

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.7212>



## Evaluación del efecto alelopático del extracto etanólico de hojas y tallo de *Laurus nobilis* (laurel) en los cultivos de *Zea mays* (maíz) y *Phaseolus vulgaris* (frijol)\*

Álvaro Turizo Jiménez<sup>a</sup> ■ Ana Angulo Marrugo<sup>b</sup> ■ Angie Guevara Perea<sup>c</sup>  
■ Fernando Castro Gómez<sup>d</sup> ■ Óscar Camacho Romero<sup>e</sup>

**Resumen:** El uso indiscriminado de herbicidas es una problemática presente de forma constante en el sector agrícola. Debido a la exposición prolongada a estos productos, se han identificado problemas de salud en agricultores, como la aparición de diferentes tipos de cáncer, y de malformaciones en recién nacidos. Por esto se han buscado alternativas, como el uso de bioherbicidas derivados de plantas con propiedades alelopáticas que ayuden a mitigar dicho problema. En el presente estudio se evaluó la actividad alelopática de los extractos etanólicos de hojas y tallo de *Laurus nobilis* sobre las semillas de *Phaseolus vulgaris* (frijol) y *Zea mays* (maíz); por medio de pruebas biológicas de germinación y crecimiento se realizó una marcha fitoquímica preliminar y de toxicidad mediante *Artemia salina*. Las pruebas cualitativas de identificación evidenciaron la presencia de alcaloides, esteroides, taninos, sesquiterpenos, flavonoides y fenoles. Además, la prueba de toxicidad mostró relaciones directas entre el porcentaje de mortalidad y la concentración en los extractos, siendo el tallo el que presentó mayor toxicidad (1000 ppm); a su vez, se evidenciaron efectos alelopáticos inhibitorios sobre las semillas, que aumentaron en relación proporcional con las concentraciones evaluadas. En conclusión, mediante los bioensayos de germinación y crecimiento se identificó la acción inhibitoria de *Laurus nobilis* sobre el desarrollo del maíz y frijol, observándose que el extracto etanólico del tallo presentó una mayor inhibición sobre estas semillas en sus concentraciones más altas.

**Palabras clave:** *Laurus nobilis*; alelopatía; *Zea mays*; *Phaseolus vulgaris*; germinación

**Recibido:** 09/02/2024 **Aceptado:** 03/03/2024 **Disponible en línea:** 30/05/2024.

**Cómo citar:** O. Camacho, A. Turizo, F. Castro, A. Angulo & A. Guevara, "Evaluación del efecto alelopático del extracto etanólico de hojas y tallo de *Laurus nobilis* (laurel) frente al cultivo de *Zea mays* (maíz) y *Phaseolus vulgaris* (frijol)", *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 18(2), pp. 115-125, 2024, DOI: 10.18359/rfcb.7212

\* Artículo de investigación.

**a** Químico farmacéutico. Miembro del semillero de investigación fitoquímica (GIF), de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: alvaro.turizo1914@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8609-5802>

**b** Químico farmacéutico. Miembro del semillero de investigación fitoquímica (GIF), de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: arangulo@mail.uniatlantico.edu.co

**c** Químico farmacéutico. Miembro del semillero de investigación fitoquímica (GIF), de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: apguevara@mail.uniatlantico.edu.co

**d** Ph. D. en ciencia y tecnología química, de la Universidad Rovira i Virgili. Miembro del semillero Max Planck, de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: fernandocastro@mail.uniatlantico.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4208-9862>

**e** Magíster en ciencias farmacéuticas. Director del Grupo de Investigación Fitoquímica (GIF), Facultad de Química y Farmacia, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: oscarcamacho@mail.uniatlantico.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3760-9827>

## *Evaluation of the Allelopathic Ethanol Extract from Leaves and Stems of Laurus nobilis (Laurel) against Zea Mays (Corn) and Phaseolus Vulgaris (Bean)*

**Abstract:** The indiscriminate use of herbicides is a persistent problem in the agricultural sector. Prolonged exposure to these products has been linked to health issues among farmers, including different types of cancer and malformations in newborns. Consequently, alternatives have been sought, such as the use of bioherbicides derived from plants with allelopathic properties, to mitigate these problems. This study evaluated the allelopathic activity of ethanolic extracts from leaves and stems of *Laurus nobilis* on *Phaseolus vulgaris* (bean- Record ICA 4164) and *Zea mays* (maize- Batch ZZFB2287MF) seeds through biological tests of germination and growth, preliminary phytochemical analyses, and toxicity tests using *Artemia salina*. Qualitative identification tests revealed the presence of alkaloids, steroids, tannins, sesquiterpenes, flavonoids and phenols. Additionally, the toxicity test demonstrated direct relationships between the percentage of mortality and the concentration in the extracts, with the stem showing greater toxicity (1000 ppm). Furthermore, inhibitory allelopathic effects on the seeds were evident, increasing in proportion to the concentrations evaluated. In conclusion, the inhibitory action of *Laurus nobilis* on the development of corn and beans was identified through the germination and growth bioassays, with the ethanolic extract from the stem exhibiting greater inhibition on these seeds at higher concentrations.

