



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
Previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo.

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas
en agricultura orgánica.”

AUTOR:

Georgi Stalin Mendez Navarrete

Director del Proyecto de Investigación

Dr. Daniel Vera Avilés

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **GEORGI STALIN MENDEZ NAVARRETE** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

Georgi Stalin Mendez Navarrete

C.I.: 1206871053

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Dr. Daniel Vera Avilés, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Georgi Stalin Mendez Navarrete, realizó el proyecto de investigación titulado “Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica.”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

Dr. Daniel Vera Avilés
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

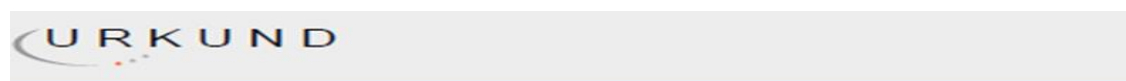
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

RESULTADOS URKUND

Estudiante: Georgi Stalin Mendez Navarrete

Tema de tesis: “Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica.”

URKUND	
Documento	PROY. INV. GEORGI MENDEZ 05.06.19.docx (D53492717)
Presentado	2019-06-05 18:26 (-05:00)
Presentado por	rgaibor@uteq.edu.ec
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.orkund.com
	9% de estas 26 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROY. INV. GEORGI MENDEZ 05.06.19.docx (D53492717)
Submitted: 6/6/2019 1:26:00 AM
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 9 %

Sources included in the report:

Anteproyecto Mendez Corregido 28 Agosto.docx (D41057479)
Anteproyecto SR. George Mendez Corregido 15 Agosto.docx (D40846971)
Proyect Inves malezas ORMAZA ANDREA.docx (D34093358)
Ramírez.docx (D35123888)
MONOGRAFIA PLANTAS ALELOPATICAS SANCHEZ CEDENO CARMEN (1).docx (D41004149)
26-05-19- Carrera-Alelopatía.docx (D52877886)

Instances where selected sources appear:

28

Dr. Daniel Vera Avilés

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica.”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

Ing. Agrop. MSc. Cesar Bermeo Toledo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Favio Herrera Eguez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agro. MSc. Ramiro Gaibor Fernández

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2019

AGRADECIMIENTO

Quiero utilizar este espacio para agradecerle en primer lugar a dios por haberme colmado de bendiciones y fuerzas en todo momento de mi vida, a mi madre Martire Navarrete y a mi abuela Rosa Arechua por enseñarme el valor de la honradez, amor al trabajo, esfuerzo y dedicación, que sin ayuda de ellas nada de esto sería posible.

A mis hermanas Diana Mendez Navarrete y Ashlee Castro Navarrete y sobrina Alaia Moran Mendez por ser mi fuente de inspiración y brindarme un hogar cálido y lleno de amor. A mi novia Danna Loor por brindarme su apoyo incondicional físico y moral en todo momento.

A mi tío Fernando Navarrete por sus consejos y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr mis estudios Universitarios

A los Sres. Guillermo Castro Y Ing. Oscar Moran por apoyarme de alguna u otra manera es este proceso.

Al director del proyecto de investigación Dr. Daniel Vera Avilés un agradecimiento especial por haberme orientado y brindado de sus conocimientos y sugerencias que contribuyeron en la elaboración de mi proyecto de investigación.

A mis amigos y compañeros que han sido parte de esta etapa de mi vida con quienes he compartido momentos importantes en el transcurso de mis estudios.

Georgi Mendez Navarrete

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios, gracias a ti jehová he podido alcanzar una meta más de mi vida y poder llenar de orgullo a mis seres queridos.

De la misma manera dedico este proyecto de investigación a mis madres Martire Navarrete y Rosa Arechua, siendo ellas lo más bello de mi vida, siendo mi apoyo moral y emocional me ayudaron en este logro profesional

A Mis hermanas Diana y Ashlee, y sobrina Alaia, que fueron fuente de inspiración para avanzar en este proceso y lograr una meta más con mucho éxito.

Georgi Mendez Navarrete

RESUMEN

El mayor desafío para la agricultura orgánica es el manejo de malezas, debido a la falta de productos herbicidas naturales eficaces para su control. Cultivos de centeno, sorgo, arroz, girasol, canola y trigo y malas hierbas comunes *Jatropha*, *Bacharis* y *Rottboellia* han sido documentados como importantes cultivos / malezas alelopáticas que expresan una liberación potencial de aleloquímicos que no sólo eliminan las malas hierbas, sino que también promueven actividades microbianas subterráneas. En la actualidad el control de malezas va en aumento junto al manejo agronómico de cultivos que se los demanda cada vez más, pero bajo un contexto orgánico y armónico con el medio ambiente. En base a lo mencionado se planteó el objetivo de general de aprovechar propiedades alelopáticas de especies vegetales para el control orgánico de malezas. La investigación fue realizada en dos fases, la primera se realizó a nivel de laboratorio para lo cual se trabajó en el laboratorio de Microbiología y Biología Molecular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el Campus Manuel Haz Álvarez. La segunda fase tuvo lugar en el invernadero de la finca experimental "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para la selección de las plantas arvenses se tomó información bibliográfica y de expertos, quienes indicaron ciertas características alelopáticas; se determinaron 7 especies. Los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación fueron los siguientes, Algunas de las arvenses tales como *Braccharis sp.* y *J Curcas* mostraron potencial fitotóxico sobre las malezas estudiadas, llegando a causar daños de nivel 5 (Ligeros daños en hojas y tallos), y en el caso de la baba de cacao se determinó que mantiene potencial de inhibición de semillas. Las conclusiones a partir de los resultados fueron que la capacidad de controlar malezas de las arvenses seleccionadas también afecta o causa daños en plantas de interés. En base a esto se recomienda realizar estudios para analizar las composiciones químicas de las partes de cada arvense estudiada.

Palabras clave: arvenses, alelopatía, malezas.

SUMMARY

The biggest challenge for agriculture is weed management, due to the lack of natural herbicide products for its control. Crops of rye, sorghum, rice, sunflower, canola and wheat and common weeds *Jatropha*, *Bacharis* and *Rottboellia* have also been documented as an important part of allelopathic activities that express a liberating potential of allelochemicals that not only eliminate weeds. Underground microbial activities. Currently, weed control increases along with the agronomic management of crops. Based on the aforementioned, the general objective of using allelopathic properties of plant species for the organic control of weeds was raised. The research was carried out in two phases, the first one was carried out at a laboratory level for which it was carried out in the Microbiology and Molecular Biology laboratory of the State Technical University of Quevedo, in the Manuel Haz Álvarez Campus. The second phase took place in the greenhouse of the experimental farm "La María" of the State Technical University of Quevedo. For the selection of the plants, bibliographic and expert information was included, which indicated certain allelopathic characteristics; seven species were determined. The most recent results in this investigation were as follows, Some of the stories of *Braccharis* sp. and *J Curcas* to improve the potential in the weeds studied, causing damage at level 5 (slight damage to leaves and stems), and in the case of the cocoa berry it was determined that it maintains the seed inhibition potential. The conclusions from the results are also the ability to control the weeds of the systems. In this article it is recommended to carry out studies to analyze the compositions of the parts of each one of them.

Key words: weeds, allelopathy.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS.....	II
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	III
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY	IX
ÍNDICE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
CÓDIGO DUBLÍN	XVI
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema	3
1.1.3. Sistematización del problema	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Justificación	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico.....	24
2.1.1. Las malezas.....	24
2.1.2. Clasificación de las malezas	24
2.1.3. Características de las malezas	25
2.1.4. Control de maleza	25
2.1.5. Agricultura orgánica	26
2.1.6. Importancia de la agricultura orgánica.....	27
2.1.7. Alelopatía.....	27
2.1.7.1. Antecedentes de alelopatía	28

2.1.8. Modo de liberación de los agentes alelopáticos.....	29
2.1.8.1. Volatilización	30
2.1.8.2. Lixiviación	30
2.1.8.3. Exudados radiculares.....	30
2.1.8.4. Descomposición de residuos vegetales	31
2.1.8.5. Aceites esenciales.....	31
2.1.8.6. Extractos vegetales	31
2.1.9. Principales productos alelopáticos usados en la agricultura	32
2.1.9.1. Piñon (<i>jatropha curcas</i>).....	32
2.1.9.2. Baba de cacao (<i>theobroma cacao</i>)	33
2.1.9.3. Chilca (<i>baccharis sp.</i>).....	33
2.1.9.4. Azafrán (<i>zanthoxylum sp</i>).....	34
2.1.9.5. Caminadora (<i>rottboelia exaltata</i>)	35
2.1.9.6. Bledo (<i>amaranthus sp.</i>)	36
2.1.9.7. Lechosa (<i>euphorbia heterophylla</i>)	36
2.1.9.8. Moral fina (<i>maclura tinctoria</i>).	37

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación	39
3.2. Tipo de investigación.....	39
3.3. Métodos de la investigación.....	39
3.4. Proceso de selección de plantas	39
3.5. Material genético	40
3.5.1. Material vegetal	40
3.5.2. Semillas.....	40
3.6. Materiales y equipos de laboratorio	40
3.6.1. Reactivos.....	41
3.6.2. Factores de estudio.....	41
3.7. Tratamientos estudiados.....	41
3.8. Diseño experimental	42
3.9. Manejo del experimento	43
3.9.1. Preparación de extractos	43
3.9.2. Obtención del extracto a base de mucilago de cacao (t. Cacao)	43
3.9.3. Proceso de siembra	43
3.9.4. Dosificación	43

3.10. Variables a medir	44
3.10.1. Efecto de germinación de las semillas.....	44
3.10.2. Efecto de fitotoxicidad	44
3.10.3. Porcentaje de control	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Resultados	47
4.1.1. Efectos de los extractos de arvenses sobre la germinación de las semillas.....	47
4.1.2. Efectos de fitotoxicidad de los extractos acuosos de arvenses en plántulas de los cultivos a evaluarse (maíz, soya, arroz, sandía, lechosa, caminadora, paja de burro).	50
4.1.3. Porcentaje de control de arvenses mediante la escala de la alam (1979).	53
4.2. Discusión	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones	60
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. Bibliografía citada	62
ANEXOS.....	65

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Especies estudiadas	39
Tabla 2. Descripción de los tratamientos del experimento de laboratorio	41
Tabla 3. Descripción de los tratamientos del experimento de campo	41
Tabla 4. Esquema del análisis de varianza	42
Tabla 5. Escala de Fitotoxicidad de Rochecouste	44
Tabla 6. Escala de la asociación latinoamericana de arvenses (ALAM).....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de maíz (<i>Zea maíz</i>). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).....	47
Figura 2. Porcentaje de germinación de semillas de arroz (<i>Oriza sativa</i>). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).....	48
Figura 3. Porcentaje de germinación de semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).....	49
Figura 4. Porcentaje de germinación de semillas de soya (<i>Glicine max</i>). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).....	50
Figura 5. Fitotoxicidad de los extractos acuosos de los arvenses sobre plantas de arroz, caminadora, lechosa, maíz, paja de burro, sandia, soya según escala de Rochecouste. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).....	52
Figura 6. Efectos simples de fitotoxicidad de extractos acuosos en dos concentraciones Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).	53
Figura 7. Porcentaje de control de los extractos de arvenses frente a las plantas sometidas a los tratamientos evaluadas mediante la escala de ALAM (1979), Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (prueba de Duncan).....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de laboratorio para realización del baño maría	66
Anexo 2. Proceso del baño maría.....	67
Anexo 3. Obtención de exudados después del baño maría	68
Anexo 4. Preparación del lugar y sustrato para el llenado de fundas.....	68
Anexo 5. Plantas de Soya (<i>Glicine max</i>) bajo invernadero	69
Anexo 6. Plantas de Arroz (<i>Oriza sativa</i>) bajo invernadero	69
Anexo 7. Plantas de maíz (<i>Zea mays</i>) bajo invernadero	70
Anexo 8. Vista de los tratamientos bajo invernadero.....	70
Anexo 9. Estudio de inhibición de la germinación	71

