Alelopatía. ¿Puede una planta producir sustancias que afecten el crecimiento de otras?

Guillermo Tucat
Juan F. Daddario
Diego J. Bentivegna

Los ingenieros agrónomos Guillermo Tucat y Juan F. Daddario son becarios de CONICET . El Dr. Diego J. Bentivegna es investigador asistente de CONICET. Todos ellos trabajan en el laboratorio de Ecofisiología vegetal y malezas, CERZOS-CONICET.
Contacto: *gtucat@criba.edu.ar*

Las plantas producen una serie de compuestos resultantes de su metabolismo. Se denominan metabolitos secundarios, y una de sus principales funciones es la de defensa, pudiendo generar efectos adversos sobre la germinación y el crecimiento de plantas vecinas (alelopatía). Esto podría ser aprovechado para la elaboración de herbicidas más amigables con el medio ambiente.

En las plantas se llevan a cabo numerosos procesos químicos que intervienen en forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las mismas; su conjunto se denomina metabolismo primario y es común a todas las plantas. Algunos ejemplos son la fotosíntesis, respiración, asimilación de nutrientes, formación de carbohidratos, lípidos y proteínas, etc. Los compuestos químicos resultantes se denominan metabolitos primarios. Estas sustancias químicas participan luego en una serie de procesos conocidos como metabolismo secundario, únicos para cada especie. Sus productos (metabolitos secundarios) cumplen funciones no esenciales en el crecimiento o reproducción de las plantas, de forma tal que su ausencia no es fatal, pero su presencia supone una ventaja competitiva considerable.

Antiguamente se creía que los metabolitos secundarios eran simplemente productos finales del metabolismo, sin una función específica. El estudio de estas sustancias comenzó en siglo XIX tratando de dilucidar su importancia como venenos, drogas medicinales, saborizantes, pegamentos, aceites, y otros materiales utilizados en diversas industrias. Actualmente, se sabe que los metabolitos secundarios intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente, cumpliendo funciones de defensa, atrayendo a polinizadores o dispersores de semillas, o como agentes responsables de generar procesos de alelopatía.

¿Qué es la alelopatía?

Se define alelopatía como el proceso natural que envuelve la producción de metabolitos secundarios o aleloquímicos, que una vez liberados al ambiente, influyen sobre el crecimiento y desarrollo de otros organismos (excluidos los animales), afectando sistemas agrícolas o biológicos. El término alelopatía proviene del griego *allelon* que significa, uno al otro, y *pathos* que quiere decir sufrir.

En su interacción con el ambiente, aquellas plantas expuestas a estrés responden con la producción de mayores concentraciones de estos compuestos (defensa constitutiva) y/o la síntesis de nuevas moléculas (defensa inducida). Se conocen los efectos de algunos factores abióticos de estrés sobre la producción de aleloquímicos, tales como alta temperatura, modificación de la calidad de luz y características de suelo (pH, balance de nutrientes, presencia de contaminantes). Del mismo modo, ha sido evidenciada la influencia de factores bióticos sobre la producción de aleloquímicos a causa de estrés como patógenos, parásitos o herbívoros.

La liberación de estos compuestos puede ser a través de la exudación de las raíces, lixiviación de sustancias, volatilización o descomposición de los tejidos (Figura 1). Una vez que los aleloquímicos son introducidos en el ambiente, requieren de la acumulación en cantidades suficientes para afectar a otros individuos, y permanecer por un tiempo determinado o ser puestos en libertad continuamente, de manera que los efectos sean persistentes.

La eficacia del efecto alelopático sobre el crecimiento de otras plantas es diferente para cada especie, inclusive, varía según el órgano de la planta del cual provenga, el estado fenológico de la planta o el nivel de nutrientes disponibles. Las sustancias alelopáticas poseen la ca-

pacidad de inhibir la germinación de semillas de otras especies, así como de interferir en el crecimiento y desarrollo de plantas vecinas.

Baccharis ulicina, un caso de estudio de alelopatía en la zona semiárida

Existen numerosos casos de plantas con efectos alelopáticos, uno de ellos es el de *Baccharis ulicina*, conocida como "Yerba de la oveja". Dicha especie presenta una gran distribución en la zona semiárida de la Argentina, siendo al presente objeto de estudio por su creciente incidencia en los pastizales naturales.