**Keywords:** *Laurus Nobilis*; Allelopathy; *Zea Mays*; *Phaseolus Vulgaris*; Germination; Leaves; Bioherbicides

## *Avaliação do efeito alelopático do extrato etanólico de folhas e caule de Laurus nobilis (louro) nas culturas de Zea mays (milho) e Phaseolus vulgaris (feijão)*

**Resumo:** O uso indiscriminado de herbicidas é uma problemática constante no setor agrícola. Devido à exposição prolongada a esses produtos, foram identificados problemas de saúde em agricultores, como o aparecimento de diferentes tipos de câncer e malformações em recém-nascidos. Por isso, têm sido buscadas alternativas, como o uso de bioherbidas derivados de plantas com propriedades alelopáticas que ajudem a mitigar esse problema. No presente estudo, foi avaliada a atividade alelopática dos extratos etanólicos de folhas e caule de *Laurus nobilis* sobre as sementes de *Phaseolus vulgaris* (feijão) e *Zea mays* (milho); por meio de testes biológicos de germinação e crescimento, foi realizada uma marcha fitoquímica preliminar e de toxicidade utilizando *Artemia salina*. Os testes qualitativos de identificação evidenciaram a presença de alcaloides, esteroides, taninos, sesquiterpenos, flavonoides e fenóis. Além disso, o teste de toxicidade mostrou relações diretas entre o percentual de mortalidade e a concentração nos extratos, sendo o caule o que apresentou maior toxicidade (1000 ppm); por sua vez, foram evidenciados efeitos alelopáticos inibitórios sobre as sementes, que aumentaram proporcionalmente com as concentrações avaliadas. Em conclusão, mediante os bioensaios de germinação e crescimento, identificou-se a ação inibitória de *Laurus nobilis* sobre o desenvolvimento do milho e do feijão, observando-se que o extrato etanólico do caule apresentou uma maior inibição sobre essas sementes em suas concentrações mais altas.

**Palavras-chave:** *Laurus nobilis*; alelopatia; *Zea mays*; *Phaseolus vulgaris*; germinação

## Introducción

En todas las economías subdesarrolladas, la agricultura es una actividad de grandes proporciones; en general, entre el 40 y 60 % del ingreso de una nación se genera en la agricultura, y del 50 al 80 % de la fuerza de trabajo se ocupa en la producción agrícola [1, 2].

Colombia posee un gran potencial de biodiversidad, por lo que es considerado el segundo país megadiverso del mundo, albergando cerca del 10 % de biodiversidad en el planeta; sin duda, la biodiversidad agrícola tiene un gran potencial económico que puede ser desarrollado de manera sostenible, como el cimientito que brinda materias primas para procesos de producción o bienes para el consumo y servicios ambientales [3]. Sin embargo, en el cuidado del sector agrícola se emplean muchos químicos llamados “herbicidas”, los cuales tienen como finalidad acabar con plagas que puedan afectar directa o indirectamente la proliferación de los cultivos. En Colombia, este tipo de químicos se utiliza desde 1962, siendo el glifosato el más utilizado [4, 5].

Si bien el uso de estos herbicidas va dirigido al control de malezas, su uso indiscriminado se puede convertir en un problema de salud pública, debido a su impacto en las personas; se han identificado componentes cancerígenos, los cuales, en concentraciones mucho menores de las que se utilizan en el sector agrícola, pueden afectar la membrana de las células y ocasionar distintos tipos de cáncer [6, 7].

Muchas especies vegetales son productoras de moléculas con efecto fitotóxico o fitoestimulante; en algunos casos, las sustancias son liberadas al medio en cantidades efectivas, controlan el desarrollo de otras plantas y se consideran especies alelopáticas [8]. Muchos estudios sobre el potencial alelopático de especies vegetales se orientan a la búsqueda de metabolitos secundarios, cuyos efectos se evalúan al medir su actividad biológica; estos efectos resultan útiles para el desarrollo de sustancias bioherbicidas que sirven como estrategia para garantizar una agricultura sostenible [9]. Reemplazan el uso de los herbicidas tradicionales, disminuyen las afectaciones de la salud que sufren

agricultores y personas con residencias aledañas a grandes cultivos que son expuestos constantemente a este tipo de tóxicos [10].

*Laurus nobilis* es una planta perteneciente a la familia Lauraceae, usada tradicionalmente para el tratamiento de diferentes enfermedades gástricas [11], antiinflamatoria y analgésica [12], reuma [13] y antiepiléptico [14]. Asimismo, se han evaluado sus actividades antimicrobianas [15, 16], citotóxicas [17, 18], antioxidantes [19, 20], antidiabéticas [21, 22] y anticancerígenas [23, 24], entre otras. De igual forma, Calle *et al.* [25] mostraron la incidencia del aceite esencial de esta especie frente a la germinación de *Araujia sericifera*, en concentraciones entre 0,250 y 1  $\mu\text{L/mL}$ , en un rango de 39-44 %; por su parte, del extracto total no hay estudios similares que muestren acción sobre otras especies.

A partir de esta investigación se pretende identificar el efecto alelopático del extracto etanólico de hojas y tallo de *Laurus nobilis* (laurel) frente al cultivo de *Zea mays* (maíz) y *Phaseolus vulgaris* (frijol), mediante bioensayos de germinación y crecimiento, con el fin de conocer cómo es el comportamiento de *L. nobilis* ante estas semillas y, si es el caso, poder brindar una alternativa diferente que sea capaz de contribuir a la mitigación de la problemática generada por el uso de fertilizantes químicos en los cultivos.

## Metodología

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones-Productos Naturales, adscrito a la Facultad de Química y Farmacia, de la Universidad del Atlántico.

## Recolección del material vegetal

El material vegetal fresco correspondiente a hojas y tallos de *Laurus nobilis* se recolectó en la Plaza del Restrepo, de Bogotá, a mediados de enero de 2018, a 20 °C y una humedad relativa (HR) del 75 %. Se recolectaron 250 g y 180 g de hojas y tallos, respectivamente; se secaron y se presentaron ante el Herbario Dugand Gnecco, de la Universidad del Atlántico, con el baucher 574-Botánico Hermes Cuadros.

## Obtención de los extractos

El material vegetal fue secado a entre  $29 \pm 1$  °C, bajo sombra, por 15 días. Posteriormente, por molienda fue llevado a un tamaño de partícula moderadamente grueso y sometido a extracción por maceración, utilizando etanol al 96 % por 14 días. Se filtró el producto obtenido y fue concentrado en un Rotavapor BÜCHI-B490 a 40 °C y 80 rpm, hasta obtener un extracto fluido de relación 1:1 [26].

