



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Efecto inhibitorio de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., en preemergencia de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

William Arévalo Dávila

<https://orcid.org/0000-0003-0664-5873>

Asesor:

Ing. M.Sc. Marvin Barrera Lozano

<https://orcid.org/0000-0002-0916-5528>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Efecto inhibitorio de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., en preemergencia de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

William Arévalo Dávila

Sustentada y aprobada el 17 de marzo del 2023, ante el honorable jurado

Presidente de Jurado
Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado
Ramírez

Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Segundo Darío
Maldonado Vásquez

Vocal
Ing. M.Sc. María Emilia Ruíz
Sánchez

Asesor
Ing. M.Sc. Marvín Barrera
Lozano

Tarapoto, Perú

2023



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Modalidad Informe de Tesis

En la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto, Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias- Ciudad Universitaria, a las...10...horas, del día ...17..... del mes... MAR. 20..... del año dos mil veintitrés, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

PRESIDENTE : Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
SECRETARIO : Ing. M. Sc. Segundo Dario Maldonado Vásquez
MIEMBRO : Ing. M. Sc. María Emilia Sánchez Ruíz
ASESOR : Ing. M. Sc. Marvin Barrera Lozano

Para evaluar el Informe de tesis titulado: " Efecto inhibitorio de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., en preemergencia de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.", Presentado por el Bachiller en Agronomía: William Arévalo Dávila.

Los Miembros del Jurado de Informe técnico, después de haber observado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran...Aprobado.....con el calificativo de...BUENO....., en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las...11...45...Am....horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Segundo Dario Maldonado Vásquez
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Maria Emilia Ruíz Sánchez
MIEMBRO

Ing. M. Sc. Marvin Barrera Lozano
ASESOR

William Arévalo Dávila
SUSTENTANTE

RECIBIDO POR: WILLIAM AREVALO DAVILA
DNI N.º 41644183..... FECHA: 17-03-2023

Declaratoria de autenticidad

William Arévalo Dávila, con DNI N° 41644183, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: Efecto inhibitorio de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., en preemergencia de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue redactada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 17 de marzo del 2023



William Arévalo Dávila

DNI N° 41644183



Ficha de identificación

Título del proyecto Efecto inhibitorio de extracto acuoso de <i>Sapindus saponaria</i> L., en preemergencia de <i>Elephantopus mollis</i> H.B.K y <i>Bidens pilosa</i> L.	Básica <input type="checkbox"/> , Aplicada <input checked="" type="checkbox"/> , Desarrollo experimental <input type="checkbox"/>
Autor: William Arévalo Dávila	Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0000-0003-0664-5873
Asesor: Ing. M.Sc. Marvin Barrera Lozano	Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0002-0916-5528

Dedicatoria

A Dios creador de todas las cosas y por brindarme la vida y salud, permitirme progresar profesionalmente.

Agradecimiento

Agradecer a todas las personas involucradas en la investigación, y permitir la culminación de la investigación.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.2. Fundamentos teóricos	19
2.2.1. Actividad alelopática.....	19
2.2.2. Herbicidas y aleloquímicos.....	20
2.2.3. Germinación.....	21
2.2.4. Interacción de los aleloquímicos durante el proceso de germinación	23
2.2.5. Descripción de la planta en estudio <i>Sapindus saponaria</i> L.....	23
2.2.6. Análisis químico de <i>Sapindus saponaria</i> L.	24
2.2.7. Propiedades y características de las saponinas	24
2.2.8. Metabolitos secundarios presentes en <i>Sapindus saponaria</i> L.	25
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	26
3.1.1. Contexto de la investigación.....	26
3.1.2. Periodo de ejecución.....	26
3.1.3. Autorizaciones y permisos.....	26
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	26
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	27

3.2. Sistema de variables	27
3.2.1. Variables principales	27
3.3. Procedimientos de la investigación	28
3.3.1. Tipo y nivel de la investigación:	28
3.3.2. Población y muestra:	28
3.3.3. Diseño analítico, muestral o experimental	28
3.3.4. Objetivo específico 2	32
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Resultado específico 1	36
4.2. Resultado específico 3	43
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis de Varianza	29
Tabla 2 Tratamientos del ensayo experimental - Concentración de extracto acuoso por tratamiento y especie botánica evaluada	30
Tabla 3. Niveles de fitotoxicidad de acuerdo al Índice de Germinación (IG)	34
Tabla 4 Análisis de la varianza para el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) de <i>Elephantopus mollis</i> H.B.K. a los 13 días después de la siembra.....	36
Tabla 5 Análisis de la varianza para el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) de <i>Bidens pilosa</i> L. a los 13 días después de la siembra	37
Tabla 6 Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la Germinación Relativa (GRS), según la concentración de extracto de mesocarpio del fruto de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras.	37
Tabla 7 Análisis de la varianza para el Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) de <i>Elephantopus mollis</i> H.B.K. a los 15 días después de la siembra.	39
Tabla 8 Análisis de la varianza para el Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) de <i>Bidens pilosa</i> L. a los 13 días después de la siembra.	40
Tabla 9 Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el Porcentaje de Crecimiento Relativo de Radícula (CRR), según concentración de extracto acuoso foliar de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras (bioensayo).....	40
Tabla 10 Análisis de la varianza para el Índice de Germinación (IG) de <i>Bidens pilosa</i> L. a los 15 días después de la siembra.	44
Tabla 11 Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el Índice de Germinación (IG), de <i>Bidens pilosa</i> L. a los 13 días de la siembra.....	44
Tabla 12 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el índice de germinación (IG), según la concentración foliar de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras (bioensayo)	44

Índice de figuras

Figura 1. Vías de liberación de aleloquímicos al ambiente, por parte de una planta (Chicy y Kielbaso, 1998).....	21
Figura 2. Etapas de la germinación de las dicotiledóneas, como la lechuga (Yves et al., 2006).....	22
Figura 3. Distribucion de tratamientos.....	30
Figura 4. Criterios para la selección de los extractos activos e inactivos.....	35
Figura 5. Germinación Relativa de la Semilla (GRS), según la concentración de extracto acuoso foliar de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras (bioensayo); (nds): Número de días después de la siembra.....	38
Figura 6. Crecimiento Relativo de Radícula (CRR), según concentración de extracto acuoso foliar de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras (bionesayo); (nds): Número de días después de la siembra.....	41
Figura 7. Índice de Germinación (IG), según concentración de extracto acuoso foliar de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras (bioensayo).....	45
Figura 8. Tendencia para el Índice de Germinación (IG), según concentración de extracto acuoso foliar de <i>Sapindus saponaria</i> L. en semillas de malezas aceptoras (sin sustrato); (nds): Número de días después de la siembra.....	46

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en la ejecución de un bioensayo en laboratorio con la finalidad de determinar el efecto inhibitorio del extracto acuoso del mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L., en la preemergencia de semillas de las malezas *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L. La investigación se ejecutó en el Laboratorio de Botánica y Dendrología en la Universidad Nacional de San Martín, utilizando como tratamientos cinco concentraciones de extracto acuoso (5%, 10%, 15% y 20%) distribuidos en un diseño estadístico completamente al azar (DCA), las diferencias entre tratamientos se analizaron mediante el estadístico de Duncan ($p < 0,05$). Se evaluaron los indicadores de Porcentaje de Germinación Relativa de semillas, Porcentaje Crecimiento Relativo de Radícula y el Porcentaje de Índice de germinación (IG), para determinar el nivel de fitotoxicidad. A una concentración del 20% de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., se encontró mayor efecto inhibitorio sobre a la Germinación Relativa de Semillas (GRS) de *Elephantopus mollis* H.B.K y de *Bidens pilosa* L. con 14.29% y 24.44% respectivamente; así como sobre el Crecimiento Relativo de la Radícula (CRR) con 1.36% para *Elephantopus mollis* H.B.K y 2.04% para *Bidens pilosa* L. El Índice de Germinación (IG) de 0.19% y 0.50% indican que el extracto acuoso tiene niveles de toxicidad severa sobre las semillas de las malezas estudiadas.

Palabras clave:

Aleloquímico, alelopatía, inhibición, saponinas, arvenses

ABSTRACT

The present research work consisted of a laboratory bioassay to determine the inhibitory effect of the aqueous extract of the mesocarp of *Sapindus saponaria* L. on the preemergence of the seeds of *Elephantopus mollis* H.B.K. and *Bidens pilosa* L. weeds. The research was carried out at the Botany and Dendrology Laboratory of the National University of San Martín, using five concentrations of aqueous extract (5%, 10%, 15% and 20%) as treatments, distributed in a completely randomized statistical design (CRD), differences between treatments were analyzed using Duncan's statistic ($p < 0.05$). The indicators of Relative Seed Germination Percentage, Relative Radicle Growth Percentage and Germination Index (GI) Percentage were evaluated to determine the level of phytotoxicity. At a concentration of 20% aqueous extract of *Sapindus saponaria* L., a greater inhibitory effect was found on the Relative Seed Germination (RSG) of *Elephantopus mollis* H.B.K and *Bidens pilosa* L. with 14.29% and 24.44% respectively, as well as on Relative Radicle Growth (RRG) with 1.36% for *Elephantopus mollis* H.B.K. and 2.04% for *Bidens pilosa* L. The Germination Index (GI) of 0.19% and 0.50% indicate that the aqueous extract has severe toxicity levels on the seeds of the weeds studied.

Keywords: Allelochemical, allelopathy, inhibition, saponins, arvenses.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La utilización de herbicidas se ha presentado como el método de control más utilizado de algunas especies de malezas, lo que implica producir con altos índices de contaminación en los productos agrícolas con el consecuente daño a las personas, en cuanto se utiliza frecuentemente el mismo producto químico se generan biotipos con resistencia al ingrediente activo (Souza, 2021).

En la región existe una predominancia de muchas especies de malezas, debido a que estas son favorecidas por las condiciones edafoclimáticas; las temporadas de lluvias son las que provocan el aumento de densidades en los cultivos presentes en las áreas donde se establecen cultivos, marcando interrumpir los procesos de producción e influir en las empresas de procesamiento de alimentos con fines industriales y comerciales (Bezic, 2010).

Las arvenses albergan a familias de insectos o patógenos que se alimentaran de las partes vegetales aprovechables del cultivo o afectando el área fotosintética, algunas malezas contaminan la producción con la combinación de semillas; para el control de éstas malezas generalmente se recurren a controles de tipo manual, químicos, controles integrados que representan, entre otros aspectos, altos costos de producción en el desarrollo del cultivo, sobre todo el control químico con el consecuentemente daño irreparable al ambiente (Ríos, 2006).

En la actualidad existe la tendencia de producción y comercialización de productos orgánicos, apuntan a la reducción de contaminación al planeta a través de la producción de alimentos libres de trazas químicas lo cual generaría un balance ecológico entre flora y fauna, con la utilización de menor cantidad de agroquímicos, los que serían sustituidos por compuestos de origen natural que tienen un efecto inhibitorio para la supresión de malezas (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático - IPPC, 2021).

Actualmente se conoce que existen algunas plantas con potencial alelopático, dicha característica se conoció a través de ensayos realizados de forma in vitro en los laboratorios, los resultados demuestran que son una alternativa para el control de arvenses en las extensiones de los sembríos, debido a que las plantas tienen sus propios aleloquímicos que le sirven como mecanismos de defensa y pueden ser utilizados como herbicidas naturales (Giardini et al., 2018).

La determinación del posible efecto inhibitorio de extracto de *Sapindus saponaria* L., sobre dos especies de malezas, *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L., que tienen el carácter de persistentes en los campos de cultivo, que se traduce en un efecto alelopático, permitirá establecer su efecto a nivel de preemergencia de las semillas de estas malezas, como una alternativa de un herbicida natural.

Como hipótesis se planteó si la utilización del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. tiene efecto inhibitorio sobre la germinación de semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L., bajo condiciones controladas de laboratorio (bio ensayo).

Como objetivo general se buscó determinar el efecto inhibitorio del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., sobre la germinación de semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y de *Bidens pilosa* L. en condiciones de laboratorio. Y como objetivos específicos se planteó; realizar el bioensayo de actividad inhibitoria de *Sapindus saponaria* L. en semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y de *Bidens pilosa* L. Determinar el nivel de fitotoxicidad de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. en semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Grisi (2010) indica que, “los estudios sobre alelopatía han sido fundamentales para comprender los procesos por los cuales las plantas influyen en su vecindad liberando sustancias del metabolismo secundario, así como en su aplicación en agricultura, sistemas forestales y manejo de ecosistemas”. Así mismo en un estudio denominado “Potencial alelopático de *Sapindus saponaria* L. (sapindaceae)” cuyo objetivo fue evaluación de las capacidades alelopáticas de las raíces, frutos, hojas jóvenes y maduras de *Sapindus* s. (jabón de soldado) en la germinación de diásporas y en la morfología de plántulas de hortalizas como lechuga y cebolla, y malezas *Echinochloa crus-galli* L. Link e *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell), evaluando la actividad alelopática de diferentes fracciones de los extractos de hojas jóvenes de *Sapindus saponaria* sobre el crecimiento de coleóptilos de trigo *Triticum aestivum* L. mediante racionamiento bio-irrigado. El extracto acuoso se preparó en la proporción de 100 g de materia vegetal seca o fresca por 1000 mL de agua destilada, produciendo el extracto considerado concentrado (10%). A partir de esto, realizó diluciones en agua destilada hasta 7,5; 5,0 y 2,5%. Los extractos mostraron resultados potenciales alelopáticos que variaban según la especie receptora. El efecto inhibitorio sobre el proceso de germinación de la diáspora y la morfología de la plántula dependía de la concentración. Menciona también que el extracto de hojas tiernas fue el que tuvo mayor efecto inhibitorio sobre la germinación, mientras que los extractos del fruto y hojas tiernas fueron los que más inhibieron el desarrollo de plántulas. El análisis químico de las hojas tiernas de *Sapindus saponaria* L., permitió concluir que la fracción de acetato de etilo presentó mayor actividad alelopática sobre los coleóptilos de trigo y que se pueden encontrar los compuestos orgánicos responsables de esta inhibición.