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica.”		
Autor:	Georgi Stalin Mendez Navarrete		
Palabras clave:	Arvenses	Alelopatía	Malezas
Fecha de publicación:			
Editorial:			
Resumen:	El mayor desafío para la agricultura orgánica es el manejo de malezas, debido a la falta de productos herbicidas naturales eficaces para su control. Cultivos de centeno, sorgo, arroz, girasol, canola y trigo y malas hierbas comunes <i>Jatropha</i>, <i>Bacharis</i> y <i>Rottboellia</i> han sido documentados como importantes cultivos / malezas alelopáticas que expresan una liberación potencial de aleloquímicos que no sólo eliminan las malas hierbas, sino que también promueven actividades microbianas subterráneas. En la actualidad el control de malezas va en aumento junto al manejo agronómico de cultivos que se los demanda cada vez más pero bajo un contexto orgánico y armónico con el medio ambiente. En base a lo mencionado se planteó el objetivo general de aprovechar propiedades alelopáticas de especies vegetales para el control orgánico de malezas, desprendiéndose de este tres objetivos específicos los cuales fueron; seleccionar especies alelopáticas donantes que demuestren propiedades para el control del complejo de malezas predominantes en la zona de Quevedo, ajustar procedimientos artesanales de extracción de principios esenciales activos de las especies en estudio y determinar el órgano y la dosis de extracto de especies vegetales preseleccionadas por sus efectos alelopáticos contra malezas recalcitrantes. La investigación realizada consto de dos fases, la primera se realizó a nivel de laboratorio para lo cual se trabajó en el laboratorio de Microbiología y Biología Molecular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el Campus Manuel Haz Álvarez. La segunda fase tuvo lugar en el invernadero de la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para la selección de las plantas arvenses se tomó información bibliográfica y de expertos, quienes indicaron ciertas características alelopáticas; se determinaron 7 especies. Los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación fueron los siguientes, Algunas de las arvenses tales como <i>Braccharis sp.</i> y <i>J Curcas</i> mostraron potencial fitotóxico sobre las malezas estudiadas, llegando a causar daños de nivel 5 (Ligeros daños en hojas y tallos), y en el caso de la baba de cacao se determinó que mantiene potencial de inhibición de semillas. Las conclusiones a partir de los resultados fueron que la capacidad de controlar malezas de las arvenses seleccionadas también afecta o causa daños en plantas de interés. En base a esto se recomienda realizar estudios para analizar las composiciones químicas de las partes de cada arvense estudiada.		
Descripción:	69 Hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URI:			

INTRODUCCIÓN

El mayor desafío para la agricultura orgánica es el manejo de malezas, debido a la falta de productos herbicidas naturales eficaces para su control. Las características alelopáticas mostradas por algunas especies de plantas podrían convertirse en una herramienta importante para combatir los desafíos de la contaminación ambiental y el desarrollo de la resistencia a herbicidas en las malezas.

Cultivos de centeno, sorgo, arroz, girasol, canola, trigo y malas hierbas comunes *Jatropha*, *Bacharis* y *Rottboellia* han sido documentados como importantes cultivos / malezas alelopáticas que expresan una liberación potencial de aleloquímicos que no sólo eliminan las malas hierbas, sino que también promueven actividades microbianas subterráneas.

Del mismo modo, existen algunos arbustos y especies herbáceas, que muestran características alelopáticas, impidiendo el crecimiento de otras especies a su alrededor. El crecimiento agresivo de malezas en los trópicos causa recurrencia en el uso de herbicidas que se consideran más accesibles, ya sea por su efectividad, accesibilidad o costo, limitando herramientas para el manejo de las malas hierbas y dando lugar a la drástica reducción de la alternancia en el uso de herbicidas, lo cual resulta en la aparición de resistencia, otro aspecto es su efecto sobre el ambiente medio.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Numerosos estudios han demostrado que la ausencia de control de las plantas arvenses puede provocar mermas significativas en el rendimiento o en la calidad del producto cosechado. Esto debido a que las malas hierbas siempre compiten con el cultivo; por agua, luz, nutrientes y espacio, lo que reduce el éxito de la cosecha y genera grandes pérdidas económicas. El producto final obtenido pudiera carecer de buena presentación comercial, por la presencia de cuerpos extraños, impurezas, olores desagradables, etc.

Así mismo; puede obstaculizar la eficiencia del riego y la fertilización en el cultivo, lo que incrementa los costos de producción. Eso sin considerar que las malezas también pueden ser las portadoras de plagas y enfermedades para la siembra, lo que no solo aumenta los costos, sino que además eleva el esfuerzo humano que debe emplearse para remediar esta situación. Durante el tiempo de cosecha, si existe maleza parcial o totalmente sobre el cultivo; se perderá tiempo intentando separar la maleza de los productos cosechados, y si la cosecha es mecanizada, las malezas pueden trabar la máquina, y causar atrasos y pérdida de efectivo.

1.1.2. Formulación del problema

¿Se podrá conseguir que los extractos de ciertas arvenses puedan inhibir las malas hierbas de maneras eficientes?

1.1.3. Sistematización del problema

En base a la problemática mencionada se plantean las siguientes directrices:

¿Con la utilización de especies alelopáticas se podrá controlar de manera orgánica a las malas hierbas comunes de la zona de Quevedo?

¿Se podrá determinar los órganos de las especies que demuestren mayor acción alelopática?

¿El control de malezas mediante especies alelopáticas muestra eficiencias de control como los herbicidas químicos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Aprovechar propiedades alelopáticas de especies vegetales para el control orgánico de malezas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar especies alelopáticas donantes que demuestren propiedades para el control del complejo de malezas predominantes en la zona de Quevedo.
- Ajustar procedimientos artesanales de extracción de principios esenciales activos de las especies en estudio.
- Determinar el órgano y la dosis de extracto de especies vegetales preseleccionadas por sus efectos alelopáticos contra malezas recalcitrantes.

1.3. Justificación

En base a la problematización planteada la presente investigación; se justifica al control adecuado de las malas hierbas con el uso de especies con propiedades alelopáticas que de manera orgánica logren controlar a las determinadas malezas que predominan en el medio. El uso de productos químicos en la agricultura moderna, en este caso herbicidas, se muestran siempre con una alta eficiencia para control de las plantas no deseadas, lo que en efecto ayuda en el aumento de los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos, sin embargo, la constante aplicación de estos puede alterar el medio biológico, provocando graves daños en los diversos ecosistemas. El control orgánico constituye una forma efectiva y menos perjudicial para minimizar los daños causados por las malas hierbas. En la actualidad el control de malezas va en aumento junto al manejo agronómico de cultivos que se los demanda cada vez más pero bajo un contexto orgánico y armónico con el medio ambiente.

En la investigación se seleccionaron entre una serie de posibles especies donantes, aquellas que presentan propiedades alelopáticas, biocidas o bioestáticas contra las malas hierbas predominantes en el área de estudio caminadora (*Rottboellia exaltata*), paja de burro (*Eleusine indica*), lechosa (*Euphorbia heterophylla*). Algunas especies y productos ya identificados por el conocimiento local con propiedades alelopáticas se utilizarán como biotipos de donantes.

El desarrollo de la investigación toma en cuenta a la preocupación del agricultor por los bajos rendimientos de los cultivos producto de las fuertes infestaciones de malezas, motivando de esta manera la búsqueda de alternativas de control mediante extractos de arvenses con propiedades para el control de malezas, procurando en si no afectar al suelo y las plantas cultivadas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Las malezas

Las malezas son plantas de diferentes especies que suelen invadir las praderas y los lotes de pastos. Estas plantas compiten por luz, agua, espacio y nutrientes con las gramíneas y leguminosas deseables. Inhiben su normal crecimiento, reducen el área disponible y por lo tanto el volumen potencial de forraje. Las malezas pueden causar otro tipo de daños, por ejemplo: ser hospedantes de plagas y enfermedades que pueden ser tóxicas, afectar el suelo, obstaculizar el riego (Sena, 2002).

Desde el inicio de la agricultura, el hombre ha dedicado grandes esfuerzos para combatirlas: primero de forma manual, posteriormente con empleo de algunos artefactos, herramientas y equipos para mejorar la eficiencia en su control (Khan, 2014).

Por otro lado en la actualidad los métodos más usados para contrarrestar la maleza son los preventivos culturales; métodos físicos; mediante fuego; el manual con uso de herramientas menores; el mecánico con implementación agrícola, el químico mediante la aplicación de herbicidas, siendo este método que ha evolucionado la técnica agrícola en nuestro tiempo (Rodríguez, 2013).

2.1.2. Clasificación de las malezas

Clasificación según su ciclo de vida:

- Anuales, ciclo de vida no mayor de un año. Se reproducen exclusivamente por semilla a excepción de algunas especies (zacate pata de gallo, fresadilla, entre otras).
- Anuales de verano, germinan en primavera crecen durante el verano y mueren en otoño (aceitilla, quelite bleado, zacate fino, entre otros).
- Anuales de invierno, germinan en otoño e invierno y completan su ciclo en primavera (rábano silvestre, mostaza, quelite cenizo, avena, alpistillo, entre otros).
- Bianuales, viven por dos años (malva, lengua de vaca, güesito, entre otros).
- Perennes, viven más de dos años (zacate johnson).

- Perennes simples, se reproducen sólo por semillas.
- Perennes de reproducción sexual y asexual, se propagan tanto por semillas como vegetativamente (grama, correhuela, zacate johnson, entre otros) (CESAVEG, 2007)

2.1.3. Características de las malezas

Algunas de las características de las malezas son:

- Comportamiento fisiológico semejante al cultivo, con lo cual aprovechan las prácticas de manejo que el agricultor realiza.
- Requerimientos ambientales de germinación no específicos.
- Germinación discontinua y una gran longevidad de la semilla.
- Crecimiento rápido y vigoroso de la plántula.
- Corto período de tiempo de la fase vegetativa a la floración.
- Producción continua de semilla, mientras las condiciones de crecimiento se lo permitan.
- Alta producción de semillas.
- Carácter espinoso, mal sabor u olor desagradable las hacen no apetecidas por los animales (CESAVEG, 2007).

2.1.4. Control de maleza

El control de malezas se puede efectuar por métodos culturales, mecánicos y químicos. Para usar esos métodos en forma efectiva es muy importante conocer y tener en cuenta el sistema de reproducción de las malezas (International Survey of Herbicide-Resistant Weeds, 2015).

En la actualidad, existen unos 260 ingredientes activos, perteneciente a 70 familias químicas, con unos 13 modos de acción reconocidos, contribuyen a la producción agrícola (Valverde & Heap, 2010). Se han reportado alrededor de 435 casos de malezas resistentes a herbicidas en el mundo, en 83 cultivos y 55 países, desarrollando resistencia a 22 de los 25 sitios de acción de los herbicidas conocidos y a 155 diferentes herbicidas (International Survey of Herbicide-Resistant Weeds, 2015).

Los cultivos en áreas tropicales se encuentran infestados por unas 50 a 200 especies de malezas que por competencia con el cultivo causan pérdidas de rendimiento entre el 25 y 50%, considerándose más perjudiciales las que se establecen junto al cultivo en las primeras etapas del mismo, efecto que es reconocido por los agricultores como el momento en que la maleza(s) causa un daño mayor (Venegas, 1984).

Las malezas en la agricultura de los países en desarrollo han sido estimadas en el orden de 125 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas. Adicionalmente, se ha demostrado que las malezas generan un efecto depresivo sobre los cultivos, limitando el normal desarrollo y posterior producción en una explotación comercial; se ha comprobado que por el mal manejo de éstas se puede llegar a perder hasta el 100% de las producciones, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de los pueblos (Labrada, 2003).

En las últimas décadas se han logrado significativos avances para obtener sustancias químicas o biológicas que sean menos tóxicas para el ambiente y el hombre y, al mismo tiempo, más selectivas respecto a los cultivos donde se usen, dentro del control biológico se ha planteado la utilización de compuestos alelopáticos en la formulación de herbicidas (Chiapusio, 2004).

2.1.5. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de “Agricultura Sostenible” que independientemente de los conceptos que se le puede dar, busca el equilibrio armónico entre el desarrollo agropecuario y los componentes del ecosistema. Se basa en la utilización racional de los recursos localmente disponibles como: tierra, clima, agua, vegetación nativa y endémica, animales y, las habilidades y el conocimiento de las culturas permanentes, para generar una agricultura que sea económicamente factible, ecológicamente protegida, culturalmente adaptada y socialmente justa. Reduciendo al mínimo la pérdida de nutrientes, biomasa, energía y evitando la contaminación. La agricultura orgánica busca satisfacer las necesidades humanas conservando los recursos naturales, incluso mejorándoles cuando esto es posible, defendiendo siempre la biodiversidad donde se incluyen desde los seres humanos hasta, los

cultivos y los animales, los organismos y microorganismos del suelo, es decir mantiene el equilibrio biológico (FUNDAR, 2008).

