

Potencial alelopático de *Brassica campestris subsp. rapa* y *Lolium temulentum* sobre tres especies de malezas de la Sabana de Bogotá

Alelopathic potential of *Brassica campestris subsp. rapa* and *Lolium temulentum* on tree weed species on the Sabana de Bogotá

Carolina Zamorano¹ y Cilia L. Fuentes²

Resumen: Se realizaron bioensayos con el objeto de evaluar el potencial alelopático de los extractos de hojas y residuos de nabo silvestre (*Brassica campestris subsp. rapa* [L.] Hook. f.) y raigrás (*Lolium temulentum* L.) sobre tres especies de malezas de la Sabana de Bogotá: cenizo (*Chenopodium petiolare* Kunth), malva blanca (*Fuertesimalva limensis* [L.] Fryxell) y bleado (*Amaranthus hybridus* L.). Los bioensayos en el laboratorio se desarrollaron con la técnica de plántulas en solución nutritiva, bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones y tres réplicas en el tiempo, y en invernadero, donde se usó mezcla de arena y turba (3:2) como sustrato y semillas pregerminadas. Los resultados obtenidos en laboratorio mostraron diferencias en los síntomas observados entre las diferentes especies, mientras que la variable peso fresco fue la que mejor describió el efecto de las concentraciones para los extractos de nabo, con una concentración que reduce la variable de respuesta en 50% (DC_{50}) de $5,53 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ para bleado, $2,58 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ para cenizo y $7,72 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ para malva blanca. En el caso de raigrás, el peso fresco permitió el ajuste de una curva concentración-respuesta, con el fin de calcular la DC_{50} . La respuesta entre las especies de malezas fue diferente respecto a la actividad de los extractos y de los residuos vegetales en suelo. En el caso del bleado, no se registraron diferencias entre los residuos en suelo y los extractos de nabo, mientras que con cenizo y malva blanca no hubo emergencia de plántulas bajo la condición de residuos en suelo de nabo. El peso fresco de plántulas de tomate disminuyó en cerca del 25% al crecer en residuos de nabo (6 ó $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de materia fresca) y en cerca del 60% bajo residuos de raigrás ($6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de materia fresca).

Palabras claves adicionales: alelopatía, *Chenopodium petiolare*, *Fuertesimalva limensis*, *Amaranthus hybridus* extractos de plantas, residuos de plantas

Abstract: Laboratory and glasshouse assays were carried out to evaluate the allelopathic potential of turnip (*Brassica campestris subsp. rapa* [L.] Hook. f.) and ryegrass (*Lolium temulentum* L.) aqueous leaf extracts and foliar tissue residues on three common weed species from the Bogotá plateau: *Chenopodium petiolare* Kunth, *Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxell, *Amaranthus hybridus*. The seedling technique was used with nutrient solution in laboratory completely random bioassays (repeated 3 times with 3 replications). Plastic plant-pots were employed in greenhouse assays using sand:peat (3:2) as substrate and pre-germinated seeds. Results obtained in the laboratory showed differences regarding the symptoms observed amongst the different species, whilst fresh weight was the one that best described the effect of turnip extracts having DC_{50} : $5.53 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ for *Amaranthus hybridus*, $2.58 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ for *Chenopodium petiolare* and $7.72 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ for *Fuertesimalva limensis*. The fresh weight of ryegrass allowed a concentration-response curve to be adjusted for calculating DC_{50} . Greenhouse results revealed a different response for extracts and residues; there were no differences between turnip residues and extracts in *Amaranthus hybridus* seedling weight; *Chenopodium petiolare* and *Fuertesimalva limensis* seedlings did not emerge. The fresh weight of tomato seedlings, grown in turnip waste became reduced by around 25% (6 or $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ fresh weight) and by about 60% when grown in ryegrass waste ($6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ fresh weight).