Grisi et al. (2011), estudió el “Efecto alelopático del fruto de *Sapindus saponaria* L. en germinación y morfología de plantas de malezas y verduras”, cuyo objetivo de estudio fue evaluar el potencial alelopático del extracto acuoso de frutos de *Sapindus saponaria* L. (jabón de soldado) en la germinación de diásporas y en la morfología de plántulas de lechuga, cebolla, *Echinochloa crus-galli* (pasto de arroz) e *Ipomoea grandifolia* (cuerda de viola), preparado en la proporción de 100 g de materia vegetal fresca por 1 litro de agua destilada, produciendo una concentración del 10%. A partir de ella, se hicieron diluciones en agua destilada al 7.5, 5.0 y 2.5%; encontraron que el extracto del fruto *Sapindus saponaria* L. mostró potenciales alelopáticos tanto para especies vegetales como para

malezas. Los resultados señalan que el efecto inhibitorio sobre la fase de germinación de las diásporas y la morfología de las plántulas de lechuga, cebolla, pasto de arroz y cuerda de viola dependió de la concentración, mostrando que el extracto de frutos de *Sapindus s.* tienen potencial como herbicida para ser utilizado en prácticas agrícolas sostenibles.

Villela (2005), realizó la evaluación para poder identificar las familias de metabolitos que contienen los frutos de *Sapindus Saponaria* L. (jaboncillo), utilizó la técnica de tamizaje fitoquímico del fruto y obtener extractos a través de lixiviación, utilizando como solventes etanol, hexano y agua en 2 distintas temperaturas, a 25° C y 55° C utilizando el fruto molido con una finura de tamiz 100. El mismo autor, Villela (2005), evaluó las propiedades del extracto, observando en etanol un color café rojizo, con el compuesto hexano se observó un color amarillo pálido y con agua un color café claro, la densidad de los extractos fue igual en los tres. Villela (2005), en etanol con temperatura ambiente identifico familias de metabolitos secundarios como taninos de catequina, esteroides insaturados, azúcares 2-desoxigenados, compuestos fenólicos, componentes amargos, en temperatura de 55°C se reportaron las leucoantocianinas, esteroides insaturados saponinas y principios amargos.

Imatomi et al. (2015), realizaron la investigación para determinar efectos de los extractos acuosos de hojas de cuatro especies de Myrtaceae en tres malezas, donde evaluaron la acción fitotóxica del extracto acuoso de hojas de *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrcia multiflora*, *Myrcia splendens* y *Myrcia tomentosa* a concentraciones del 5 y 10% (g mL⁻¹) del extracto acuoso en la germinación y crecimiento de tres arvenses *Euphorbia heterophylla*, *Echinochloa crus-galli* e *Ipomoea grandifolia*, los extractos si causaron retardación en los procesos de germinación de semillas e inhibieron el crecimiento de las plántulas. Los resultados que alcanzaron con dichos extractos son de mayor eficacia en pronunciados que el herbicida en comparación.

Boonmee y Noguchi (2017), investigaron sobre la actividad alelopática de extractos de vaina de *Acacia concinna*, extrajo la vaina de *A. concinna* con metanol acuoso mostrando efectos sobre las especies de *Lepidium sativum* L. (berro), *Lactuca sativa* L. (lechuga), *Medicago sativa* L. (alfalfa), *Brassica napus* (colza), hierba de corral *Echinochloa crus-gallis* L., gras italiano *Lolium multiflorum* Lam., festuca cola de zorro *Vulpia myuros* L. CC Gmel. y fleo *Phleum pretense* L. a concentraciones de 3 mg/ml, observándose mayor inhibición en las raíces en comparación con los brotes.

Ximénez et al. (2019), evaluaron el potencial fitotóxico del extracto crudo de las hojas de *Machaerium hirtum* para controlar el crecimiento inicial de *Euphorbia heterophylla* (nochebuena silvestre) e *Ipomoea grandifolia* (Dammer) Para ello se solubilizaron y diluyeron 50 mL a 0,04 g del extracto crudo y fracciones a concentraciones

de 0,1, 0,2, 0,4 y 0,8 g L⁻¹ (m/v), quienes utilizaron pruebas de germinación en placas Petri durante 48 horas a 25°C, el crecimiento inicial evaluaron longitudes de brotes y raíces, en base a valores obtenidos en el bio ensayo, encontrando cambios con significancia en longitud donde las plántulas *Euphorbia heterophylla* L. (nochebuena silvestre) tienen mayor sensibilidad que *Ipomoea grandifolia*, las plántulas alteradas exhibieron síntomas como necrosis de las raíces.

Dai et al. (2021), realizaron evaluaciones de laboratorio y campo para determinar la actividad fitotóxica del extracto de pulpa de *Sapindus mukorossi* Gaertn y determinar la sustancia fitotóxica, realizaron bioensayos por cromatografía en columna y contracorriente de alta velocidad (HSCCC), en el bioensayo realizado en agar mostró que el etanol al 70% mostró fuerte inhibición del crecimiento de la raíz contra *Trifolium pratense* con una concentración inhibitoria del 50% (IC 50) valor de 35,13 mg/L, identificaron hederagenina 3- o - β -D-xilopiranosil-(1 \rightarrow 3)- α - l -ramnopiranosil-(1 \rightarrow 2)- α - l -arabinopiranosido (compuesto A) valor IC50 de 16,64 mg/L., reportando una eficacia en el control de peso fresco de 78.7% a 45 días después del tratamiento.

Umeda et al. (2012), evaluaron el potencial alelopático de hojas jóvenes y maduras de *Sapindus saponaria* L. para el control de malezas como las diásporas y pasto de corral *Echinochloa crus-galli*, el extracto lo prepararon en una solución de 100 ml de agua y 100 g de hojas secas molidas; lo cual da como resultado concentración del 10%, realizaron la comparación de los extractos vs el herbicida nicosulfuron, tanto los 2 extractos de hojas causaron disminución y retraso de la germinación de plántulas, los resultados señalan que los efectos del extracto de hojas joven tienen mayor semejanza a los resultados del herbicida, demostrando que las hojas cuando llegan a su etapa de maduración disminuye su efecto inhibitorio sobre otras plantas.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Actividad alelopática

Deriva del del griego Allelon = uno al otro y pathos = sufrí, alelopatía son efectos que perjudican o benefician directa o indirectamente debido a la liberación de aleloquímico o metabolitos secundarios (MS) derivados de la planta vecina. Según la Asociación Internacional de Alelopatía lo define como: "cualquier proceso que involucre metabolitos secundarios producidos por las plantas, microorganismos, virus y hongos que influyan en el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas y biológicos" (Gonçalves y Reis, 2000).

Los compuestos o alelo químicos se utilizan para estimular o inhibir germinación o crecimiento de plantas que se propagan por semillas, para controlar arvenses en los

cultivos, se ve como una nueva alternativa los estudios de alelo químicos y así frenar la competencia por espacio y nutrientes lo cual disminuye la productividad del cultivo de interés; el efecto detrimental es alelopático si existe actividad de segregación del compuesto MS (Lu y Yanar, 2004) mencionado por (Trujillo, 2008).

La alelopatía de una planta puede ser útil si es persuasivo al estimular el proceso de crecimiento de forma normal, y causa efectos negativos al suprimir el proceso de crecimiento o también puede ser nulo al no causar ningún efecto sobre procesos fisiológicos de desarrollo, dicho efecto depende del tipo de planta frente al aleloquímico (Krautmann et al., 2001).

Krautmann et al. (2001), señalan que las partes cromatográficas de las especies *Tridax procumbens* L. (Asteraceae) tienen efecto inhibitorio en las semillas de lechugas *Lactuca sativa* L., por lo tanto, se determinó un efecto alelopático negativo.

Waller et al. (1992), encontraron actividad alelopática positiva debido a que el extracto contenía una saponina triterpénica tiene un fuerte efecto en el crecimiento de la raíz de la semilla de *Lactuca sativa* y *V. radiata*; los efectos lo observaron al aplicar extractos de hojas pertenecientes a una planta que agrupa la familia (Fabaceae) de la especie *Vigna radiata* L.

Algunas plantas liberan sustancias como aleloquímicos que actúan sobre otras especies de plantas a través de las principales vías conocidas como: exudación radicular, lixiviación, volatilización y la descomposición de hojas que están como residuos vegetales debajo de las plantas que provienen como se aprecia en la (Figura 1) (Chicy y Kielbaso, 1998).

2.2.2. Herbicidas y aleloquímicos

Los herbicidas por lo general todos son tóxicos y contaminan (Nivia, 2000), entonces se está en una búsqueda constante en alternativas de control amigable con el medio ambiente para combatir arvenses, por lo cual se está incurriendo en la utilización de plantas con propiedades de inhibir debido a los compuestos MS (aleloquímicos) que tiene propiedades de limitar la germinación de las semillas y reducir el crecimiento, con la implementación de estas nuevas prácticas se disminuye el impacto ambiental (Mahmoud et al., 2022).

Por ejemplo, cuando se realiza la separación de sustancias activas de *T. procumbens*, seleccionaron proporciones que contenían lactonas, afirmaron que las fracciones probadas contenían potencial para ser utilizado como herbicida en el control de malezas en los cultivos, las lactonas se caracterizan por su amplia actividad biológica (Krautmann et al., 2001).

La germinación o crecimiento se ven favorecidas por las interacciones de dos especies que realizan interacciones mutuas (Gonçalves, 2000), plantearon la siembra de cultivos asociados como una práctica ventajosa que cumpla la función de proteger frente a las malezas (Yokotani et al., 2003).

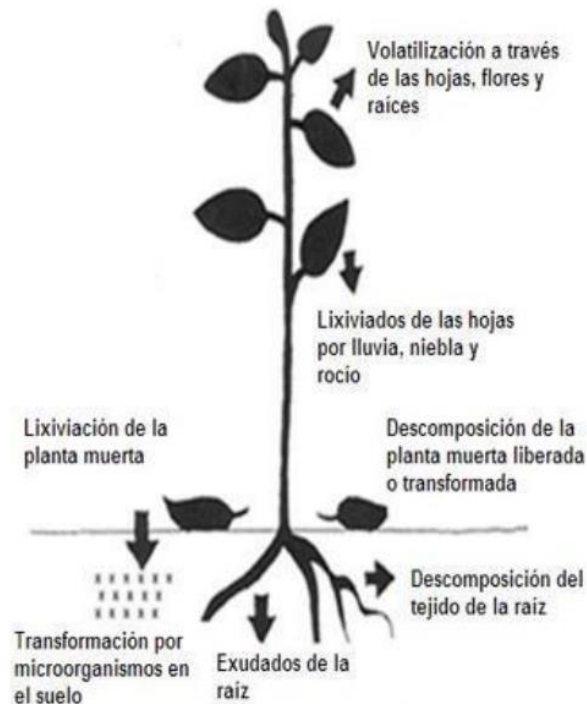


Figura 1. Vía de liberación de aleloquímicos por las plantas al medio ambiente (Chicy y Kielbaso, 1998).

2.2.3. Germinación

Se inicia cuando las semillas entran en contacto agua o humedad, entonces el tegumento permite la permeabilidad de la sustancia al interior, iniciando así la mitosis del embrión cigótico, la germinación de las semillas se inicia por que se activa el proceso biológico de desarrollo del embrión; se van cruzando por las secuencias de crecimiento donde se van formando nuevos tejidos.

Las fases de hidratación consisten en la absorción de agua por parte de la semilla y los procesos internos de respiración se incrementan, germinación se da lugar al proceso de transformación química y fisiológicas reduciéndose la demanda de agua en dicha fase ocurren 4 etapas ilustradas en la (Figura 2) desde la aparición de la radícula hasta la primera hoja, y crecimiento son las que desencadenan el proceso completo de germinación y desarrollo y llegar al estado adulto.

En la fase final crecimiento existe una reactivación de absorción de H₂O, reactivación de la respiración y fotosíntesis (Yves et al., 2006).

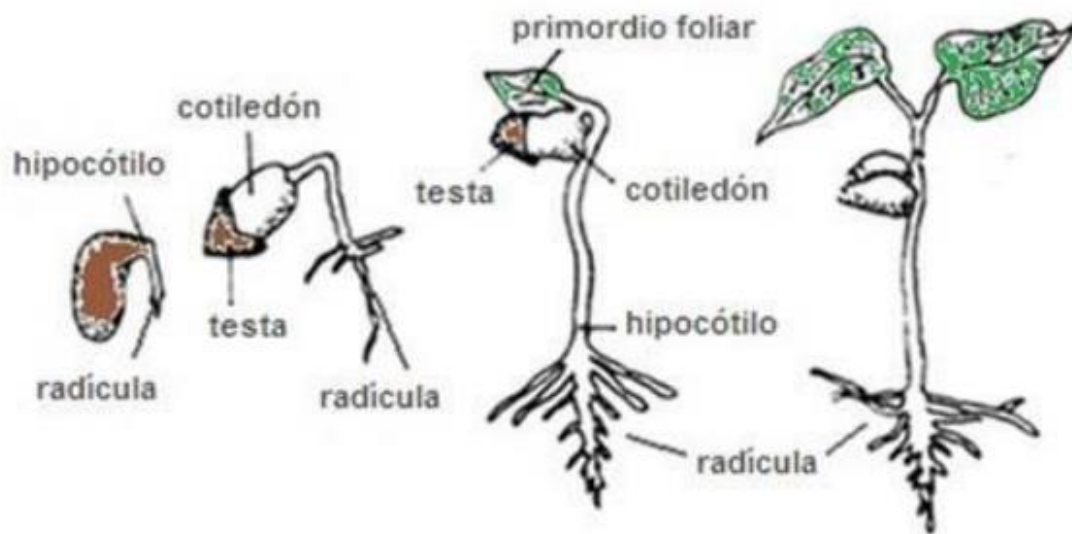


Figura 2. Fases de germinación en dicotiledóneas (Yves et al., 2006)

Si las mencionadas fases son alteradas las semillas se impermeabilizan lo que impide el ingreso de sustancias (Bradford, 1995) o puede ocurrir que permiten el ingreso de agua en exceso lo cual impide su germinación, todas las fases son cruciales en los procesos germinativos (Zalacain et al., 2005).