## Marcha fitoquímica preliminar

Para determinar la presencia de los grupos químicos mayoritarios del extracto etanólico de hojas y tallo de *Laurus nobilis*, se utilizaron diversas pruebas cualitativas con reactivos específicos para identificar la presencia de flavonoides (Shinoda, Pews), alcaloides (Dragendorff, Hager, Wagner), taninos (Gelatina-Sal, dicromato de potasio), leucoantocianidinas (Rosenhein, HCl), fenoles (Cl-3Fe), saponinas (espuma), esteroides / triterpenos (Lieberman Buchard), sesquiterpenos (Baljet) y aminoácidos (Ninhidrina) [27].

## Actividad alelopática

Se analizaron diferentes concentraciones de los extractos etanólicos de *L. nobilis* correspondientes a hojas y tallo (5000, 10 000, 15 000, 20 000, 25 000 ppm). Se adicionaron 10 mL de cada extracto en el material absorbente, dentro del recipiente, donde se colocaron 20 semillas de *Zea mays* (Lote ZZFB-2287MF) y *Phaseolus vulgaris* (Registro ICA 4164), que previamente fueron lavadas con agua destilada, y se emplearon control positivo (Glifosato Lote 1220710373) y negativo (agua destilada) [28], por triplicado.

## Ensayo de germinación

Las semillas fueron depositadas en recipientes, con las diferentes concentraciones de los extractos, a temperatura ambiente y en oscuridad, por siete días y por triplicado; después se calculó el porcentaje de alelopátia en la germinación de semillas y se obtuvo el crecimiento de radículas [26-29].

$$\% \text{ A. A.} = \frac{\text{longitud de la raíz de la muestra} - \text{longitud de la raíz del blanco}}{\text{longitud de la raíz del blanco} - \text{longitud de la raíz del control positivo}} \times 100$$

$$\text{CPR: } \frac{\sum x_i}{n}$$

**Xi:** longitud de raíz de la semilla germinada frente a concentración determinada.

**n:** número total de semillas por experimento (20 und.).

El cálculo se realizó a partir de la medición de la longitud de las radículas de cada semilla, en la que se tomó como referencia los milímetros de crecimiento de la misma [29], calculando promedio y desviación estándar. Asimismo, se efectuó un análisis estadístico con el programa IBM SPSS Statistics 29.0.2.0, mediante el uso de las pruebas Anova y Tukey, para tamaños de muestras iguales, con un nivel del 95,0 % de confianza y  $p < 0,05$ .

## Ensayo de crecimiento de semillas

Se colocaron las semillas germinadas en recipientes, se les expuso a cinco concentraciones de los extractos, por triplicado, y bajo las mismas condiciones que en el ensayo de germinación; durante cinco días se realizaron mediciones del hipocotileo y el coleóptilo, en frijol y maíz (% A. A.). Esto se calculó de acuerdo con la siguiente expresión [26]:

$$\% \text{ A. A.} = \frac{\text{longitud de la raíz de la muestra} - \text{longitud del blanco}}{\text{longitud del blanco} - \text{longitud del control positivo}} \times 100$$

El % A. A. se presenta como efecto promotor de crecimiento, dado en valores positivos, y efecto inhibidor de crecimiento, en valores negativos.

## Toxicidad Artemia salina

Se tomaron 100 mL y se adicionaron 0,5 g de huevos de *Artemia salina*, que se incubaron a 25 °C, durante 24 h, con un régimen de iluminación continua y manteniendo un flujo constante de aire para garantizar su eclosión. Posteriormente, se tomaron los nauplios eclosionados y se transfirieron a un recipiente de vidrio que contenía agua de mar [30].

Se formaron grupos de 20 nauplios y se expusieron a concentraciones de 5, 10, 15, 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 ppm. El proceso se realizó por triplicado, incluyendo el grupo control. El tiempo de exposición fue de 24 h.; culminando este

se contaron los nauplios vivos y se determinó el porcentaje de toxicidad y el CI50 por medio del programa estadístico IBM SPSS Statistics 29.0.2.0, utilizando el diseño Probit [31].

## Resultados

Los extractos etanólicos de tallo y hojas de laurel mostraron la presencia de alcaloides, esteroides, flavonoides, taninos, leucoantocianidinas y sesquiterpenos (tabla 1); el tallo fue el que mostró una presencia más marcada de constituyentes asociados con los alcaloides; así mismo, se observó una presencia marcada de saponinas y sesquiterpenos en el tallo, mientras que en las hojas hubo una mayor prevalencia de aminoácidos.

**Tabla 1.** Identificación de metabolitos presentes en hojas y tallo de *Laurus nobilis*

Constituyente químico	Prueba/reactivo	Respuesta	
		Hojas	Tallo
Alcaloides	Dragendorff	++	++
	Hager	++	++
	Wagner	++	+++
Esteroides/triterpenos	Lieberman Buchard	+++	+++
Sesquiterpenos	Baljet	++	+++
	Gelatina-Sal	+++	+++
Taninos	Dicromato de potasio	++	+++
	Rosenthaler	++	+++
Saponinas	Prueba de espuma	-	++
Fenoles	Tricloruro férrico	+++	+++
	Rosenhein	+++	+++
Leuco-antocianidinas	HCl	+++	+++
Fenoles	Tricloruro férrico	+++	+++
	Shinoda	+++	+++
Flavonoides	Pews	+++	+++
	Ninhidrina	++	-

**Nota:** (-) resultado negativo para esta prueba, (+) ligera presencia de metabolito, (++) presencia moderada de metabolito, (+++) presencia abundante de metabolito.

