

Caracterización del potencial fitotóxico de *Agastache mexicana* (Kunth.) Lint et Epling

Rosalba Santiago, Irma Rojas, Gabriela Arvizu, Daneli Muñoz, Daniel Pérez y Melissa Sucilla
Universidad Simón Bolívar

Resumen

Con el objetivo de explorar el potencial herbicida de la planta medicinal *Agastache mexicana* (Kunth.) Lint et Epling (toronjil), se determinó la actividad fitotóxica de los extractos hexánico, acetónico y etanólico obtenidos de las partes aéreas (hojas) de la especie, mediante la evaluación del efecto de los mismos sobre la germinación y el crecimiento radical de semillas de las arvenses *Amaranthus hypochondriacus* L. y *Echinochloa crusgalli* (Beauv) L. El extracto que presentó la mayor actividad fitotóxica fue el extraído con acetona en la inhibición del crecimiento radical de ambas especies de prueba, mientras que el proceso de germinación fue el menos afectado.

Palabras clave: fitotóxico, herbicida; toronjil.

Abstract

The fitotoxic effect of the extracts from leaves obtained with hexane, acetone and ethanol were evaluated by measuring their inhibitory activity on seedling growth of *Amaranthus hypochondriacus* L. and *Echinochloa crusgalli* (Beauv) L in order to explore the herbicidal potential of the medicinal plant *Agastache mexicana* (Kunth.) Lint et Epling (toronjil). The extract, which proved to be the most fitotoxically active of them, was the acetonic extract, while the seedling growth process was the less affected.

Keywords: fitotoxic, herbicidal; toronjil.

Introducción

Las pérdidas de cultivos, como consecuencia de enfermedades y plagas, son cuantiosas y los gastos por el consumo de herbicidas son millonarios. La mayoría de los herbicidas empleados actualmente para el control de plantas nocivas son de origen sintético y muchos de ellos son tóxicos para animales y humanos. Así mismo, el uso recurrente de estos productos ha ocasionado problemas de contaminación ambiental y el desarrollo de resistencia por parte de las especies vegetales nocivas. En consecuencia, durante los últimos años, se ha intensificado el interés por los herbicidas de origen natural debido a que, en contraste con los sintéticos, presentan una acción más específica y son biodegradables. Esta última característica contribuye a disminuir los problemas de contaminación en el medio ambiente (Duke y Abbas, 1995; Jaya y Dubey, 1999).

En este contexto, la Escuela de Químico Farmacéutico Biólogo de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Simón Bolívar ha emprendido un proyecto interdisciplinario para determinar el potencial fitotóxico de especies medicinales selectas de la flora mexicana y de los productos derivados de las mismas, con la finalidad de contribuir al desarrollo de nuevos agentes herbicidas de origen vegetal, que sean biodegradables y de menor toxicidad que los productos sintéticos convencionales utilizados actualmente. Cabe mencionar que la preselección de las especies vegetales consideradas en este proyecto se realizó con base en criterios quimiotaxonómicos, etnobotánicos y ecológicos.

Entre las numerosas especies que son utilizadas en la medicina tradicional mexicana para la prevención

y tratamiento de diversos padecimientos, y que se han incluido en el programa de investigación mencionado anteriormente, se encuentra *Agastache mexicana* (HBK.) Lint et Epling, perteneciente a la familia Labiatae (Figura 1).

A. mexicana [sinonimia: *Cedronella mexicana* (Kunth) Briq.], conocida popularmente en México con los nombres de toronjil, olotillo, abejera, cidronela y melisa, es una hierba perenne de 40 a 50 cm, muy aromática al estrujarse. Esta especie se encuentra distribuida en los estados de Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco y Michoacán (Instituto Nacional Indigenista (INI), 1994; Martínez, 1994; Alonso, Lara, Esquivel y Mata, 1999).

En la medicina tradicional mexicana, la infusión de toda esta planta se utiliza como estomáquico, antiespasmódico, antidepresivo y para controlar los nervios. Las flores se emplean para tratar la tos y las hojas, contra picaduras de alacranes (Galindo, 1982; INI, 1994).

