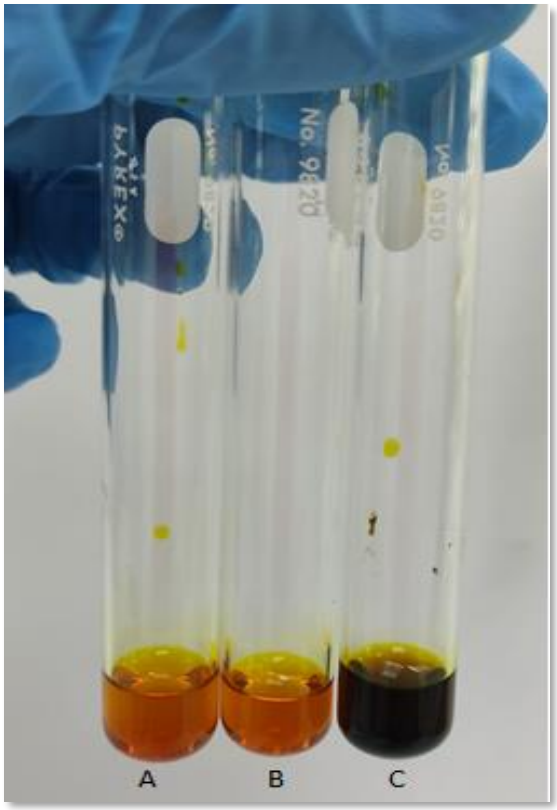
Según lo anterior, la subfracción A del extracto clorofórmico dió positivo para flavanonas y flavonoles produciendo una coloración rosa débil, en contraste con la subfracción B del extracto clorofórmico, que no se observó cambio de coloración. En la subfracción C se observó presencia de flavonoides, ya que por acción del Zinc en polvo y en presencia de HCl, los flavonoides permiten la formación de un complejo que genera la reducción del ion cloruro, el cual forma una coloración rojiza, la cual es el indicador que permite determinar cualitativamente la presencia de este tipo de compuestos, específicamente, dihidroflavonoles (o flavononoles).

* ***Prueba de H_2SO_4***

A continuación, para la identificación de flavonoides se aplicó la prueba de H_2SO_4 en cada uno de los extractos del retamo espinoso. En la Figura 38 se observan los resultados obtenidos.

Figura 38

Identificación de flavonoides por medio de la prueba H_2SO_4. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico.



En las subfracciones A y B del extracto clorofórmico del Retamo espinoso se observaron coloraciones naranja-guinda lo cual significó la presencia de flavonas. Estas son un subgrupo de flavonoides derivados de la benzo-pirona (López Luengo, 2002). En la subfracción III del extracto metanólico (C), su coloración fue rojo purpura, positivo para quinonas, como compuestos orgánicos que se derivan de compuestos aromáticos.

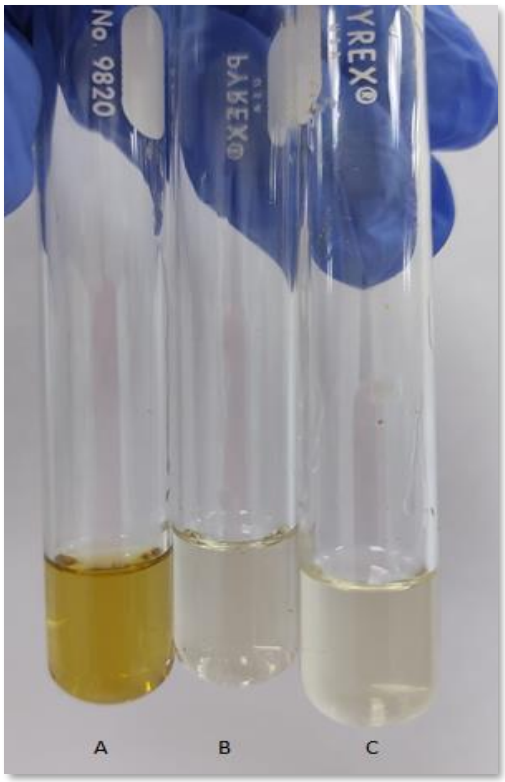
- **Identificación de terpenos/ esteroides**

* ***Prueba de lieberman- burchard***

A continuación, para la identificación de terpenos se aplicó la prueba de Lieberman-Burchard en cada uno de los extractos del retamo espinoso. En la figura 39 se observan los resultados obtenidos.

Figura 39

Identificación de terpenos/esteroides por medio de la Prueba de Lieberman- Burchard. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico.

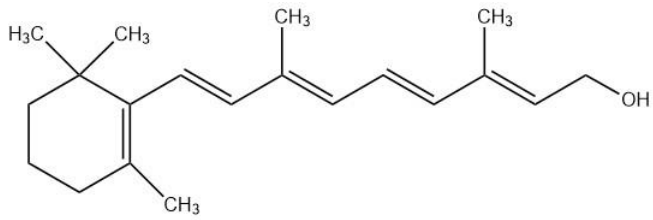


Los terpenos son estructuras principales de los aceites esenciales, que tienen un amplio uso, principalmente en la perfumería cosmética, debido a sus olores característicos. Según

(Felipe & Bicas, 2017) los terpenos cuentan con un doble enlace carbono-carbono unido, por lo tanto, los terpenos en su estructura poseen un oxígeno son conocidos como terpenoides que pueden tener diferentes grupos funcionales, como alcoholes, ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, éteres, fenoles entre otros (Figura 40). Los terpenos contienen hormonas como giberelinas y ácido abscísico, pigmentos carotenoides, esteroles como ergosterol, sitosterol, colesterol, así como sus derivados.

Figura 40

Estructura general de los terpenos.

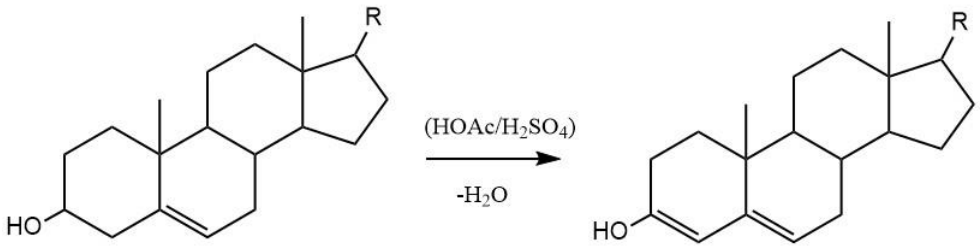


Elaborado por medio de Chemdraw.

Para la identificación de terpenos y esteroides se realizó la prueba de Lieberman-Burchard la cual consiste en la oxidación del grupo pentanoperhidrofenantreno en presencia de ácido sulfúrico, formando a su vez una molécula con un doble enlace adicional con diferentes coloraciones que dependen de la molécula inicial (Orantes, 2008). Además, cabe destacar que en esta primera etapa ocurre una protonación del grupo OH, teniendo como resultado el ión carbonio, generando de esta manera la coloración correspondiente cómo se muestra en la figura 41 (Ardila, 2014).

Figura 41

Reacción de Lieberman- Burchard.



Elaborado por medio de Chemdraw.

Con base a los resultados obtenidos en la Figura 39, se realiza su interpretación de acuerdo a la tabla 27.

Tabla 27

Identificación de terpenos y esteroides de acuerdo con su coloración. Tomado de: Guía metodológica para la detección rápida de algunos núcleos secundarios (Murillo & Méndez, 2008).

Azul o verde	Esteroides
Rojo, rosado o violeta	Triterpenos
Amarillo pálido	Esteroides y triterpenos saturados

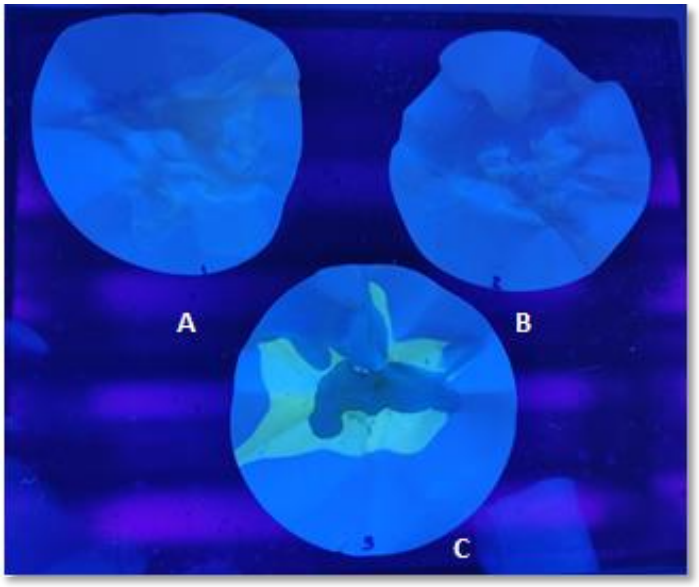
Las coloraciones obtenidas en la prueba de Lieberman- Burchard solo dio positiva en la subfracción A del extracto clorofórmico, debido a que presenta la coloración descrita en la tabla 28 siendo esta positiva para esteroides y triterpenos saturados por su coloración amarilla.

- **Identificación de cumarinas**

  * ***Prueba bajo rayos UV:*** Para la identificación de cumarinas se aplicó la prueba de rayos UV en cada uno de los extractos del retamo espinoso. En la figura 42 se observan los resultados obtenidos.