Las primeras sustancias aleloquímicas como alcaloides y cumarinas retardan el desarrollo de las plantas por que interfieren en los procesos de respiración, existe un segundo grupo del mismo que está compuesto por lupanostriterpénicos que si favorecen estimulando la germinación (Macías, 1999). Los procesos de germinación pueden verse afectada o favorecida por sustancias aleloquímicas (Lu y Yanar, 2004).

Los factores intrínsecos y extrínsecos determinan la germinación y desarrollo de las semillas; los intrínsecos están relacionados con la madurez y el tiempo de viabilidad de las semillas (García et al., 2001). La viabilidad está en función la genética lo que determina que algunas especies tienen mejores características de adaptación a determinadas condiciones que otras variedades (Moreno et al., 2001).

Los factores extrínsecos lo conforman condiciones ambientales como temperatura, humedad HR, condiciones de luminosidad, y otros; cuyas propiedades pueden retardar o acelerar procesos de división y elongación celular en las semillas (Bertín et al., 2001).

2.2.4. Interacción de los aleloquímicos durante el proceso de germinación

Los aleloquímicos o metabolitos secundarios que causan efecto alelopático, pueden ser de diferentes tamaños y con naturaleza química (aromática o alifática), por tal motivo cada aleloquímico tiene efectos diferentes sobre las plántulas o semillas, perjudicando órganos o tejidos donde sea factible su reacción, bajo condiciones idóneas según su naturaleza de cada compuesto (Varnero et al., 2006; Varnero et al., 2007; Noguchi y Tanaka, 2004).

Los aleloquímicos interfieren frenando los procesos de división celular de las semillas o plántulas interfiriendo en las enzimas encargadas de dicho proceso de desarrollo, o también incitando al desarrollo de las mismas, dichos compuestos logran causar la aceleración del crecimiento de la semilla germinada o también pueden retardar o anular por completo el crecimiento (Lu y Yanar, 2004).

Waller et al. (1992), los aleloquímicos afectan las funciones enzimáticas de las raicillas generando la inhibición del proceso de crecimiento de las plantas, el modo de acción es bloquear la zona activa de las enzimas de la raíz que tienen la función de regular el ingreso de nutrientes y agua; estas enzimas bloquean la entrada de sustancias como las saponinas triterpénicas.

Las saponinas triterpénicas no contribuyen en los procesos de metabolismo en el desarrollo de las plantas, entonces las enzimas de las raíces realizan el proceso de hidrolización del aleloquímico hasta obtener la enzima aglicona, al incrementar la concentración del aleloquímico se presenta efecto inhibitorio porque existe un bloqueo a la acción enzimática y evita la liberación de agliconas, entonces por este efecto se presenta mayor efecto inhibitorio durante el crecimiento de las plántulas o germinación de las semillas (Trujillo, 2008).

2.2.5. Descripción de la planta en estudio *Sapindus saponaria* L.

Según Little et al. (1967), es un “árbol de hasta 20 metros de altura y diámetro de 20-30 cm; hojas con raquis alado, folíolos oblongos a lanceolados, agudos, acuminados u obtusos; flores en panículas grandes blancas; frutos globosos con pulpa translúcida. La madera es de color marrón claro y dura. La albura es blancuzca y el duramen de color amarillo o castaño claro. La madera es pesada y dura (peso específico de 0,8), de textura áspera y poco durable a la intemperie”.

Es conocido comúnmente como “jaboncillo”, “choloque”, “tingana”, “boliche”, pertenece a la familia botánica Sapindaceae. Los mismos autores indican que “se puede encontrar con flores en los meses de septiembre a febrero, y con frutos enero a agosto. La madera es utilizada en la fabricación de cabos de herramientas y para carbón. Los frutos tienen un

alto contenido de saponina usado para lavar la ropa en la zona rural; las semillas se usan para hacer collares y son venenosas, reducidas a polvo sirven como insecticida; la corteza machacada y tirada en los ríos para envenenar peces; las hojas son diuréticas; el jugo del fruto contiene mucho tanino y es astringente. Árbol de sombra. Planta melífera". Se puede encontrar en bosques semisecos, también en zonas próximas a la costa y en general en América tropical.

2.2.6. Análisis químico de *Sapindus saponaria* L.

Composición química

Se compone por cuatro compuestos como azúcares reductores, saponinas, flavonoides y taninos llamados metabolitos, otros autores señalan que dichos compuestos también se pueden ubicar en otras especies del mismo género (Valdés, 2015).

Saponinas

Pertencen al grupo de los glicósidos constituido por sustancias de azúcares en forma acetales, el nombre de saponinas proviene del latín, sapon que significa jabón, y tiene la propiedad de disminuir la tensión superficial formando espumas en sustancias acuosas (UNCP, 2013).

Saponinas Triterpénicas

Están ampliamente distribuidos en el reino vegetal en tres formas químicas (30-45 carbonos), siendo las más comunes el ácido oleanólico y la hederagenina, estos compuestos los encontramos en plantas como el ginseng y la quinua (Usiña, 2017).

Saponinas Esteroidales

Presentan un anillo de 1,2 ciclopentanofenantreno a un grupo esteroidal de 27 átomos de carbono, son de gran importancia e interés y tienen gran relación con las hormonas sexuales, los esteroides diuréticos, la cortisona, la vitamina D y los heterósidos cardíacos (Usiña, 2017).

2.2.7. Propiedades y características de las saponinas

Físicas

Según Méndez (2016) señala:

- ✓ Son muy termosolubles
- ✓ De sabor amargo
- ✓ Con apariencia gomosa y de forma cristalina

- ✓ Alto peso molecular de 600 - 2700 Da.

Químicas

Según Méndez (2016) señala:

- ✓ Alta solubilidad al H₂O y alcohol, al realizar agitaciones de la solución acuosa de los hidroalcoholes que producen mucha espuma.
- ✓ Facilitan la formación de emulsiones.
- ✓ Poseen propiedades detergentes.

Biológicas

Las saponinas tienen propiedades tensoactivas y hemolíticas, ejercen actividad farmacológica y biológica, se resalta su efecto insecticida, piscicida, anti-protozoos, leishmanicida, anti-inflamatorio, anti-agregante plaquetario, anti-trichomonas, broncolítico, hipo-colesterolémico, así como su efectividad para tratar varios tipos de tumores (Valdés, 2015).

2.2.8. Metabolitos secundarios presentes en *Sapindus saponaria* L.

Mena et al. (2015), realizaron el análisis fitoquímico de metabolitos secundarios existentes en extractos acuosos de fruto, corteza, semilla y hoja de *Sapindus saponaria* L., mediante tamizaje fitoquímico y encontraron alcaloides, azúcares reductores, saponinas, taninos o compuestos fenólicos, flavonoides, estructuras de tipo polisacáridos.

Según Carrascal (2015), "*Sapindus saponaria* L. presenta saponinas triterpénicas de tipo hedegeranina que están presentes en el pericarpio de los frutos de *Sapindus saponaria* L. en una concentración de 120 g/kg de materia seca del fruto. De la misma forma se denota que las saponinas de una sola cadena de carbohidratos (monodesmosídicas) presentan mayor actividad biocida que una saponina con dos cadenas de carbohidratos (bidesmosídicas), las saponinas monodesmosídicas encuentran glicosiladas en el grupo hidroxilo del carbono tres del triterpeno".

La sustancia de textura viscosa del fruto de *Sapindus saponaria* L. produce espuma cuando entra en contacto con el agua, dicha reacción de espuma se debe a los contenidos de saponinas que contiene, dichas características permitieron usarlas como jabón para el lavado de prendas de vestir y aseo personal, otra de sus propiedades es el efecto biocida, larvicidas, antifúngica, espermicida, molusquicida e insecticida (Lannacone et. al, 2013).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

El presente trabajo de ensayo se realizó en el Laboratorio de Botánica y Dendrología de la UNSM-T, ubicado en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, provincia de San Martín, ubicada en el Jirón Amorarca 315 - Morales.

a). Ubicación Política:

Distrito	:	Morales
Provincia	:	San Martín
Departamento	:	San Martín

b). Ubicación geográfica:

Latitud sur	:	06°35'28" m S
Longitud oeste	:	76°18'47" m E
Altitud	:	230 m.s.n.m.m

Zona de vida: bs - T

3.1.2. Periodo de ejecución

La investigación duró 6 meses desde la colecta de semillas hasta la finalización de la investigación.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

No se utilizó productos o reactivos que necesitaban autorizaciones o permisos especiales para dicho trámite.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No fueron necesarios en el desarrollo de la investigación.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

En el estudio del efecto inhibitorio de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., en preemergencia de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L. Las pruebas se publican y, por lo tanto, representan resultados confiables que pueden ser verificados por las partes interesadas. Los métodos utilizados pueden usarse como referencia. Las citas bibliográficas utilizadas están escritas de acuerdo con los estándares APA modificados por la Universidad Nacional de San Martín.

3.2. Sistema de variables

Las variables evaluadas están distribuidas en dependientes e independientes, las mismas que fueron evaluadas hasta que el 70 % o más de porcentaje de germinación de las semillas de los testigos de referencia estuvieran germinadas.

3.2.1. Variables principales

Variable Independiente:

Efecto inhibitorio del extracto acuoso

Objetivo específico 1: Realizar el bioensayo de actividad inhibitoria de *Sapindus saponaria* L. en semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y de *Bidens pilosa* L.

Tratamientos (5) considerando el testigo

T0: Control 0% de extracto acuoso (agua destilada – Testigo).

T1: 5% de concentración de extracto acuoso.

T2: 10% de concentración de extracto acuoso.

T3: 15% de concentración de extracto acuoso.

T4: 20% de concentración de extracto acuoso.

- ✓ Número de semillas germinadas.
- ✓ Longitud de radícula
- ✓ Longitud de hipocótilo

Variable dependiente

Nivel de fitotoxicidad de extracto acuoso.

Objetivo específico 2: Determinar el nivel de fitotoxicidad de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. en semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

- ✓ Porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS)
- ✓ Porcentaje de Crecimiento Relativo de Radícula (CRR)
- ✓ Porcentaje de Índice de germinación (IG).

3.3. Procedimientos de la investigación

3.3.1. Tipo y nivel de la investigación:

Tipo de investigación

Según las características de la investigación se considera básica, ya que se desarrolló actividades para la determinación del efecto inhibitorio del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., sobre la germinación de semillas de arvenses en condiciones de laboratorio.

Nivel de investigación

Explicativo, porque se realizó la caracterización de la concentración de extracto acuoso que tenga el mejor comportamiento con respecto a la determinación del nivel de fitotoxicidad del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., sobre la germinación de semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L. en condiciones de laboratorio.

3.3.2. Población y muestra:

Población

Lo conformaron 225 semillas y/o plántulas de *Elephantopus mollis* H.B.K y 225 semillas de *Bidens pilosa* L., haciendo un total 450 semillas y/o plántulas, distribuidas en 4 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones por cada tratamiento.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 150 semillas y/o plántulas de *Elephantopus mollis* H.B.K y 150 semillas de *Bidens pilosa* L., haciendo un total 300 semillas y/o plántulas a ser evaluadas, distribuidas en 4 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones por cada tratamiento.

3.3.3. Diseño analítico, muestral o experimental

De acuerdo con la naturaleza de la investigación, correspondió a un diseño de investigación experimental, porque se busca demostrar el efecto de las cuatro

concentraciones de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. sobre la germinación de semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L. en condiciones de laboratorio.

En este estudio se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con un total de 10 tratamientos (Tabla 1). Los datos se sometieron a análisis de varianza; en los casos que existió diferencia significativa, las medias se compararon según la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0,05$).

Tabla 1

Análisis de Varianza

Fuente de variabilidad	Formula	Grado de Libertad
Tratamientos	$(t - 1)$	$5 - 1 = 4$
Error	$(t - 1) (r - 1)$	$4 \times 2 = 8$
Total	$r.t - 1$	15

Características del experimento por cada tipo de bioensayo (concentración de extracto acuoso):

Número de repeticiones: 03

Tratamientos por repetición: 05

Unidades experimentales por repetición: 05

Unidades experimentales: 15

Descripción de unidad experimental (UE)

La (UE) del bioensayo desarrollado en el laboratorio, consistió en una placa Petri grande de vidrio esterilizado y envase de plástico de boca ancha esterilizada, cada una se colocó 15 semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y 15 semillas de *Bidens pilosa* L. respectivamente, que fueron colocadas en discos de papel filtro N°3 Whatmann ubicado en el fondo de la placa donde se agregó 10 mililitros del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. de cada concentración.