Figura 1. *Agastache mexicana* (Kunth.) Lint et Epling (Labiatae)



Los estudios químicos que se han realizado sobre esta especie han conducido al aislamiento de diversos metabolitos secundarios, destacando los alcanos (nonano); los monoterpenos (camfeno- β -pineno, limoneno, 1,8-cineol, furfural, citronelal, mentona); los terpenos (pulegona), y los flavonoides (crisina, apigenina, luteolina, diosmetina) (Lara y Márquez, 1996) (Figura 2). Estos productos poseen diferentes actividades biológicas, entre las que se encuentran las incluidas en la Tabla 1. En la literatura al respecto, se reporta que la presencia de estos metabolitos secundarios confiere actividad biológica a las especies que los contienen (Trease y Evans, 1991).

Figura 2. Metabolitos secundarios aislados de la especie *Agastache mexicana* (HBK.) Lint et Epling

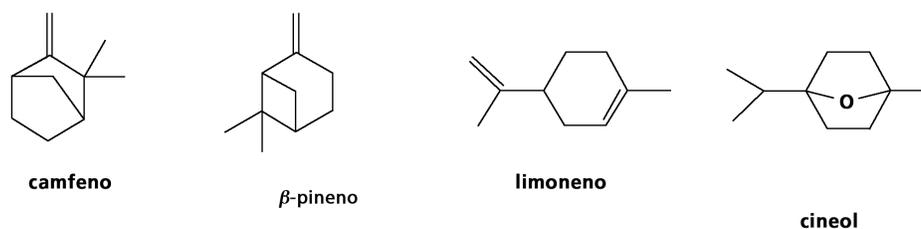


Figura 2. Metabolitos secundarios aislados de la especie *Agastache mexicana* (HBK.) Lint et Epling (continuación)

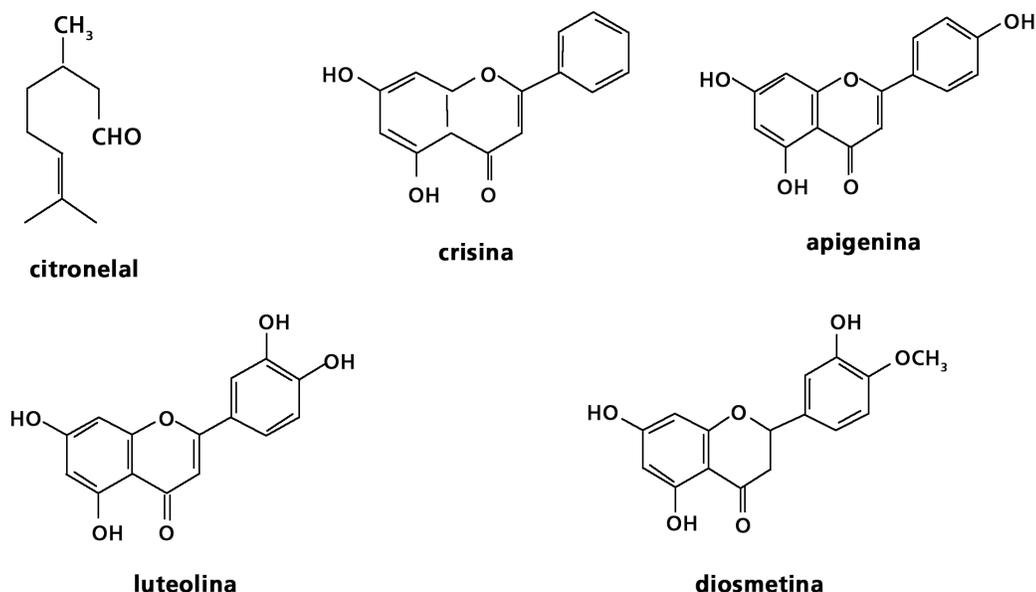


Tabla 1. Actividad biológica de los metabolitos secundarios aislados de *Agastache mexicana* (Kunth.) Lint et Epling (Labiatae)