Figura 42

Identificación de cumarinas por medio de la Prueba Bajo Rayos UV. A) Subfracción 32-34 clorofórmico. B) Subfracción 42-50 clorofórmico. C) Subfracción 41-69 Metanólico.



La prueba bajo rayos UV es una prueba general para la identificación de cumarinas, estas presentan una absorción UV característico, influido por la naturaleza y posición de los sustituyentes lo cuales se modifican profundamente en medio alcalino. A la luz ultravioleta, las cumarinas presentan fluorescencia variable de azul a amarillo y a púrpura siendo positivo solo para el extracto metanólico (Herrera Fuentes, y otros, 2017).

11. Conclusiones

El objetivo que enmarco el desarrollo del presente trabajo fue determinar la composición química mediante pruebas colorimétricas y técnicas cromatográficas y el potencial alelopático de los extractos y fracciones de *Ulex europaeus* (retamo espinoso) sobre semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) por tal motivo se concluye lo siguiente:

Se evaluó la actividad alelopática de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de las semillas, flores y tallos del retamo espinoso sobre semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) determinándose el efecto sobre el crecimiento radicular a diferentes concentraciones. El análisis estadístico validado mediante el programa Statgraphics a través de un diseño por bloque unifactorial seguido de un análisis de varianza, permitió determinar el índice de germinación de las semillas de Lechuga, siendo los extractos clorofórmico y metanólico de las semillas del retamo espinoso los mayores inhibidores en comparación con el Gesaprim, un herbicida comercial usado en este estudio como el control.

Las pruebas colorimétricas realizadas a las subfracciones I, II y III de los extractos de cloroformo y metanol de las semillas de la especie vegetal *Ulex europaeus* que determinaron un efecto inhibitorio de crecimiento radicular sobre semillas de *Lactuca sativa*, mostraron la presencia de algunos flavonoides y cumarinas. La aparición de estos compuestos químicos es relevante para determinar la naturaleza química de las alelotoxinas que actúan como inhibidores de germinación y crecimiento radicular. De acuerdo con los resultados de las cromatoplacas, se observa la presencia de esta clase de sustancias químicas que son identificadas por la fuerte fluorescencia a la radiación UV.

12. Recomendaciones

Se recomienda utilizar los extractos de hexano, cloroformo y metanol de las flores, hojas y tallos de la especie vegetal *Ulex europeaus* para futuras investigaciones que permitan determinar el potencial alelopático de las fracciones y los componentes bioactivos.

De igual forma, se recomienda hacer pruebas para complementar la elucidación estructural de los componentes mayoritarios como espectrometría de masas, espectroscopia infrarroja y resonancia magnética nuclear y relacionar la estructura química de los componentes con la actividad alelopática.

13. Referencias Bibliográficas

ABC de las Plantas Medicinales. (2013). Obtenido de http://abcplantasmedicinales.com/fabaceae/

Acosta. (2015). *Comunicación entre plantas: relaciones alelopáticas. 3.*

Acuña, A. (2011). *Especies vegetales invasoras.* Bogotá.

Aizpuru, Carretero, Devesa, & Talavera. (s.f.). *familia Leguminosae (Fabaceae) [dicotiledóneas]*. Obtenido de https://www.unavarra.es/herbario/htm/Leguminosae.htm

Aizpuru, l., Asegionalaza, C., & Catalán, P. (1993). *Herbario de la Universidad Publica de Navarra.* Obtenido de https://www.unavarra.es/herbario/htm/Leguminosae.htm

Alves Gaspar, J. (2008). *Fabáceas (Leguminosas)*.

Ardila, D. (2014). *Evaluación de la actividad citotóxica de los extractos etanólicos de las plantas Annona muricata, Annona cherimola y Physalis peruviana En la línea célular MFC -/ de adenocarcinoma de seno [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Javeriana].* Reposorio Institucioanl PUJ.

Ávalos García, A., Pérez, E., & Carril, U. (2003). Metabolismo secundario de plantas. *REDUCA (Biología)*. Obtenido de http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798

Balluerka, N., & Vergara, A. (2002). *Diseño de investigación experimental en psicología.* Madrid: Prentince Hall.

Barrera Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Malambo-Duarte, N., Moreno Cárdenas, A. C., Ocampo , R., Rodríguez Perdomo, D., & Rojas Rojas, J. E. (2019). *Plan de prevención, manejo y control de las especies de retamo espinoso (Ulex europaeus) y retamo liso (Genistamonspessulana) en la jurisdicción CAR.* Bogotá. Obtenido de https://www.car.gov.co/uploads/files/5de68ac55d8be.pdf

Blanco, & Yaisys. (2006). LA UTILIZACIÓN DE LA ALELOPATÍA Y SUS EFECTOS EN DIFERENTES CULTIVOS AGRÍCOLAS. *Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215825001.pdf

Blanco, Y. (2006). Familia de las marantáceas. *Revista. Perú Biol*, 12-14.

Bonifacino, M. (2013). *Laboratorio de Sistemática de Plantas Vasculares .*

Bonilla Ocampo, Á. F. (2016). *Sintesis y Caracterización de Glicina y Lignina Extraída de Retamo Espinoso (Ulex europaeus).*

Cahueque, C. (2019). Flavonoides: su estracción y uso como nuevos antioxidantes. [Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar]. *Revista científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar.* Obtenido de http://revistasguatemala.usac.edu.gt/

Calle, M. (2010). *Control de la germinacion in vitro de Araujia sericifera con aceites esenciales de LAurus nobilis, Myrtus communis, Citrus sinensis y Citrus limón.*

CAR. (18 de Junio de 2010). Obtenido de Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca.: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39959

Cardenas L, D., Baptiste, M. P., & Castaño, N. (2017). *Plantas Exóticas con Alto Potencial de Invasión en Colombia.* Bogotá: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT.

Castañeda, R., Gutiérrez, H., Carillo, É., & Sotel. (2017). Leguminosas (Fabaceae) silvestres de uso medicinal del distrito de Lircay, provincia de Angaraes. *Redalyc*. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/856/85649864006.pdf

Chiapusio, G., Gallet, J., & Dobremez, J. (2010). *Compuestos alelopáticos: ¿herbicidas del futuro? .* Obtenido de Bogotá, CO. El manuela moderno.

Cillónez. (2017). *Agroforum.pe.* Obtenido de Alelopátia: Combinación entre plantas para evitar enfermedades: https://www.agroforum.pe/members/bruno-cilloniz-1/

Creswell, J. (1998). *Qualitative inquiry and research designs: Choosing harmony among five traditions. Thousand Oaks: Sage Publications.*

Cruz, J. (2012). *Efectos de extractos acuosos y residuos de Ipomea batatas clon CEMSA 78-354 sobre la germinación y crecimiento de cultivos y malezas.*

El Tiempo. (2004). Obtenido de https://www.eltiempo.com/

Fajardo-Romero, A., Arroyo-Rivera, A., & Ramírez-Navas, J. (2016). Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla roja (Allium cepa). *UGCiencia*, 22, 119-126.

Felipe, L. O., & Bicas, J. L. (2017). *Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais.* Química Nova na Escola.

Gaither, J. (s.f.). Obtenido de http://www.flickr.com/photos/13892958@N07/4545689314

Gian, F., Pastoriza , A., & Riscala, E. (1998). Efecto alelopático de uun extracto clorofórmico de Raphanus sativus L. sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de achicoria Maracaibo. *Revista Luz*.

Global Biodiversity Information Facility Network. (s.f.). Obtenido de Leguminosae. Leguminosas. Fabaceae. Fabáceas: https://sites.google.com/site/deherbasemeigas/malas-hierbas/familias-1/leguminosae-leguminosas

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación (Cuarta ed.).* México, D.F: Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Herrera Fuentes, I. A., Quimis Ponce, K. L., Sorroza Rojas, N. A., García Larreta, F. S., Mariscal Santi, W., & Mariscal García, R. S. (2017). Determinación de Taninos y Cumarinas. *Polo del conocimiento, 2*(7).

Jova, D. (2006). *Efecto alelopático inducido por diferentes fracciones procedentes del extracto acuoso de orozuz (Phyla strigulosa) sobre la germinacion de maíz.*

López Luengo, M. T. (2002). Flavonoides. *elsevier*, 108-113.

López, C., Fernández, C., & Rodríguez Rojo, M. D. (2011). *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI.* Obtenido de Sociedad Española para el Estudio de los Pastos:

https://digital.csic.es/bitstream/10261/44846/1/2011%20Alelopatia%20invasoras%20Pastos2011.pdf

Markwell, J., Namuth, D., & Hernández Rios, I. (2020). *Plant & Soil Sciences eLibrary.* Obtenido de Herbicidas que actúan a través de la fotosíntesis: https://passel2.unl.edu/view/lesson/89c19f73669f

Máximo, P., Lourenco, A., Tei, A., & Wink, M. (2006). *Chemotaonomy of Portuguese Ulex: Quinolizidine alkaloids as taxonomical markers.*

Menendéz, J. L. (2007). *Asturnatura.com*. Obtenido de https://www.asturnatura.com/especie/ulex-europaeus.html

Mestas, R. (2014). *Tipos de alelopatia. 45.*

Molisch, H. (1937). Effect of one plant on arrother plant (Allelopathy). For.schungen tt Forstscb. . f 3 (34) : 407-08.