**Fuente:** elaboración propia.

## Ensayo de germinación

Las semillas de *Phaseolus vulgaris* (frijol) mostraron un resultado alelopático positivo en las concentraciones de 5000, 10 000 y 15 000 ppm, con un porcentaje de alelopatía de 83,22 %, 7,07 % y 1,59 % con el extracto etanólico de hojas de *L. nobilis* (tabla 2); a los siete días se observó un crecimiento mayor de la radícula, en la que se observó que, a menor concentración, presentaba un porcentaje de crecimiento más alto. Para el extracto etanólico de tallo el efecto alelopático positivo se reflejó en las concentraciones de 5000 y 10 000 ppm, las cuales crecieron más frente a lo visto en el control negativo, mostrando un porcentaje de alelopatía de 47,6 % y 4,06 %, respectivamente. Al comparar los dos extractos se observó que el de tallo exhibió una mayor capacidad inhibitoria de la germinación, alcanzando su efecto más significativo a una concentración de 25 000 ppm y logrando un porcentaje alelopático de -73,32 %.

Con la determinación del CPR se evidenció que existe una relación inversamente proporcional entre la concentración de ambos extractos con el crecimiento de la raíz de las semillas de frijol (tabla 2), observándose un comportamiento similar con el porcentaje de alelopatía en la germinación, lo que evidenció que a medida que aumenta la concentración este porcentaje disminuye. A su vez, al analizar por Anova-Tukey se observó un sig. < 0,001, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones planteadas y que entre ellas no existe ninguna, con comportamientos similares para ambos extractos vegetales frente al frijol, lo que confirma el comportamiento marcado de forma proporcional entre respuesta versus concentración.

## Maíz

En la prueba de germinación de las semillas de maíz se observaron resultados que indican una actividad alelopática negativa para ambos extractos en todas las concentraciones evaluadas, ya que todas las semillas presentaron una longitud de radículas menor que la mostrada en el control negativo, pero no resultaron tan inhibitorias en comparación con el control positivo (tabla 2).

**Tabla 2.** Acción de los extractos de *Laurus nobilis* sobre la germinación de semillas de *Phaseolus vulgaris* y *Zea mays*

Extractos etanólicos de <i>Laurus nobilis</i> (laurel)	Concentración (ppm)	% de A. A. germinación semillas maíz	CPR de maíz*	% de A. A. germinación de semillas de frijol	CPR de frijol*
hojas	5000	-3,02	43,37 ± 0,07 e	83,22	17,28 ± 0,23 e
	10 000	-2,46	42,78 ± 0,09 d	7,07	10,10 ± 0,11 d
	15 000	-7,90	41,18 ± 0,14 c	1,59	9,58 ± 0,09 c
	20 000	-23,15	34,37 ± 0,12 b	-36,57	5,98 ± 0,11 b
	25 000	-41,48	26,17 ± 0,25 a	-52,47	4,48 ± 0,06 a
	Control positivo	0,00	NA	0,00	NA
	Control negativo	-100,00	NA	-100,00	NA
tallo	5000	-3,13	43,32 ± 0,04 d	47,70	13,93 ± 0,18 e
	10 000	-4,32	42,78 ± 0,09 c	4,06	9,82 ± 0,10 d
	15 000	-9,39	42,54 ± 0,07 c	-16,08	8,31 ± 0,13 c
	20 000	-13,38	40,67 ± 0,04 b	-35,16	6,42 ± 0,29 b
	25 000	-15,13	39,85 ± 0,22 a	-73,32	2,52 ± 0,09 a
	Control positivo	0,00	NA	0,00	NA
	Control negativo	-100	NA	-100,00	NA

**Nota:** A. A.: porcentaje actividad alelopática; CPR: crecimiento promedio de la radícula; NA: no aplica.

\* Medias con letras dentro de cada variable para mirar grupos en subconjuntos homogéneos, según prueba de Tukey, para  $p \leq 0,05$  ( $n=3$ ),  $\pm$  DS (desviación estándar).