Las principales características de la agricultura ecológica son la posibilidad de cuidado y prolongación que se le brinda al medio ambiente y de igual forma, que los productos que ofrece son totalmente naturales, ya que poseen todos los nutrientes necesarios para el cuerpo humano, porque no se utilizan insumos químicos. La agricultura orgánica o ecológica supera las formas de producción tradicionales, las cuales se han caracterizado por deteriorar el medio ambiente debido a la utilización indiscriminada de químicos y, por lo mismo, sus productos no poseen los nutrientes suficientes para el bienestar del cuerpo humano (MAGAP, 2006).

2.1.6. Importancia de la agricultura orgánica

El desarrollo que está teniendo la agricultura ecológica en la actualidad se basa en tres aspectos principales, que son:

- La necesidad de no continuar deteriorando el medio agrícola y recuperarlos de los impactos negativos que han producido los métodos intensivos de producción sobre el medio ambiente.
- La inseguridad alimentaria que han generado los sistemas de producción intensivos, debido a la contaminación de los productos y la proliferación de enfermedades de los animales que afectan al hombre.
- La posibilidad que tienen estos sistemas de producción de permitir que pequeños y medianos productores y agricultores de zonas desfavorecidas tengan una renta digna, producto del valor agregado que da la producción de alimentos de calidad y de alta seguridad.
- También los sistemas ecológicos bien manejados fomentan la diversificación de los ingresos, la potenciación de los recursos disponible y el empleo (AGROCORP, 2001).

2.1.7. Alelopatía

La alelopatía es definida como la influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta. Los compuestos alelopáticos

pueden ser liberados de las plantas al ambiente por medio de la exudación de las raíces, lixiviación, volatilización y descomposición de los residuos de las plantas en el suelo. Las sustancias alelopáticas, si están presentes en las variedades de las especies cultivadas, pueden reducir la necesidad del manejo de malezas, especialmente el uso de herbicidas (Christensen, 1993).

La alelopatía por si sola puede no ser una perfecta tecnología de manejo de malezas, pero puede ser una herramienta suplementaria para el control de malezas. Es extremadamente difícil demostrar la influencia de la alelopatía en la naturaleza dada la complejidad de la interferencia de las plantas que incluye efectos positivos, negativos y neutros entre las mismas (Christensen, 1993).

Los aleloquímicos producidos por algunas plantas son lo suficientemente potentes como para ser considerados “herbicidas de la naturaleza”, producen su mayor impacto en semillas en germinación, plántulas y plantas jóvenes; se ha observado que la *Rottboellia exaltata* en Tailandia retarda el crecimiento en malezas de cultivos hortícolas, causan daños visibles en raíces o brotes, o incluso mata las plantas directamente (Meksawat & Pornprom, 2010).

2.1.7.1. Antecedentes de alelopatía

Culpeper (1633) declaró que la albahaca (*Ocimum*) y la ruda (ruta) nunca crecen juntas ni cerca una de otra. Él afirmó también que hay tal antipatía entre la planta de repollo y la vid que una moriría en el lugar donde crece la otra. Browne en su “Jardín de Cyrus” publicado en 1658, informa que “los malos y buenos efluvios de las verduras promueven o debilitan unos a otros”.

Young (1804) sostuvo que el trébol (*Trifolium pratense*) tenía dificultades para crecer en distritos donde se había cultivado la planta constantemente porque el suelo adquiere la enfermedad del trébol. También puntualizó que la enfermedad del trébol puede ser prevenida dejándose un intervalo de 7 a 8 años entre cultivos de trébol. De Candolle (1832) sugirió que el suelo enfermo en agricultura podría deberse a exudados de plantas de cultivo y que la rotación de cultivos podría ayudar a aliviar el problema. Él observó en el campo que la presencia de cardos es nociva para la avena. Igualmente se dio cuenta que la *Euphorbia* es nociva para el lino y que las plantas de centeno lo eran para las de trigo (*Triticum aestivum*).

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

En todas las partes verdes de la planta (hojas, frutos y ramas) se encuentra el 4-glucósido del 1,4,5-trihidroxinaftaleno, producto atóxico que luego de ser arrastrado al suelo por las lluvias es hidrolizado y oxidado a juglona. Este compuesto al 0.002% produce inhibición total de germinación de las especies sensibles. La concentración de juglona en el suelo se mantiene por realimentación constante a partir de los árboles de nogal. Por otro lado, no todas las plantas son sensibles a esta sustancia. Especies del género *Rubus* (rosáceas), tales como la zarzamora o la frambuesa, y la gramínea *Poa pratensis* no son afectadas (Sampietro, 2003).

2.1.8. Modo de liberación de los agentes alelopáticos

Unas variedades de agentes alelopáticos son sintetizados y almacenados en diferentes células de la planta ya sea en forma libre o conjugada con otras moléculas y son liberados en el entorno en respuesta a diferentes stresses bióticos y abióticos. Muy poco se sabe sobre la liberación de aleloquímicos de tejido viviente, incluyendo los modos de regulación o influencia ambiental sobre esos procesos. Por ejemplo, ensayos con sorgo mostraron que al exponer semillas del mismo a radiaciones gamma, las plantas originadas exudaban por sus raíces mayor cantidad de agentes alelopáticos que plantas provenientes de simiente no sometida a dicho tratamiento. Existen sustancias exudadas por las raíces de ciertas plantas que no pueden aislarse de los tejidos radiculares de éstas.

Sin embargo no han sido encontradas en los tejidos radiculares. De todas maneras, se puede afirmar que el modo de liberación de un agente alelopático depende de su naturaleza química. Las plantas superiores liberan regularmente compuestos orgánicos por volatilización de sus superficies y a través de lixiviados de hojas y exudados de raíces. Eventualmente, los constituyentes químicos de todos los organismos son liberados al entorno a través de procesos de descomposición, incorporándose a la matriz del suelo. Por tanto existen 4 vías principales de liberación al entorno de los alelo químicos (Sampietro, 2003).

2.1.8.1. Volatilización

La liberación de agentes alelopáticos por volatilización está frecuentemente confinada a plantas que producen terpenoides. Los géneros que comúnmente liberan compuestos volátiles incluyen *Artemisia*, *Salvia*, *Parthenium*, *Eucalyptus* y *Brassica*. Estas sustancias han demostrado también actividad insecticida y como disuasivos alimenticios (Sampietro, 2003).

La toxicidad de los compuestos volátiles es prolongada, debido a su adsorción a las partículas del suelo, lo cual les permite permanecer varios meses en él. En ecosistemas de desierto y mediterráneos, la liberación de compuestos alelopáticos a través de volatilización es frecuentemente observada, debido al predominio de altas temperaturas, e influencia la distribución de las especies vegetales (Sampietro, 2003).

2.1.8.2. Lixiviación

La lixiviación es la remoción de sustancias presentes en la planta por efecto de la lluvia, nieve, niebla o rocío. El grado de lixiabilidad depende del tipo de tejido vegetal, la edad de la planta y la cantidad y naturaleza de la precipitación. De esta manera se liberan una gran variedad de agentes alelopáticos de diferente naturaleza tales como compuestos fenólicos, terpenos y alcaloides. Se ha determinado la toxicidad de muchos lixiviados de semillas y hojas sobre plantas silvestres y cultivadas (Sampietro, 2003).

2.1.8.3. Exudados radiculares

La reducción en rendimiento observada en algunos cultivos en varios casos se ha atribuido a toxinas liberadas por otros y malezas adyacentes. Se conocen sustancias exudadas por las raíces que reducen la germinación de las semillas, el crecimiento de raíces y brotes, la incorporación de nutrientes y la nodulación. Los exudados radiculares comprenden únicamente entre el 2-12% del total de fotosintatos de la planta. La mayoría de los agentes alelopáticos conocidos son exudados radiculares. Factores tales como la edad del vegetal, nutrición, luz y humedad influyen cuali y cuantitativamente la liberación de sustancias por las raíces (Sampietro, 2003).

2.1.8.4. Descomposición de residuos vegetales

Los residuos en descomposición de la planta liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos. Los factores que influyen en este proceso incluyen la naturaleza del residuo, el tipo de suelo, y las condiciones de descomposición. Eventualmente las sustancias alelopáticas liberadas por los residuos vegetales en el suelo entran en contacto con las raíces de plantas presentes en el mismo ejerciendo su acción. Los compuestos liberados por la planta al suelo sufren frecuentemente transformaciones realizadas por la microflora del mismo, que pueden originar productos con actividad biológica mayor que sus precursores. Investigaciones utilizando extractos acuosos vegetales han demostrado que los inhibidores solubles en agua presentes en la planta de cultivo pueden ser rápidamente liberados durante el proceso de descomposición (Sampietro, 2003).

2.1.8.5. Aceites esenciales

Los aceites esenciales han mostrado potencial como herbicidas. Uno de los inconvenientes que presentan normalmente es la necesidad del empleo de surfactantes para su aplicación, y éstos están limitados en la agricultura orgánica. La mayoría de aceites esenciales comercializados para el control natural de arvenses son mezclas, por lo que es difícil recopilar las numerosas formulaciones disponibles. Todos los aceites esenciales comercializados actúan como herbicidas de contacto no selectivos, que pueden controlar las arvenses de forma adecuada pero transitoria (Dayan, 2009).

Se están desarrollando formulaciones alternativas, como la microencapsulación, para aumentar la duración de su efecto, reducir su volatilización, simplificar su manejo y ralentizar su degradación en el medio ambiente (Scarfato, 2007).

2.1.8.6. Extractos vegetales

Son el resultado de macerar una planta en un disolvente (alcohol, alcohol + agua, aceite, glicerina, etc.). Gracias al proceso de maceración, los principios activos (que son la parte activa de la planta, la que tiene acción “terapéutica”) del vegetal pasan al disolvente. De esta forma, pueden ser utilizados con mucha más facilidad y precisión tanto en la industria farmacéutica, como en la alimenticia.

- **Líquidos** (extractos fluidos o tinturas). Se encuentran en diferentes diluciones. Por ejemplo, las que encontramos más fácilmente en las herboristerías son de dilución 1:5, o sea que una parte de la planta seca equivale a 5 partes de disolvente, o, lo que es lo mismo, que 1 g de la planta equivale a 5 g de extracto.
- **Sólidos** (extractos secos). El disolvente ha sido completamente evaporado. Se suelen vender como cápsulas que contienen dentro el extracto en polvo. Son los más utilizados en la Medicina Natural, ya que contienen muchos principios activos en poco volumen (Hijasdegaia, 2012).

2.1.9. Principales productos alelopáticos usados en la agricultura

2.1.9.1. Piñon (*Jatropha curcas*)

El género *Jatropha* fue descrito por Carlos Linneo en 1753. A las plantas de este género se las clasifica como hierbas, arbustos o árboles, se encuentran distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo especialmente en América y África.

De esta especie se pueden aprovechar casi todas sus partes vegetativas. La cáscara del fruto se le utiliza en la obtención de biofertilizante o biogás. Las semillas mediante un proceso de tostado y molienda, dan origen a un aceite que puede ser utilizado en la elaboración de jabones, insecticidas, lubricantes, combustibles para cocinas y faroles de alumbrado y para la obtención de biodiesel. La pasta residual resultante de la molienda de extracción del aceite, también tiene un uso como biofertilizante por su alto contenido de nitrógeno; después de un proceso de desintoxicación puede ser utilizada como alimento balanceado para ganado, ya que cuenta con un 50% a 60% de proteína (García, 2012)

Se conoce con más de 200 nombres en todo el mundo, uno de ellos es celso bonilla o excelso y otro muy conocido es diana trapeador, crece de manera silvestre y también sembrada como cerca viva. En la actualidad se cultiva para la extracción de su aceite y producción de biocombustible usado en motores diésel. El centro de origen de esta especie se encuentra en Mesoamérica, que incluye desde el norte de México hasta el norte de Centroamérica. La historia indica que, el piñón ha sido sembrado como cerca viva desde hace varios siglos. A

pesar de ser una planta originaria de América, su auge se dio en el continente africano. Se la cultiva en América Central, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África (Núñez, 2015).

2.1.9.2. Baba de cacao (*Theobroma cacao*)

En definición es una sustancia viscosa, generalmente hialina que contienen las plantas de cacao. La fruta del cacao contiene de 30 a 50 semillas o almendras. El número, tamaño y forma de la semilla es una característica varietal, son cuerpos aplanados elipsoidales de 2 a 4 cm de largo rodeada por una envoltura blancuzca y azucarada, está compuesta principalmente por parénquima (FONAIAP, 2000).