Montealegre Pinzón, C. (2011). *Etnobotanica preliminar del Espingo(Ocotea quixos (Lam) Kosterm) en la medicina tradicional indigena Inga, pruebas fitoquimicas y evaluación de la actividad antimicrobiana. [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Javeriana].* Bogota: Repositorio Institucional PUJ. Obtenido de https://repository.javeriana.edu.co/

Murillo, E., & Méndez, J. (2008). *Guía metodológica para la detección rápida de algunos núcleos secundarips y caracterización de una droga cruda.* Universidad de Ibagué- Colombia.

Oliveros, A. (2008). El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategías de estudio y su aplicación en la busqueda de herbicidas naturales. *Revista Química Viva*.

Orantes, E. (2008). *Tamizaje fitoquímico de la especie vegetal guatemalteca quararibea yunc-keri standley subsp. izabalensisw.s alverson ex véliz (Bomabacaceae).* Guatemala: Universidad de san Carlos de Guatemala facultad de ciencias químicas y farmacia.

Parra Garzón, C. A. (2017). *Actividad Antimicrobiana y Caracterización Química del Aceite Esencial de Ulex europaeus L. (FABACEAE).*

Puente, M. (2007). *Efecto de diversos extractos de plantas sobre los hongos fitopatógenos del suelo Rhizpctpnia spñani (Kiihn) y Sclerotium rolfsii (Sacc).*

Puerto, M. (2002). *Efecto Alelopático del Boniato (Ipomea batata (L.) Lam), sobre la germinacion y crecimiento de cultivos y malezas.*

Putnam, A. (1985). *Weed alleloathy.*

Rice, U. (1989). *Allelopathy. Academic Press. Nueva York.*

Ríos, A. (2005). Guía Técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 157.

Rizvi, S., Haque, H., & Singh, V. (1992). *A discipline called allelopathy. Rev. Chapman y Hall.*

Robayo, E., & López, M. (2012). *Diseño de Experiencia Piloto como Estrategia de Restauración Ecológica en Potreros Abandonados e Invadidos por Retamo Espinosos (Ulex europaeus L), en la Subcuenca Media y Alta del Río Teusacá, Cerros Orientales de Bogotá D.C.*

Rodriguez . (1999). *Actividad de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de Fusarium oxysporum f. sp., Alternaria solani y Rhizoctonia solani.* Bogotá.

Rodríguez Espejo, M., Chico Ruiz, J., & W, C. (2014). Efecto alelopático del extracto acuoso de hojas de Helianthus annuus sobre la germinación y crecimiento de plántulas de Setaria ungulata y crecimiento de plántulas de Setaria ungulata y Chenopodium murale. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo.* Obtenido de https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/582/544

Rodríguez, H., Mederos, D., & Hechevarría, l. (2002). Efectos alelopáticos de diferentes especies de plantas medicinales sobre la albahaca (ocimun basilicum}9 en condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Plantas MEdicinales*, 67-72.

Rojas Pinzón, D. M. (2020). *Estudio de las características del Retamo Espinoso (ULex europaeus) Localizado en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá para su aprovechamiento como medida de minimizacion del impacto ambiental causado por su presencia.*

Sampietro, D. A. (2003). *Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia.* Obtenido de https://w3.ual.es/personal/edana/bot/mh/complemento/docufijos/revalelo.htm

Sánchez, M. (2013). *Jardinería On. Obtenido de Equipo editorial Jardinería On.* Obtenido de https://www.jardineriaon.com/ulex.html

Suquilanda. (2018). *El fenómeno alelopático. La Alelopatia, el fenomeno biólogico de éxito garantizado. 13.*

Tighe Neira, R., Díaz Harris, R., & Cantergiani, G. (2016). Efecto de extractos de Ulex europaeus L. en la producción de biomasa de plántulas de ají (Capsicum annuum L. *Scielo*.

Varnero M., M. T., Rojas A., C., & Orellana R., R. (2007). ÍNDICES DE FITOTOXICIDAD EN RESIDUOS ORGÁNICOS DURANTE EL COMPOSTAJE. *Scielo*, 28-37.

Varnero M., T. M., Rojas, C. A., & Orellana R., R. (2006). *Evaluación de especies sensibles a metabolitos fitotóxicos mediante bioensayos de germinación.* (Juan F. Gallardo Lancho. ed.). Badajoz, España: Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental.

Vázquez Chacón, J. Y. (2010). *Ulex parviflorus: características, hábitat, usos, cuidados.* Obtenido de https://www.lifeder.com/ulex-parviflorus/

Zambrano Intriago, L., Buenaño Allauca, M., & Mancer. (2015). Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes delárea rural de la Parroquia San Carlos, Quevedo, Ecuador.

14. Anexos

Anexo 1.

Tabla 28

Ensayo de crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 100ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 100 ppm	8	8	8	9	9	4	6	8	8	9	5	7	8	8	8	3	8	10	10	10	4	8	9	9	9
Extracto Clorofórmico 100 ppm	3	6	6	6	6	7	8	8	8	8	6	7	7	7	7	0	5	5	6	6	7	10	10	10	10
Extracto Metanólico 100 ppm	0	3	5	5	5	0	4	7	8	8	1	4	6	7	7	0	2	4	5	6	1	4	4	5	7

Tabla 29

Control H2O destilada.

Control día Semillas de Lechuga /H2O Cristal Postobón																									
	Caja de petri 1						**Caja de petri 2**					**Caja de petri 3**					**Caja de petri 4**					**Caja de petri 5**				
	sll	24h h	48 h	72 h	96 h	120 h	24h h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H2O destilada	1	0.6	1.3	1.9	3.3	6.2	0.5	1.2	1.9	3.6	5.2	0.7	1	1.9	2.9	4.1	0.4	1.1	1.6	2.6	3.9	0.7	1.8	2.9	4.5	7
	2	0.6	1	1.8	4.3	6.6	0.6	1.6	3.6	4.2	6.1	0.6	1.1	1.7	3.5	5.2	0.7	1.5	2.1	3.7	5.5	0.5	1	2.8	3.3	4.9
	3	0.6	1.8	3.8	4.7	6.3	*	0.5	1.4	2.4	3.4	0.8	1	1.5	4	5.5	0.5	1	1.8	3.8	5.5	0.3	1.9	3	4.9	7.8
	4	0.6	1.6	3.5	4.6	6	0.7	1.5	2.2	4.7	6.1	0.5	1.1	2.4	3.7	4.1	0.6	1.8	2.3	3.7	6.1	0.3	1.6	2.7	3.9	5.3
	5	0.3	0.6	1.7	5	6.3	0.4	1	1.9	3.5	5.9	0.8	1.3	2.1	3.6	5.1	0.7	1.7	2	3.6	5.2	0.2	1.9	2.5	3.7	6.6
	6	0.5	1	1.5	3.7	5.3	0.7	1.6	2	3.7	4.5	0.6	1.5	2.2	2.9	4.7	1	1.8	2.7	4.9	6.2	0.3	1.8	3.1	4.5	6.3
	7	0.6	1.2	1.9	5.3	7	0.7	1	1.5	4	5.4	0.6	0.9	1.7	3.2	5.6	0.5	1.1	3.5	4	4.6	0.2	1	1.9	3.3	6.1
	8	0.1	0.8	1.7	2.9	4.9	0.7	1	1.5	3.1	5.3	0.7	1	1.7	3.1	4.2	0.6	1.8	2.5	4	5.8	0.3	2	3.2	4	7.5
	9	0.5	0.8	1.2	3.2	5.9	0.8	1.5	2.9	4.6	6.2	0.5	0.9	1.9	2.5	3.2	0.7	0.9	1.7	3	4.7	0.5	1	1.2	3.2	5.1
	10	0.6	1.1	1.9	3.8	5.7	*	0.2	0.7	0.8	0.9	0.2	0.9	1.3	3.7	5.3	0.8	1.5	2.4	4.1	6.2	0.5	1.9	2.7	4.1	6.4

Tabla 30

Control Tween 80 al 10%.

Control día Semillas de Lechuga/ Tween 80 al 10%																									
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Tween 80 al 10%	1	*	0.2	0.9	1.5	2	0.5	0.6	1	1.7	2.1	0.4	0.8	1.5	2.6	3	*	*	*	*	*	0.3	0.5	1.4	2.3	3.4
	2	*	0.4	0.9	1.6	2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.8	1.7	3	4.1	0.2	0.5	1.6	2.5	3.2
	3	0.4	0.9	1.5	2.2	3.2	0.4	0.8	1.3	1.5	1.8	0.8	1.4	2.5	3.8	4.1	0.4	0.6	1.5	2.6	3.4	0.1	0.4	1.8	2.5	3.3
	4	0.3	0.7	0.9	1.4	2.4	*	*	*	*	*	0.4	0.6	0.9	1.6	2.6	0.5	1.1	2.6	3.9	4.8	*	*	*	*	*
	5	*	0.6	1.4	2.2	3.1	*	0.5	1.1	1.7	2.2	0.7	1.1	1.7	2.4	3.2	0.2	0.9	1.5	2.6	3.6	0.4	0.8	1	2.7	4.2
	6	0.4	0.7	1.5	1.8	2	0.4	0.9	1.7	2	2.4	0.5	1	1.9	2.8	3.4	0.3	0.8	1.6	2.8	3.7	0.3	0.5	1.9	2.8	4.1
	7	*	*	0.1	0.7	1.1	*	*	*	*	1.9	*	*	*	*	*	0.5	1.1	2.4	3.6	4.4	*	0.3	0.7	1.6	2.9
	8	*	*	*	0.3	0.8	0.5	0.8	1	1.6	2.2	0.5	0.8	1.4	2.2	3.5	0.3	0.9	1.6	2.9	3.5	0.3	0.5	1.5	2.9	4.1
	9	0.7	1.8	2.5	3.7	4.9	0.5	0.7	0.9	1	1.1	0.4	0.9	1.5	2	3	*	*	0.3	0.8	1.5	0.2	0.6	1.9	2.7	3.4
	10	0.5	1.1	2.7	3.4	4.6	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	1.9	*	*	*	6	1.7	0.3	0.7	1.6	2.3	2.9

Tabla 31

Control Herbicida Gesaprim 100 ppm.