**Fuente:** elaboración propia.

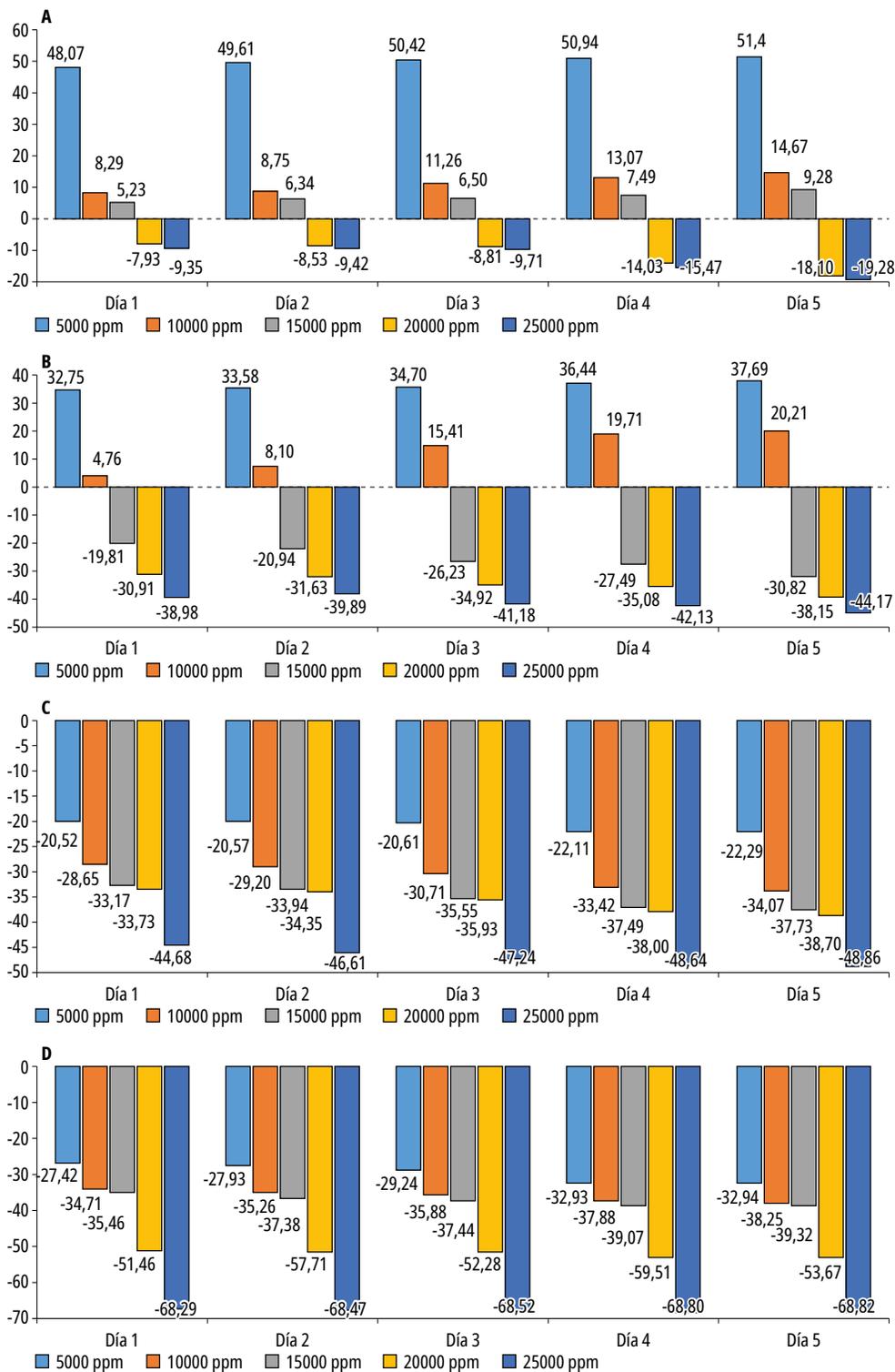
Al pasar los siete días de exposición, los resultados de la determinación del crecimiento promedio de radícula muestran una relación inversamente proporcional entre la concentración de los extractos y la longitud de la raíz, lo que indica que a medida que aumenta la concentración de los extractos disminuye su porcentaje la actividad alelopática, haciéndose cada vez más inhibitorios. Al plantear el análisis por Anova-Tukey se observó un sig.  $< 0,001$ , lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa para ambos extractos evaluados frente el maíz; al mirar el comportamiento de los subgrupos solo existe una similitud entre las concentraciones de 10 000 y 15 000 ppm del extracto del tallo, mientras que el de las hojas sigue un comportamiento proporcional entre respuesta versus concentración.

## Ensayo de crecimiento

### Frijol

Los resultados arrojados en la prueba de crecimiento de las semillas de frijol con los extractos etanólicos de hojas y tallo de *Laurus nobilis* siguieron presentando el mismo comportamiento que en el ensayo de germinación, es decir, las concentraciones en las que se presentó un efecto alelopático positivo para el extracto de hojas fueron en las de 5000, 10 000 y 15 000 ppm, a lo largo de los cinco días transcurridos, mientras que para el extracto de tallo se obtuvieron porcentajes de aleopatía positivos solo con concentraciones de 5000 y 10 000 ppm, como se muestra en la figura 1B. El porcentaje de inhibición más alto se presentó en el extracto etanólico de tallo a una concentración de 25 000 ppm y un porcentaje de aleopatía de -44,1734 % al quinto día de crecimiento.

**Figura 1.** Efecto alelopático del extracto de tallo y hojas sobre el crecimiento de semillas de especies cultivables



**Nota:** 1A: acción del ext. de hojas sobre *Phaseolus vulgaris*. 1B: acción del ext. de tallo sobre *Phaseolus vulgaris*. 1C: acción del ext. de hojas sobre *Zea mays*. 1D: acción del ext. de tallo sobre *Zea mays*.

Ext.: extracto.

**Fuente:** elaboración propia.

La especie *Phaseolus vulgaris*, al pertenecer a la familia Fabaceae, se caracteriza por presentar precursores de fitoalexinas, específicamente 1,4-benzopirona, aun sin ser atacadas por un patógeno [32]. En la literatura se encuentra reportado que la especie *Laurus nobilis* presenta dentro de sus metabolitos secundarios, mayoritarios de Cineol y Eugenol [24], los cuales han mostrado tener efectos tóxicos sobre el crecimiento de otras plantas [33]. Lo anterior conduce a que al exponer a las semillas de frijol con el extracto, las cuales contenían el precursor de la fitoalexinas, se generó un mecanismo de defensa que contrarrestó el efecto tóxico del metabolito en el extracto en concentraciones bajas y, por ende, no se presentó el efecto inhibitorio, sino que la plántula se hizo más fuerte y logró un mayor crecimiento, respecto al control negativo.

### Maíz

El ensayo de crecimiento de los extractos etanólicos de hojas y tallo de *Laurus nobilis* frente a las semillas de *Zea mays* mostraron comportamientos similares al de la germinación, ya que en todas las concentraciones presentaron efectos inhibitorios que se hicieron más evidentes a medida que aumentaban las mismas (figura 1). De los dos extractos evaluados, el que presentó el porcentaje de inhibición más alto frente a estas semillas fue el de tallo, con una concentración de 25 000 ppm y un porcentaje de alelopatía de -68,82 % en el quinto día del ensayo.

### Toxicidad *Artemia salina*

Los resultados obtenidos con la prueba de toxicidad sobre *Artemia salina* indican que los extractos de hojas y tallo presentan una toxicidad ligera y moderada, pero el tallo es el que presenta un mayor porcentaje de toxicidad en la concentración de 1000 ppm, además se observa una relación directamente proporcional entre las concentraciones de los extractos evaluados y el porcentaje de mortalidad (figura 2).