La pulpa mucilaginosa está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares (10-13%), pentosas (2-3%), ácido cítrico (1-2%), y sales (8-10%). Aunque la pulpa es necesaria para la fermentación, a menudo hay más pulpa de lo necesario. El exceso de pulpa, que tiene un delicioso sabor tropical, ha sido usado para hacer los siguientes productos: jalea de cacao, alcohol y vinagre, nata y pulpa procesada (Braudeau, 2001).

2.1.9.3. Chilca (*Baccharis sp.*)

Chilca *Baccharis* es de la familia Asteraceae, arbusto de 1-2 m. de altura, ramoso, densamente cubierto con puntos glandulosos, con hojas hasta el ápice, la ceniza de esta planta contiene sales de potasio, modo de empleo Tés o infusiones, baños, desinflamante contra la bronquitis y catarro. En baños contra el reumatismo, forma de comercialización Fresco, deshidratado, pulverizado, se vende al granel, fundas de polietileno, en frasco o tubos. Los lugareños extraen la corteza del lado opuesto al que sale el sol y la desecan al sol por 2 días.

Uso medicinal afrodisíaco, analgésico, adormecimiento de las extremidades, agrietamiento de los pezones, artritis, bronquitis, diarrea, disentería, gripe, helmintiasis, hemorroides, inflamación renal de las extremidades, leishmaniasis o uta, lumbagos, reumatismo, ulceraciones, otros usos que se le puede dar al tronco de esta especie es maderable y Se

emplea como leña. Con la corteza macerada en alcohol se preparan cocteles y otras bebidas alcohólicas de uso regional en la Amazonía Peruana (Minagri, 2013).

2.1.9.4. Azafrán (*Zanthoxylum sp*)

El azafrán es la especia más antigua conocida y utilizada por el hombre desde los albores de la humanidad estando el cultivo de esta planta estrechamente relacionado con las civilizaciones más cultas del mundo Oriental, y su descubrimiento en Occidente está marcado por los progresivos desplazamientos de los pueblos que, de Este a Oeste, conformaron la secuencia de las culturas de toda la cuenca mediterránea (Martín & Carril 2014)

Esta planta perteneciente a la familia de las Iridáceas, se trata de una planta herbácea, uniflora, cuyos tallos nacen de un tubérculo bulbiforme de los llamados sólidos o macizos, es decir, aquéllos en que el tallo, muy corto, sufre un espesamiento en los entrenudos de la base por almacenarse en ellos la sustancia de reserva. Este tallo hinchado tiene las hojas reducidas a túnicas delgadas apergaminadas y el conjunto se conoce con el nombre de cormo (Martín & Carril 2014).

El bulbo, que por definición es la base engrosada de un eje caulinar compacto con nudos y entrenudos diferenciados, que posee una yema terminal o apical y frecuentemente otra lateral que da origen a las hojas. Tiene forma achatada de 2.5-3 cm. de diámetro, blanquecino y carnoso interiormente y revestido por una túnica reticulada de ásperas fibras de color terroso o marrón claro que recibe el nombre de perifolla, camisa o farfolla, formando una especie de protección contra la deshidratación y daños mecánicos. Al cormo se le conoce vulgarmente por el nombre de “cebolla”. Destaca la característica reproducción del bulbo, que se produce de manera significativa cuando un bulbo nace un año y muere al siguiente, después de haber dado flores en otoño y producido nuevos bulbos en primavera (Martín & Carril 2014).

Así sucesivamente, de forma que el suelo permanece poblado de bulbos que no cesan de superponerse, pues las nuevas brotan encima mismo de las del año anterior. Todos los años, de cada bulbo plantado se forman dos o tres nuevos. Cada uno de ellos tiene a su vez hasta cuatro yemas florales dependiendo del tamaño. Esas yemas se convierten en cormos nuevos,

nutriéndose del que proceden, que se va agotando hasta morir, quedando reducido a una capa negruzca adherida a la base de las nuevas cebollas (Martín & Carril 2014)

Las hojas de la planta parecen nacer del bulbo envueltas en su base por unas vainas; son lineares, casi cilíndricas, erectas, de color verde oscuro y marcadas longitudinalmente con una banda blanca en su cara interna y una nervadura en su parte externa. El número de hojas, agrupadas en manojo oscila entre 6 y 10, su anchura suele ser de unos 2 mm. y su altura sobrepasa la de las flores, pudiendo alcanzar y superar los 30 cm. según sea la calidad de la planta. Esta altura puede crear un obstáculo en las labores de recolección de la flor (Martín & Carril 2014)

2.1.9.5. Caminadora (*Rottboelia exaltata*)

La caminadora está considerada entre las 25 peores malezas del mundo, es una gramínea anual, originaria del Asia tropical (India), habiendo sido introducida en las islas del caribe proveniente del sudeste asiático, en época reciente con pasto (Gómez Flores, 1985).

Se encuentra distribuida en todos los países tropicales y subtropicales, dentro de las zonas comprendidas entre los 34° latitud norte y sur y altitudes hasta 2,000 msnm causando grandes problemas en las islas del Caribe, Sur, Centroamérica, África y Sudeste de Asia, encontrándose en diversidad de suelos desde franco arenosos hasta arcillosos, afectando gran número de cultivos. En algunas regiones como Sudáfrica aparece en lugares húmedos, mientras que en otras puede crecer en aguas poco profundas. En algunas regiones requiere de lugares soleados o moderadamente soleados, mientras que en otras se encuentra en matorrales o bosques de teca (Buenaventura, 1991).

El principal medio de propagación es a través de la semilla, sin embargo, también usando secciones de tallos se pueden obtener también nuevos ejemplares. Se caracteriza por su adaptación a una amplia variedad de condiciones ecológicas, se le puede encontrar tanto, en lugares abiertos a plena exposición al sol como en sitios con una sombra moderada o en la espesura de los bosques, en zonas secas o húmedas y en terrenos pobres o terrenos fértiles, así como en suelos drenados. Además es común en las orillas de las carreteras y en terrenos

de cultivos donde es muy importante. Es una maleza perjudicial que se encuentra en cultivos de caña de azúcar, maíz, soya, algodón, arroz y maní (Flores, 1985).

2.1.9.6. Bledo (*Amaranthus* sp.)

El “bledo”, nombre común del *Amaranthus*, es uno de los cultivos más antiguos de América, pues se cree que apareció hace más de 4000 años y sus especies fueron aprovechadas por civilizaciones Aztecas, Mayas e Incas para la alimentación humana y animal; quienes hicieron de esta planta y del maíz (*Zea mays*), sus dos cultivos principales (Jacobsen, 2002).

Amaranthus es una planta de hábitos herbáceos que en condiciones favorables puede alcanzar hasta 1.5 m de altura, presenta un tallo ramificado con un gran volumen de tejidos parenquimáticos que le permite hacer un importante almacenamiento de agua y de alimento, su vástago tiene un bajo contenido de fibra, sus flores, frutos y hojas son palatables, es una planta que presenta rápido florecimiento y fructificación, característica que le permite tener un elevado potencial reproductivo siendo muy agresiva en los procesos de sucesión ecológica (Grubben y Denton, 2004).

Posee la característica de desarrollarse y multiplicarse en cualquier tipo de suelo, en bosques, zonas abiertas, a la sombra y al sol (Anten y Werger, 1996). Esta planta tiene una fácil y rápida reproducción debido a la dispersión de sus semillas, las cuales son producidas en grandes cantidades en un corto desarrollo vegetativo. Además, tiene la capacidad de retoñar, reproducirse y sostenerse durante todo el año con bajo suministro de agua, debido a que su sistema radicular es de tipo axonomórfico cuyo eje principal alcanza una longitud que le permite obtener agua de las capas más profundas del suelo vegetal (Parra, Ruiz, Mendoza & Pineda 2010).

2.1.9.7. Lechosa (*Euphorbia heterophylla*)

Euphorbia heterophylla, "lecherito, leche-leche, hierba lechosa", es una planta anual con un latex lechoso en todas sus partes. Crece de 30 a 100 cm de altura y presenta tallos huecos, sencillos o ramificados, con nervaduras angulares. Las hojas inferiores son alternas y las superiores son opuestas y a menudo presentan una base blanquecina o rojo-brillante. Los

frutos tienen tres lóbulos y cuando están maduros explotan, dispersando las semillas a 1 m o más desde la planta progenitora.

Las plantas pueden florecer ya a 30 días de la emergencia. La polinización se realiza mediante insectos que son atraídos a las flores por las grandes cantidades de néctar producido por glándulas que se encuentran en las mismas (Heywood 1978). Después de 20 a 25 días se forman semillas maduras. Las plantas individuales pueden tener 100 semillas en un momento dado (Rodríguez y Cepero 1984) y pueden producir más de 4500 semillas durante el ciclo de vida.

Las semillas germinan fácilmente bajo temperaturas alternantes de 25 a 35°C. La emergencia es mayor cuando las semillas están de 0 a 8 cm de profundidad (40 a 47%) disminuye a 22% a 10 cm, 12% a 12 cm y cero a 14 cm. Esta capacidad de emerger desde tales profundidades aumenta la habilidad competitiva y hace más difícil el control de *E. heterophylla* (FAO, 2000).

2.1.9.8. Moral fina (*Maclura tinctoria*).

La familia Morácea incluye árboles, arbustos, raramente lianas del neotrópico. Está conformada por 46 géneros, y 1675 especies a nivel mundial, de estos, 23 géneros y 377 especies se han identificado en América Tropical. En Ecuador se encuentran 22 géneros, y 185 especies, trece de ellas tienen la categoría de endémicas. Tienen hojas simples y alternas, lenticelas en tallos y ramos, savia blanca, aunque en algunas especies es amarilla o levemente anaranjada, espinas en las ramitas. En el género *Maclura* se encuentran árboles de copa grade; muy comunes del bosque seco. El follaje tiene valor nutricional y constituye una alternativa para complementar la dieta de caprinos y ovinos (INIAP, 2012).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

El presente estudio se realizó en dos fases la primera consistió en el laboratorio de Microbiología y Biología Molecular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el Campus Manuel Haz Álvarez ubicado en la Av. Quito Km. 1 ½ vía Santo Domingo de los Tsáchilas entre las coordenadas 1°00'45.3"S 79°28'08.9" W.

La segunda fase se efectuó en el invernadero de la finca experimental "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, ubicada en las coordenadas de 79° 27' Longitud Oeste, 01° 06' Latitud Sur y una altitud de 73 msnm.

3.2. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo experimental y exploratoria. Para el efecto, se aplicó el método deductivo a partir de la bibliografía revisada.

3.3. Métodos de la investigación

Se empleó el método inductivo comparando los efectos biocidas o bioestáticos de varios extractos acuosos vegetales sobre las arvenses

3.4. Proceso de selección de plantas

Para el desarrollo de la selección de las plantas arvenses se tomó información bibliográfica y de expertos, quienes indicaron ciertas características alelopáticas; se determinaron 7 especies a estudiar.

Tabla 1. Especies estudiadas

Nombre común	Nombre científico	Referencia
Piñón	<i>Jathopha curcas</i>	(Quashie-sam, 2010)
Cacao (Baba)	<i>Theobroma cacao</i>	(Trujillo, 2011)
Chilca	<i>Baccharis sp.</i>	(Tucat, y otros, 2013.)
Azafrán o espinudo	<i>Zanthoxylum sp</i>	(Silva, Livio, Santos, Mecina, & Silva, 2012)

Caminadora	<i>Rottboellia sp.</i>	(Meksawat, S. y Pornprom, T., 2010.)
Bledo	<i>Amaranthus sp.</i>	(Miquilena, 2005.)
Moral fino	<i>Maclura tinctoria</i>	(INIAP, 2012)

3.5. Material genético

Se usaron especies de malezas comunes en la zona Tropical-húmeda, (promedio anual de temperatura 25.2 °C; precipitación 2169.27 mm, humedad relativa 82.7%, y heliofania 841.81 horas Luz).