Additional key words: allelopathy, *Chenopodium petiolare*, *Fuertesimalva limensis*, *Amaranthus hybridus*, plant extracts, plant residues

Fecha de recepción: 05 de septiembre de 2005
Aceptado para publicación: 21 de noviembre de 2005

¹ Docente, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá (Colombia). e-mail: carolina.zamoranom@gmail.com

² Profesora titular, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá. e-mail: clfuentesd@unal.edu.co

Introducción

LA PERSISTENCIA DE LAS MALEZAS en los campos agrícolas es afectada por factores climáticos, edáficos y bióticos. Entre los factores bióticos que afectan la persistencia de las semillas de malezas, se incluyen los efectos de plantas y animales; por ejemplo, hay insectos que la afectan al predañarlas (Nisensohn *et al.*, 1999). Así mismo, en los últimos años se han intensificado los estudios sobre el efecto de patógenos como biocontroladores de malezas (Charudattan y Dinooor, 2000). Otro de los factores que se encuentra en este grupo es la interferencia que se presenta entre plantas, especialmente, la de carácter químico, conocida como alelopatía.

Muchos estudios han explorado el potencial alelopático de especies vegetales de diferentes familias, varios de ellos enfocados en la búsqueda de compuestos químicos con actividad herbicida que se puedan aislar y sintetizar; otros más se han centrado en los efectos alelopáticos que algunos cultivos podrían tener sobre malezas, sobre otros cultivos y sobre sí mismos y algunos, en los efectos alelopáticos de malezas sobre malezas (Stachon y Zimdahl, 1980; Tominaga y Watanabe, 1997). Al respecto, Duke *et al.* (2002) afirman que hay muchos materiales y compuestos que se pueden obtener de productos naturales utilizados directamente o como base para el desarrollo de moléculas herbicidas y cuyo potencial para el manejo de malezas ha sido documentado.

Cuando las plantas han muerto o los cultivos han terminado, algunas partes pueden liberar químicos durante el proceso de descomposición y luego ser lavados. Tukey (1966) reporta estudios realizados sobre lixiviados obtenidos a partir de hojas, aunque anota que otras partes de las plantas son susceptibles al lavado. Este es uno de los métodos más comunes que utiliza tejidos de tallos y raíces de las plantas de las que se sospecha tiene potencial alelopático. Estudios de Putnam y DeFrank (1983) mostraron la efectividad de residuos, reduciendo la germinación y el crecimiento de especies de malezas. Más recientemente, Jones *et al.* (2001a) se refieren el uso de extractos provenientes de residuos de cultivos para el mismo fin.

En el área de los compuestos químicos relacionados con fenómenos alelopáticos, ha sido difícil diferenciar entre efectos primarios y secundarios y, si bien en ambientes controlados puede aclararse ciertos aspectos relacionados con sus efectos, queda casi siempre por resolver el hecho de si la sustancia se encuentra en el

medio natural en la concentración necesaria para que produzca el mismo efecto (Putnam, 1985). En ese sentido Liebman y Ohno (1998) indican que el efecto inhibitorio de los compuestos químicos alelopáticos sobre la germinación y el crecimiento sólo reflejan el resultado del efecto sobre muchos procesos individuales.

Brassica campestris subsp. rapa (nabo) es una especie de maleza reconocida con bastante frecuencia en la Sabana de Bogotá. Varios reportes soportan la presencia de compuestos alelopáticos en la familia Brassicaceae, a la que pertenece esa especie (Teasdale y Taylorson, 1986; Choesin y Boerner, 1991; Al-Khathib *et al.*, 1997), que actúan a nivel de la germinación y el crecimiento, no sólo de especies cultivadas (Masson-Sedun *et al.*, 1986; Kiemnec y McInnis, 2002), sino también de especies de malezas (Boydston y Hang, 1995; Moyer y Huang, 1997; Kiemnec y McInnis, 2002).

Lolium temulentum (raigrás), por su parte, es una especie de gramínea de amplio uso en la Sabana de Bogotá como forraje para el ganado, pero también se comporta como una maleza invasora y muy competitiva con los cultivos de papa, hortalizas y otros comunes en la Sabana de Bogotá; Rice y Pancholy (1973) reportaron la presencia de taninos en varios pastos de praderas, compuestos con actividad alelopática reconocida por Evnari (1949) y mencionados también por Rice (1984), que actúan inhibiendo la actividad de peroxidases, catalasas y celulasas, entre otras enzimas.