| Componente | Actividad biológica |
|------------------|--|
| Mentona | Carminativo, estomacal, antiespasmódico |
| Camfeno | Antiinflamatorio, antimicótico, analgésico, antiespasmódico |
| <i>α</i> -Pino | Antiespasmódico, carminativo, aperitivo, antiséptico, expectorante, diurético |
| Limoneno | Antiséptico urinario, antiespasmódico, carminativo, aperitivo, antiséptico, expectorante, eupéptico |
| <i>p</i> -Cimeno | Antiséptico, expectorante |
| Cineol | Eupéptico, espasmolítico, aperitivo, colagogo, diurético |
| Citronelal | Carminativo, antiespasmódico |
| Pulegona | Antiséptico urinario |
| Flavonoides | Fortalecimiento de los capilares sanguíneos, mejoradores de las funciones de oxigenación de los tejidos, antiinflamatorios |

Con base en la información precedente sobre la amplia gama de actividades biológicas que ha demostrado *A. mexicana* y sus metabolitos, se consideró conveniente evaluar el potencial fitotóxico de diferentes extractos orgánicos de esta especie, para investigar su posible utilidad como fuentes de principios herbicidas. En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos a la fecha.

Objetivo

Evaluar la actividad fitotóxica de diferentes extractos orgánicos de *Agastache mexicana*, a través de la determinación de su efecto sobre la germinación y el crecimiento radical de las arvenses *Amaranthus hypochondriacus* L. y *Echinochloa crusgalli* (Beauv) L., para llevar a cabo, posteriormente, estudios fitoquímicos que conduzcan a la obtención de metabolitos secundarios con propiedades fitotóxicas y así contribuir al desarrollo de nuevos herbicidas verdes, que sean más eficaces y de menor toxicidad que los productos convencionales utilizados actualmente.

Metodología

Material vegetal. Las partes aéreas de *Agastache mexicana* fueron adquiridas en el mercado de Sonora, México, D. F., en septiembre de 2003. La planta se secó a temperatura ambiente y se fragmentó manualmente.

Extracción. La planta seca se extrajo exhaustivamente a temperatura ambiente con hexano, acetona y etanol (100 g con cada disolvente). Al término de la maceración, los extractos resultantes se filtraron y se concentraron al vacío.

Ensayos biológicos/ Determinación de la actividad fitotóxica. La determinación cuantitativa de la actividad fitotóxica a nivel preemergente de los extractos se realizó mediante la evaluación del efecto de los mismos sobre la germinación y el crecimiento radical de semillas de las especies *Amaranthus hypochondriacus* L. y *Echinochloa crusgalli* (Beauv) L. (Castañeda *et al.*, 1992). La actividad fitotóxica se determinó calculando el porcentaje del crecimiento radical y el de la germinación, después de 24 horas (*A. hypochondriacus*) y 48 horas (*E. crusgalli*) de exposición a los tratamientos. En todos los casos se efectuaron tres réplicas y se emplearon agua y los disolventes utilizados para la preparación de las disoluciones, como controles negativos. Los resultados obtenidos se analizaron con el programa ANOVA ($p < 0.05$), y los valores de CI_{50} se calcularon mediante un análisis PROBIT a partir de los porcentajes de inhibición obtenidos.

Resultados

Las partes aéreas (hojas) de *A. mexicana* (toronjil) fueron sometidas a un proceso de extracción a pequeña escala, vía maceración, con tres diferentes disolventes orgánicos (hexano, acetona y etanol). La determinación cuantitativa de la actividad fitotóxica se realizó mediante la evaluación del efecto de los mismos sobre la germinación y el crecimiento radical de las especies de arvenses *Amaranthus hypochondriacus* L. y *Echinochloa crusgalli* (Beauv) L. (Castañeda *et al.*, 1992). Los ensayos se realizaron a tres concentraciones diferentes (10, 100 y 1000 ppm). De manera general, un extracto se considera activo en este tipo de bioensayos cuando presentan $CI_{50} < 1000 \mu\text{g/mL}$ (Castañeda *et al.*, 1992).

Los resultados muestran que el extracto más activo fue el que se obtuvo empleando acetona (Tabla 2), con 50% en la germinación (Figura 3) y 85.7% en el crecimiento radical a una concentración de 1000 ppm (Figura 4); mientras que la menor actividad la presenta el extracto obtenido con etanol: 14% en la inhibición de la germinación y 35.5% en el crecimiento radical a la misma concentración en las semillas de *Amaranthus hypochondriacus* (a concentraciones más bajas se observó el mismo comportamiento).