3.5.1. Material vegetal

- Chilca
- Caminadora
- Moral fino
- Piñón
- Mucilago
- Azafrán
- Bledo

3.5.2. Semillas

- Maíz
- Soya
- Arroz
- Sandía
- Caminadora
- Paja de burro
- Lechosa

3.6. Materiales y Equipos de laboratorio

- Cajas petri (9 cm)
- Papel filtro (9 cm)
- Parafilm
- Probeta de vidrio
- Vaso de Precipitación
- Baño de maría para laboratorio
- Mortero
- Balanza digital
- Guantes
- Recipiente metálico
- Cedazo
- Picador de madera

- Atomizador
- Botellas de vidrio (Gatorade)

3.6.1. Reactivos

- Agua esteril
- Glifosato

3.6.2. Factores de estudio

Corresponde a varios tratamientos con especies alelopáticas (extractos acuosos de las especies seleccionadas) que se comparan en efectividad sobre las malezas: Caminadora (*Rottboellia exaltata*), paja de burro (*Eleusine indica*), lechosa (*Euphorbia heterophylla*) mencionadas en este estudio, esto se comparó con un herbicida comercial (Glifosato) y un control aplicando agua.

3.7. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron:

Tabla 2. Descripción de los tratamientos del experimento de laboratorio

Trat.	Descripción	Dosis
T1	Extracto de caminadora <i>Rottboellia sp</i>	4 ml
T2	Extracto de chilca <i>Baccharis</i>	4 ml
T3	Extracto de azafrán <i>Zanthoxylum sp</i>	4 ml
T4	Extracto de mucilago de cacao <i>Theobroma cacao</i>	4 ml
T5	Extracto de moral fino <i>Maclura tinctoria</i>	4 ml
T6	Extracto de bleo <i>Amaranthus sp</i>	4 ml
T7	Extracto de piñon <i>Jathopha curcas</i>	4 ml
T8	Testigo absoluto (Agua)	4 ml

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos del experimento de campo

Trat.	Descripción	Dosis
		Extracto Agua
T1	Extracto de caminadora <i>Rottboellia sp</i>	50cc / 50cc
T2	Extracto de chilca <i>Baccharis</i>	50cc / 50cc
T3	Extracto de azafrán <i>Zanthoxylum sp</i>	50cc / 50cc
T4	Extracto de mucilago de cacao <i>Theobroma cacao</i>	50cc / 50cc
T5	Extracto de moral fino <i>Maclura tinctoria</i>	50cc / 50cc
T6	Extracto de bleo <i>Amaranthus sp</i>	50cc / 50cc
T7	Extracto de piñón <i>Jathopa curcas</i>	50cc / 50cc
T8	Testigo Químico	13,75cm / 1 L agua

Fuente: Elaborada por el autor

3.8. Diseño Experimental

En todos los experimentos se usó el diseño de bloques completos al azar con 7 tratamientos (preselección por propiedades alelopáticas) más dos testigo uno químico (Glifosato) y un absoluto (Agua) en 3 repeticiones. Las variables estudiadas fueron sometidas al análisis de varianza y se realizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	6
Error	12
Total	20

Fuente: Elaborada por el autor

3.9. Manejo del experimento

3.9.1. Preparación de extractos

Este proceso consistió en la recolección de las arvenses piñon (*Jatropha curcas*) mucilago de cacao (*theobroma cacao*) chilca (*baccharis sp.*) caminadora (*Rottboellia sp.*) bleo (*Amaranthus sp.*) moral fino (*Maclura tinctoria*), los extractos acuosos se obtuvieron a partir de plantas frescas. La extracción se realizó de la planta entera, separando los diferentes órganos (raíz, tallo); para así obtener su mayor concentración. Para la realización de estos extractos se cortó en trozos pequeños el material vegetal luego fueron macerados y posteriormente colocadas en un recipiente metálico en baño maría por 15 minutos a 80 °C. Este proceso se realizó dos veces y los extractos fueron filtrados a través de un cedazo y almacenados en frascos de vidrio.

3.9.2. Obtención del extracto a base de mucilago de cacao (T. cacao)

Para la obtención de este extracto se recolectaron 15 mazorcas maduras de cacao CCN-51 se recolectaron las almendras para filtrarlas a través de un paño estéril hasta obtener su líquido. Una vez recolectado el líquido el extracto se lo conservó en frascos de vidrio hasta su uso.

3.9.3. Proceso de siembra

Se sembraron 5 semillas de cada especie en placas petri, se colocó 2 papeles filtro como medio de cultivo y 2 papeles filtros cubriendo las semillas, colocando 4ml del extracto al 50% y 100% de concentración. Las cajas fueron cerradas y selladas con parafilm y estas se mantuvieron con temperatura ambiente.

3.9.4. Dosificación

En la presente investigación se usaron dos diferentes dosis: la extracción original de los extractos considerando como solución madre (100%). En una primera serie de pruebas se usaron los extractos puros, y se repitió las pruebas con solución del 50 %.

3.10. Variables a medir

Con la finalidad de evaluar de forma correcta los tratamientos en estudio se registraron los siguientes datos.

3.10.1. Efecto de germinación de las semillas

El efecto de los extractos sobre la germinación se evaluó registrando el porcentaje de germinación de las semillas de arroz, maíz, soya, sandía: La evaluación se realizó cuando el testigo alcanzó el 100% de germinación. Este estudio se llevó a cabo en cajas Petri adecuadas con papel filtro húmedo: se realizaron 3 repeticiones (120 semillas).

3.10.2. Efecto de fitotoxicidad

Se determinó en plántulas de los cultivos a evaluarse (maíz, soya, arroz, sandía, lechosa, caminadora, paja de burro), mediante una valoración visual según la escala de daño de la escala de Fitotoxicidad de Rochecouste.

Tabla 5. Escala de Fitotoxicidad de Rochecouste

Valor	Efectos
0	Ningún efecto visible
1	Leve acción cáustica en hojas
2	Hojas cloróticas
3	Moderada acción cáustica en hojas
4	Moderada acción cáustica en hojas y tallos
5	Ligeros daños en hojas y tallos
6	Ligeros daños , muerte en brotes y jóvenes
7	Tallos muertos 25%
8	Tallos muertos 50%
9	Tallos muertos 75 %
10	Muerte total

Fuente: (Aútran, Puricelli, & J.A 2013)

3.10.3. Porcentaje de control

Porcentaje de control de arvenses mediante la escala de la ALAM (1979)

Tabla 6. Escala de la asociación latinoamericana de arvenses (ALAM)

Índice	Nivel de control (%)	Descripción del control
0	0-40	Ninguno a pobre
1	41-60	Regular
2	61-70	Suficiente
3	71- 80	Bueno
4	81-90	Muy bueno
5	91-100	Excelente

Fuente: ALAM 1974.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Efectos de los extractos de arvenses sobre la germinación de las semillas

Realizados los ensayos propuestos acerca del efecto de los extractos acuosos al 50 y 100 % de concentración sobre el porcentaje de germinación de las semillas de maíz (*Zea mays*), arroz (*Oriza sativa*), soya (*Glicine max*) y sandía (*Citrullus lanatus*) a nivel *in vitro*, se determinó que existió diferencia estadística entre los tratamientos para las distintas especies y las concentraciones evaluadas. Para el caso de las semillas de maíz sometidas a los extractos acuosos de las diferentes plantas (Figura 1). Se observó que los tratamientos correspondientes a la baba de cacao en ambas concentraciones y a *J. curcas* (Piñón) en la concentración del 100% fueron quienes presentaron los promedios más bajos viéndose totalmente inhibida la germinación de la semilla para el caso de baba de *T. Cacao*, mientras que *J. curcas* (Piñón) presentó un promedio de 66,7%. Los demás tratamientos fueron estadísticamente superiores destacándose azafrán (*Zanthoxylum sp.*), bleado (*Amaranthus sp.*), caminadora (*Rotboellia sp.*), chilca (*Baccharis sp.*), moral fino (*M. tinctoria*) y piñón (*J curcas*) con promedios del 100% de germinación.

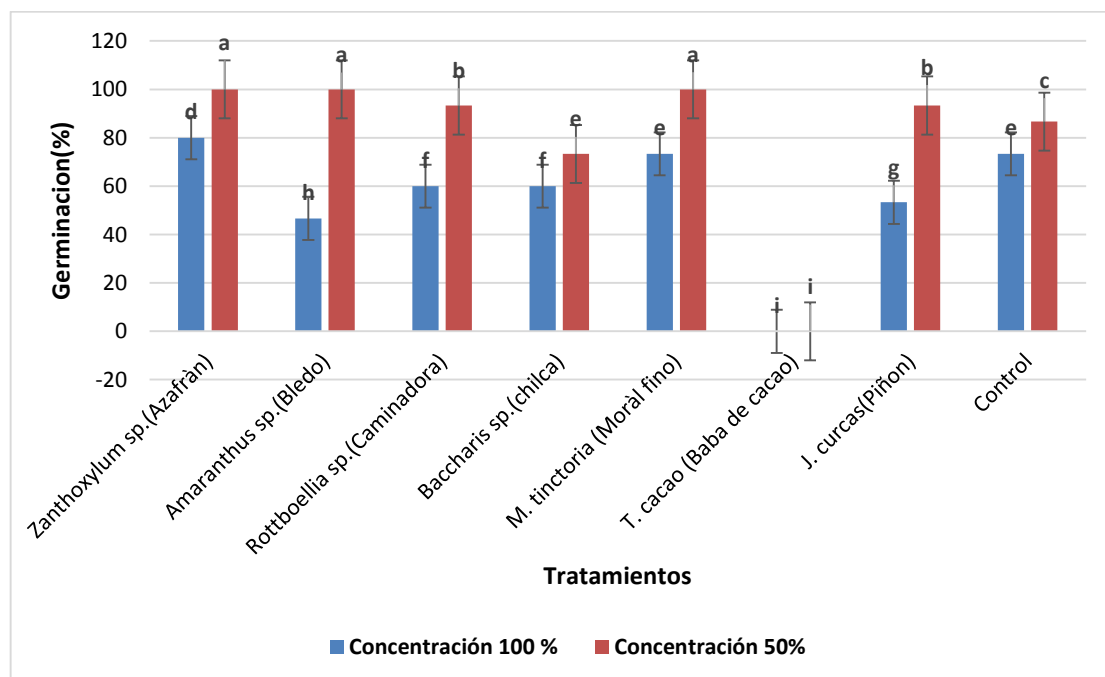


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de maíz (*Zea maíz*). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

En lo que respecta a la respuesta de las semillas de arroz (Figura 2.) frente a la inoculación con los extractos, se evidenció una alta toxicidad del tratamiento perteneciente a la baba de cacao en ambas concentraciones, las cuales inhibieron por completo la germinación, resultando fitotóxico. Los tratamientos correspondientes a Caminadora (*Rotboellia* sp.) moral fino (*M. tinctoria*), piñon (*J. curcas*), bledo (*Amaranthus* sp.) y chilca (*Baccharis* sp.) redujeron drásticamente el porcentaje de germinación con respecto al control *con* promedios de 60, 53.3, 46.7, 46.7 y 20% respectivamente. Todos los tratamientos difirieron estadísticamente del control, sin embargo, caminadora (*Rottboellia* sp.), moral fina (*M. tinctoria*), piñón (*J. curcas*) mantuvieron un porcentaje de germinación superior al 80 % en la concentración del 50 %.