Control día Semillas de Lechuga/ Herbicida																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Herbicida	1	0.4	0.8	1.4	2.5	3.5	0.4	0.9	1.3	2	2.3	0.6	0.5	1.8	2.8	4.2	*	0.6	1.4	2.5	3	*	0.4	2.2	3.4	4.5
	2	*	*	*	*	*	0.5	0.7	1.7	2.5	3	0.5	0.9	1.7	2.9	3.7	*	0.3	1.7	2.1	2.5	*	0.5	1.9	2.7	3.2
	3	0.4	0.6	1.2	1.3	1.7	0.4	0.8	1.1	1.9	2.4	0.6	0.6	1.2	1.7	2.5	*	*	*	*	*	0.3	0.8	1.8	2.8	3.7
	4	0.4	0.5	1.7	2	2.2	0.5	1	1.7	2.2	2.6	0.6	0.4	1.9	2.9	4.1	*	0.5	1.5	2	2.1	*	*	*	*	*
	5	0.6	0.7	1.2	1.7	2.7	0.9	1.5	2.2	2.8	3	0.4	0.7	1.5	2.6	3.9	0.3	0.6	1.4	2.1	2.5	0.2	0.6	2.3	2.7	3
	6	*	*	*	*	*	0.6	1.1	1.4	1.8	2.2	0.6	0.7	1.6	2.5	3.9	0.3	0.5	1.7	1.9	2.5	*	0.5	1	2.1	3
	7	0.6	0.9	1.5	2.3	3.1	0.6	1	1.9	2.3	2.7	0.7	0.8	1.9	2.7	4.2	0.2	0.4	1.7	2	2.4	0.3	0.6	1.4	2.6	3.4
	8	0.5	1.3	2.4	2.6	3.4	0.6	0.8	1.9	2	2.1	0.6	0.5	1.7	3	3.9	*	0.3	1.3	2.1	2.9	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.8	1	0.5	0.6	1.9	2.9	4.3		0.7	1.6	2	2.8	*	0.6	1.7	2.7	3.6
	10	0.6	1	1.9	2.8	4	0.5	1.6	2.3	3.5	4	0.8	0.5	1.6	3.2	4.5	*	0.5	1.1	1.7	2	*	0.5	1.5	2.8	3.2

Tabla 32

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 100 ppm.

Ulex europeaus

Control día Semillas de Lechuga 100 ppm/Extracto hexánico																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	0.2	0.4	*		0.4	0.7	1.2	0.7	1	1.4	1.5	1.7	*	0.3	0.6	0.9	1.5	*	*	0.3	0.7	1
	2	0.3	0.9	1.4	1.9	2.7	0.5	0.6	0.8	1.5	2.2	0.6	0.8	1	1.6	1.8	*	0.2	0.6	1.4	1.9	0.7	1.7	2.5	3	4
	3	0.4	1	1.7	2.1	2.9	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	1.7	2.1	0.3	0.4	0.5	1.1	1.4	*	0.9	2.6	3	3.8
	4	0.7	1.9	2.7	3.4	4.2	0.2	0.4	1.5	2	2.2	0.3	0.8	1.7	2.5	3.9	0.2	0.5	0.6	1	1.4	*	0.6	1.9	2.5	3
	5	0.6	1.1	2	2.5	3.1	0.6	0.8	1	1.9	2.7	0.4	0.6	0.7	1.3	1.7	*	0.3	0.5	1.3	1.9	0.1	0.3	0.6	0.8	1
	6	0.5	1.2	2.1	2.6	3.6	0.5	0.7	1.1	1.7	2.5	*	*	*	*	*	*	*	0.4	1.1	1.3	0.9	2.9	3.5	4.6	5.9
	7	0.5	1.4	1.8	2.1	2.6	*	*	*	*	0.4	*	*	0.2	0.4	0.6	*	0.3	0.7	1.6	2	*	0.7	1.6	2.6	3.5
	8	0.2	0.6	0.9	1.4	1.8	*	0.2	0.5	1.3	1.6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	1	1.5	0.7	1.4	2.1	2.7	3.8
	9	*	*	*	*	*	*	*	0.7	1.8	2.8	*	0.2	0.4	0.9	1.2	0.2	0.7	1	1.7	2.3	*	*	*	*	*
	10	0.1	0.5	0.7	1	1.5	*	0.3	0.5	1.5	2.5	0.4	0.6	0.8	0.8	1	*	0.3	0.9	1.5	2	*	0.3	0.7	1.5	2.1

Tabla 33

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 100 ppm.

Ulex europeaus

	Control día Semillas de Lechuga 100 ppm/ Extracto clorofórmico																									
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24h.	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	0.6	0.3	0.4	0.6	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5
	2	*	0.3	0.4	0.5	0.5	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
	3	0.2	0.2	0.5	0.6	0.8	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5
	4	*	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	0.1	*	0.3	0.3	0.3	0.3
	5	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.4	0.4
	6	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	*	*	*	*	*	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
	7	*	*	*	*	*	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	0.4
	8	*	*	*	*	*	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
	9	*	*	*	*	*	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
	10	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5

Tabla 34

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 100 ppm.

Ulex europeaus

Control día Semillas de Lechuga 100 ppm/ Extracto Metanólico																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2
	2	*	*	0.1	0.1	0.2	*	0.1	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
	3	*	*	0.1	0.2	0.3	*	*	0.1	0.2	0.2	*	0.1	0.1	0.1	0.1	*	*	0.1	0.2	0.3	*	0.3	0.3	0.3	0.3
	4	*	0.1	0.2	0.2	0.3	*	0.1	0.2	0.3	0.4	*	*	0.2	0.3	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1
	6	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.1	0.1	0.2	0.3	*	*	*	0.1	0.1
	7	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	*	*	0.1	0.1	0.2	*	*	*	*	*
	8	*	0.3	0.3	0.3	0.3	*	0.1	0.2	0.3	0.3	*	*	*	0.1	0.2	*	0.2	0.2	0.2	0.3	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	*	0.2	0.2	0.2	0.2
	10	*	0.1	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.1

Tabla 35

Ensayo de crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 500 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 500ppm/ 24 horas																										
Tratamiento	Semillas de Lechuga																									
	1					2					3					4					5				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	2	5	7	7	7	2	5	6	6	6	1	2	4	4	4	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7
Extracto Clorofórmico 500 ppm	2	3	5	5	5	1	4	4	4	4	2	6	7	7	7	0	2	2	2	3	1	3	3	3	3
Extracto Metanólico 500 ppm	1	5	5	5	5	4	5	6	6	6	2	5	5	6	6	1	6	7	7	7	0	1	3	5	8

Tabla 36

Control Herbicida Gesaprim 500 ppm.

Control día Semillas de Lechuga 500 ppm/ Herbicida																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h.	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Herbicida	1	*	*	*	*	*	*	0.3	0.9	1.7	2.2	*	*	*	*	*	0.4	1.4	2.6	3.4	4.1	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	0.6	1.3	2.9	3.6	4.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.7	1.7	2.2	3.1
	3	0.3	0.8	1.5	2	2.9	*	*	*	*	*	0.3	0.9	1.7	2	2.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	0.6	1.6	2.5	3.7	4.5	0.2	0.6	1.9	2.6	3.1	0.2	1	1.6	2.4	2.8	0.5	1	1.7	2.4	3.2	*	*	*	*	*
	5	0.4	1.8	2.7	3.5	4.6	0.7	1.6	2.9	4.1	5.1	0.5	1.5	2.4	3.2	4.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	0.6	1.8	2.6	3.2	3.9	*	*	*	*	*	*	0.4	0.9	1	1.9	0.5	1.4	2.2	3.7	4.1	*	0.4	0.7	1.7	2.2
	7	0.5	1.4	2.7	3	3.7	0.5	1.6	2.3	3.5	4.4	0.4	1	1.9	2.5	3.1	0.3	0.8	1.8	2.5	3.7	0.5	1.4	2.6	3.5	4.1
	8	*	*	*	*	*	0.2	0.6	1	1.6	2	0.5	1.6	2.5	3.2	4.2	*	*	*	*	*	0.4	1	1.9	3.1	4.2
	9	0.2	0.7	1.2	1.8	2.3	*	*	0.2	0.7	1.1	0.2	0.7	1.7	2.3	3.1	0.5	1.9	2.7	3.6	4.3	0.5	1.3	2.2	2.8	3.9
	10	0.5	0.9	1.9	2.7	3.5	0.8	1.6	2.7	3.4	4.5	0.4	0.9	1.5	2.3	3.2	*	*	*	*	*	0.2	0.8	1.7	2.5	3.7

Tabla 37

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 500 ppm.