Las semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L., fueron recolectadas en el distrito de Maceda, provincia de Lamas. En el ensayo el testigo (T0) se utilizó en agua no tratada en lugar de un producto del extracto vegetal.

Técnicas de procedimiento y análisis de datos

Los datos fueron presentados en texto, en tablas y en figuras para su mejor entendimiento. Además, se realizó una recopilación de los datos organizados y las pruebas estadística se ejecutaron con una significancia al 0.01 utilizando el software estadístico de Infostat.

Tratamientos en estudio

Se detallan en la (Tabla 2):

Tabla 2

Tratamientos del ensayo experimental - Concentración de extracto acuoso por tratamiento y especie botánica evaluada

Número de tratamientos	Clave	Descripción
1	T0	0% de extracto acuoso (agua destilada – Testigo)
2	T1	5% de concentración
3	T2	10% de concentración
4	T3	15% de concentración
5	T4	20% de concentración

Distribución de tratamientos

Se distribuyeron de manera aleatorizada, tanto en el laboratorio de acuerdo a la (Figura 3).



Figura 3. Distribución de tratamientos

Conducción del experimento

Materiales

a. Materiales de laboratorio:

- ✓ Semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.
- ✓ Fruto maduro de *Sapindus saponaria* L.
- ✓ Placas Petri grande de vidrio
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Matraces
- ✓ Agitador mecánico
- ✓ Pílon
- ✓ Agua destilada
- ✓ Papel filtro
- ✓ Papel filtro Whatmann N°3
- ✓ Pipetas
- ✓ Probetas
- ✓ Vernier

b. Materiales de gabinete:

- ✓ Papel bond
- ✓ Calculadora
- ✓ Lápices
- ✓ Cuaderno de apuntes

c. Equipos:

- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Stereo microscopio
- ✓ Computadora

A. Obtención del extracto acuoso

La actividad alelopática fue determinada con un bioensayo descrito por Gizasa y Souto (2001), acondicionado a las condiciones del Laboratorio de Botánica de la UNSM-T.

Para cada uno de los tratamientos, se pesaron 50 g del mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L., luego se procedió a triturarla y se añadió la cantidad de agua destilada requerida para cada concentración del extracto al 5% (1000 ml), 10% (500 ml), 15% (333.33 ml) y 20% (250) ml respectivamente, siendo ésta una relación de tipo inversa entre la concentración del producto y la cantidad de agua destilada utilizada.

En un Erlenmeyer cada concentración se vertió y se mantuvo en agitación por un tiempo de 24 horas, posteriormente se procedió al filtrado.

B. Bioensayo de la actividad alelopática con las semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

a. Preparación de semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

Con una solución de hipoclorito al 2% se procedió a esterilizar por 15 minutos las semillas, después del tiempo mencionado se procedió a lavarlas con agua destilada.

b. Prueba de viabilidad de las semillas

El porcentaje de semillas germinadas se ve afectado por condiciones inadecuadas de almacenamiento o mal control postcosecha, entre otros, por ende, se realizó una prueba de viabilidad (Encalada, 1978). Diez semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y 10 de *Bidens pilosa* L. respectivamente, fueron colocadas en placas Petri junto en Whatmann Nº 3 "papel filtro" humedecido con 10 mililitros de H₂O destilada, fueron acondicionados a 25 °C hasta observar la aparición de la radícula y los cotiledones respectivos. Se consideraron viables si los resultados del porcentaje de germinación eran iguales o mayores al 70%.

3.3.4. Objetivo específico 2

Evaluaciones realizadas

Actividades del objetivo específico 2 para determinar el nivel de fitotoxicidad del extracto de *Sapindus saponaria* L. aplicado a las semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L. Las exploraciones y determinaciones se realizaron cuando el 70 % o más del porcentaje de germinación de las semillas de los testigos de referencia estuvieron germinadas.

Se consideró que una semilla esta germinada cuando ya se pudo observar la radícula y a la aparición de los cotiledones, cuando ya ocurre estos 2 eventos se considera que el proceso de germinación se completó (Matilla, 2008).

Finalizado el período de germinación, se determinó el Porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) para cada tratamiento, el Porcentaje de Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) se calculó a partir de las mediciones de las longitudes (mm) de las radículas de cada semilla, utilizando una regla graduada en centímetros y el software Image Focus Alpha, con esta información se determinó el Índice de germinación (IG).

a. Porcentaje Germinación Relativa de Semillas (GRS)

Se determinó al realizar el conteo de la cantidad de semillas germinadas con aplicación de extracto entre la cantidad de semillas del testigo multiplicado por 100 (Varnero et al., 2007). Para lo cual se aplicó la expresión aritmética:

$$\text{GRS} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas en el extracto}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas en el testigo}} \times 100$$

b. Porcentaje Crecimiento Relativo de Radícula (CRR)

El CRR se calculó al realizar las mediciones de elongación de la radícula de las plántulas que fueron tratadas con el extracto, dichos valores fueron divididos entre las elongaciones de la radícula de las plántulas sin tratamiento (testigo) multiplicado por 100 (Varnero et al., 2007). Con la siguiente expresión aritmética se realizó las determinaciones del CRR.

$$\text{CRR} = \frac{\text{Longitud de radículas en el extracto}}{\text{Longitud de radículas en el testigo}} \times 100$$

c. Porcentaje de Índice de germinación (IG).

El IG se determinó mediante el producto de la germinación relativa de las semillas (GRS) multiplicado por el crecimiento relativo de la radícula (CRR) dividido entre 100 (Zuconi et al., 1981).

El IG “constituye un indicador de la interacción de los factores que promueven o inhiben la germinación, así como de los respectivos factores que favorecen o impiden el crecimiento de la radícula. Este índice expresa tanto el porcentaje de semillas germinadas como el porcentaje de crecimiento que alcanza la radícula durante el bioensayo”. (Rodríguez, 2014).

Se calculó mediante la siguiente expresión aritmética:

$$IG = \frac{GRS \times CRR}{100}$$

d. Determinación del nivel de fitotoxicidad

Para la determinación se utilizó el protocolo de Zucconi et al. (1981), metodología aún vigente, que facilitó su clasificación según los índices de germinación de las semillas de las malezas en estudio al estar expuestas al agente alelopático

El índice de germinación se evaluó en tres clasificaciones de fitotoxicidad baja o leve, moderada y severa o alta, aplicando los criterios de clasificación; leve o baja cuando el $IG \geq 80\%$, valores iguales al 100% indica que no existe fitotoxicidad, valores de 50 y 80% están dentro de los rangos de toxicidad moderada y para valores de $IG \leq 50\%$ son niveles de fitotoxicidad severa o alta (Rodríguez, 2014).

Tabla 3

Rangos de fitotoxicidad por índice de germinación (IG)

Porcentaje de IG	Nivel de fitotoxicidad
Igual al 100%	No hay fitotoxicidad
$80\% < IG < 100\%$	Fitotoxicidad leve o baja
$50\% < IG \leq 80\%$	Fitotoxicidad moderada
$IG \leq 50\%$	Fitotoxicidad severa o alta

A través del GRS, CRR e IG obtenidos en cada bioensayo de germinación, se comparó la alelopatía (fitotoxicidad) del extracto acuoso del mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L., en las semillas de las malezas evaluadas.

Según los resultados obtenidos en cada tratamiento se estableció el potencial alelopático según los criterios de Varnero et al., (2006) que clasifica como activo aquellos tratamientos que si tienen la capacidad de inhibir la germinación de las semillas.

Según (Varnero et al., 2006) los criterios para la selección de extractos son los siguientes:

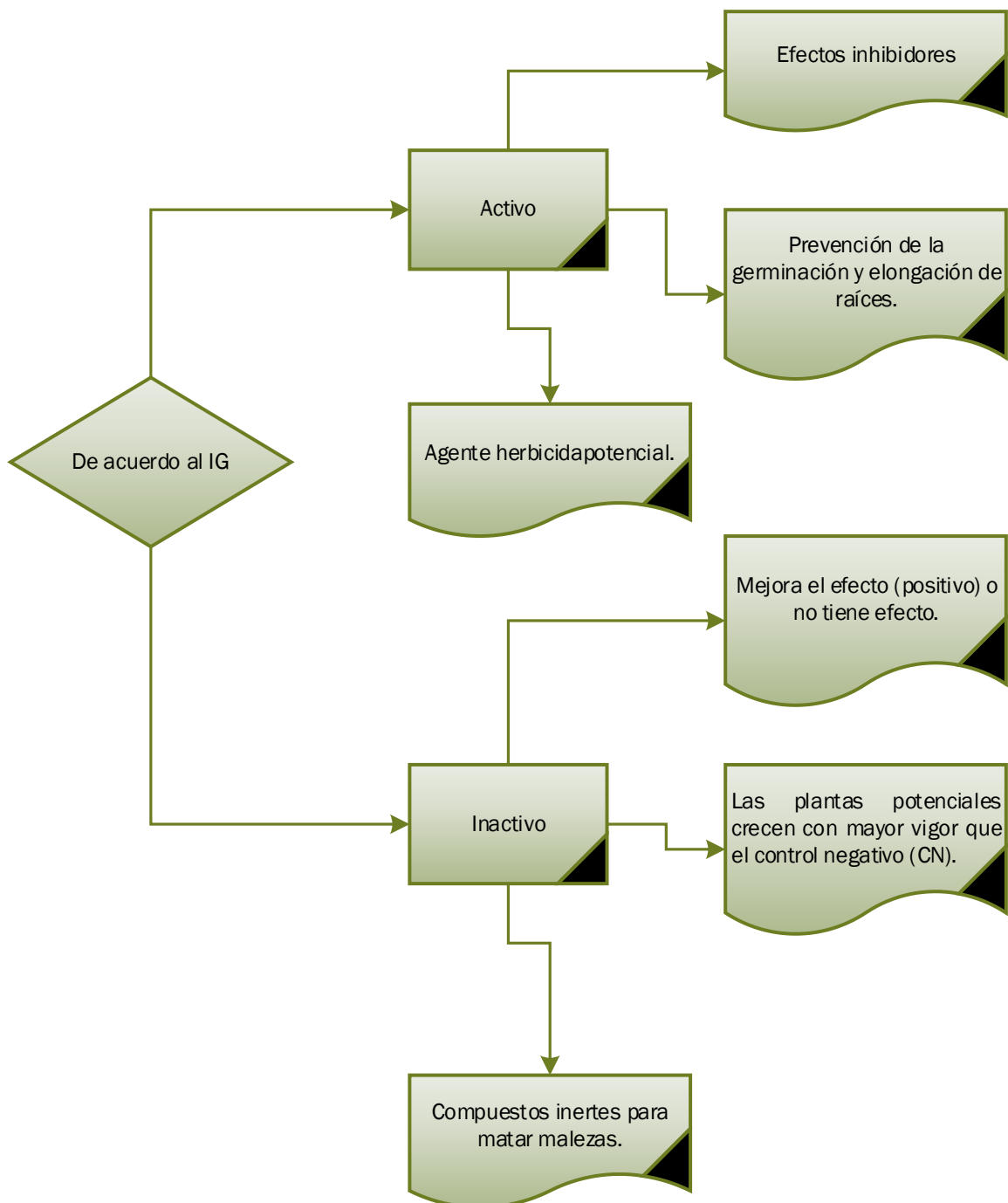


Figura 4. Criterios para la selección de los extractos activos e inactivos

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado específico 1

A. Indicadores de actividad alelopática de extracto acuoso del mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. en condiciones de laboratorio (bioensayo)

Los datos fueron transformados utilizando transformación angular Arcsen.

a. Germinación Relativa de Semillas (GRS%)

Tabla 4

ANOVA para el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) de *Elephantopus mollis* H.B.K. a los 13 días después de la siembra.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Bloque	6.80	2	3.40	0.44	0.6561	n.s.
Tratamiento	13672.82	4	3418.20	447.00	<0.0001	a.s.
Error	61.18	8	7.65			
Total	13740.79	14				

$R^2 = 100\%$ C.V. = 6.11% a.s.: Altamente significativa (p-valor < 0.01)

n.s.: No significativa (p-valor > 0.05)

A los 15 días después de la siembra se realizó el ANOVA para el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) de *Elephantopus mollis* H.B.K. cómo se observa en la (Tabla 5), se encontró que la fuente de variabilidad concentración de extracto acuoso, presentó resultados altamente significativos con un nivel de confianza del 95% (p – valor < 0.01), existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos, el coeficiente de determinación (R^2) indica el efecto del tratamiento en estudio sobre el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) y explica en un 100%. Un coeficiente de variación (C.V.) de 6,11% indica una pequeña desviación de los datos adquiridos y procesados, esto es aceptable para este tipo de modelo experimental y demuestra la fiabilidad del experimento.

Tabla 5

Análisis de la varianza para el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) de *Bidens pilosa* L. a los 13 días después de la siembra.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Bloque	77.05	2	38.53	1.63	0.2556	n.s.
Tratamiento	10654.63	4	2663.66	112.41	<0.0001	a.s.
Error	189.57	8	23.70			
Total	10921.25	14				

R² = 98% C.V. = 8.98% a.s.: Altamente significativa (p-valor < 0.01)
 n.s.: No significativa (p-valor > 0.05)

A posteriori de 13 días de la siembra el Análisis de Varianza para el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS) de *Bidens pilosa* L. (Tabla 6), la concentración del extracto como fuente de variabilidad fue altamente significativa con un nivel de confianza del 95% (p - valor < 0.01), lo que significa que existe diferencias entre tratamientos cual es explicado con el coeficiente de determinación (R²) en 98% del efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de Germinación Relativa de Semillas (GRS). Un coeficiente de variación (C.V.) de 8,98% indica una pequeña desviación de los datos adquiridos y procesados, esto es aceptable para este tipo de modelo experimental y demuestra la fiabilidad del experimento.