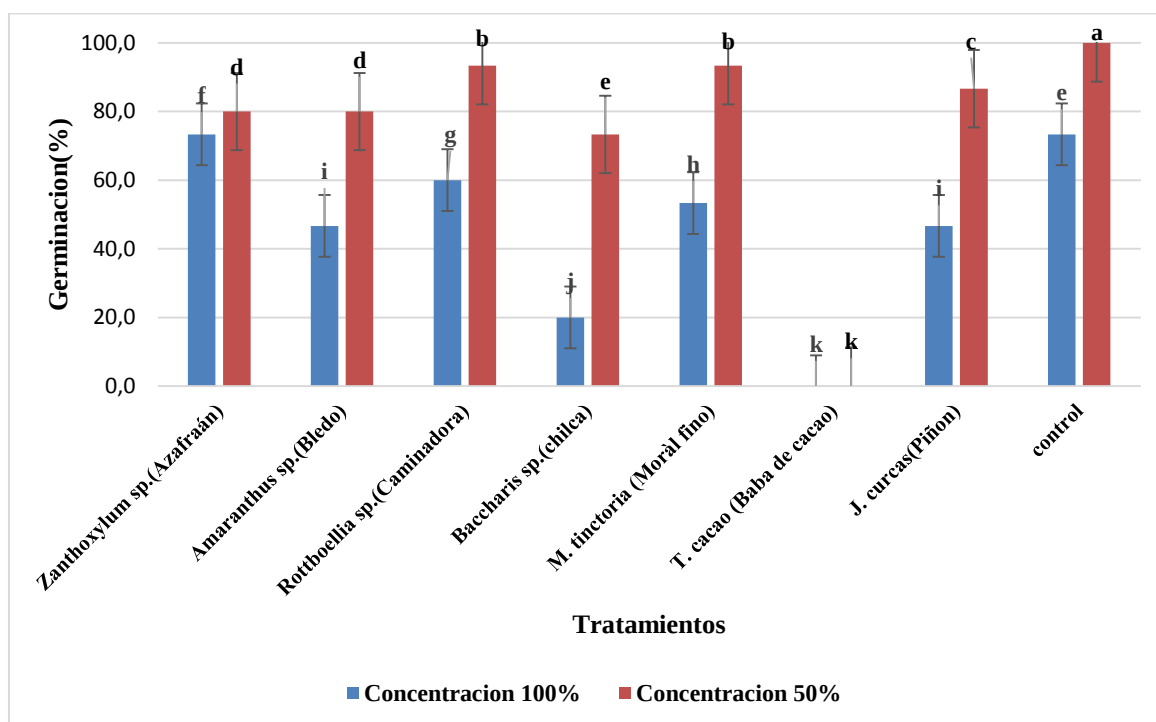


Figura 2. Porcentaje de germinación de semillas de arroz (*Oriza sativa*). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

Para el caso de germinación de las semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) sometidas a los extractos evaluados a nivel *in vitro* los tratamientos que mayor porcentaje de germinación mostraron fueron los correspondientes a azafrán (*Zanthoxylum* sp.), bledo (*Amarantus* sp) y moral fino (*M. tinctoria*) con promedios del 100% de germinación , siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos incluido el control, al parecer los extractos producidos por dichas plantas presentaron un efecto bioestimulante al mejorar el

porcentaje de germinación. Las concentraciones al 100% inhiben en todos los casos la germinación de las semillas para todos los extractos evaluados, por su parte se evidencia que al disminuir la concentración el porcentaje de germinación disminuye un poco o en ocasiones supera al control el cual solo se le aplico agua. En el caso de las semillas de sandía, su germinación se vio inhibida por completo en el tratamiento correspondiente a la baba de cacao con porcentajes e germinación del 0%.

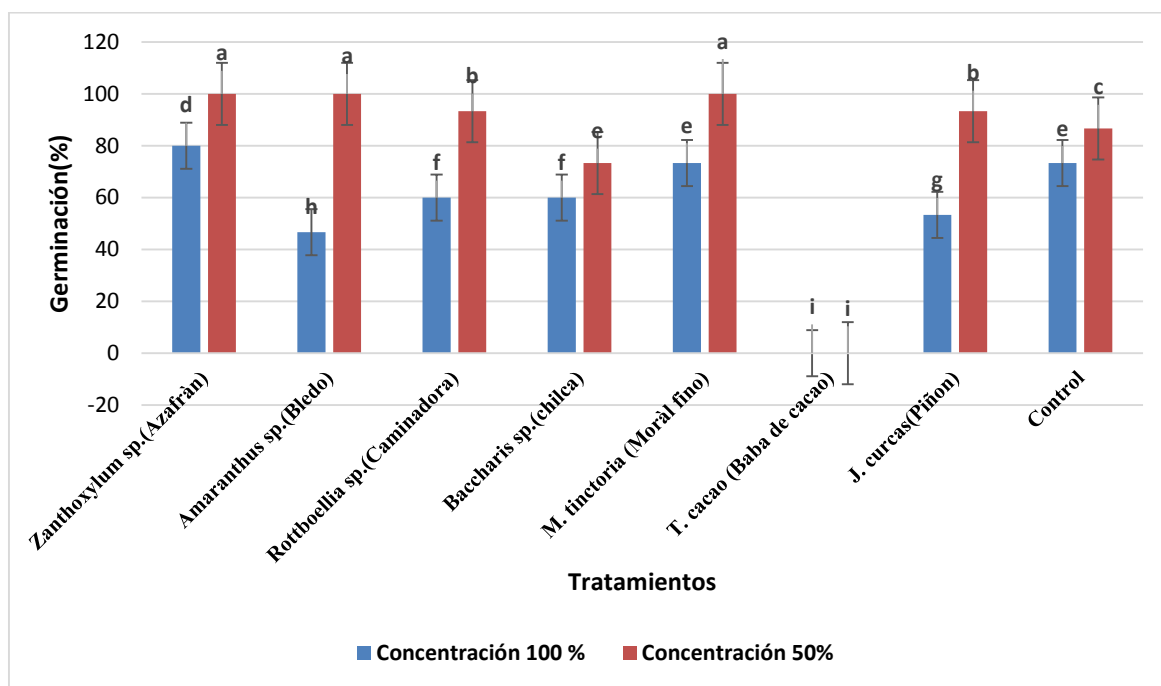


Figura 3. Porcentaje de germinación de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

Las semillas de soya (*Glicine max*) consideradas en este estudio, mostraron una marcada diferencia con respecto al control, siendo éste estadísticamente superior a los demás tratamientos evaluados. Los tratamientos correspondientes a chilca (*Baccharis* sp.) y a baba de cacao tanto en la concentración del 100 % y 50% presentaron los promedios más bajos con respecto al porcentaje de germinación con valores del 0% , en esto se destaca la sensibilidad de esta especie a los compuestos producidos por dicha planta, ya que las demás plantas evaluadas en esta investigación no presentaron dicha dinámica en la germinación, no así la baba de cacao la cual inhibe el 100% la germinación de las semillas independientemente de la especie.

Excluyendo al control, los tratamientos conformados por azafrán (*Zanthoxylum* sp) presentaron promedios más altos con respecto a los demás tratamientos para la concentración de 100% y 50 % con promedios de 66.67 y 66.68 respectivamente, los tratamientos conformados por bledo (*Amaranthus* sp.), caminadora (*Rottboellia* sp.), chilca (*Baccharis* sp.), moral fino (*M. tinctoria*), piñón (*J. curcas*). Presentaron promedios comprendidos entre 53.33 y 20 %.

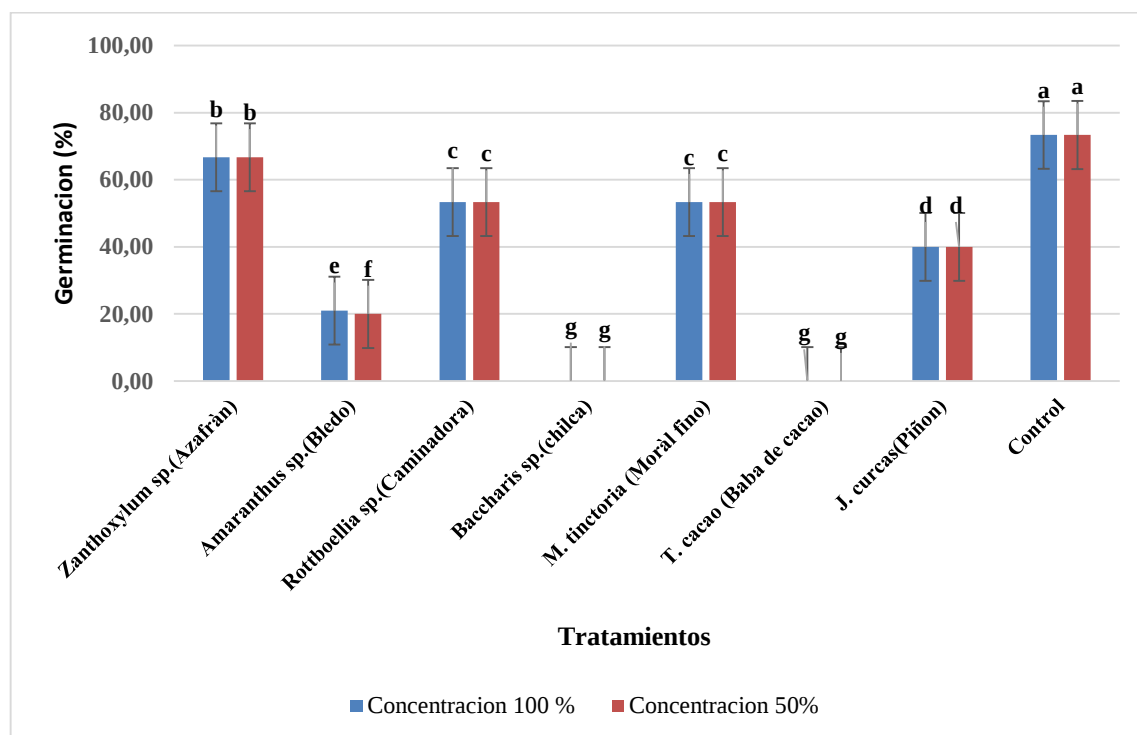


Figura 4. Porcentaje de germinación de semillas de soya (*Glycine max*). Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

4.1.2. Efectos de fitotoxicidad de los extractos acuosos de arvenses en plántulas de los cultivos a evaluarse (maíz, soya, arroz, sandía, lechosa, caminadora, paja de burro).

Los resultados determinaron que el control químico a base de glifosato mostró los más altos niveles de fitotoxicidad superior a los demás tratamiento evaluados, en los cuales se destaca la alta fitotoxicidad según la escala de Rochecouste en las especies correspondientes a arroz y caminadora para ambas concentraciones evaluadas con valor superiores a 9.

Para el caso de la especie de maleza lechosa, la más alta fitotoxicidad se dio con la concentración más alta del control químico evaluado con valores superiores a 9 en la escala, no así en el caso de la sandía en el cual se evidenció una mayor fitotoxicidad con la menor concentración aplicada. Para las demás especies la fitotoxicidad se mantuvo en rangos de 8.7 a 9 según la escala de Rochecouste.

Pese a que ningunos de los extractos evaluados superó el control químico, se evidenció la actividad fitotóxica para cada especie en particular. Para el caso de la lechosa se evidenció su mayor susceptibilidad a el extracto acuoso de azafrán (*Zanthoxylum* sp.) con daños en tallos y hojas con valores en la escala de 4.3, mientras que la caminadora presentó mayor susceptibilidad al extracto de piñón (*J. curcas*).

Para el caso de paja de burro presento baja fitotoxicidad a los extractos evaluados presentando los valores más altos en la escala los tratamientos correspondientes a Bledo (*Amaranthus* sp.) y Moral fino (*M. tinctoria*) con presencia de hojas cloróticas ubicándose en valores de 2.3 en la escala.

Los efectos inhibitorios en la germinación provocados por los extractos de plantas arvenses se constataron a nivel de invernadero puesto que se reflejó la susceptibilidad de las especies.

Para el caso del arroz presentó síntomas de fitotoxicidad al ser sometidas a la aplicación de Piñón (*J. curcas*). Con valores de 5.3 en la escala.

El maíz presentó mayores síntomas de fitotoxicidad en el tratamiento con baba de cacao en una concentración de 100% con ligeros daños en hojas y tallos ubicándose en la escala con un valor de 5.3 al igual que las plántulas de sandía las cuales también presentaron el mismo valor en la escala.

La soya fue la especie más susceptible ya que presentó fitotoxicidad en la mayoría de los tratamientos en concentraciones del 100% a excepción de los tratamientos correspondientes a piñón (*J. curcas*). Y caminadora (*Rottboellia* sp).