Tabla 2. Efecto fitotóxico de los extractos orgánicos de *Agastache mexicana* sobre la germinación y el crecimiento radical de semillas de *Amaranthus hypochondriacus*

| Tratamiento | % Inhibición germinación | | | % Inhibición crecimiento radical | | |
|--------------------|--------------------------|---------|----------|----------------------------------|---------|----------|
| | 10 ppm | 100 ppm | 1000 ppm | 10 ppm | 100 ppm | 1000 ppm |
| Agua (control) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Extracto hexánico | 18.0* | 35.0* | 37.0* | 2.5 | 33.8* | 60.5* |
| Extracto acetónico | 30.0* | 50.0* | 50.0* | 4.8 | 77.6* | 85.7* |
| Extracto etanólico | 2.0 | 12.0 | 14.0 | 0 | 20.0* | 35.5* |

*Valores que difieren estadísticamente del control (Duncan, $\alpha = 0.05$). Cada cifra representa el promedio de tres repeticiones

La CI_{50} obtenida sobre la especie *A. hypochondriacus* fue de 71.0 ppm para el mismo extracto acetónico (Figura 3).

Figura 3. Efecto de los extractos orgánicos de *A. mexicana* sobre el crecimiento radical de *A. hypochondriacus*

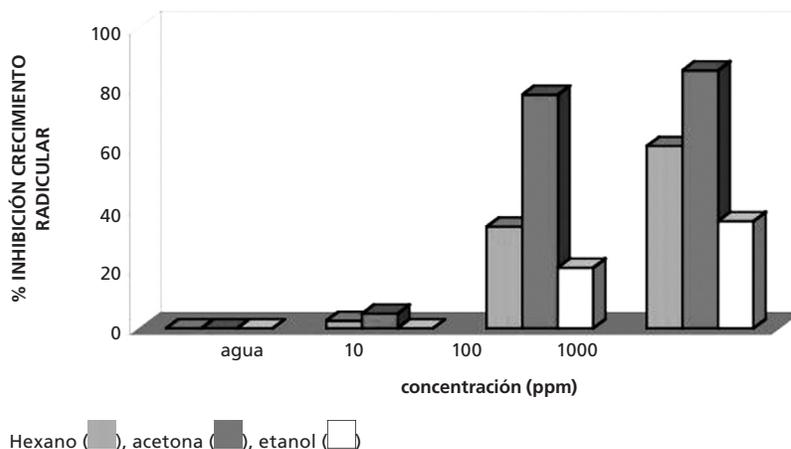
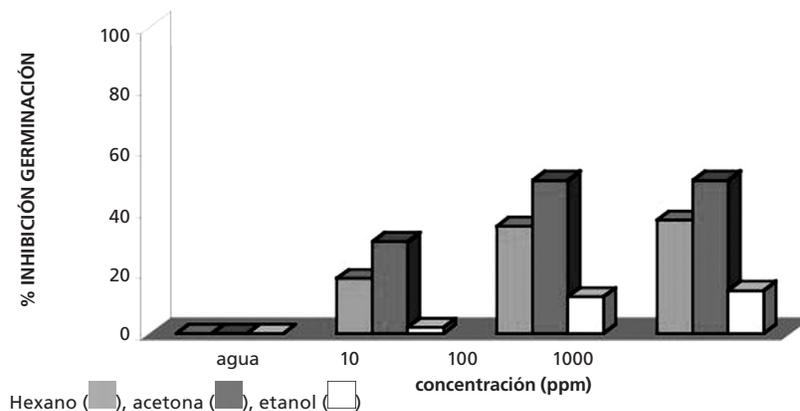


Figura 4. Efecto de los extractos orgánicos de *A. mexicana* sobre la germinación de *A. hypochondriacus*



Por otra parte, ninguno de los extractos preparados presentó una actividad fitotóxica importante ni en germinación ni en crecimiento radical sobre *E. crusgalli* (tablas 2 y 3; figuras 5 y 6).