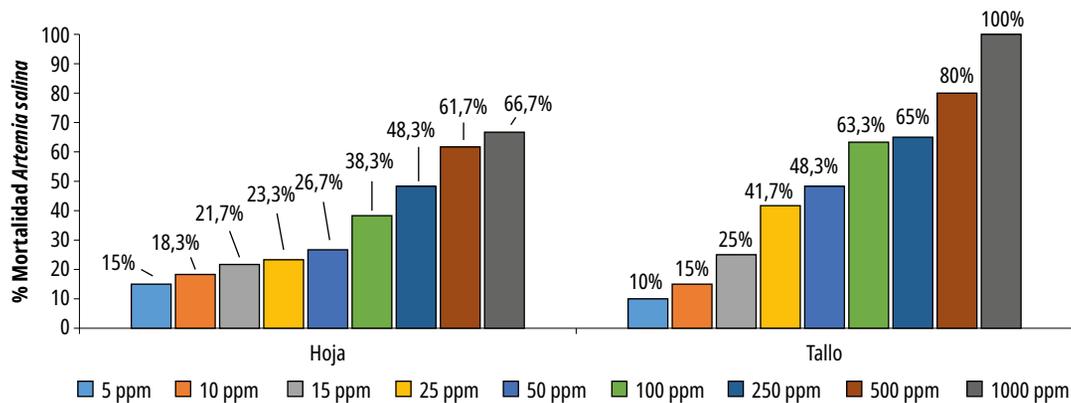
**Tabla 3.** Concentración letal de 50 extractos etanólicos de hojas y tallos de *Laurus nobilis*

Extracto	CI50 (µg/mL)	Clasificación de toxicidad
Hoja	503,933	Ligeramente tóxico
Tallo	164,678	Moderadamente tóxico

Fuente: elaboración propia.

Con la herramienta Probit se obtuvieron resultados de 164,678 µg/mL y 503,955 µg/mL, para tallo y hojas, respectivamente. De acuerdo con la clasificación Cyted, el extracto de tallo se considera moderadamente tóxico, y en hojas, ligeramente tóxico [34]. Esta toxicidad presente en los diferentes órganos de *L. nobilis* podría estar asociada con los diferentes compuestos de la especie, los cuales, en estudios asociados con plantas de la misma familia, han reportado acción citotóxica frente a células de cáncer de mama, como se demostró

**Figura 2.** Porcentaje de mortalidad de los extractos etanólicos de hojas y tallo de *Laurus nobilis* sobre *Artemia salina*



Fuente: elaboración propia.

al utilizar un extracto etanólico de hojas de *Senna alata* frente a líneas celulares MCF-7, en las que se obtuvo una Cl<sub>50</sub> de 0,013 µg/mL, se consideró altamente tóxico [35]. Así mismo, en otro estudio se evaluó la toxicidad de un extracto etanólico de hojas de *Clitoria guianensis* frente a nauplios de *Artemia*, el cual mostró una Cl<sub>50</sub> de 233,4 µg/mL y se consideró moderadamente tóxico [36], y reveló una similitud con las concentraciones mostradas en el tallo, en el presente estudio. En otro estudio se evaluó la toxicidad frente a nauplios de *A. salina* y gusanos de *Biomphalaria glabrata* con un aceite esencial de semillas de *Bauhinia monandra* [37], el cual no mostró una actividad relevante frente a los nauplios, sin embargo, frente a los gusanos resultó una Cl<sub>50</sub> de 0,87 mg/mL, clasificándolo como altamente tóxico. Al comparar los resultados que se obtuvieron en el presente estudio con los mencionados antes vemos que estos difieren en cuanto al nivel de toxicidad que se puede presentar en las diferentes plantas de la familia Fabaceae; sin embargo, en todos se puede ver un indicio de la actividad tóxica, lo cual resalta la importancia de estos extractos como precursores de estudio para la evaluación de actividades insecticidas.

## Conclusión

La especie *Laurus nobilis* muestra la presencia en mayor medida de flavonoides y saponinas, los cuales son característicos de la familia Fabaceae. Además, con los bioensayos de germinación y crecimiento se identificó la acción inhibitoria del laurel sobre el desarrollo del maíz y frijol, lo cual permite abrir nuevas líneas de investigación para el estudio de bioherbicidas como alternativa al uso de herbicidas químicos y como solución a la problemática por su uso indiscriminado. A su vez, la mortalidad identificada fue directamente proporcional a la concentración de los extractos, siendo moderadamente tóxico y ligeramente tóxico para tallo y hojas. Estos hallazgos muestran un uso prometedor del extracto de *L. nobilis* como posible insecticida, lo cual le permite dar un plus en el campo agrario, al generar un efecto en el control de las malezas, y cuidar los cultivos ante diferentes plagas de insectos.