Ulex europeaus

Control día Semillas de Lechuga 500 ppm/ Extracto Hexánico																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	0.4	0.9	1.5	2.2	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1	1.7	2.1
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	0.2	0.7	1.3	0.2	0.7	1	1.7	2	*	*	0.2	0.6	1.1	0.2	0.6	1.8	2.6	3	0.4	0.9	1.4	2.2	3
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.9	1.3	1.9	2.7	*	*	0.4	0.7	1.1
	5	*	*	0.3	0.7	1.5	*	*	0.3	0.9	1.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	0.2	0.7	1.2	1.8	*	0.3	0.6	1	1.7	*	*	*	*	*	0.5	1	1.7	2.3	3.1	0.3	0.6	1.1	1.6	2
	7	*	0.3	0.8	1.1	1.7	0.4	0.8	1.6	2.1	2.7	0.2	0.7	1.7	2.7	3.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	1.4	2	*	*	*	*	*	*	*	0.5	1.6	2	0.3	0.6	1.6	2.3	2.8
	9	0.3	0.8	1.2	1.9	2.4	*	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1.4	1.7	*	0.4	0.9	1.5	2.1	0.5	1.2	2.2	2.5	2.9
	10	*	0.2	0.6	1.7	2.6	*	0.4	0.7	1.3	1.9	*	*	0.4	0.8	1.2	*	*	*	*	*	0.6	1.1	1.9	2.7	3.6

Tabla 38

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 500 ppm.

Ulex europeaus.

	Control día Semillas de Lechuga 500 ppm/ Extracto clorofórmico																									
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	0.1	0.2	0.3	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	0.1	1	0.2	*	0.1	0.1	0.1	0.1	*	0.1	0.1	0.1	0.2	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	0.2
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.3	*	0.1	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	0.1
	4	*	*	*	*	*	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	*	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.3	*	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	*	*	*	*	*
	10	*	0.1	0.2	0.2	0.3	*	*			*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4

Tabla 39

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 500 ppm.

Ulex europeaus

Control día Semillas de Lechuga 500 ppm/ Extracto Metanólico																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	0.1	0.2
	2	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	0.1	0.2
	3	*	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2
	4	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.4	0.6	*	*	0.2	0.3	0.4
	5	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.3
	6	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	*	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	0.1
	7	*	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	0.1
	8	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.3	0.4	*	*	*	*	0.1
	10	*	*	*	*	*	*	*			*	*	0.2	0.4	0.4	0.4	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*

Tabla 40

Ensayo de crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 1000 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 1000ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	2	5	7	7	7	2	5	6	6	6	0	2	5	5	5	2	4	5	5	5	7	7	8	8	8
Extracto Clorofórmico 500 ppm	1	3	4	4	4	1	2	2	3	4	2	3	3	3	4	2	4	5	7	8	1	4	6	6	6
Extracto Metanólico 500 ppm	0	3	5	5	5	0	3	4	5	6	2	4	4	5	5	2	5	6	6	6	0	4	4	5	6

Tabla 41

Control Herbicida Gesaprim 1000 ppm.

Control día Semillas de Lechuga 1000 ppm/ Herbicida																										
Herbicida		**1**					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
	1	0.5	1.1	2.7	3.4	4.1	*	0.2	0.7	1	1.8	0.2	0.6	1	1.7	2	*	*	*	*	*	0.2	0.6	1	1.7	2.1
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.7	1.2	1.9	0.3	0.7	1	1.6	2.7	0.4	0.9	1.5	2	3
	3	*	*	*	*	*	0.3	0.8	1.9	2.6	3.9	0.3	0.7	1.2	1.7	2.1	0.2	0.8	1.2	1.8	2.7	0.3	0.8	1	2.7	3.7
	4	*	0.2	0.8	1.1	1.7	0.6	1.2	2.5	3	3.7	*	*	*	*	*	0.3	0.7	1.3	1.9	2.8	0.4	0.9	1.5	2.8	3.5
	5	*	0.4	0.9	1.5	2	*	*	*	*	*	0.4	0.9	1.7	2.2	2.9	*	0.2	0.7	1	1.9	0.5	1.3	2.6	3.4	4.1
	6	*	*	*	*	*	0.7	1.4	2.1	4.2	6.2	0.3	0.9	1.7	2.1	3.3	*	0.1	0.7	1.2	1.7	*	*	0.3	0.8	1.5
	7	*	*	*	*	*	0.2	0.8	1.6	2.6	3.8	*	0.3	0.7	1.2	1.9	0.4	0.7	1.7	2.5	3.9	0.3	0.7	1.9	2.6	3.7
	8	*	0.2	0.7	1.4	2.8	0.5	1	2.3	3.4	4.2	0.2	0.8	1	1.6	2.7	0.2	0.6	1	1.6	2.5	0.2	0.6	1.9	2.9	3.8
	9	0.3	0.7	1.6	2	2.7	0.3	0.7	1.6	2.6	3.9	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1.7	2.4	3.7	0.3	1.6	2.2	2.9	4.5
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	0.6	1.6	2.4	3.6	0.3	0.6	1.7	2.3	3.1	*	*	*	*	*

Tabla 42

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 1000 ppm. Ulex europeaus.

Control día Semillas de Lechuga 1000 ppm Extracto hexánico																										
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	0.3	0.8	1.2	2.2	2.9	*	*	*	*	*	*	0.3	0.7	1.1	1.7	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1	1.7	2.1
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	1.4	1.6	2.6
	3	*	*	0.2	0.7	1.5	0.2	0.7	1	1.7	2.2	*	*	0.2	0.6	1.1	0.2	0.6	1.8	2.6	3.3	0.4	0.9	1.5	2.8	3.7
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.9	1.2	1.9	3	*	*	0.4	0.8	1.5
	5	*	*	0.3	0.8	1.6	*	*	0.3	0.9	1.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	0.2	0.6	1	1.8	*	0.3	0.7	1	1.7	*	*	*	*	*	*	0.8	1.1	2.5	3.4	0.5	2.2	3.4	4	4.5
	7	*	0.3	0.9	1.5	1.9	0.4	0.8	1.6	2.1	3.6	*	*	0.5	1	1.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6	1.7	2.3	*	*	*	*	*	*	*	0.5	1.7	2.7	0.3	0.6	1.6	2.3	3.5
	9	0.3	0.8	1.2	1.7	2.3	*	*	*	*	*	*	0.2	0.9	1.7	2.4	*	0.4	0.9	1.6	2.5	0.6	1.7	1.9	2.6	3.7
	10	*	0.2	0.6	1.5	2.5	*	0.3	0.7	1	1.9	*	*	0.4	0.8	1.5	*	*	*	*	*	0.4	1.1	1.9	2.7	3.5

Tabla 43

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 1000 ppm. Ulex europeaus.

	Control día Semillas de Lechuga 1000 ppm/ Extracto clorofórmico																									
	1						2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.2	0.3	0.4	0.5
	2	*	0.2	0.2	0.3	0.4	*	*	*	0.2	0.4	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.2	0.2	0.2	0.2
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	0.2	0.2	0.2	*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	*	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5
	6	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	*	*
	7	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	0.2	0.3	0.3
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	0.2	0.4	0.4	*	*	0.3	0.3	0.3
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.37	*	*	*	*	0.2	0.3	*	0.2	0.2	0.2	0.2

Tabla 44

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico1000 ppm.

Ulex europeaus.

Control día Semillas de Lechuga 1000 ppm/ Extracto Metanólico																										
Extracto Metanólico	**1**						**2**					**3**					**4**					**5**				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
	1	*	*	0.2	0.3	0.3	*	0.3	0.3	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	0.1	0.3	0.3	0.3	*	0.1	0.1	0.1	0.1
	2	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.2	0.2
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.1	0.1	0.1	0.1
	4	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	0.2	0.2	0.3	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	0.4	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	*	*	*	*	*
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	0.3	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	0.2	0.3	0.3	*	*	*	0.2	0.3	*	0.2	0.2	0.2	0.4	*	*	*	0.1	0.2

Tabla 45

Ensayo de crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 50 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 50 ppm/ 24 horas																										
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																									
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	2	5	7	7	7	2	5	6	6	6	0	1	3	3	3	2	3	4	4	4	6	6	7	7	7
Extracto Clorofórmico 500 ppm	1	5	7	8	8	5	7	8	8	8	3	5	7	8	8	6	7	7	7	7	3	5	7	7	7
Extracto Metanólico 500 ppm	0	3	6	7	7	0	1	4	4	4	0	1	3	6	6	0	0	4	5	7	0	0	1	3	5

Tabla 46

Control Herbicida Gesaprim 50 ppm.