Tabla 6

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de Germinación Relativa (GRS), en función a concentración de extracto de mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. en semillas de malezas aceptoras.

Tratamiento	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.		<i>Bidens pilosa</i> L.	
	Promedio	Significancia	Promedio	Significancia
T ₀ (Control-Agua)	100.00	a	100.00	a
T ₁ (5%)	52.38	b	64.44	b
T ₂ (10%)	35.71	c	48.89	c
T ₃ (15%)	23.81	d	33.33	d
T ₄ (20%)	14.29	e	24.44	d
nds	15		13	

Los tratamientos agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes (p > 0,05).; (nds): Número de días después de la siembra.

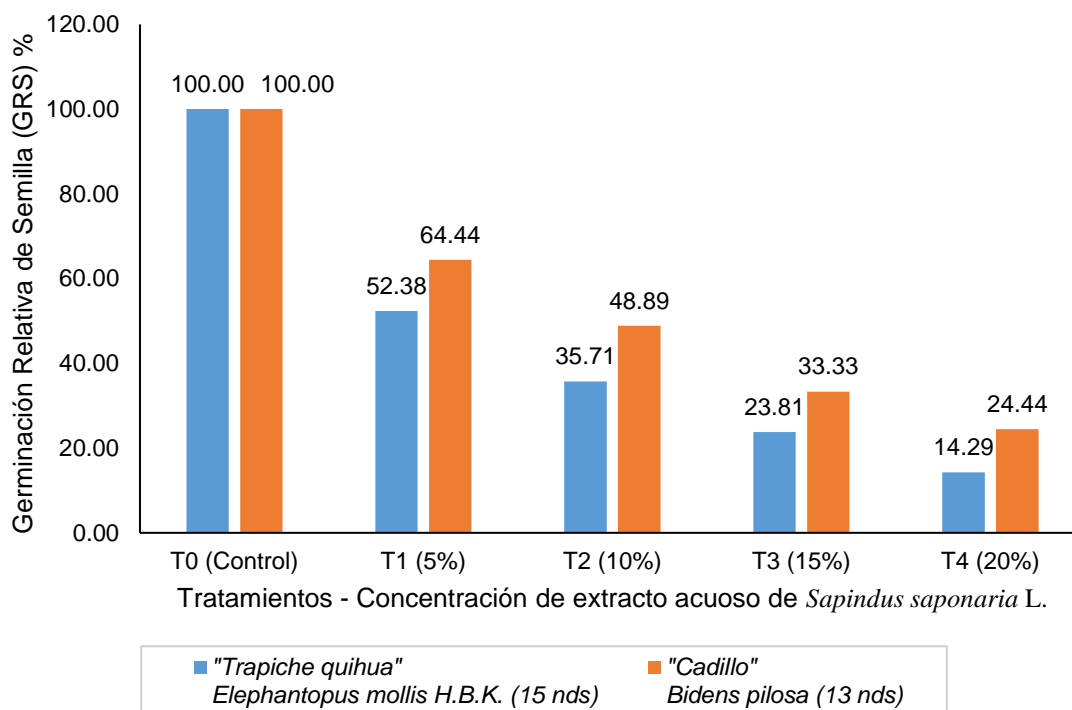


Figura 5. Germinación Relativa de la Semilla (GRS), correspondiente a la concentración del extracto acuoso de mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. en semillas de arvenses aceptoras (bioensayo); (nds): Número de días después de la siembra.

Al realizar la prueba o test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la Germinación Relativa de la Semilla (GRS), correspondientes a las concentraciones de extractos acuosos de mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. en las semillas de las arvenses aceptoras (Tabla 7 y Figura 5), se encontraron diferencias significativas para cada una de las concentraciones utilizadas en comparación con testigos o controles; para el caso de *Elephantopus mollis* H.B.K. todas las concentraciones del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. afectan en diferentes porcentajes a la germinación relativa de las semillas, el tratamiento T₄ (20%) es el que afectó en mayor medida con 14.29% de germinación relativa. Con respecto a *Bidens pilosa* L. se aprecia que los tratamientos T₃ (15%) y T₄ (20%), no tienen diferencia significativa con 33.33% y 24.44% de germinación relativa respectivamente, sin embargo, el T₄ (20%) es el que más afectó a la germinación relativa de la semilla de esta maleza; lo cual concuerda con lo mencionado por (Lu y Yanar, 2004) quienes afirman que generalmente los aleloquímicos interfieren interrumpiendo los procesos de división celular de las semillas o plántulas, actuando sobre enzimas responsables de ejecutar o activar dichos procesos, o también pueden estimular el desarrollo precoz o anularlo por completo. Investigaciones realizadas por (Varnero et al., 2006; Varnero et al., 2007; Noguchi y Tanaka, 2004), afirman que los aleloquímicos del extracto de *Sapindus saponaria* L. pueden ser de naturaleza aromática la cual según (Rice, 1974) afirma que dicho grupo agrupa a la mayor cantidad de aleloquímicos; y los alifáticos su función es inhibir el

crecimiento de la planta de cualquier especie por lo tanto cada elemento de la composición tiene efectos en diferentes fases o estadios de desarrollo de las plántulas, algunos actúan en el proceso de germinación; o en plántulas; causando efecto en los órganos o tejidos meristemáticos, pero dependiendo de cada aleloquímico.

Investigaciones recientes afirman que los extractos de la especie *Sapindus mukorossi* perteneciente a la misma familia de la especie estudiada, tienen efecto en la inhibición del crecimiento y germinación de plantas, identificaron compuestos activos como ácido oleanólico, lupeol, d-pinitol, ácido hexadecanoico y ácido octadecanoico contenidos en el extracto de las hojas (Ma et al., 2018) y (Barkatullah, Ibrar y Jelani, 2015) citados por (Dai et al., 2021).

En la investigación de (Ma et al. 2018), utilizaron extracto acuoso foliar de la especie *Sapindus mukorossi* a concentraciones de 40 g/L obtuvieron inhibición preemergente efectiva de las semillas, con un 58.42% y un 62.05%, y la actividad herbicida de post-emergencia del extracto (40 g/L) fue potente, con una tasa de inhibición de 52.89 % y 54.54 %. En los ensayos realizados de aplicación de extracto de *Sapindus saponaria* L. se pudo verificar su efecto reductor de la GRS % de las semillas de 2 arvenses.

b. Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) %

Tabla 7

Análisis de la varianza para el Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) de Elephantopus mollis H.B.K. a los 15 días posteriori a la siembra.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Bloque	0.32	2	0.16	5.30	0.0342	s.
Tratamiento	22529.89	4	5632.47	188703.06	<0.0001	a.s.
Error	0.24	8	0.03			
Total	22530.44	14				

$R^2 = 100\%$ C.V. = 0.77% a. s.: Altamente significativa (p-valor < 0.01)
s.: Significativa (p-valor < 0.05)

Al verificar el Análisis de Varianza para el Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) de *Elephantopus mollis* H.B.K. a los 15 días posteriori de la siembra (Tabla 8), se aprecia que la fuente de variabilidad concentración de extracto acuoso, presenta resultados altamente significativos con un nivel de confianza del 95% (p - valor < 0.01), existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos, exponiendo un coeficiente de determinación (R^2) se utiliza para informar y dar cuenta del 100 % del efecto del tratamiento estudiado sobre el

Crecimiento Relativo de Radícula (CRR). Un coeficiente de variación (C.V.) de 0,77% indica muy poca variación en los datos adquiridos y procesados. Esto es aceptable para este tipo de modelo experimental y demuestra la fiabilidad del experimento según Calzada (1970).

Tabla 8

Análisis de la varianza para el Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) de Bidens pilosa L. a los 13 días después de la siembra.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Bloque	12.69	2	6.35	6.19	0.0237	s.
Tratamiento	21356.28	4	5339.07	5211.32	<0.0001	a.s.
Error	8.20	8	1.02			
Total	21377.16	14				

$R^2 = 100\%$ C.V. = 4.10% a.s.: Altamente significativa (p-valor < 0.01)

s.: Significativa (p-valor < 0.05)

Realizando el Análisis de Varianza para el Crecimiento Relativo de Radícula (CRR) de *Bidens pilosa* L. a los 13 días posteriori de la siembra (Tabla 9), se encontró que la fuente de variabilidad concentración de extracto acuoso, presenta resultados altamente significativos con un nivel de confianza del 95% ($p - \text{valor} < 0.01$), existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos, el coeficiente de determinación (R^2) afirma que el efecto de los tratamientos evaluados sobre el crecimiento relativo de radícula (CRR) fue al 100%. Un coeficiente de variación (C.V.) de 4,10% indica una pequeña desviación de los datos adquiridos y procesados. Esto es aceptable para este tipo de modelo experimental y demuestra la fiabilidad del experimento según Calzada (1970).

Tabla 9

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el Porcentaje de Crecimiento Relativo de Radícula (CRR), según concentración de extracto de acuoso foliar de Sapindus saponaria L. en semillas de malezas aceptoras (bioensayo).

Tratamiento	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.		<i>Bidens pilosa</i> L.	
	Promedio	Significancia	Promedio	Significancia
T ₀ (Control Agua)	100.00	a	100.00	a
T ₁ (5%)	4.85	b	9.70	b
T ₂ (10%)	3.98	c	6.89	c
T ₃ (15%)	2.44	d	4.88	d
T ₄ (20%)	1.36	e	2.04	e
nds	15		13	

Los tratamientos agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$); (nds):

Número de días después de la siembra.

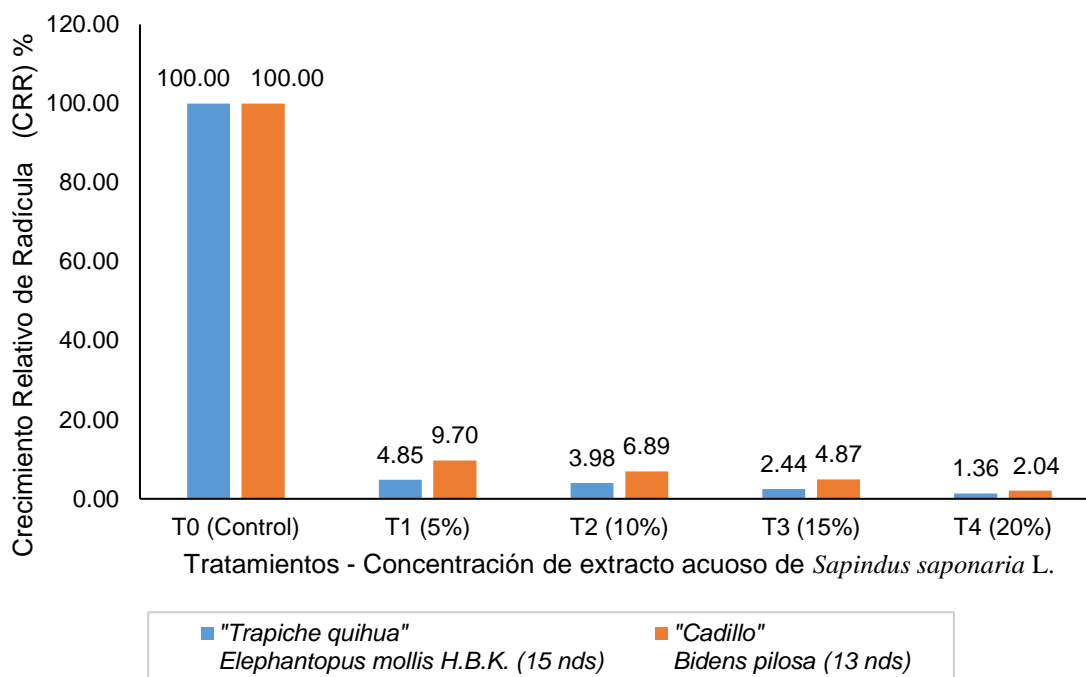


Figura 6. Crecimiento Relativo de Radícula (CRR), según concentración de extracto acuoso del mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. en semillas de malezas aceptoras (bionesayo); (nds): Número de días después de la siembra.

Ejecutando test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el indicador crecimiento relativo de radícula (CRR), correspondiente a la concentración de extracto acuoso de hoja de *Sapindus saponaria* L. aplicado a semillas de las maleza aceptora (Tabla 10 y Figura 6), se encontraron diferencias significativas para cada concentración utilizada en comparación con testigos o controles (T_0) para *Elephantopus mollis* H.B.K. todas las concentraciones del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. afectan al crecimiento relativo de radícula (CRR), calculado a partir de la longitud de la radícula de las semillas germinadas, el tratamiento T_4 (20%) es el que afectó en mayor cuantía al crecimiento relativo de radícula (CRR) con 1.36%. Con respecto a *Bidens pilosa* L. se observa también que todas las concentraciones del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. mostraron diferencias significativas destacando el tratamiento T_4 (20%) con 2.04% de crecimiento relativo de radícula, siendo esta concentración la que más afectó a la longitud de la radícula de la semilla de esta maleza.

En la investigación se notó claramente los efectos de los extractos sobre el CRR. Comportamientos similares fueron reportados por (Begum et al., 2020) quien utilizó la especie *Sapindus mukorossi* de la misma familia; quienes afirman que los compuestos volátiles del pericarpio de la especie *Sapindus mukorossi* tienen efecto inhibitorio en el alargamiento de la radícula en 97% de lechugas al liberar posibles aleloquímicos volátiles. Al igual que la especie evaluada *Sapindus saponaria* L. tiene gran efecto inhibitorio sobre

el CRR% de las 2 malezas evaluadas con 98.34% para *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L. con 97.96%, por lo cual podemos afirmar que ambas especies contienen los mismos aleloquímicos, los cuales según (Grisi et al., 2015) provocan una deficiente formación del sistema radicular afectando el sistema fisiológico e impedir el establecimiento de las malezas.