## Referencias

- [1] E. Ligon y E. Sadoulet, “Estimating the Relative Benefits of Agricultural Growth on the Distribution of Expenditures”, *World Dev*, no. 109, sep. 1, pp. 417-28, 2018, DOI: 10.1016/j.worlddev.2016.12.007
- [2] G. J. Stads, A. Nin-Pratt, K. Wiebe, T. B. Sulser y R. Benfica, “Public investment in agri-food system innovation for sustainable development”, *Front Agric. Sci. Eng.* vol. 10, no. 1, pp. 124-34, 2023.
- [3] A. P. Díaz, *La biodiversidad agrícola como estrategia y crecimiento en Colombia, tres casos de estudio: la gulupa, artesanías y araza*, 2015.
- [4] L. M. M. Cabrera, “Consumo e impactos de los agrotóxicos en Colombia: comunidades envenenadas”, *Saúde em Debate*, vol. 46, (spe2), pp. 75-88, 2022, DOI: 10.1590/0103-11042022e205
- [5] G. Basílico, M. Cogollo Rueda, V. Ionno, A. Faggi y L. de Cabo, “The Use of Glyphosate in Regions of Argentina and Colombia and Its Socio-Environmental Impacts”, en M. Naeem, J. F. J. Bremont, A. A. Ansari, S. S. Gill, eds., *Agrochemicals in Soil and Environment: Impacts and Remediation* [Internet], Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 195-212, 2022, DOI: 10.1007/978-981-16-9310-6\_9
- [6] A. Morabia, “Fighting Independent Risk Assessment of Talc and Glyphosate: Whose Benefit Is It Anyway?” *Am J Public Health*, no. 109, ag., pp. 955-6, 2019, DOI: 10.2105/AJPH.2019.305144
- [7] A. J. De Roos, L. Fritschi, M. H. Ward *et al.*, “Herbicide use in farming and other jobs in relation to non-Hodgkin’s lymphoma (NHL) risk”, *Occup. Environ. Med.*, vol. 79, no. 12, oct. 7, pp. 795-806, 2022, DOI: 10.1136/oemed-2022-108371
- [8] P. Orbe, G. Tuesta, C. Merino *et al.*, “Evaluación de la actividad alelopática de cinco especies vegetales amazónicas”, *Folia Amazónica*, 22(1-2): 91, 2013, DOI: 10.24841/fa.v22i1-2.51
- [9] L. Álvarez, C. Puig, M. Reigosa, N. Pedrol, *Explotando la alelopatía para la búsqueda de bioherbicidas naturales de origen vegetal*, Conferencia: X Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Albacete (España), 2012.
- [10] G. Andreotti, S. Koutros, J. N. Hofmann *et al.*, “Glyphosate Use and Cancer Incidence in the Agricultural Health Study”, *J Natl. Cancer Inst.*, vol. 110, no. 5, may. 1, pp. 509-16, 2018, DOI: 10.1093/jnci/djx233
- [11] S. H. Al-Mijalli, H. N. Mrabti, H. Ouassou *et al.*, “Chemical Composition, Antioxidant, Anti-Diabetic, Anti-Acetylcholinesterase, Anti-Inflammatory,

- and Antimicrobial Properties of *Arbutus unedo* L. and *Laurus nobilis* L. Essential Oils”, *Life*, vol. 12, no. 11, nov 1., 2022, DOI: 10.3390/life12111876
- [12] I. Brinza, R. S. Boiangiu, M. Hancianu *et al.*, “Bay leaf (*Laurus nobilis* L.) incense improved scopolamine-induced amnesic rats by restoring cholinergic dysfunction and brain antioxidant status”, *Antioxidants*, vol. 10, no. 2, feb. 1, pp. 1-15, 2021, DOI: 10.3390/antiox10020259
- [13] L. Caputo, F. Nazzaro, L. F. Souza, Aliberti L *et al.*, “*Laurus nobilis*: Composition of essential oil and its biological activities”, *Molecules*, vol. 22, no. 6, jun 1, 2017, DOI: 10.3390/molecules22060930
- [14] S. A. Ordoudi, M. Papapostolou, N. Nenadis *et al.*, “Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.) Essential Oil as a Food Preservative Source: Chemistry, Quality Control, Activity Assessment, and Applications to Olive Industry”, *Products*, vol. 11, *Foods*, MDPI, 2022, DOI: 10.3390/foods11050752
- [15] B. Nabila, A. Piras, B. Fouzia *et al.*, “Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Laurus nobilis* leaves”, *Nat. Prod. Res.* [Internet], vol. 36, no. 4, feb. 16, pp. 989-93, 2022, DOI: 10.1080/14786419.2020.1839450
- [16] E. Ovidi, V. L. Masci, M. Zambelli *et al.*, “*Laurus nobilis*, *salvia sclarea* and *salvia officinalis* essential oils and hydrolates: Evaluation of liquid and vapor phase chemical composition and biological activities”, *Plants*, vol. 10, no. 4, abr. 1, 2021, DOI: 10.3390/plants10040707
- [17] S. Pacifico, M. Gallicchio, P. Lorenz *et al.*, “Apolar *Laurus nobilis* leaf extracts induce cytotoxicity and apoptosis towards three nervous system cell lines”, *Food and Chemical Toxicology*, no. 62, dic. 1, pp.628-37, 2013, DOI: 10.1016/j.fct.2013.09.029
- [18] T. Lee, S. Lee, K. Ho Kim *et al.*, “Effects of magnolialide isolated from the leaves of *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) on immunoglobulin E-mediated type I hypersensitivity in vitro”, *J. Ethnopharmacol.*, vol. 149, no. 2, sep. 16, pp. 550-556, 2013, DOI: 10.1016/j.jep.2013.07.015
- [19] N. J. Fernández, N. Damiani, E. A. Podaza *et al.*, “*Laurus nobilis* L. Extracts against *Paenibacillus* larvae: Antimicrobial activity, antioxidant capacity, hygienic behavior and colony strength”, *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 26, no. 5, jul. 1, pp. 906-912, 2019, DOI: 10.1016/j.sjbs.2018.04.008
- [20] E. Dobrosravić, I. Elez Garofulić, Z. Zorić *et al.*, “Physicochemical Properties, Antioxidant Capacity, and Bioavailability of *Laurus nobilis* L. Leaf Polyphenolic Extracts Microencapsulated by Spray Drying”, *Foods*, vol. 12, no. 9, may. 1, 2023, DOI: 10.3390/foods12091923
- [21] R. R. Mohammed, A. K. Omer, Z. Yener *et al.*, “Bio-medical effects of *Laurus nobilis* L. leaf extract on vital organs in streptozotocin-induced diabetic rats: Experimental research”, *Annals of Medicine and Surgery*, vol. 61, ene. 1, pp. 188-197, 2021, DOI: 10.1016/j.amsu.2020.11.051
- [22] N. Bourebaba, K. Kornicka-Garbowska, K. Marycz *et al.*, “*Laurus nobilis* ethanolic extract attenuates hyperglycemia and hyperinsulinemia-induced insulin resistance in HepG2 cell line through the reduction of oxidative stress and improvement of mitochondrial biogenesis-Possible implication in pharmacotherapy”, *Mitochondrion*, vol. 59, jul. 1, pp. 190-213, 2021, DOI: 10.1016/j.mito.2021.06.003
- [23] E. Ercin, S. Kecel-Gunduz, B. Gok *et al.*, “*Laurus nobilis* L. Essential Oil-Loaded PLGA as a Nanoformulation Candidate for Cancer Treatment”, *Molecules*, vol. 27, no. 6, mar. 1, 2022, DOI: 10.3390/molecules27061899
- [24] L. Bennett, M. Abeywardena, S. Burnard *et al.*, “Molecular Size Fractions of Bay Leaf (*Laurus nobilis*) Exhibit Differentiated Regulation of Colorectal Cancer Cell Growth In Vitro”, *Nutr. Cancer* [Internet], vol. 65, no. 5, jul. 1, pp. 746-764, 2013, DOI: 10.1080/01635581.2013.796999
- [25] M. Calle, *Control de la germinación in vitro de Araujia sericifera con aceites esenciales de Laurus nobilis, Myrtus communis, Citrus sinensis y Citrus limon*, Universidad Politécnica de Valencia, 2010.
- [26] S. Paredes, E. Gayozo, “Actividad alelopática del extracto etanólico de *Cymbopogon nardus* L. sobre germinación y crecimiento radicular de *Phaseolus vulgaris* L.”, *Steviana*, 10(2), 17-23, 2021, DOI: 10.56152/StevianaFacenV10N2A1\_2018
- [27] O. I. Camacho-Romero, S. Barrios-Márquez, E. Lozano-Contreras y L. García-Viloria, “Actividad larvicida de extractos hidroalcohólicos de *Pala scholaris* (L.) Roberty sobre larvas de estadio III de *Aedes aegypti*”, *Journal Of Negative & No Positive Results* [Internet], vol. 4, no. 10, pp. 1022-1031, 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=564561530006>
- [28] J. L. Rodríguez-Gutiérrez, L. J. Correa-Higuera, A. E. Alvarado y J. A. Chaparro-Pesca, “Evaluación de la actividad alelopática de extractos crudos de *Copaifera pubiflora* (Benth), sobre la germinación de *Mimosa pudica* (Lineo)”, *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat.* [Internet], vol. 40, no. 157, [citado el 21 ag.], dic. 26, 2016, DOI: 10.18257/raccefyn.379