Control día Semillas de Lechuga 50 ppm/ Herbicida																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Herbicida	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	0.2	0.7	1.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	1.1	2	2.7	3.8	0.5	1.1	1.7	2.9	3.9
	3	*	*	*	*	*	0.5	1	2.1	3	3.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	0.5	1.2	2.2	3.7	4.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	0.5	1.4	2.5	3.5	4.7	*	*	*	*	*	0.5	1.1	1.6	2.9	4.1	*	*	*	*	*	*	0.3	0.7	1.1	1.7
	6	0.4	1.4	2.3	3.6	4.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1.3	1.9	3.5	*	*	*	*	*
	7	0.3	0.9	1.7	2.8	4.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.9	1.6	2.1
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.7	1	1.7	2
	9	*	*	*	*	*	0.4	0.8	1.7	2.9	3.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	1.3	2.1	3	4.9	0.4	1.5	2	2.6	3.3

Tabla 47

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 50 ppm. Ulex europeaus.

Control día Semillas de Lechuga 50 ppm/ Extracto hexánico																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	0.3	0.8	1.2	2.2	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1	1.7	2.1
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	1.1	1.6	2.6
	3	*	*	0.2	0.7	1.1	0.2	0.7	1	1.7	2.2	*	*	0.2	0.5	1.1	0.2	0.6	1.8	2.6	3.2	0.4	0.9	1.5	2.3	3.7
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.9	1.3	1.9	2.9	*	*	0.4	0.8	1.5
	5	*	*	0.3	0.6	1.4	*	*	0.3	0.9	1.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	0.2	0.6	1	1.8	*	0.3	0.7	1	1.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	7	*	0.3	0.7	1.1	1.7	0.4	0.8	1.6	2.1	3.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	1.4	2.3	*	*	*	*	*	*	*	0.5	1.7	2.5	0.3	0.6	1.6	2.3	3.5
	9	0.3	0.8	1.2	1.7	2.3	*	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1.4	2.4	*	0.4	0.9	1.6	2.2	0.6	1.7	1.9	2.6	3.7
	10	*	0.2	0.6	1.5	2.4	*	0.3	0.7	1	1.9	*	*	0.4	0.8	1.1	*	*	*	*	*	0.4	1.1	1.9	2.7	3.5

Tabla 48

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 50 ppm.

Ulex europeaus.

	Control día Semillas de Lechuga 50 ppm/ Extracto clorofórmico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	*	*	0.2	0.2	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2
	2	*	0.3	0.3	0.3	0.4	*	0.3	0.3	0.4	0.5	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*			*
	3	*	*	0.2	0.3	0.4	*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	*	0.3	0.3	0.4	0.4
	4	*	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	*	*			*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	0.2	0.2	0.2	0.3
	6	*	0.2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	*	0.3	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5	*	*	0.2	0.2	0.2
	7	*	*	*	0.2	0.4	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
	8	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	*	*	0.2	0.3	0.3	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*			*
	9	*	*	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	*	*	*	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5
	10	*	0.2	0.3	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	*	*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5

Tabla 49

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 50 ppm.

Ulex europeaus

Control día Semillas de Lechuga 50 ppm/ Extracto Metanólico																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.2	*	*	0.1	0.2	0.3	*	*	*	*	0.1
	2	*	0.1	0.1	0.2	0.2	*	*	0.1	0.2	0.2	*	*	*	0.1	0.2	*	*	0.1	0.1	0.2	*	*	*	*	*
	3	*	*	0.1	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.2	0.2
	5	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1
	6	*	*	0.1	0.1	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1
	7	*	*	*	0.1	0.1	*	0.1	0.1	0.2	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	*	*	*	0.1	0.2
	8	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	*	0.1	0.2	*	*	0.1	0.2	0.2	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*		0.1	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	*
	10	*	0.2	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	*	0.1	0.1	*	*	*	*	*

Flores

Tabla 50

Ensayo de crecimiento radicular de las semillas de Lactuca sativa con 100 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 100 ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 100 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 100 ppm	0	0	0	3	4	0	0	0	2	3	0	0	1	1	4	0	0	0	3	6	0	0	1	2	4
Extracto Clorofórmico 100 ppm	0	0	0	1	6	0	0	0	1	6	0	0	0	2	8	0	0	0	1	4	0	0	1	3	10
Extracto Metanólico 100 ppm	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	1	7	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6

Tabla 51

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 100 ppm.

Control día Flores 100 ppm/ Hexano																										
		1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.7
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	0.3	0.3	0.3
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	*	*	0.2	0.2	0.4	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	0.4	0.4	0.6	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	7	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.3	0.5	*	*	0.2	0.2	0.4
	9	*	*	0.3	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.4
	10	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	3	0.5	*	*	0.2	0.2	0.4	*	*	*	*	*

Tabla 52

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 100 ppm.

Control día Flores 100 ppm Extracto clorofórmico																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	*	*	0.2	0.2	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.3	0.5
	3	*	*	*	*	0.4	*	*	0.3	0.3	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	4	*	*	0.4	0.4	0.7	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.5	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	0.5
	5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3	*		0.3	0.5	0.6
	6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	0.4	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	7	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.7	*	*	*	0.5	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	8	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	0.3	0.7	*	*	0.2	0.2	0.2
	9	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5
	10	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4

Tabla 53

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico100 ppm.

	Control día Flores 100 ppm/ Extracto metanólico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	0.2	0.3	0.4
	2	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	*	*
	5	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.3	0.3	*	*	0.1	0.1	0.1
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	0.2
	7	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.2	0.3	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.2	*	*	0.3	0.3	0.3
	8	*	*	0.3	0.3	0.4	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	0.3	0.3	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	0.1
	10	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 54

Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 500 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 500 ppm/ 24 horas																										
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																									
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	0	0	2	4	7	0	0	3	6	6	0	0	2	5	7	0	0	2	4	6	0	0	2	3	5
Extracto Clorofórmico 500 ppm	0	0	2	3	4	0	0	3	5	6	0	0	3	6	7	0	0	3	4	6	0	0	3	6	9
Extracto Metanólico 500 ppm	0	0	2	5	6	0	0	1	4	5	0	0	4	4	7	0	0	3	3	5	0	0	3	4	5

Tabla 55

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 500 ppm

Control día Flores 500 ppm/ hexánico																										
Extracto hexánico	**1**						**2**					**3**					**4**					**5**				
	sl l	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
	1	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	0.3	0.3	0.5	*	*		0.2	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3
	2	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.4	0.4	*	*			0.3	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	0.4	0.4	0.4
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	4	*	*			0.5	*	*		0.3	0.5	*	*	0.5	0.5	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	5	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	0.4	0.5	*	*		0.3	0.5	*	*	*	*	*
	6	*	*	0.3	0.4	0.4	*	*	0.3	0.5	0.6	*	*	*			*	*	0.3	0.5	0.5	*	*	0.5	0.5	0.5
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*
	8	*	*		0.3	0.4	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*		0.3	0.3	*	*			*
	9	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*		*	*	*			*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3
	10	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*			*	*	*	*	*

Tabla 56

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 500 ppm.

Control día Flores 500 ppm/ Extracto clorofórmico																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	4	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	0.3	0.3	0.5	*	*	0.5	0.5	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	0.3	0.3
	6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.6	*	*	*	0.4	0.5	*	*	0.3	0.5	0.5	*	*	0.5	0.5	0.6
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	0.3	0.3	0.4	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	0.3	0.3	0.6	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	0.3	0.3	0.5
	9	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3
	10	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	0.3	0.3

Tabla 57

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 500 ppm.

	Control día Flores 500 ppm/ Extracto metanólico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3
	2	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.2
	4	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	0.3
	6	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4
	8	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.5	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.2	*	*	0.4	0.5	0.6	*	*	0.4	0.5	0.6	*	*	0.3	0.3	0.5

Tabla 58

Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 1000 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 1000ppm/ 24 horas																										
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																									
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	0	0	2	4	5	0	1	4	5	7	0	1	3	6	7	0	0	3	6	6	0	1	5	5	5
Extracto Clorofórmico 500 ppm	0	0	1	3	3	0	1	3	3	5	0	1	2	4	5	0	0	2	4	4	0	1	3	3	3
Extracto Metanólico 500 ppm	0	0	2	2	5	0	0	2	4	6	0	0	3	4	6	0	0	1	1	1	0	0	2	4	5

Tabla 59

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 1000 ppm.

Control día Flores 1000ppm/ Hexano																										
		1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.4	0.6	*	*	*	0.2	0.2	*	*	0.4	0.4	0.6	*	*	0.3	0.3	0.5
	2	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*	*		0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.5
	4	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*		0.3	0.3	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.3	5	0.6
	6	*	*	*		0.6	*		0.3	0.4	0.6	*	0.2	0.2	0.5	0.7	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*
	7	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*		0.2	3	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	0.2	0.2	*	*	0.4	0.5	0.6	*		0.3	0.5	0.7
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	*	0.3	0.3	0.5	0.7

Tabla 60

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 1000 ppm.

Control día Flores 1000ppm Extracto cloroformo																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.5
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.6	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	0.6	0.6	0.6
	6	*	*	*	0.4	0.6	*	0.2	0.2	0.4	0.6	*	0.2	0.2	0.5	0.7	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*
	7	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	0.5	0.6	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.5	0.7

Tabla 61

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 1000 ppm.