Tabla 3. Efecto fitotóxico de los extractos orgánicos de *A. mexicana* sobre la germinación y el crecimiento radical de semillas de *Echinochloa crusgalli*

| Tratamiento | % Inhibición germinación | | | % Inhibición crecimiento radical | | |
|--------------------|--------------------------|---------|----------|----------------------------------|---------|----------|
| | 10 ppm | 100 ppm | 1000 ppm | 10 ppm | 100 ppm | 1000 ppm |
| Agua (control) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Extracto hexánico | 0 | 3.0 | 10.0 | 0 | 10.0 | 23.0* |
| Extracto acetónico | 10.0 | 13.3 | 16.7* | 8.5 | 18.4* | 48.7* |
| Extracto etanólico | 0 | 2.0 | 5.0 | 0 | 9.0 | 18.0* |

*Valores que difieren estadísticamente del control (Duncan, $\alpha = 0.05$). Cada cifra representa el promedio de tres repeticiones

Figura 5. Efecto de los extractos orgánicos de *A. mexicana* sobre el crecimiento radical de *E. crusgalli*

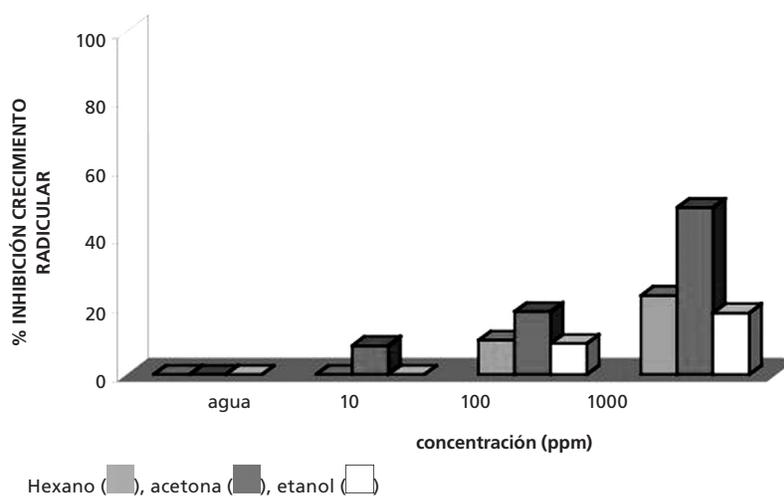
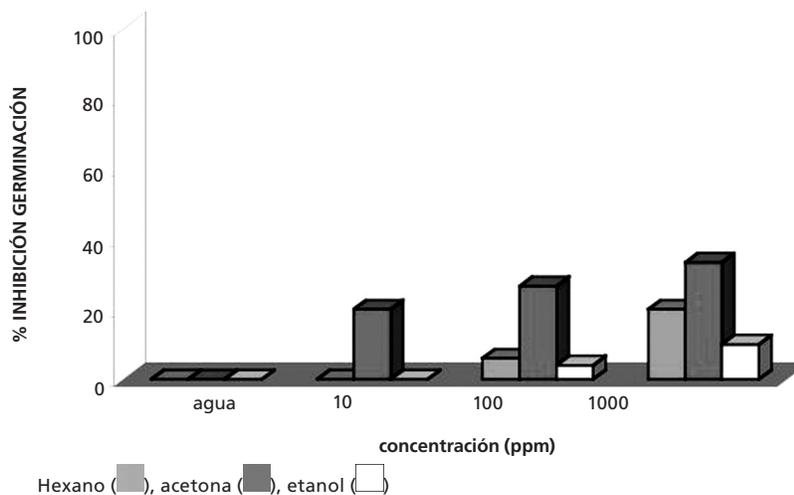


Figura 6. Efecto de los extractos orgánicos de *A. mexicana* sobre la germinación de *E. crusgalli*



Discusión

Los herbicidas son elementos clave en la agricultura moderna, pues su uso garantiza altos rendimientos de manera continua en los cultivos de importancia económica, por lo que es importante el desarrollo de alternativas que provoquen menos daño al medio ambiente, comparados con los herbicidas sintéticos.