- [29] L. B. L. H. Maestre Rodríguez, E. Palacios Ortega y H. Balaguera López, *Evaluación de la actividad alelopática de Campomanesia lineatifolia sobre dos especies de malezas*, Bogotá (Colombia), Repositorio de la Universidad El Bosque, 2022.
- [30] S. Ratnayake, K. J. Rupprecht, W. M. Potter y J. L. McLaughlin, “Evaluation of Various Parts of the Paw Tree, *Asimina triloba* (Annonaceae), as Commercial Sources of the Pesticidal Annonaceous Acetogenins”, *J. Econ. Entomol.* [Internet], vol. 85, no. 6, dic. 1, 1992, doi: 10.1093/jee/85.6.2353
- [31] D. S. Maia DS, C. F. Lopes, A. A. Saldanha *et al.*, “Larvicidal effect from different Annonaceae species on *Culex quinquefasciatus*”, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27, no. 29, oct. 1, pp. 36983-93, 2020, doi: 10.1007/s11356-020-08997-6
- [32] L. M. Castaño, *Evaluación de derivados sintéticos de núcleos básicos presentes en fitoalexinas propias de Apiaceae, Fabaceae, Rutaceae y Musaceae como defensa alternativa contra hongos fitopatógenos* [Internet]. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64115>
- [33] C. Choopayak, K. Aranyakanon, N. Prompakdee *et al.*, “Effects of *Piper betle* L. Extract and Allelochemical Eugenol on Rice and Associated Weeds Germination and Seedling Growth”, *Plants*, vol. 11, no. 23, dic. 1, 2022, doi: 10.3390/plants11233384
- [34] T. López, M. Morillo, T. Visbal y J. Carmona, “Phytochemical study, antioxidant activity and toxicity on *Artemia salina*, from extracts of aerial parts of *Justicia secunda* Vahl. (Acanthaceae), collected in Mérida-Venezuela”, *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas* (Colombia), vol. 51, no. 1, pp. 213-229, 2022.
- [35] A. M. Chahardehi, H. Arsad, N. Z. Ismail y V. Lim, “Low cytotoxicity, and antiproliferative activity on cancer cells, of the plant *Senna alata* (Fabaceae)”, *Rev. Biol. Trop.* [Internet]. vol. 69, no. 1, pp. 317-330, 2021, doi: 10.15517/rbt.v69i1.42144
- [36] F. B. V. de Sousa, Á. B. Cruz, D. F. Soares *et al.*, “Chemical constituents and in vivo preliminary evaluation of the toxicological activity of *Ouratea spectabilis* (Ochnaceae) and *Clitoria guianensis* (Fabaceae) leaves”, *Bioscience Journal* [Internet], no. 39, ene. 27, e39010, 2023, doi: 10.14393/BJ-v39n0a2023-62323
- [37] T. W. de Aguiar, J. J. Batista, S. A. Ferreira *et al.*, “Effect of *Bauhinia monandra* Kurz Leaf Preparations on Embryonic Stages and Adult Snails of *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Schistosoma mansoni* Cercariae and Toxicity in *Artemia salina*”, *Molecules*, vol. 27, no. 15, ag. 1, 2022, doi: 10.3390/molecules27154993