	Control día Flores 1000ppm/ Extracto metanol																									
	1						**2**					**3**					**4**					**5**				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	*	*	0.2	*	*	*	0.4	0.4	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2
	3	*	*	*	*	0.2	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	0.2	0.5
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 62

Ensayo de germinación se las flores de Ulex europaeus. 50 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 50ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	0	0	1	1	4	0	0	1	4	5	0	0	1	5	8	0	0	0	2	5	0	0	0	2	6
Extracto Clorofórmico 500 ppm	0	0	1	3	5	0	0	0	0	2	0	0	0	1	5	0	0	0	0	5	0	0	0	2	5
Extracto Metanólico 500 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	1	1	7	0	0	0	0	5	0	0	0	1	8

Tabla 63

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 50 ppm

Control día Flores 50ppm/ Hexano																										
		1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	3	*	*	*	*	0.3	*	*	0.1	0.4	0.6	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.2	0.4	*	*	*	*	0.4
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	9	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*

Tabla 64

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 50 ppm.

Control día Flores 50ppm/ Extracto cloroformo																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24h.	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	*	*	*	*	0.4
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.6
	4	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	7	*	*	0.2	0.2	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	8	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.4	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	0.5	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	0.3	0.6	0.6
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*

Tabla 65

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 50 ppm.

	Control día Flores 50ppm/ Extracto Metanol																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	0.2
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.3	*	*	0.2	0.2	0.4
	3	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.2
	4	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	0.4	0.4	0.5	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	0.3
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.3	0.3	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2	0.2	*	*	*	*	0.3
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	0.4
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.4	*	*	*	0.3	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.2
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2

Tallos

Tabla 66

Ensayo de germinación se los tallos de Ulex europaeus. 100 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 100ppm/ 24 horas																										
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																									
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 H	48 h	72 h	96 h	120 h	24 H	48 h	72 h	96 h	120 h	24 H	48 h	72 h	96 h	120 h	24 H	48 h	72 h	96 h	120 h	24 H	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 100 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 100 ppm	0	0	1	1	1	0	0	3	6	7	0	2	3	5	6	0	1	4	4	5	0	0	1	6	7
Extracto Clorofórmico 100 ppm	0	0	0	3	3	0	0	1	2	7	0	0	0	1	8	0	0	0	2	4	0	0	2	5	7
Extracto Metanólico 100 ppm	10	10	10	10	10	5	6	9	9	9	2	2	5	5	5	0	4	7	7	7	2	4	7	7	7

Tabla 67

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 100 ppm.

Control día Tallos y hojas 100 ppm/ Hexánico																										
		1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	0.3	0.5	0.9	1.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		0.2	0.4	0.6	0.9	*	*	*	0.3	0.5
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	0.3	0.8	1.2	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.7	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.8		0.2	0.4	0.7	1.2	*	*	*	*	0.4	*	*	0.3	0.5	0.9
	7	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	1.1	*	*	*	*	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6
	8	*	*	*	*	*	*	*		0.2	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	*	0.4
	9	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	0.3	0.5	*	*	0.2	0.4	0.7	*	*	*	0.2	0.5
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.4

Tabla 68

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 100 ppm.

Control día Tallos y Hojas 100 ppm Extracto clorofórmico																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*		0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.3	0.6	*	*	0.2	0.4	0.6
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5
	5	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.1	*	*	*	*	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1
	6	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.6
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.7	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4	*	*	0.3	0.5	0.7
	10	*	*	*	0.2	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	*

Tabla 69

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 100 ppm.

	Control día tallos y hojas 100 ppm/ Extracto Metanólico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	0.4	0.7	1.5	2.6	3.9	*	*	0.4	0.7	1.2	*	*	0.3	0.5	0.7	*	0.1	0.7	1.2	1.7	*	*	0.3	0.8	1.5
	2	0.6	0.7	1.6	2.5	3.9	0.5	0.6	0.8	1.5	2.2	*	*	0.3	0.6	0.9	*	*	0.4	0.6	1.3	*	*	0.4	0.8	1.5
	3	0.7	0.8	1.9	2.7	4.2	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.6	0.8	*	0.3	0.6	1.1	1.3	*	*	*	*	*
	4	0.6	0.5	1.7	3	3.9	0.2	0.4	1.5	2	2.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	0.5	0.6	1.9	2.9	4.3	0.6	0.8	1	1.9	2.7	0.4	0.6	0.7	1.3	1.7	*	*	0.4	0.7	0.9	*	0.3	0.7	1.1	1.7
	6	0.8	0.5	1.6	3.2	4.5	0.5	0.7	1.1	1.7	2.5	*	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1	1.3	*	0.4	0.9	1.6	2.1
	7	0.4	0.8	1.1	1.9	2.4	*	*	1	1.5	1.9	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6	1	1.3	0.2	0.7	1	1.7	2.1
	8	0.5	1	1.7	2.2	2.6	0.4	0.6	0.5	1.3	1.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	1.4	1.6	2.6
	9	0.9	1.5	2.2	2.8	3	*	*	0.7	1.8	2.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.6	0.8	1
	10	0.6	1.1	1.4	1.8	2.2	*	0.3	0.5	1.5	2.5	0.6	0.8	1	1.6	1.8	*	*	0.5	1.7	2.7	*	*	*	*	*

Tabla 70

Ensayo de germinación se los tallos de Ulex europaeus. 500 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 500ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	0	0	0	2	2	0	0	0	0	5	0	0	1	1	1	0	0	1	3	6	0	0	1	3	6
Extracto Clorofórmico 500 ppm	0	0	1	2	2	0	0	0	2	5	0	0	1	3	8	0	0	0	1	3	0	0	0	3	6
Extracto Metanólico 500 ppm	0	0	1	6	6	0	0	1	5	5	0	0	3	4	4	0	0	0	1	2	0	0	0	3	6

Tabla 71

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 500 ppm

Control día Tallos y hojas 500 ppm/ Hexáno																									
		1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.3
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.4
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6	0.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4		*	0.3	05	0.7
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	04	0.8
	10	*	*	*	0.4	0.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	03	0.6

Tabla 72

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 500 ppm.

Control día Tallos y hojas 500 ppm Extracto cloroformo																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.5
	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.3	0.6
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4			0.2	0.5	0.7	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.6
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
	7	*	*	*	0.2	0.4	*	*	*	0.4	0.5	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.6	*	*	*	0.3	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 73

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 500 ppm.

	Control día Tallos y hojas 500 ppm/ Metanólico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	0.4	0.6	*	*	0.4	0.6	0.8	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	0.4	0.8
	2	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.9
	3	*	*	*	0.3	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2
	4	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
	5	*	*	*	0.2	0.6	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.6
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.7	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 74

Ensayo de germinación de los tallos de Ulex europaeus. 1000 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 1000ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 500 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 500 ppm	0	0	1	6	8	0	0	1	6	10	0	0	0	4	10	0	0	2	4	7	0	1	1	3	6
Extracto Clorofórmico 500 ppm	0	0	0	0	5	0	0	0	1	5	0	0	0	1	8	0	0	1	3	8	0	0	0	2	8
Extracto Metanólico 500 ppm	0	0	2	3	5	0	0	0	4	5	0	0	3	4	4	0	0	0	3	4	0	0	2	4	7

Tabla 75

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 1000 ppm.

Control día Tallos y hojas 1000 ppm/ Hexano																										
		1					2					3					4					5				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5
	2	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*
	4	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	0.3
	5	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	*	0.5	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	0.3	0.7	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4
	7	*	*	*	0.2	0.6	*	*	*	0.3	0.7	*	*	*	*	0.5	*	*	0.2	0.5	0.8	*	*	*	*	0.5
	8	*	*	*	0.2	0.5	*	*	0.3	0.5	0.8	*	*	*	*	0.4	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	0.4	0.6
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.2	0.5	*	0.4	0.7	0.9	1.4

Tabla 76

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 1000 ppm.

Control día Tallos y hojas 1000 ppm Extracto cloroformo																										
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.3	0.5
	2	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4
	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.3
	4	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.2	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.2
	5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.1	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.3
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	0.2
	7	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.5	*	*	*	0.2	0.5
	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*0,7	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.2	0.4	*	*	*	*	0.3

Tabla 77

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 1000 ppm.

	Control día Tallos y hojas 1000 ppm/ Extracto Metanólico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	*	*	*	*	0.3	*	*	*	0.4	0.6	*	*	0.4	0.5	0.7				0.3	0.6	*	*	*	0.3	0.7
	2	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	0.8
	3	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.4
	4	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	0.8
	5	*	*	*	0.2	0.6	*	*	*	0.4	0.8	*	*	0.2	0.5	0.8	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.7
	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	8	*	*	0.3	0.5	0.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			0.2	0.5	0.9				0.2	0.5	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4

Tabla 78

Ensayo de germinación de los tallos de Ulex europaeus. 50 ppm.

Ensayo de crecimiento radicular 50ppm/ 24 horas																									
Tratamiento	**Semillas de Lechuga**																								
	1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
H20 Cristal postobón (+)	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tween 80 al 10% (-)	5	8	9	10	10	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	7	7	8	10	10	8	9	9	9	9
Herbicida Gesaprim 50 ppm	7	7	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	3	9	9	9	9	3	8	8	8	8
Extracto Hexánico 50 ppm	0	0	1	6	8	0	0	2	6	10	0	0	3	4	10	0	0	1	2	5	0	0	2	4	10
Extracto Clorofórmico 50 ppm	0	1	4	6	10	0	0	3	6	10	0	2	4	7	9	0	1	5	7	7	0	0	2	3	10
Extracto Metanólico 50 ppm	7	10	10	10	10	7	9	10	10	10	5	5	5	5	5	2	7	7	7	7	4	7	8	8	8

Tabla 79

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto hexánico 50 ppm.