Otros estudios desarrollados por (Dai et al., 2021) afirman que la aplicación como pre-emergente del extracto de pulpa de *S. mukorossi* al 20% después de 45 días mostró un control de malezas de hoja ancha muy efectiva a la dosis de 1500 g IA/ha. La utilización de los extractos provoca aparición de diferentes síntomas afirma (Gniazdowska; Bogatek, 2005) citado por (Imatomi et al., 2015) los cuales ocurren durante el proceso de desarrollo de las plantas por que poseen fito-toxinas que interfieren en los procesos de crecimientos de raíces, división celular, permeabilidad de la membrana, actividades enzimáticas y relaciones hídricas.

En la investigación desarrollada la radícula al inicio se tornó con puntos necróticos los cuales limitaron el crecimiento, similares tendencia de comportamiento reportó (Ferreira y Aquila, 2000) citado por (Prichoa et al., 2013) quienes afirman que durante los procesos de crecimiento y desarrollo los aleloquímicos pueden causar la aparición de plantas con necrosis en la radícula, entonces para evaluar los efectos de aleloquímicos sobre el crecimiento es importante verificar la ocurrencia de efectos alelopáticos. En otras investigaciones desarrolladas por (Ximenez et al., 2019) notaron que las plántulas alteradas presentaron síntomas de necrosis en las raíces.

Araniti et al., (2016) afirman que al existir una inhibición de las auxinas; entonces se reduce la formación del crecimiento del vello radicular, la inhibición del crecimiento de raíces por fitotóxicas puede inducir un estrés oxidativo por la acumulación de compuestos reactivos de oxígeno (ROS) y causar cambios en el sistema enzimático, la formación de “pelo” radicular es anexo del equilibrio hormonal y metabolismo. La elongación de raíces y brotes depende de la formación de vasos de cámbium y xilema, los cuales dependen de la repartición de nutrientes por parte de la plántula, siendo el sistema radicular más sensible a la acción de los aleloquímicos ya que son los primeros en emerger (Ximénez et al., 2019).

En la investigación las radículas presentaron en algunos tratamientos crecimientos de manera longitudinal y muy delgados horizontalmente dicho comportamiento es producido por los aleloquímicos; porque según (Ximénez et al., 2019) los aleloquímicos producen un desequilibrio metabólico produciendo alteraciones en la estructura celular del parénquima, por lo que el “pelo radicular” tiene una apariencia delgada y puede estar relacionada con los efectos de los aleloquímicos sobre el metabolismo.

En investigaciones realizadas en el cultivo de *Lactuca sativa* por Begun et al., (2019) señalan que el alargamiento de la radícula y del hipocótilo varió del 3% al 100% y del 44.6% al 156% respectivamente, al utilizar pericarpio de *Sapindus mukorossi* Gaertn. causó un mayor control en la elongación de la radícula con 3% respecto al tratamiento sin aplicación, entonces afirman que *Sapindus mukorossi* Gaertn como una nueva especie alelopática volátil potencial.

Umeda et al., (2012) afirman que la raíz presentó mayor afección a los aleloquímicos, presentándose necrosis como los síntomas comunes. Otros autores como (Suzuki et al., 2008) afirma que la exposición aleloquímica trae como consigo la reducción del crecimiento de las raíces y se produce cuando las paredes celulares están lignificadas.

4.2. Resultado específico 3

Los datos fueron transformados utilizando transformación angular Arcsen.

a. Índice de Germinación (IG)%

Tabla 10

Análisis de la varianza para el Índice de Germinación (IG) de Elephantopus mollis H.B.K. a los 15 días después de la siembra

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Bloque	0.11	2	0.05	1.86	0.2166	n.s.
Tratamiento	23443.55	4	5860.89	204022.53	<0.0001	a.s.
Error	0.23	8	0.03			
Total	23443.89	14				
R ² = 100%	C.V. = 0.81%	a.s.: Altamente significativa (p-valor < 0.01) n.s.: No significativa (p-valor > 0.05)				

El Análisis de Varianza para el Índice de Germinación (IG) de *Elephantopus mollis* H.B.K. a los 15 días después la siembra (Tabla 11), indica que la fuente de variabilidad concentración de extracto acuoso, presenta resultados altamente significativos con un nivel de confianza del 99% (p – valor < 0.01), verificando la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo cual se ve reflejado el efecto de los tratamientos en 100% sobre el Índice de Germinación (IG) según el coeficiente de determinación (R²). Un coeficiente de variación (C.V.) de 0,81% indica una desviación muy baja de los datos adquiridos y procesados. Esto es aceptable para este tipo de modelo experimental y demuestra la fiabilidad del experimento según Calzada (1970).

Tabla 11

Análisis de la varianza para el Índice de Germinación (IG) de Bidens pilosa L. a los 13 días de la siembra

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor	Sig.
Bloque	5.26	2	2.63	5.21	0.0356	s.
Tratamiento	22658.71	4	5664.68	11221.78	<0.0001	a.s.
Error	4.04	8	0.50			
Total	22668.01	14				
R ² = 100%	C.V. = 3.18%	a.s.: Altamente significativa (p-valor < 0.01) s.: Significativa (p-valor < 0.05)				

El ANOVA ejecutado para el indicador Índice de Germinación (IG) de *Bidens pilosa* L. trascurrido los trece días después de la siembra (Tabla 12), indica que la fuente de variabilidad concentración del extracto acuoso, presenta resultados altamente significativos con un nivel de confianza del 99% (p – valor < 0.01), verificando la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, se muestra el coeficiente de determinación (R²) y representa el 100 % del efecto del tratamiento de estudio sobre el índice de germinación (GI). El coeficiente de variación (C.V.) muestra una pequeña desviación de 3,18% para los datos adquiridos y procesados. Este es un valor aceptable para este tipo de modelo experimental., estableciendo la confiabilidad del experimento.

Tabla 12

*Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el Índice de Germinación (IG), según la concentración de extracto acuoso foliar de *Sapindus saponaria* L. en semillas de malezas aceptoras (bioensayo).*

Tratamiento	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.		<i>Bidens pilosa</i> L.	
	Promedio	Significancia	Promedio	Significancia
T ₀ (Control - Agua)	100.00	a	100.00	a
T ₁ (5%)	2.55	b	6.29	b
T ₂ (10%)	1.42	c	3.37	c
T ₃ (15%)	0.58	d	1.67	d
T ₄ (20%)	0.19	e	0.50	d
nds	15		13	

Los tratamientos agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes (p > 0,05). CV: coeficiente de variación, S: significativo (valor p < 0,05), (nds): días después de la siembra.

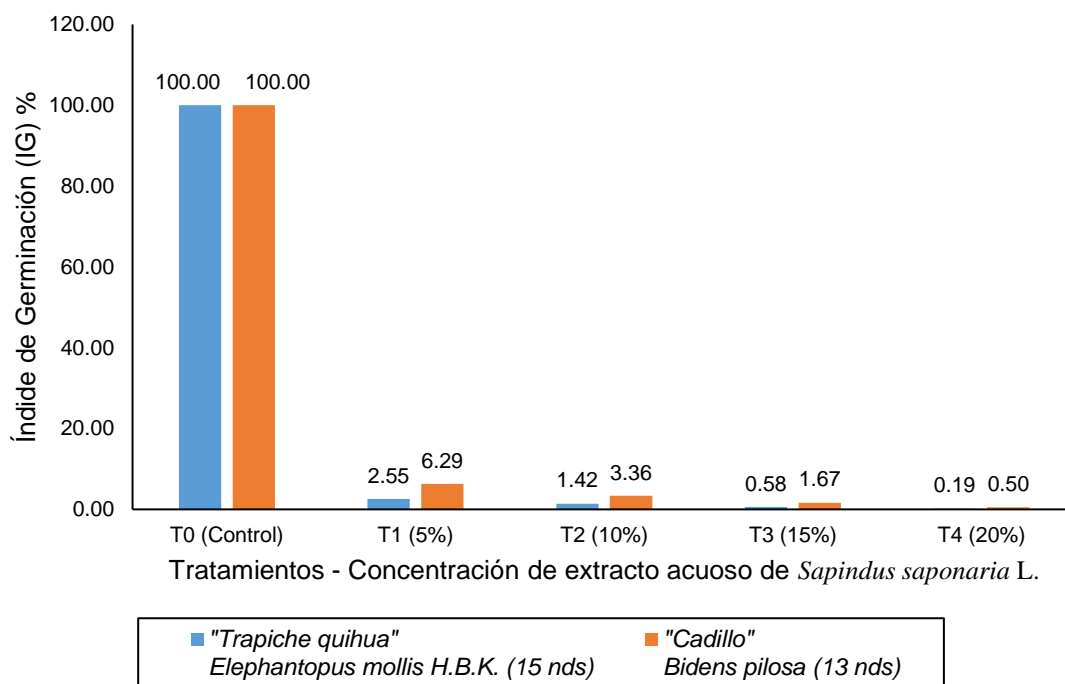


Figura 7. Índice de Germinación (IG), según concentración de extracto de mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. en semillas de arvenses aceptoras (bioensayo).

El test de Duncan ($\alpha = 0.05$) efectuada para el Índice de Germinación (IG), aplicando distintas concentraciones de extracto del mesocarpio del fruto de *Sapindus saponaria* L. aplicado a semillas de las arvenses aceptoras (Tabla 13 y Figura 7), se logró verificar diferencias significativas en cada tratamiento en comparación con el control (T_0); para el caso de *Elephantopus mollis* H.B.K. todas las concentraciones del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. afectan al Índice de Germinación (IG), calculado a partir del porcentaje de Germinación Relativa de la Semilla (GRS) y del porcentaje del Crecimiento Relativo de Radícula (CRR), observando que el tratamiento T_3 (15%) y el tratamiento T_4 (20%) presentan los menores índice de germinación con valores 0.58% y 0.19% respectivamente.

Con respecto a *Bidens pilosa* L. se observa que los tratamientos T_0 (Control), T_1 (5%) y T_2 (10%) muestran diferencias significativas entre ellos, sin embargo, los tratamientos T_3 (15%) y T_4 (20%) no muestran diferencias significativas entre ellas, destacando este último con 0.50% de índice de germinación.

En la (Figura 7) se muestran resultados muy favorables controlando la germinación de las semillas de 2 malezas estudiadas lo cual ya existe un control muy favorable desde la menor concentración de 5% y resultados muy buenos con 20% del extracto de *Sapindus saponaria* L. comparando con investigaciones de otro tipo de extractos de especies como

la *Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry utilizado en las mismas malezas con la máxima concentración de 20% para la maleza *Elephantopus mollis* H.B.K. alcanzó 3.13 % y para *Bidens pilosa* L. 14.84 % en comparación con el extracto que utilizamos se demuestra un mayor control al 20% con 0.19% y 0.50% lo cual se traduce en un control de 99.81% y 99.5%.

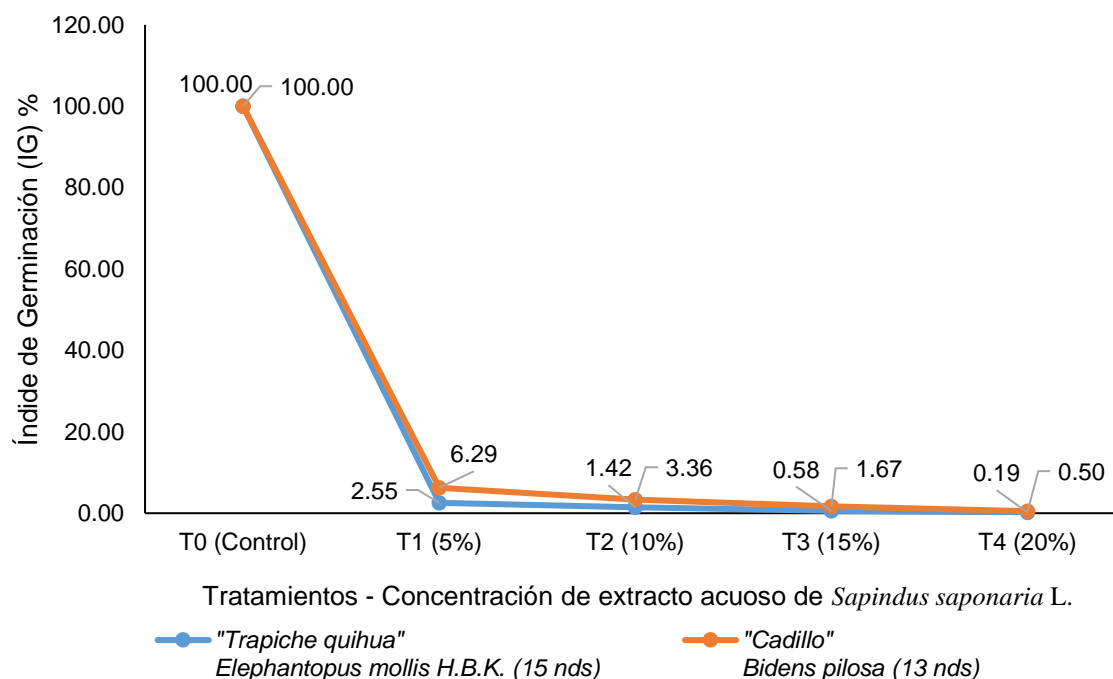


Figura 8. Tendencia del Índice de Germinación (IG), según concentración de extracto de *Sapindus saponaria* L. en semillas de arvenses aceptoras (sin sustrato); (nds): Número de días después de la siembra.