El control de malezas en papa depende, como en la mayoría de los cultivos, de los herbicidas y desyerbes manuales. Debido a las implicaciones ambientales y de salud pública que ha generado el mal uso de plaguicidas y a los altos costos en que incurre el productor, se está impulsando en varias regiones del mundo el estudio y la implementación de estrategias alternativas al uso de herbicidas de síntesis química. Gracias a ese interés, cada vez será más importante conocer el potencial de plantas intercaladas con cultivos comerciales que puedan contribuir al manejo de poblaciones no deseadas con la menor inversión posible.

Por lo anterior, y debido a que los extractos acuosos y metanólicos de *Brassica campestris subsp. campestris* y de *Lolium temulentum* no habían afectado la germinación de semillas de tomate pero sí el crecimiento de la radícula y del brote aéreo (en especial, los extractos de *Brassica*), se diseñaron experimentos para determinar la fitotoxicidad de extractos acuosos de *B. campestris*

subsp. rapa y de *L. temulentum* sobre el crecimiento de plántulas de malezas frecuentes en los cultivos de papa de la Sabana de Bogotá, para lo cual se plantearon como objetivos específicos: i) comprobar la existencia de absorción radical y/o foliar de los compuestos con potencial alelopático presentes en los extractos en una solución nutritiva y ii) diferenciar los efectos entre los compuestos liberados a partir del material vegetal y los extractos aplicados a un sustrato.

Materiales y métodos

Material vegetal

La recolección del material vegetal se hizo en el Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), a 4° 42' de latitud norte y 74° 12' de longitud oeste, a una altitud de 2.643 msnm, con temperatura promedio de 13 °C, humedad relativa de 78% y precipitación promedio anual de 650 mm. En las especies que se utilizaron para la obtención de los extractos (*Brassica campestris subsp. rapa* y *Lolium temulentum* L.), se escogieron hojas de las plantas que se encontraban en etapa reproductiva (floración), buscando así la máxima acumulación de compuestos con potencial alelopático. Las especies de malezas escogidas por su importancia fueron *Amaranthus hybridus* L. (en adelante, Amahy), *Chenopodium petiolare* Kunth (cenizo; en adelante, Chepe) y *Fuertesimilva limensis* (L.) Krapov (bledo; en adelante, Fueli); de estas especies se recolectaron semillas maduras de plantas establecidas en campo y plántulas de un lote del Centro Agropecuario Marengo en donde se siembra regularmente papa.

Obtención de los extractos

Se tomaron 10 g de material fresco finamente picado (hojas del tercio medio de plantas en floración) y se dejaron en matraces de 250 mL con 100 mL de agua desionizada, a temperatura ambiente (21 °C) por 24 h. Los matraces se colocaron en un agitador rotatorio a 200 rpm y 40 °C durante 30 min, con el fin de extraer la mayor cantidad de los principios activos. Posteriormente, se homogenizó el material y se filtró el contenido al vacío. Los extractos obtenidos se almacenaron en frascos de vidrio a 4 °C. Se tomaron datos sobre el pH de los extractos a diferentes concentraciones (2,5, 5, 10, 30, 60 y 90 g · L⁻¹). En todas las pruebas se incluyó un control con agua desionizada.

Semillas pregerminadas

Las semillas recolectadas en campo se secaron durante una semana y luego se les hizo el tratamiento para obtener porcentajes de germinación mayores de 50%. El punto en el que las semillas estaban listas para ser utilizadas en los diferentes ensayos se alcanzó cuando la radícula sobresalía levemente de la testa, con una longitud de 1-2 mm. Esta técnica fue utilizada en el segundo experimento con el fin de garantizar que los efectos registrados provinieran de semillas que efectivamente darían origen a una planta.