Control día tallos y hojas 50 ppm/ Hexano																									
		1					**2**					**3**					**4**					**5**				
	sll	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto hexánico	1	*	*	*	0.3	0.6	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	0.2	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.6
	2	*	*	*	0.4	0.7	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.2	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.4
	3	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.2	0.5	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.5
	4	*	*	*	0.3	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	0.2	0.5	0.7	*	*	*	0.2	0.4
	5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4
	6	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	0.4	0.6	*	*	0.3	0.5	0.8	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.7
	7	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	0.2	0.5	0.8	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.6
	8	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
	9	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.5	*	*	*	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.2	0.5	*	*	*	*	0.5

Tabla 80

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto clorofórmico 50 ppm.

Control día tallos y hojas 50 ppm Extracto cloroformo																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto clorofórmico	1	*	*	*	*	0.5	*	*	0.2	0.5	0.7	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.7	*	*	*	0.2	0.5
	2	*	0.2	0.5	0.7	0.9	*	*	*	*	0.5	*	*	*	*	0.5	*	*	0.4	0.6	0.8	*	*	*	*	0.4
	3	*	*	*	0.4	0.6	*	*	0.4	0.6	0.8	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.5
	4	*	*	*	*	0.4	*	*	*	*	0.4	*	*	0.4	0.6	0.8	*	*	0.2	0.4	0.7	*	*	*	*	0.3
	5	*	*	0.2	0.5	0.7	*	*	*	*	0.5	*	0.2	0.5	0.7	0.9	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	0.4
	6	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	0.4	*	0.2	0.5	0.7	0.9	*	*	0.2	0.4	0.6
	7	*	*	0.3	0.5	0.8	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	0.4
	8	*	*	*	*	0.5	*	*	0.3	0.5	0.8	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3
	9	*	*	*	0.4	0.6	*	*	*	*	0.4	*	*	*	0.4	0.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.4
	10	*	*	*	*	0.5	*	*	*	0.4	0.7	*	0.3	0.5	0.6	0.8	*	*	0.3	0.5	0.7	*	*	*	0.3	0.5

Tabla 81

Control de crecimiento radicular semillas de Lactuca sativa con extracto metanólico 50 ppm.

	Control día Tallos y hojas 50 ppm/ Extracto Metanólico																									
	1						2					3					4					5				
	sl	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Extracto Metanólico	1	0.5	1.2	2.2	3.7	4.8	0.2	0.4	1.5	2	2.2	0.7	1	1.4	1.5	1.7	*	0.3	0.6	0.9	1.5	*	0.2	0.8	1.1	1.7
	2	0.5	1.4	2.5	3.5	4.7	0.6	0.8	1	1.9	2.7	0.6	0.8	1	1.6	1.8	*	0.2	0.6	1.4	1.9	*	0.4	0.9	1.5	2
	3	0.4	1.4	2.3	3.6	4.1	0.5	0.7	1.1	1.7	2.5	*	0.3	0.5	1.7	2.1	0.3	0.4	0.5	1.1	1.4	*	*	*	*	*
	4	0.3	0.9	1.7	2.8	4.2	0.5	0.6	0.8	1.5	2.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	5	*	0.2	0.6	1	1.8	*	0.2	0.5	1.3	1.6	0.4	0.6	0.7	1.3	1.7	*	0.3	0.5	1.3	1.9	0.7	1	1.4	1.5	1.7
	6	*	0.3	0.9	1.5	1.9	*	*	0.7	1.8	2.8	*	*	*	*	*	*	*	0.4	1.1	1.3	0.6	0.8	1	1.6	1.8
	7	0.5	1.4	2.2	3.7	4.1	*	0.3	0.5	1.5	2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.3	0.4	0.5	1.1	1.4
	8	0.3	0.8	1.8	2.5	3.7	0.5	0.6	0.8	1.5	2.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.2	0.5	0.6	1	1.4
	9	0.2	0.6	2.3	2.7	3	0.4	1	1.7	2.1	2.9	*	*	*	*	*	0.2	0.7	1	1.7	2.3	*	0.3	0.5	1.3	1.9
	10	*	0.5	1	2.1	3	0.1	0.5	0.7	1	1.5	0.4	0.6	0.8	0.8	1	*	0.3	0.9	1.5	2	*	*	0.4	1.1	1.3

Anexo 2.

Tabla 82

Índice de Germinación (IG) de las Semillas de Lechuga frente a los extractos de la especie vegetal Ulex europeaus.

Extractos semillas	Concentración Semillas ppm											
	50 ppm			100 ppm			500 ppm			1.000 ppm		
	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR
Ext. Hexánico	54%	126,4%	68,56%	90%	200,6%	180,54%	58%	127,2%	73,776%	62%	147%	91,14%
Ext. Clorofórmico	76%	29,2%	22,496%	74%	29%	21,46%	44%	9,4%	4,136%	52%	15,4%	8,008%
Ext. Metanólico	58%	9,6%	5,568%	66%	16,2%	10,692%	64%	18,4%	11,776%	54%	13,8%	7,452%

Tabla 83

Índice de Germinación (IG) de las Semillas de Lechuga frente a los extractos de la especie vegetal Ulex europeaus- Flores

Extractos Flores	Concentración Flores ppm											
	50 ppm			100 ppm			500 ppm			1.000 ppm		
	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR
Ext. Hexánico	56%	22%	12,32%	42%	19%	7,98%	62%	25,8%	15,996%	62%	26,2%	16,244%
Ext. Clorofórmico	44%	16,8%	7,392%	68%	31,4%	21,352%	64%	26%	16,64%	40%	17,8%	7,12%
Ext. Metanólico	54%	17,6%	9,504%	52%	17%	8,85%	56%	19%	10,64%	46%	11,4%	5,244%

Tabla 84

Índice de Germinación (IG) de las Semillas de Lechuga frente a los extractos de la especie vegetal Ulex europeaus - Tallos y Hojas.

Extractos Tallos y hojas	Concentración Tallos y Hojas ppm											
	50 ppm			100 ppm			500 ppm			1.000 ppm		
	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR	%PGR	CPR	IGR
Ext. Hexánico	86%	43,4%	37,324%	52%	35,4%	18,408%	40%	20,4%	8,16%	84%	44,4%	37,296%
Ext. Clorofórmico	92%	55%	50,6%	58%	24,8%	14,384%	48%	22%	10,56%	68%	25,2%	17,136%
Ext. Metanólico	80%	184,2%	147,36%	76%	167,2%	127,072%	46%	12,512%	12,512%	50%	30,2%	15,1%

Anexo 3.

Participación en el 34° Congreso Latinoamericano de Química CLAQ 2020.

El comité científico del 34° Congreso Latinoamericano de Química CLAQ 2020, el XVIII COLACRO, el X COCOCRO, el II SPAE y el IV C2B2.

Certifican que el trabajo titulado:

"ESTUDIO FITOQUÍMICO Y EVALUACIÓN ALELOPÁTICA DE LOS EXTRACTOS DE ULEX EUROPAEUS L. (RETAMO ESPINOSO)"

Fue presentado por: Ángela Patricia Ochoa Sánchez, Jhon Fredy Castañeda Gómez.

Presentado en modalidad póster

En el marco del 34° Congreso Latinoamericano de Química CLAQ 2020.

Llevado a cabo en la ciudad de Cartagena, Colombia del 11 al 15 de octubre de 2021.

Dr. Harold Ardila
Presidente Comité organizador

Dra. Elena Stashenko
Presidente Comité Científico
CLAQ 2020, XVIII COLACRO, X COCOCRO, II SPAE

Dra. Maricela Viola
Presidente Comité Científico IV C2B2

Anexo 4.

Participación en el IX Congreso Latinoamericano de Plantas Medicinales 2021

COLAPLAMED
IX CONGRESO LATINOAMERICANO DE PLANTAS MEDICINALES

Confiere el presente
CERTIFICADO
a:

Sánchez Ángela Patricia, Castañeda Gómez Jhon Fredy

Por su **participación** como:

AUTOR(ES) Y PARTICIPANTE(S) DEL POSTER: ESTUDIO FITOQUÍMICO Y EVALUACIÓN ALELOPÁTICA DE LOS EXTRACTOS DE ULEX EUROPAEUS L. (RETAMO ESPINOSO)

En el **IX CONGRESO LATINOAMERICANO DE PLANTAS MEDICINALES**
Ecuador (Virtual) del 13 al 15 de octubre de 2021
Por un período de:
13-15 de octubre de 2021

José L. Martínez
SECRETARIO GENERAL
SOCIEDAD LATINO AMERICANA DE PLANTAS MEDICINALES
CHILE

María Victoria Reyes Vargas, Ph.D.
RECTORA
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
ECUADOR

Fabricio Tinajero, Ph.D.
RECTOR
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ECUADOR

Juan Pablo Carvallo, Ph.D.
DIRECTOR EJECUTIVO
CORPORACIÓN ECUATORIANA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y LA ACADEMIA CEDIA
ECUADOR

Alina Freire-Fierro, Ph.D.
PRESIDENTA DEL COMITÉ ORGANIZADOR
IX CONGRESO LATINOAMERICANO DE PLANTAS MEDICINALES
ECUADOR