En la investigación la reducción del IG% es producto de la acción enzimática, según lo evaluado por Trujillo, (2008) afirma que las enzimas de las raíces realizan el proceso de hidroxilación del aleloquímico para obtener aglicona, cuando la concentración se incrementa se produce efecto inhibitorio porque existe bloqueo de la acción enzimática evitando liberación de aglicona, por dicho comportamiento se produce inhibición durante la germinación de semillas o en la fase de plántulas, al aplicar extractos que contienen dichos compuestos

Observando los resultados de la reducción del IG en las 4 concentraciones se evidencia el efecto de los taninos catéquicos, esteroides insaturados, azúcares 2 desoxigenados, compuestos fenólicos, principios amargos que contienen los extractos Villela (2005), dicho comportamiento alelopático del extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. sobre las semillas y de acuerdo con la clasificación realizada por (Rodríguez, 2014) (Tabla 3) las 4 concentraciones se encuentran a nivel de Fitotoxicidad severa o alta.

Entonces se puede afirmar que la especie *Sapindus saponaria* L. estudiada podría contener en el mesocarpio del fruto las mismas sustancias que la especie *Sapindus mukorossi*, de la cual aislaron cinco compuestos herbicidas, se caracterizaron como ácido oleanólico, lupeol, d-pinitol, ácido hexadecanoico y ácido octadecanoico. D-pinitol y ácido oleanólico fueron los principales componentes activos actuando de manera efectiva en *Avena fatua* L. y *Amaranthus retroflexus* (Ma et al., 2019). Las saponinas tienen acción directa e indirecta; los efectos directos son los que influyen causando alteraciones en el metabolismo de las plantas; los que pueden llegar a afectar las características citológicas, propiedades de la membrana, acción de las fitohormonas, germinación, absorción de minerales, actividad de respiración y actividades enzimáticas esenciales para las plántulas (Rizvi et al., 1992) mencionado por (Grisi et al., 2011).

En investigaciones realizadas por Umeda et al., (2012) ellos al aplicar extractos de hojas jóvenes de la especie *Sapindus saponaria* L. observaron fuerte efecto inhibitorio sobre la tasa de germinación de diásporas y pasto de corral *Echinochloa crus-galli*. Entonces los aleloquímicos contenidos en el extracto de la especie *Sapindus saponaria* L. actúan reduciendo la actividad respiratoria; interrumpiendo la actividad de difusión de oxígeno a través de la cubierta seminal lo cual inhibe los procesos de germinación y crecimiento de las plantas según lo afirmado por (Maraschin y Alves, 2006).

El efecto de alelopatía no solo se produce en la germinabilidad, sino también en la velocidad de germinación por que el aleloquímico influye en otras características del proceso de germinación de las semillas (Ferreira y Áquila, 2000), y los extractos de plantas alelopáticas tienen el efecto de alterar la forma, causar inhibición del desarrollo de plántulas (Grisi et al., 2011).

CONCLUSIONES

OG:

El extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L. tiene efecto inhibitorio a nivel de premergencia de las semillas de las especies de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L., mostrando efectos significativos en condiciones de laboratorio.

OE 1:

El extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., a una concentración del 20.00%, demostró mayor efecto inhibitorio sobre a la Germinación Relativa de Semillas (GRS) de las especies *Elephantopus mollis* H.B.K y de *Bidens pilosa* L. con 14.29% y 24.44% a respectivamente; así como sobre el Crecimiento Relativo de la Radícula (CRR), con 1.36% para *Elephantopus mollis* H.B.K y 2.04% para *Bidens pilosa* L., demostrando que *Elephantopus mollis* H.B.K fue el más afectado.

OE 2:

El extracto acuso de *Sapindus saponaria* L. a una concentración del 20%, verificó Índices Germinación (IG) de 0.19% y 0.50% de las semillas de *Elephantopus mollis* H.B.K. y en *Bidens pilosa* L. respectivamente, por lo tanto, se considera que tiene niveles de toxicidad severa.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones donde se evalúen los efectos individuales de los aleloquímicos aislados producidos por la especie *Sapindus saponaria* L., con la finalidad de determinar cuál de ellos tiene el mayor efecto alelopático.

Evaluar el efecto de los extractos acuosos estudiados en otras malezas de campos de cultivo, a fin de determinar los posibles efectos alelopáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Sherif, E.; Hegazy, A. K.; Gomaa, N. H. y Hassan, M. O. (2013). *Efecto alelopático de tejidos de mostaza negra y exudados de raíces en algunos cultivos y malezas*. *Planta Daninha*, 31(1), 11–19. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582013000100002>
- Aportela, G. P.; González P. Y. (2001). *Evaluación toxicológica del Dicromato de Potasio en plantas de lechuga *Lactuca sativa* L.* Anuario Toxicológico. Cuba; pág. 98 - 103.
- Araniti, F.; Graña, E.; Krasuska, U.; Bogatek, R.; Reigosa, M. J.; Abenavoli, M. R, y Sánchez, A. M. (2016). La pérdida de gravitropismo en *Arabidopsis* tratada con farneseno se debe a malformaciones de los microtúbulos relacionadas con el desequilibrio hormonal y de ROS. *PloS One*, 11 (8), e0160202. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160202>
- Arowosegbe, S. y Afolayan, A. J. (2012). *Evaluación de las propiedades alelopáticas de *Aloe ferox* Mill. sobre nabo, remolacha y zanahoria*. *Biol. Res.* 45: pág. 363 - 368.
- Ávalos, A.; Pérez, C. E. (2009). *Metabolismo secundario de plantas*. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): pág. 119 - 145. Departamento de Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal). Facultad de Biología. Universidad Complutense. Madrid.
- Barrera, M. (2021). Actividad alelopática de *Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry y *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg., en malezas del cultivo de café. Universidad Nacional Agraria de La Selva. 129 pág.
- Barkatullah, A. I.; Ibrar, M.; Jelani, G. (2015). *Potencial alelopático de *Sapindus mukorossi* Gaertn probado contra *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, *Setaria italica* (L.) Beauv. y *Lactuca sativa* L.* *Pak. J.Bot.*; 47 : pág. 1879 -1882.
- Bertín, T. J.; Hernández, A. G.; Herrera, J. H.; García, T. C. L. (2001). *Efecto del Nitrógeno y fecha de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea*. Montecillo, Estado de México. pág. 245 - 254.
- Begum, K.; Shammi, M.; Hasan, N.; Appiah, K. S. y Fujii, Y. (2019). *Evaluación de plantas alelopáticas volátiles potenciales de Bangladesh, con *Sapindus mukorossi* como especie candidata*. *Agronomía* (Basilea, Suiza), 10 (1), pág. 49. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010049>

- Bezic, C. R. (2010). *Malezas en sistemas naturales agrícolas*. Edu.ar. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2123/Bezic%20completa%20%283%20de%203%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Boonmee, S. y Noguchi, H. (2017). *Actividad alelopática de extractos de vaina de Acacia concinna*. Revista de alimentos y agricultura de los Emiratos, 1. <https://doi.org/10.9755/eifa.2016-07-964>
- Bradford, K. J. (1995). *Relaciones en la germinación de semillas. Desarrollo y Germinación de Semillas*. Dekker, Nueva York. pág. 351 - 396.
- Carrascal, A. (2015). *Efecto de tres concentraciones de Sapindus saponaria sobre la población de Meloidogyne Incognita en Asparagus Officianalis cv. UC-157 F1 cultivado en invernadero*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.
- Calzada, J. (1970). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. 3a. ed. Lima: Editorial Jurídica. 645 pág.
- Chicy, T. A.; Kielbaso, J. J. (1998). *Alelopatía como factor de inhibición en el crecimiento de árboles ornamentales: implicaciones de la literatura*. Champaign, Illinois - USA. 24: pág. 274 - 279.
- Chon, S. U., Jang, H. G., Kim, D. K., Kim, Y. M., Boo, H. O., y Kim, Y. J. (2005). *Potencial alelopático en plantas de lechuga (Lactuca sativa L.)*. Corea del Sur. pág. 309 - 317.
- Dai, Z.; Wang, J.; Ma, X.; Sun, J. y Tang, F. (2021). *Evaluación de laboratorio y campo de la actividad fitotóxica del extracto de pulpa de Sapindus mukorossi Gaertn e identificación de una sustancia fitotóxica*. Moléculas (Basilea, Suiza), 26 (5), 1318. <https://doi.org/10.3390/molecules26051318>
- D'abrosca, B.; Della, F. A.; Monaco, P.; Previtera, L.; Simonet, A.; Zarrelli, A. (2001). *Aleloquímicos potenciales de Sambucus nigra*. Caserta, Italy. Pag.1073-1081.
- Encalada, T. (1978). *Evaluación de la fitotoxicidad e influencia del almacenaje sobre la germinación de semillas de trigo y cebada tratadas con insecticidas sistémicos y determinación del efecto residual sobre el áfido Metopolophium dirhodum (Walker)*. Tesis Licenciado en Agronomía. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. pág. 49.
- Ferreira, A. G.; Áquila, M. E. A. (2000). *Alelopatía: un tema emergente en ecofisiología*. Revista Brasileira de Fisiología Vegetal, v. 12, ed. esp., pág.: 175 - 204.

- García, P. F.; Gulias, J.; Martínez, J.; Marzo, A.; Melero, J.; Traveset, A.; Veintimilla, P.; Verdú, M.; Cerdán, V.; Gasque, M. (2001). *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. Valencia, España. Gráficas Cervelló, S. L. pág. 82.
- Giardini, F. P.; Torres, G. M.; de Oliveira, J. A.; Aparecida, D.; Solano, J. D.; y Souza, N. (2018). Alepatia: el potencial de las plantas medicinales en el control de especies espontáneas. *Centro agrícola*, 45 (1), 78 - 87. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000100010
- Gonçalves, S.; Reis, V. (2000). *Inhibiciones de la germinación y crecimiento radicular de lechuga (CV. Grand Rapids) por extractos acuosos de cinco especies de Gleicheniaceae*. Brasil. pág. 180 -197.
- Grisi, P. U. (2010). *Potencial alelopático de Sapindus saponaria L. (Sapindaceae)*. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciencias Biológicas e da Saúde, programa de pós-graduação em ecologia e recursos naturais. São Carlos-SP. Brasil.
- Grisi, P. U.; Gualtieri, S. C. J.; Ranal, M. A. y Santana, D. G. (2011). *Efecto alelopático del fruto de Sapindus saponaria L. en germinación y morfología de plantas de malezas y verduras*. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, pág. 311 - 322. Brasil.
- Grisi, P. U.; Forim, M. R.; Costa, E. S.; Anese, S.; Franco, M. F.; Eberlin, M. N. y Gualtieri, S. C. J. (2015). *Fitotoxicidad e identificación de metabolitos secundarios del extracto de hoja de Sapindus saponaria L.* Revista de regulación del crecimiento vegetal, 34 (2), pág. 339 – 349. <https://doi.org/10.1007/s00344-014-9469-2>
- Gizasa, M. J. y Souto, C. (2001). *Alelopatía: observaciones de campo y metodología*. (S. S: Narval y P. Tauro Eds). pág. 213 - 231.
- Gniazdowska, A.; Bogatek, R. (2005). *Interacciones alelopáticas entre plantas*. Acción multisitio de los aleloquímicos. Acta Physiologiae Plantarum, v. 27, pág. 395 - 407.
- Iannacone, J. (2013). *Toxicidad de los Bioplaguicidas Agave Americana, Furcraea Andina (Asparagaceae) y Sapindus saponaria (Sapindaceae) sobre el caracol invasor Melanoides Tuberculata (Thiaridae)*. Asociación Peruana de Helminología e Invertebrados Afines. Lima.