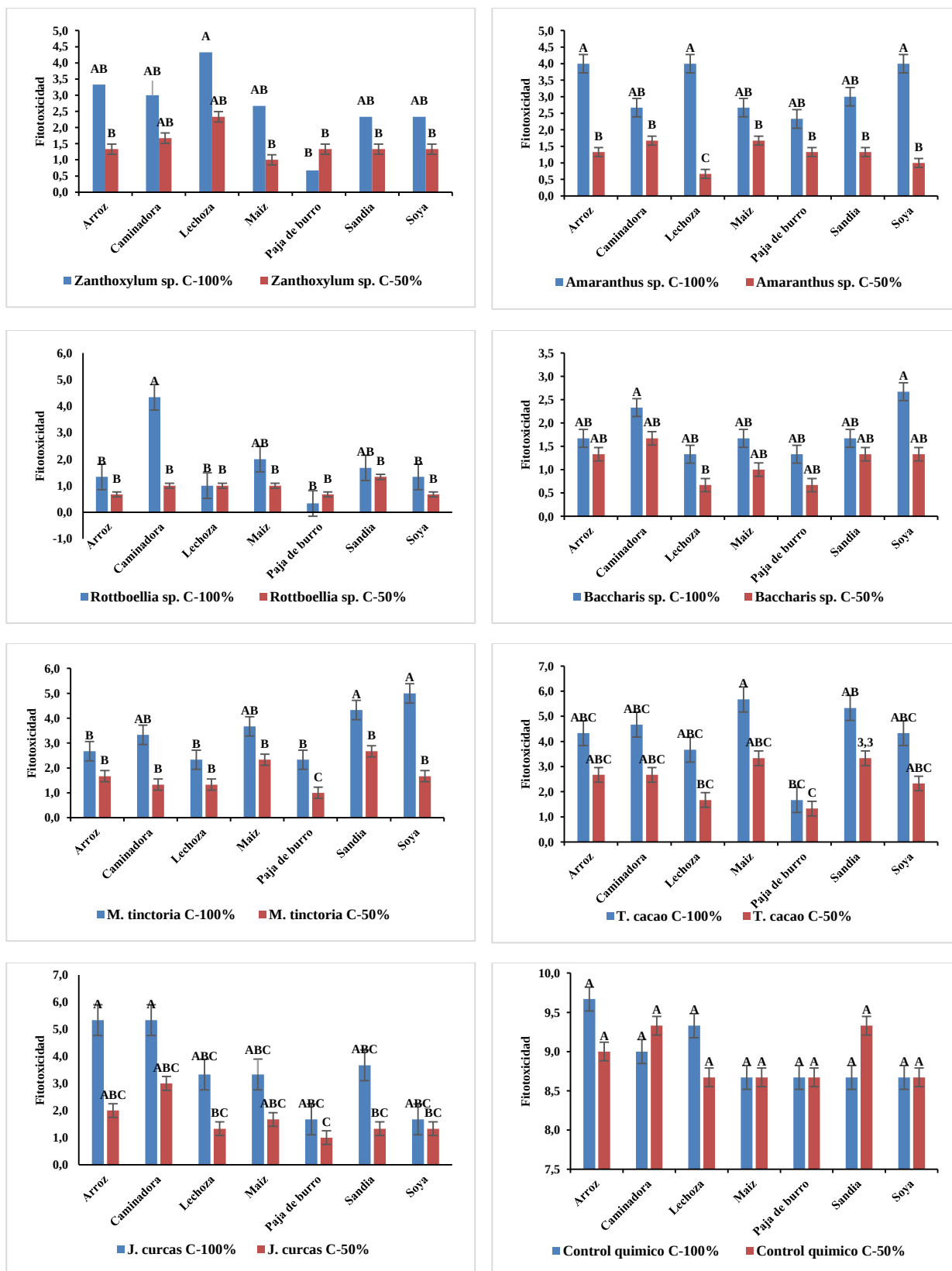


Figura 5. Fitotoxicidad de los extractos acuosos de los arvenses sobre plantas de arroz, caminadora, lechosa, maíz, paja de burro, sandía, soya según escala de Rochecouste. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

Al evaluar los efectos simples de la fitotoxicidad producida por cada uno de los extractos acuosos en dos concentraciones, se obtuvo que el herbicida control correspondiente a glifosato mostró el mayor valor en la escala de Rochecouste con tallos muertos en un 75% y en ocasiones hasta muerte total para todas las especies evaluadas con una media de 9 para la concentración del 100% y de 8.9 para la concentración del 50 % siendo ampliamente superior al resto de tratamientos, cuyos valores en la escala oscilaron entre 1.7 a 4.2 en la concentración del 100% y entre 0.9 a 2.5 para concentraciones del 50% respectivamente.

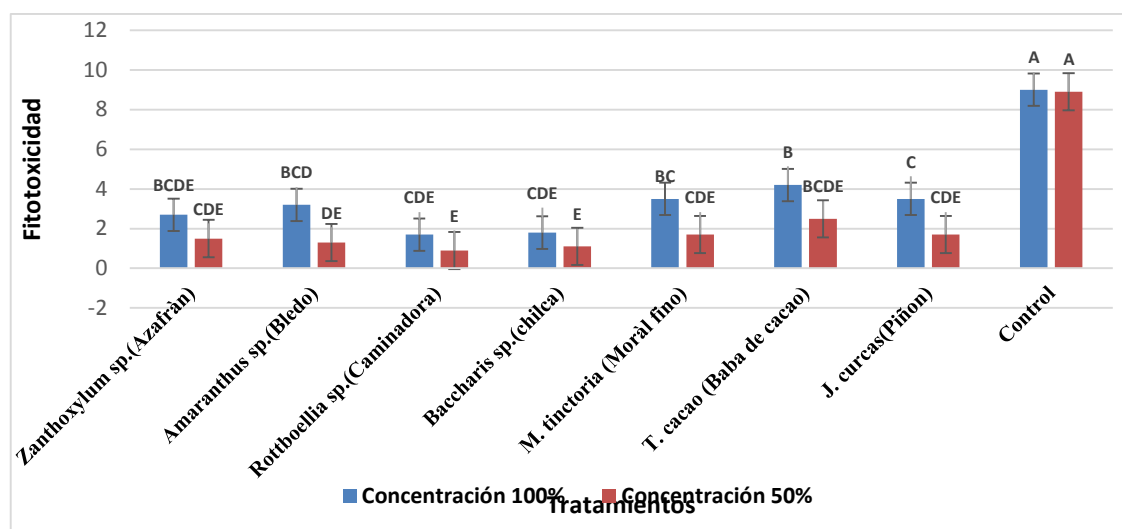


Figura 6. Efectos simples de fitotoxicidad de extractos acuosos en dos concentraciones. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

4.1.3. Porcentaje de control de arvenses mediante la escala de la ALAM (1979).

Se evaluó el porcentaje de control mediante la escala de ALAM (1979), las evaluaciones arrojaron como resultados que el mayor porcentaje de control se obtuvo en el tratamiento de control químico en el cual los promedios oscilaron entre 83.3 y 96.7 % respectivamente siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos evaluados. Sin embargo, dentro de los extractos acuosos de las plantas arvenses evaluadas, se obtuvo que la baba de cacao a 100% presentó control hacia caminadora (*Rottboellia* sp.) con un porcentaje de control del 50% al igual que la lechosa en la cual se inhibió su desarrollo en un 46.7%. Para el caso de la paja de burro el tratamiento que corresponde a bledo (*Amaranthus* sp.) obtuvo el mayor porcentaje de control con 26 % de control.

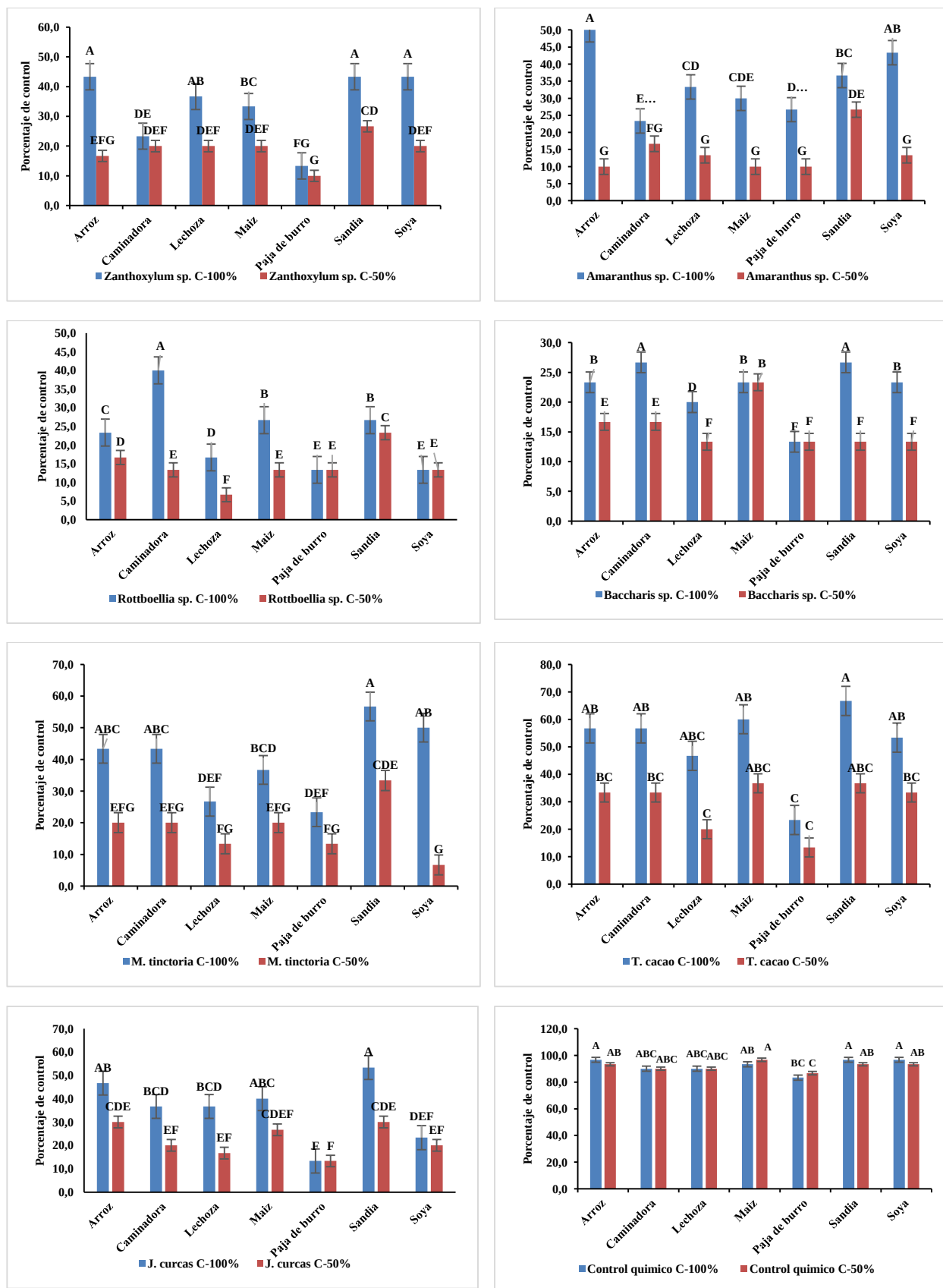


Figura 7. Porcentaje de control de los extractos de arvenses frente a las plantas sometidas a los tratamientos evaluados mediante la escala de ALAM (1979), Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Duncan).

4.2. Discusión

El planteamiento de utilizar alternativas para el manejo de los cultivos se ha fundamentado en los últimos tiempos en la elevada población que exige alimentos sanos e inocuos, a los cuales bajo una perspectiva común se los ha denominado alimentos procedentes de cultivos orgánicos. Muchas son las alternativas estudiadas dirigidas a varios problemas en los cultivos, en el caso del control de malezas, las sustancias alelopáticas han sido estudiadas mostrando diferentes beneficios. En esta investigación realizada, se muestran algunos resultados que reafirman a lo mencionado por algunos investigadores sobre el control de malas hierbas con el uso de sustancias alelopáticas.

En la determinación de los extractos de arvenses sobre la germinación de semillas de maíz, arroz, sandía y soya se constató que la baba de cacao ejerció un 100 % de inhibición de la germinación en las semillas mencionadas. Manjarrez (2008), menciona que el efecto de fitotoxicidad del mucilago como herbicida natural, proviene de la presencia de alcaloides, taninos, flavonoides Cumarinas, y esteroides, los mismo que son producto de la composición fisicoquímica orgánicas que actúan en la fitotoxicidad sobre las malezas, además cabe resaltar, según lo mencionado por Ives (2003), que los alcaloides presentan una actividad alelopática y son reconocidos inhibidores de la germinación. Es por eso que se asume que la inhibición de la germinación de las semillas estudiadas se debió a las altas concentraciones de estos metabolitos como los alcaloides, flavonoides, taninos entre otros.

La acción alelopática del azafrán, bledo, caminadora, chilca, moral fino y piñón no incidieron en absoluto en la inhibición de germinación de las semillas de maíz en la concentración del 50 %, sin embargo en concentración del 100 % se evidenció que los compuesto alelopáticos de los arvenses causaron la disminución de hasta un 26.70 % de germinación en el caso de caminadora (*Rottboellia sp.*) y de un 33.60 % en el caso de piñón (*J. curcas*) al analizar lo expuesto por Samprieto (2007), quien menciona que los metabolitos elaborados en la fotosíntesis de las plantas se encuentran en gran cantidad en las hojas, se deduce que caminadora (*Rottboellia sp.*) contiene elevados niveles de metabolitos inhibidores de la germinación, y que si de por si caminadora (*Rottboellia sp.*) afecta al crecimiento del maíz a elevados niveles de colonización, pues al obtener exudados de este arvense se presentarían problemas en la germinación del maíz. Esto coincide con las

investigaciones de Meksawat y Pornprom (2010), quienes mediante la aplicación de extractos acuosos de caminadora (*Rottboellia sp.*) observaron una reducción en germinación y crecimiento de *Bidens pilosa*, *Echinochloa crus-galli*, *Lactuca sativa*. El mismo análisis se adecua a los extractos de *J curcas* que minimizaron en gran medida la germinación de las semillas de maíz, en donde a pesar de que la literatura sitúa a *J curcas* las propiedades de ser molusquicidas, insecticidas y fungicidas (Saetae & Worapot, 2010), mediante esta investigación se determinó que también afecta la germinación de las semillas de maíz.