Con base en este hecho, se realizó una extracción con diferentes solventes de las hojas del toronjil y se probó su actividad herbicida con la finalidad de realizar una preselección que condujera al aislamiento de compuesto con propiedades de herbicida.

Los resultados mostraron que el extracto acetónico fue el más activo frente al crecimiento radical de *Amaranthus hypochondriacus* (85.7%) y 50% son inhibición de la germinación a la concentración de 1000 ppm, mientras que la menor actividad la presentó el extracto obtenido con etanol: 14% en la inhibición de la germinación y 35.5% en el crecimiento radical a la misma concentración en la misma especie. En tanto, para las semillas de

Echinochloa crusgalli no se observó ningún efecto sobre el crecimiento radical y la germinación.

De lo anterior se infiere que los compuestos con propiedades fitotóxicas presentes en *A. mexicana*, deben ser de naturaleza medianamente polar, debido a que en los extractos preparados con disolventes poco polares, como en el caso del hexánico, y altamente polares, como en el caso del etanólico, la actividad biológica no fue significativa. Estos resultados son congruentes con los antecedentes que se tienen acerca del contenido metabólico de la especie, pues muchos de los compuestos de origen mevalónico y siquímico que biosintetizan, poseen, en general, características de baja a mediana polaridad. A este respecto, se requieren de análisis por cromatografía en columna para llevar a cabo el fraccionamiento y obtener compuestos más puros que tengan la misma actividad fitotóxica.

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación indican que la preselección de especies vegetales, fundamentada en consideraciones quimiotaxónomicas y etnobotánicas, y la selección, basada en la aplicación de ensayos biológicos apropiados, pueden conducir a la detección de especies con actividad biodinámica potencial.

El extracto acetónico de las partes aéreas de *Agastache mexicana*, una especie preseleccionada con base en un criterio etnobotánico, presentó una actividad inhibitoria significativa del crecimiento radical de *Amaranthus hypochondriacus* y un efecto fitotóxico moderado sobre la germinación de esta arvense.

Ninguno de los extractos orgánicos preparados a partir de *A. mexicana* mostró una actividad fitotóxica importante sobre las semillas de *Echinochloa crusgalli*.

Los compuestos responsables del efecto fitotóxico de *A. mexicana* deben poseer características de mediana polaridad.

Los resultados de este estudio indican que *A. mexicana* puede constituir una fuente potencial de metabolitos con propiedades herbicidas, por lo que resultaría conveniente proseguir con el estudio fitoquímico biodirigido de la misma, con el fin de obtener los compuestos responsables de la actividad biológica. 

Referencias

- Castañeda, P., García, M., Hernández, B., Torres, B., Anaya, A. & Mata, R. (1992). Effects of some compounds isolated from *Celaenodendron mexicanum* Standl. (Euphorbiaceae) on seeds and phytopathogenic fungi. *Journal of Chemical Ecology*, 18, 1025-1037.
- Duke, S. & Abbas, H. (1995). Natural products with potential use as herbicides. En: K. M. M. Dakshini y F. A. Einhelling. *Allelopathy: Organisms, Processes and Applications* (pp. 348-362). Washington, D. C.: American Chemical Society.
- Instituto Nacional Indigenista (1994). *Flora medicinal indígena de México* (vol. III). México: INI.
- Galindo, Y. (1982). *Estudio farmacológico de algunas plantas medicinales reportadas popularmente por la población mexicana para el tratamiento de padecimientos cardiovasculares*. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Iztacala, UNAM.
- Jaya, V. & Dubey, N. (1999). Perspectives of botanical and microbial products as pesticides of tomorrow. *Current Science*, 76, 172-179.
- Lara, F. y Márquez, C. (1996). *Plantas medicinales de México*. Compuestos, usos y actividad biológica. México: Instituto de Química de la UNAM.
- Martínez, M. (1994). *Las plantas medicinales de México*. México: Ediciones Botas.
- Alonso, C., Lara, F., Esquivel, B. y Mata, R. (1999). *Plantas medicinales de México II. Composición, usos y actividad biológica* (Primera edición). México: Instituto de Química de la UNAM.
- Trease, G. y Evans, W. (1991). *Farmacognosia*. México: Interamericana McGraw-Hill.