Con la finalidad de evaluar su potencial efecto alelopático, en el laboratorio de Ecofisiología Vegetal y Malezas de CERZOS-CONICET se realizaron soluciones con dos concentraciones (5 y 15 %) de distintas partes de *B. ulicina*, así como de la planta completa. Con las mismas se estimó el efecto sobre la germinación, el establecimiento y el crecimiento de otras especies del pastizal *(Nassella tenuis* y *Nassella clarazii*) y especies cultivadas reconocidas como sensibles (*Avena sativa*, *Lolium perenne y Raphanus sativus*). Se observaron efectos principalmente sobre la germinación, donde las especies cultivadas *A. sativa* y *L. perenne* vieron reducida su germinación 59 y 67%, respectivamente, por la solución de raíz en alta concentración. Mientras que en *N. clarazii* no se registraron efectos, *N. tenuis* redujo su germinación 51% bajo los efectos de la solución de planta completa en alta concentración.

La presencia de al menos un metabolito secundario en *B. ulicina* responsable de causar efectos fitotóxicos resulta evidente, sin embargo, aún no es posible determinar el lugar exacto de producción dentro de la planta. La producción de tales compuestos por parte de *B. ulicina* es, probablemente, una importante estrategia que posibilita la supervivencia y perpetuación de la especie en los pastizales naturales .

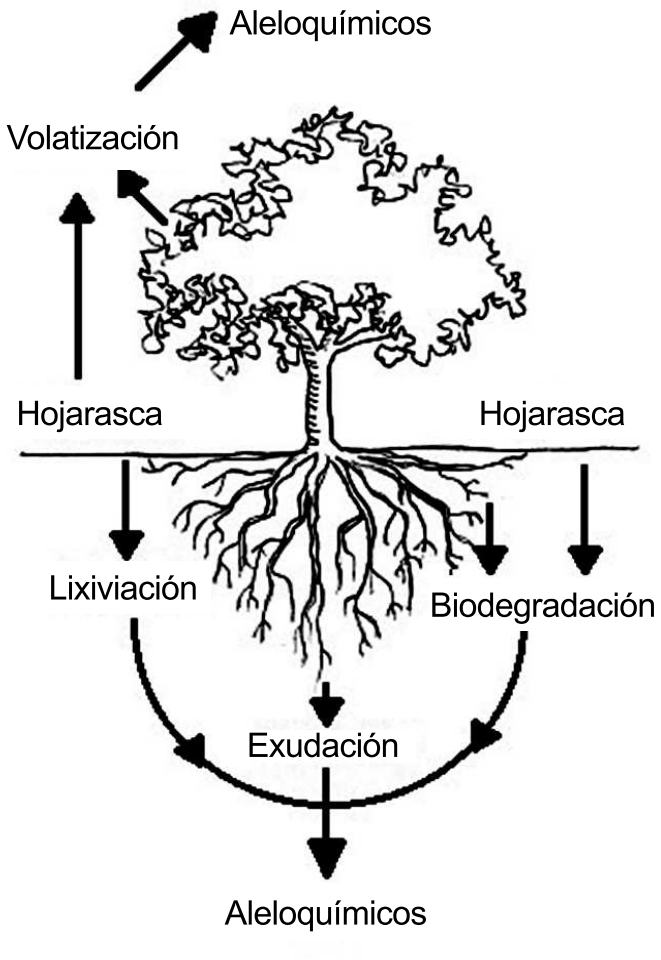

Figura 1. Vías de liberación de los aleloquímicos

Utilidad de los metabolitos secundarios

El reconocimiento de propiedades biológicas de muchos metabolitos secundarios ha alentado la búsqueda de nuevas drogas, antibióticos, insecticidas y herbicidas. Numerosas investigaciones han estudiado la alelopatía como medio de control de malezas, ya sea incluyendo en rotaciones cultivos reconocidos como alelopáticos, o bien disponiendo directamente plantas alelopáticas en el campo. Entre los cultivos utilizados en la región, se han estudiado los efectos de la cebada y el trigo. En cuanto a las malezas alelopáticas, son numerosas las vías en que son empleadas. Una de las más divulgadas es la cobertura del suelo con restos vegetales, por ejemplo, ciertas especies del género *Oxalis* son utilizadas usualmente en Japón.