Los extractos acuosos ejercieron efectos diferentes en las semillas de arroz, en donde a concentraciones de 100 % se evidenció una disminución de germinación en comparación a la concentración de 50 %. Pese aquello a una concentración de 50 % se inhibió la germinación de las semillas de arroz en un 26.70 % bajo el uso de chilca (*Baccharis sp.*) que fue la que menor porcentaje de germinación permitió. En estudios realizados por Cazón *et al.* (2000), se menciona que las especies del género *Baccharis* se tratan de especies con efectos potencialmente dañinos, estos investigadores demostraron que los extractos de las hojas de *Baccharis boliviensis* inhibieron completamente la germinación del cactus *Trichocereus pasacana*.

Las semillas de sandía no sintieron efectos negativos significativos en la germinación mediante el uso de las arvenses en la concentración de 50 %, excepto de chilca (*Baccharis sp.*), que en la concentración mencionada impidió un 26.67 % de semillas pudiera germinar. Dado a los compuestos que posee la chilca (*Baccharis sp.*) se deduce que aun en bajas concentración de extractos se puede perjudicar el proceso de germinación. En cuanto a las concentraciones de 100 % se evidencia que se perjudica totalmente la germinación de estas semillas. Cabe mencionar que el género chilca (*Baccharis sp.*) se caracteriza también por poseer metabolitos secundarios tales como flavonoides, taninos alcaloides que participan en los procesos de inhibición de la germinación de algunas especies (Aguilar, Anaya, Alarcon, & Tinco, 2007).

Los efectos de los arvenses en las semillas de soya presentaron resultados que demostraron que chilca (*Baccharis sp.*) inhibió totalmente la germinación de las semillas, igualando a la baba de cacao y mostrando que las arvenses del género *Amaranthus sp.* También tienen efectos inhibitorios en este caso sobre semillas de soya incluso. Se pudo resaltar la

particularidad de que todos los extractos acuosos ejercieron efectos de inhibición en la germinación mucho más que el control químico.

Los compuestos alelopáticos que presentan las arvenses estudiadas en esta investigación no solamente figuran ejerciendo efectos negativos en la germinación de las semillas, también se demuestra que por la capacidad de poseer metabolitos en altas concentraciones, también demuestran efectos fitotóxicos en las plantas estudiadas. La mayoría de los extractos de las arvenses demostraron efectos fitotóxicos sobre las plantas de interés tales como arroz, maíz y sandía, mostrando que a concentraciones del 100 % dejaban ver efectos de hasta nivel 5 (ligeros daños en hojas y tallos), exceptuando a *J. curcas* que ejerció fitotoxicidad por encima del nivel 5 en arroz y caminadora. En comparación al control, todos los extractos de arvenses fueron inferiores en toxicidad, esto debido a que el control químico posee dosis específicas. Cabe resaltar que según Ma *et al.* (2006), algunas arvenses que tienen potencial para controlar malezas en base a sus extractos pueden tener efectos nocivos en las especies que no sean objetivos; lo que exige estudios ecológicos antes de su uso generalizado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El extractos acuosos de mucilago de cacao (*Theobroma cacao*) presentó el mayor nivel de fitotoxicidad de 4.2, seguido de moral fino (*M. tinctoria*) y piñón (*J. curcas*) que alcanzaron niveles de 3.5 en la escala de Rochecouste, presentaron los mayores de niveles de fitotoxicidad sobre las arvenses estudiadas.
- El principio artesanal conocido como baño maría que se empleó en la extracción de los principios activos de los arvenses demostró ser eficaz mediante los resultados de fitotoxicidad de las sustancias acuosas aplicadas.
- La baba de cacao a 100% presentó control hacia caminadora (*Rottboellia* sp.) con un porcentaje de control del 50% al igual que la lechosa en la cual se inhibió su desarrollo en un 46.7%.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios para la determinación de las cantidades de los componentes alelopáticos en los arvenses estudiados.
- Establecer dosis exactas en función de cada arvense estudiado.
- Demostrar que plantas de importancia son exceptas a aplicaciones de los arvenses seleccionados.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía citada

- Aguilar, E., Anaya, B., Alarcon, J., & Tinco, A. (2007). Etnobotánica, fitoquímica y farmacología de especies del género *Baccharis* (ASTERACEAS) utilizadas como plantas medicinales en el departamento de Ayacucho. *Ciencia e Investigación*, 13-19.
- ALAM. (1974). Resumen del panel de método de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. *Asociación Latinoamericana de Malezas.*, 6-38.
- Braudeau. (2001). *Técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Barcelona España: Blumé.
- Buenaventura, C. (1991). Diagnóstico tecnológico de cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Guatemala: CENGICA.
- C. Benedí, J. M. (2010). EUPHORBIACEAE.
- Cazón, A., De Viana, M., & Gianello, J. (2000). Identificación de un compuesto alelopático de *Baccharis boliviensis* (Asteraceae) y su efecto en la germinación de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae). *Revista de Biología Tropical*, 48(1):47-51.
- Chiapusio, G. F. (2004). Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. p1587-1592.
- Christensen, S. (1993). Weed suppression in cereal varieties. *Min. Agric. Statens Planeavlfsforsog.*, P 104.
- Dayan, F. C. (2009). Natural products in crop protection. *Bioorganic and Medicinal Chemistry.*, 4022-4034.
- FAO. (2000). *manejo de malezas para países en desarrollo*. ROMA.
- Flores, T. S. (1985). Estudio Preliminar de la distribución y ecología de *Rottboellia exaltata* L. f. en Costa Rica.
- FONAIAP. (2000). El beneficio del cacao. En *Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Mérida* (pág. 60).
- FUNDAR. (2008). Manual de agricultura orgánica. Una alternativa sostenible para Galapagos. *Verde gotas de vida*.
- García, N. (2012). controversy in biofuel proáuction. *CienciaUAT*, 2. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/4419/441942928001.pdf>
- Gizasa, M. J. (2001). Field observations and methodology. *Allelopathy.*, 213-231.
- Gómez Flores, M. (1985). Una nueva maleza en el cultivo de caña de azúcar en la región de Papaloapan. Mexico: IMPA.
- Herrero Sanchez, G. (2002). Estudio del azafran.
- Hijasdegaia. (10 de Octubre de 2012). *Extractos vegetales que son y como son utilizados*. Obtenido de <https://hijasdegaia.wordpress.com/2012/10/10/extractos-vegetales-que-son-y-como-utilizarlos/>

- INIAP. (2012). Moral fino Especie de uso multiple del bosque seco del Ecuador.
- International Survey of Herbicide-Resistant Weeds. (6 de Diciembre de 2015). *Herbicide resistant weeds in Ecuador*. Obtenido de <http://weedscience.org/summary/country.aspx>
- Ives, J. (2003). *Identificación de posibles interacciones alelopáticas de diferentes especies vegetales sobre el cultivo del arroz (Oryza sativa)*, 77-90. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Jacobsen, S. K. (2002). Amaranto como un cultivo nuevo en el norte de Europa. *Agronomía*.
- Khan, I. I. (2014). *The university of agricultura peshunar-department of weed science*. Obtenido de [www.scielo.org.mx>scielo](http://www.scielo.org.mx/scielo).
- Labrada, R. (2003). El control de malezas en el contexto del Manejo Integrado de Plagas. (J. Caseley, & c. Parker, Edits.) *FAO*, p3-9.
- Ma, H., Shin, D., Lee, I., Koh, J., Park, S., & Kim, K. (2006). Allelopathic potential of K21, selected as a promising allelopathic rice. *Weed Biol. Manag*, 6:189-196.
- MAGAP. (2006). Agricultura orgánica o ecológica.
- Manjarrez, G. (2008). *El exudado del grano de cacao (theobroma cacao l) como herbicida para el manejo de las malezas*, 93 p. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Consejo editorial Universidad de Guayaquil.
- Meksawat, S. y Pornprom, T. (2010.). Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. En *Weed Biology and Management*. (págs. P16-24.).
- Meksawat, S., & Pornprom, T. (2010). Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. *Weed Biology and Management*, 10:16-24. .
- Meksawat, S., & Pornprom, T. (2010). Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. *Weed Biology and Management*. 16–24.
- Minagri. (2013). *Líneas de cultivos emergentes*. Obtenido de Sector agrario: <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivos-emergentes/CHILCA.pdf>
- Miquilena, L. y. (2005.). Evaluacion del potencial alelopático de exudados radicales de las especies (*Amaranthus dubius* mart, *Echinochloa colona* link y *trianthema portulacastrum* L.) sobre especies cultivadas, ubicadas en agroecosistemas de los estados. *Memorias XVII Congreso de la Asociacion Latinoamericana de Malezas (ALAM)*., (págs. p625-630). Varadero, Matanzas, Cuba.
- Núñez, M. Y. (2015). *Estudio descriptivo del comportamiento del piñón (Jatropha curcas L.) en el departamento de Yoro*. Honduras .
- Parra, L. G. (2010). Utilizacion de *Amaranthus dubius* (AMARANTHACEAE) Como alternativa alimentaria.
- Quashie-sam, A. y. (2010). Evaluating the Allelopathic Effect of *Jatropha curcas* Aqueous Extract on Germination, Radicle and Plumule Length of Crops. 12(5).
- Rodríguez, M. (2013). *2000 temas de control de maleza*.

- Saetae, D., & Worapot, S. (2010). Antifungal activities of ethanolic extract from *Jatropha curcas* seed cake. . *J Microbiol Biotechnol.*, 20(2),319-24.
- Sampietro, D. (2003). Alelopatía, concepto, características.
- Sampietro, D. (2007). *Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia*. Tucuman, Argentina: Universidad Nacional de Tucuman. Obtenido de <http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>
- Scarfato, P. A. (2007). Synthesis and characterization of polyurea microcapsules containing essential oils with antigerminative activity. *Journal of Applied Polymer Science.*, 3568-3577.
- Silva, R. M., Livio, A. A., Santos, V. H., Mecina, G. F., & Silva, L. P. (2012). Allelopathy and phytotoxicity of *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. *Allelopathy Journal.*, 30., p221-233. 13p. 6 Charts, 1 Graph.
- Tropicos.org. (24 de marzo de 2014). *Garden Missouri Botanical*. Obtenido de «*Jatropha curcas*».
- Trujillo, R. E. (2011). *Estudio técnico económico para el montaje de una planta productora de herbicida natural que utilice como materia prima la baba del cacao*. Guayaquil – Ecuador.
- Tucat, G., Mujica, M., Rodríguez, G., Bentivegna, D., Torres, Y., Montenegro, O., . . . Fioretti, M. (2013.). Allelopathic effect of *Baccharis ulicina* on germination and initial growth of *Avena sativa*, *Lolium perenne* and *Raphanus sativus*. *FCA UNCUYO.*, p 63-77.
- Valverde & Heap. (2010). *El estado actual de la resistencia a herbicidas en el mundo*. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR36351.pdf>
- Venegas, R. F. (1984). *Malezas Tropicales Del Litoral Ecuatoriano*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1599/1/Comunicaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20N%C2%BA%209.pdf> [Accessed 2 5 2015].
- Verdeguer, M. (2011). *Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses*. Obtenido de Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13827/tesisUPV3665.pdf?sequence=1>

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Instrumento de laboratorio para realización del baño maría



Anexo 2. Proceso del baño maría



Anexo 3. Obtención de exudados después del baño maría



Anexo 4. Preparación del lugar y sustrato para el llenado de fundas



Anexo 5. Plantas de Soya (*Glicine max*) bajo invernadero



Anexo 6. Plantas de Arroz (*Oriza sativa*) bajo invernadero



Anexo 7. Plantas de maíz (*Zea mays*) bajo invernadero



Anexo 8. Vista de los tratamientos bajo invernadero



Anexo 9. Estudio de inhibición de la germinación