- ITIS Regional (The Integrated Taxonomic Information System), Catalogue of Life: 17th March 2014 Sep 2012. (http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=503692)
- IPPC Secretariat. (2021). Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de plantas: un desafío global para prevenir y mitigar los riesgos de plagas de plantas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas. Roma. FAO en nombre de la Secretaría de la CIPF. <https://doi.org/10.4060/cb4769en>
- Imatomi, M.; Novaes, P.; Machado, M. A. F y Juliano, S. C. (2015). *Efectos fitotóxicos de extractos acuosos de hojas de cuatro especies de Myrtaceae en tres malezas*. Acta Scientiarum Agronomía, 37 (2), 241. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i2.19079>
- Kato-Noguchi, H. (2003). Aislamiento e identificación de una sustancia alelopática en *Pisum sativum*. fitoquímica, 62(7), pág. 1141–1144. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(02\)00673-8](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(02)00673-8)
- Kadioglu, I. y Yanar, Y. (2004). *Efectos alelopáticos de extractos de plantas contra la germinación de semillas de algunas malezas*. Revista asiática de ciencias vegetales.
- Krautmann, M.; Turbay, S. y Riscalá, E. (2001). *Efectos alelopáticos de *Tridax procumbens* L.* San Miguel de Tucumán, República Argentina.
- Little, E.; Wadsworth, F. y Marrero, J. (1967). *Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes*. Universidad de Puerto Rico. pág. 827. http://www.cedaf.org.do/arboles_dominicanos/index_ncomun.php?comun=Jaoncillo
- Lu, Z.K., Yanar, Y. (2004). Efectos alelopáticos de extractos de plantas contra la germinación de semillas de algunas malezas. Revista asiática de ciencias vegetales, India. 3(4): pág. 472 – 475.
- Ma, S. J.; Fu, LL.; He, S. Q.; Lu, X. P.; Wu, Y. Y.; Ma, Z. Q.; Zhang, X. (2018). *Potente actividad herbicida de *Sapindus mukorossi* Gaertn. contra *Avena fatua* L. y *Amaranthus retroflexus* L.* Ind. Crop. Pinchar. 122: pág. 1– 6. doi:10.1016/j.indcrop.2018.05.046
- Mahmoud, L. A.; Dos Reis, R. A.; Chen, X.; Ting, V. P y Nayak, S. (2022). Estructuras metal-orgánicas como agentes potenciales para la extracción y entrega de

pesticidas y agroquímicos. *ACS Omega*, 7 (50), 45910–45934. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05978>

- Macías, F. A.; Molinillo, J. M. G.; Galindo, J. C.; Varela, R. M.; Torres, A.; Simonet, A. M. (1999). *Terpenoides con uso potencial como plantillas de herbicidas naturales*. Productos Naturales Biológicamente Activos: Agroquímicos. Pág. 15 - 31.
- Macías, F. A.; Castellano, D.; Molinillo, J. M. G. (2000). *Busque un bioensayo fitotóxico estándar para aleloquímicos*. Selección de especies objetivo estándar. *J. Agric. Química alimentaria*. Pág. 2512 - 2521.
- Macías, V. E.; Coy, E. D.; Cuca, L. E. (2011). Análisis fitoquímico preliminar y actividad antioxidante, antiinflamatoria y antiproliferativa del extracto etanólico de corteza de *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (Rutaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(1), pág 43 - 53.
- Maraschin, F. y Alves, M. A. (2006). *Contribución al estudio del potencial alelopático de las especies nativo*. Sociedad de Investigación Forestal. Pág. 1- 9.
- Matilla, A. J. (2008). *Desarrollo y germinación de las semillas*. Madrid, España. Pág. 651.
- Mejía, K.; Rengifo, E. (2000). *Plantas medicinales de uso popular en la Amazonía Peruana*. Agencia Española de Cooperación Internacional - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Breña, Lima-Perú.
- Mena, L.; Tamargo, B.; Olivet, E.; Plaza, L.; Blanco, Y.; Otero, A.; Sierra, G. (2015). *Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de Sapindus saponaria L. (jaboncillo)*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 20(1), pág 106 - 116.
- Méndez, J. (2016). *Obtención de saponinas de los frutos de Solanum marginatum y análisis de sus propiedades como surfactante*. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6859/1/T-UCE-0017-0016-2016.pdf>
- Moreno, M. T. A.; Benito L. M.; Herrero N. S.; Domínguez, S. L.; Peñuelas, J. R. (2001). *Estudio de nuevos métodos de determinación de la viabilidad de las semillas forestales: test de electroconductividad e índigo carmín*. Comparación con el test del tetrazolio y su aplicación a *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*. Granada, España. pág. 653 - 658.
- Nivia, E. (2000). *Mujeres y Plaguicidas, una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas*. Palmira, Colombia. pág. 113.

- Noguchi, K.; Francisco, A. (2005). Efectos de la 6-metoxi-2-benzoxazolinona sobre la germinación y actividad amilasa en semillas de lechuga. *Revista de fisiología vegetal*. Japón, Pág. 1304 - 1307.
- Noguchi, K.; Tanaka Y. (2004). *Potencial alelopático de los desechos de cítricos junos de la industria de procesamiento de alimentos. Tecnología Bioambiental*. Japón. Pág. 211 - 214.
- Noguchi, K.; Tanaka, Y.; Murakami, T.; Yamamura, S.; Fujihara, S. (2002). *Aislamiento e identificación de una sustancia alelopática de la cáscara de Citrus junos*. *Fitoquímica*. Japón. Pág: 849 - 853.
- Orlando, F. L.; Ridenour, W. M.; Callaway, R. M. (2001). La importancia relativa de la alelopatía en la interferencia. *Missoula*. Pág. 444 - 450.
- Prichoa, F. C.; Leyser, G.; De Oliveira, J. V.; y Cansian, R. L. (2013). *Efectos alelopáticos comparativos de los extractos acuosos de Cryptocarya moschata y Ocotea odorifera sobre Lactuca sativa*. *Acta Scientiarum Agronomía*, 35 (2). <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i2.15758>
- Rice, E. (1984). *Allelopathy*. 2da ed. Prensa académica.
- Ríos, I. (2006). Las malezas y la necesidad de su manejo en los agroecosistemas. *Rev. Ventana Agropecuaria* N° 5. Versión electrónica en http://www.oedruszacatecas.gob.mx/oedrus_zac/zacatecas/revista/VA5/INDICE.htm (último acceso 04-12-2008)
- Rizvi, S. J. H. y Rizvi, V. (1992). *Alelopatía aspectos básicos y aplicados*. Londres: Chapman & Hall. pág. 1 - 486. Disponible en: <https://vdoc.pub/documents/allelopathy-basic-and-applied-aspects-730afoc62550>
- Rodríguez, H. G.; Mederos, D. M.; Echeverría, I. S. (2002). *Efectos alelopáticos de restos de diferentes especies de plantas medicinales sobre albahaca (Ocimum basilium L.) en condiciones de laboratorio*. Cuba. Pág. 67 - 72.
- Souza, J. (2021). Informe sobre la situación de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) y las estrategias sobre producción sustentable en la Argentina.
- Suzuki, L, S.; Zonetti, P, C.; Ferraresa, M, L.; Ferrarese, F, O. (2008). *Efectos del ácido ferúlico en el crecimiento y lignificación de soja convencional y resistente al glifosato*. *Revista de alelopatía*, v. 21, N°. 1, pág. 155 - 164.

- Trujillo, A. (2008). *Determinación de la actividad alelopática de extractos vegetales sobre Lactuca sativa*. Edu.co. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2380e1b9-cd1e-445e-ba97-61cc13c5cdbf/content>
- Umeda, P., C., Gualtieri, J. S., Aparecida, M., y Garcia, D. (2013). *Actividad fitotóxica de extractos acuosos crudos y fracciones de hojas jóvenes de Sapindus saponaria L. (Sapindaceae)*. Acta Botanica Brasilica, 27(1), 62–70. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000100009>
- Umeda, P., Aparecida, M., Juliano, S. C., y García, D. (2012). *Potencial alelopático de las hojas de Sapindus saponaria L. en el control de malezas*. Acta Scientiarum Agronomía, 34(1). <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v34i1.11598>
- Universidad Nacional del Centro del Perú. (2013). *Toxicología e higiene agroindustrial*. Obtenido de: Determinación de saponina. Disponible en: <https://magsolano.files.wordpress.com/2013/10/practica-nc2b0-2.pdf>
- Usiña, K. M. (2017). *Análisis de las propiedades surfactantes de saponinas obtenidas de los frutos de Sapindus saponaria L.* Facultad de Ciencias químicas, Ecuador.
- Valdés, M.; Tamargo, L.; Salas B.; Plaza, E.; Blanco L. E.; Otero, Y.; y Sierra, G. (2015). *Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de Sapindus saponaria L. (jaboncillo)*. Revista Cubana de Plantas Medicinales. Cuba.
- Valdés, L. M. (2015). *Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de Sapindus saponaria L. (jaboncillo)*. Revista Cubana de Plantas Medicinales. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962015000100010
- Varnero, M. T. M.; Rojas, C. y Orellana, R. (2007). Índices de fitotoxicidad de residuos orgánicos durante el compostaje. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal, 7, Pág. 28 - 37.
- Varnero, M. T.; Orellana, R.; Rojas, C.; Santibañes, C. (2006). *Evaluación de especies sensibles a metabolitos fitotóxicos mediante bioensayos de germinación*. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental; España (tomo III). Pág. 363 - 369.
- Villela, C. A. (2005). *Tamizaje fitoquímico del fruto del árbol de Sapindus saponaria (jaboncillo), identificando las principales familias de metabolitos secundarios, en*

muestras provenientes de Cunén, departamento del Quiché, Guatemala.
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de
Ingeniería Química. Guatemala.

- Waller, G.; Yang, C. F.; Chen, L. F.; Su, C. H.; Liou, R. M.; Wu, S. C.; Young, C. C.; Lee, M. R.; Lee, J. S.; Chou, C. H. y Kim D. (1992). *Saponinas de frijol mungo como aleloquímicos*. Pág. 91 - 108.
- Ximénez, G. R.; Santin, S. M. O.; Ignoato, M. C.; Souza, L. A. y Pastorini, L. H. (2019). *Potencial fitotóxico del extracto crudo y fracciones de hoja de Machaerium hirtum sobre el crecimiento inicial de Euphorbia heterophylla e Ipomoea grandifolia*. Planta Daninha, 37 (0). <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100015>
- Yves, A.; Jacques, F.; Turati, R.; Epos, S.; Viamonte, M. (2006). *Para comprender las plantas y la diversidad del mundo vegetal*. Bogotá: Panamericana editorial. Pág. 128.
- Yokotani, K., Yoshiharu, F.; Hashimoto, H.; Yamashita, M. (2003). *Reducción de la inhibición alelopática del crecimiento de la lechuga (Lactuca sativa L.) causada por el frijol terciopelo (Mucuna pruriens) bajo clinorotación 3D*. Japón. 17: Pág. 14-17.
- Zalacain, M.; Sierrasesúmaga, L.; Patiño A. (2005). *El ensayo de micronúcleos como medida de inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos*. Pág. 227 - 236.
- Zucconi, F.; Pera, A.; Forte, M.; De Bertoli, M. (1981). *Evaluación de la toxicidad en compost inmaduro*. Pág. 54 – 57.

Efecto inhibitorio de extracto
acuoso de *Sapindus saponaria*
L., en preemergencia de
Elephantopus mollis H.B.K y
Bidens pilosa L.

por William Arévalo Dávila

Fecha de entrega: 26-abr-2023 09:19a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2076143797

Nombre del archivo: FCA_-_William_Arevalo.docx (35M)

Total de palabras: 13249

Total de caracteres: 74487

Efecto inhibitorio de extracto acuoso de *Sapindus saponaria* L., en preemergencia de *Elephantopus mollis* H.B.K y *Bidens pilosa* L.

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	core.ac.uk Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	dspace.pucesi.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	cdam.minam.gob.pe Fuente de Internet	1%

Anexo 1. Malezas elegidas en el experimento



Elephantopus mollis H.B.K. llamado "Trapiche quihua"

Anexo 2. Frutos de *Sapindus saponaria* L. "Tingana" utilizados en el ensayo



Anexo 3. Selección de semillas de las malezas



Anexo 4. Desinfección de semillas



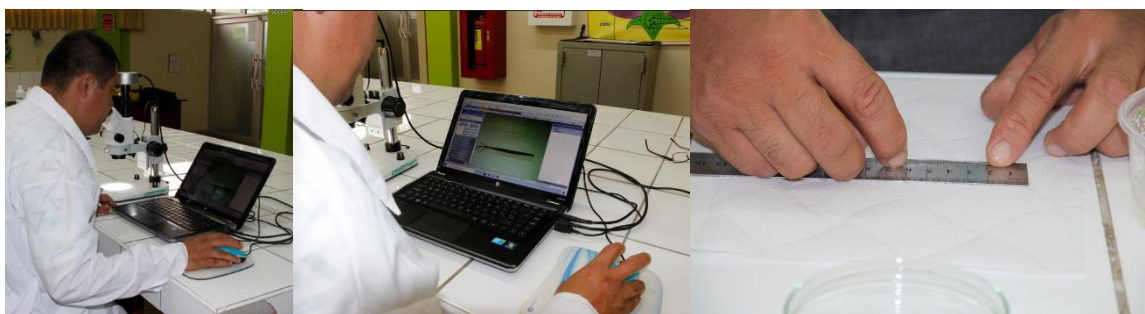
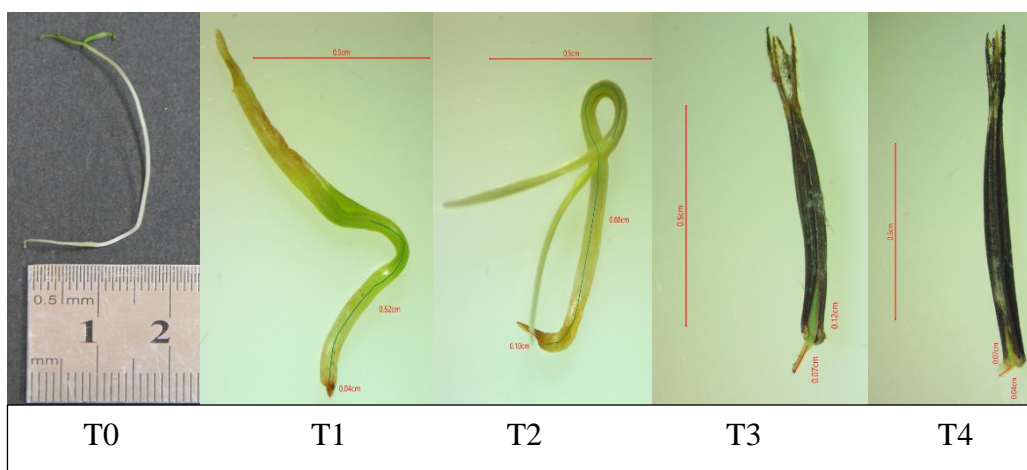
Anexo 5. Obtención de extracto de frutos de *Sapindus saponaria* L.



Anexo 6. Proceso de instalación del experimento



Anexo 7. Medición de Indicadores

Anexo 8. Resultados de la respuesta de la maleza *Bidens pilosa* L. a la aplicación de extracto.Anexo 9. Resultados de la respuesta de la maleza *Elephantopus mollis* H.B.K. a la aplicación de extracto.