Actualmente se encuentran en desarrollo numerosos bioherbicidas formulados sobre la base de extractos de plantas. El impulso de

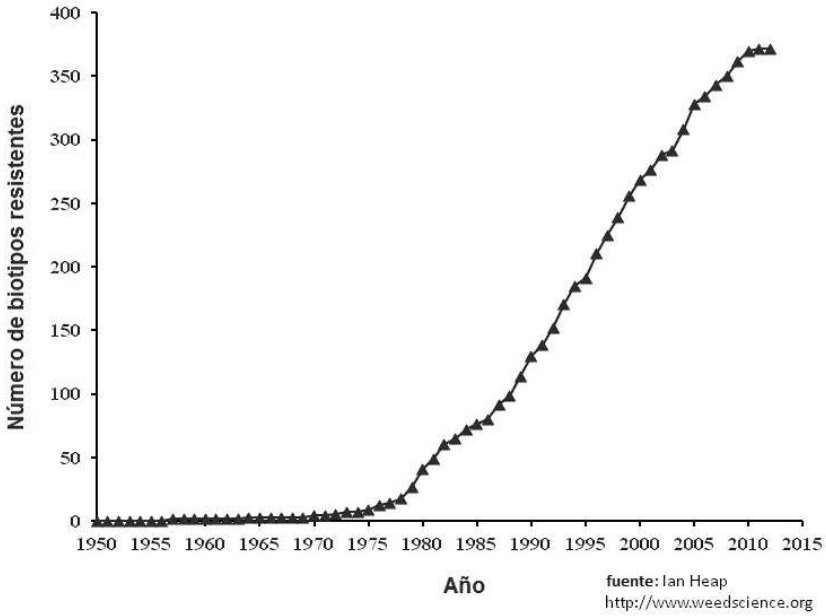

Figura 2. Incremento de casos de resistencia de malezas a herbicidas a nivel mundial

las investigaciones en este campo es de notoria importancia si se tiene en cuenta el gran impacto de los agroquímicos usados hasta el momento sobre el ambiente y la salud.

Otra causa que ha motivado el creciente interés por los bioherbicidas es la gran cantidad de casos de resistencia de malezas a herbicidas registrados en los últimos años (Figura 2). En efecto, se han registrado casos de resistencia para todos los modos de acción de los herbicidas usados en la actualidad, agravado esto por el hecho que no se ha desarrollado ningún herbicida con un sitio de acción nuevo en los últimos 20 años. Los herbicidas basados en compuestos alelopáticos podrían ser una fuente de productos eficientes que ayuden a revertir dicha situación.
Se estima que entre todos los vegetales existen unas 500.000 estructuras que producen alelopatía. De esta manera, el potencial de productos naturales que pueden ser usados por sus propiedades biológicas es prácticamente inagotable. Sin embargo, las limitaciones que existen para poder utilizar este tipo de productos a gran escala no son menores. En primer lugar, las estructuras químicas son muy complejas, por lo que su síntesis presentaría desventajas económicas importantes. Otro inconveniente es que al no tener acción específica podrían causar daños en organismos “no blanco”. Además, existen otro tipo de desventajas, tales como su formulación, vida útil, patentamiento, etc. Algunos especialistas sostienen que una buena alternativa sería realizar modificaciones semi-sintéticas de los productos naturales.

Consideraciones finales

El estudio de los procesos alelopáticos puede resultar de gran utilidad práctica, fundamentalmente en la búsqueda de alternativas a los agroquímicos actualmente utilizados. Sin embargo, las razones por las que no se centran los esfuerzos en desarrollar nuevos productos de origen natural parecen ser más económicas que científicas o técnicas.

Referencias bibliográficas

Dayan, F.E., D.K. Owens y S.O. Duke, 2012. Rationale for a natural products approach to herbicide discovery. *Pest Management Science* 68: 519-528.

Monem, R., 2012. Allelopathic effects of barley (*Hordeum vulgare* L.) of shoot aqueous extract on germination and growth of seedling common mallow (*Malva neglecta* L.). *Calodema* 229: 1-7.

Narwal, S.S. y R. , 2011. Allelopathic strategies for ecological weed management. *Herbologia* 12:29-56.

Rice, E.L., 1984. *Allelopathy*. Second Edition. Orlando, Academic Press, 422 pp.

Tucat G., Bentivegna D.J., Fernández O.A., Busso C.A., Brevedan R., Mujica M.M., Torres Y.A., Ithurrart L., Giorgetti H., Rodríguez G., Montenegro O., Baioni S., Entío J., Fioretti M.N. 2013. Efecto fitotóxico de *Baccharis ulicina* sobre la germinación y crecimiento inicial de *Avena sativa*, *Lolium perenne* y *Raphanus sativus*. *Revista de la Facultad de Agronomía UNCUYO*. 45(1): 63-77.

Shiraishi S., I. Watanabe, K. Kuno y Y. Fujii, 2005. Evaluation of the allelopathic activity of five Oxalidaceae cover plants and the demonstration of potent weed suppression by *Oxalis* species. *Weed Biology and Management* 5, 128–136.

Yongqing, M.A., 2005. Allelopathic studies of common wheat (*Triticum aestivum* L.) *Weed Biology and Management* **5**, 93–104.