Los ensayos descritos a continuación se desarrollaron en el laboratorio de Malherbología y los invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Experimentos

1. *Absorción radical y foliar de extractos acuosos de B. campestris subsp. rapa y de L. temulentum y su efecto sobre el desarrollo de plántulas de tres especies de malezas*

Se ensayaron dos modalidades de tratamientos: a) foliar, mediante la técnica de aplicación foliar en la que el extracto con surfactante (una gota de 5 µL) se deposita con ayuda de una microjeringa en la lámina foliar de una hoja intermedia de una planta con 3-4 hojas verdaderas; b) plántulas en solución nutritiva con el extracto en diferentes concentraciones, para absorberlo a través del sistema radical. Ambas modalidades de evaluación están soportadas por los trabajos de Sánchez y Hernández (1999), Camacho (2001), Montoya (2001) y Giratá (2001), que evaluaron herbicidas, y se escogieron para investigar de forma similar el potencial herbicida de los extractos y residuos de plantas sobre malezas.

La variable evaluada para la aplicación foliar fue la toxicidad visual en plantas, y para la técnica de plántulas se tomaron datos de la longitud de la raíz y del brote aéreo, expresadas como porcentaje de reducción del crecimiento y peso fresco. Se estableció una escala de toxicidad visual en plantas, cuando fue posible.

El análisis estadístico consistió en un análisis de varianza de los resultados de la elongación de la raíz y del brote aéreo en el testigo, con respecto a plántulas sometidas a las diferentes concentraciones de los extractos en las soluciones nutritivas; además, se determinaron curvas de concentración-respuesta usando un modelo de regresión log-logística, propuesto por Seefeldt *et al.* (1995):

$$Y = C + \frac{D - C}{1 + (X/DC_{50})^b}$$

$$Y = C + \frac{D - C}{1 + \exp [b(\log (X) - \log (DC_{50}))]}$$

donde, c: límite inferior (concentración alta)

D: límite superior (concentración baja)

b: pendiente

DC₅₀: concentración que reduce el crecimiento en 50%.

2. Efecto de extractos y residuos de *B. campestris* subs. *rapa* y de *L. temulentum* sobre la emergencia y crecimiento de tres especies de malezas

Se utilizaron semillas pregerminadas de las especies de malezas seleccionadas y de tomate, como especie testigo. El procedimiento para obtener las semillas pregerminadas fue el descrito más arriba. Las semillas pregerminadas se sembraron en materas de 15 cm de diámetro (1,5 kg) que contenían el sustrato (arena y turba, 3:2) y las semillas de malezas, a una densidad de 20 semillas/matera, y las de tomate, a 10 semillas/matera. Los tratamientos testigos se hicieron con semillas en las densidades descritas y se les proveyó agua desionizada. Para los tratamientos con residuos, se establecieron unas cantidades de residuos correspondientes a cantidades de materia fresca producida por cada especie en condiciones de Marengo, para lo que se pesó el material producido en 1 m², se hizo la extrapolación a una hectárea para denominar el tratamiento y, por último, el cálculo con respecto al área de la matera (0,002356 m²).

Las cantidades calculadas se incorporaron de manera uniforme, utilizando residuo picado previamente, a los primeros 2 cm del sustrato de las materas; luego se humedeció desde la parte inferior de la matera para no lavar los materiales liberados por los residuos.

Para los tratamientos con extractos, éstos se prepararon en las concentraciones correspondientes a las cantidades de residuos utilizados por matera; de esta manera, para cada tratamiento con residuos se hizo el correspondiente con extracto (tabla 1).

Resultados y discusión

En el experimento 1 sobre la absorción radical y foliar de extractos acuosos de *B. campestris* subs. *rapa* y de *L. temulentum* y su efecto sobre el desarrollo de plántulas de tres especies de malezas, los efectos de los extractos

Tabla 1. Cálculo de la cantidad de residuos por matera para los ensayos con *Brassica campestris* subs. *rapa* y *Lolium temulentum*.

Tipo de residuo	Tratamiento (t · ha ⁻¹)	Biomasa (kg · m ⁻²)	Cantidad por matera (g)
<i>B. campestris</i>	6	0,6	1,4134
	12	1,2	2,8272
<i>L. temulentum</i>	3	0,3	0,7068
	6	0,6	1,4136

acuosos de *B. campestris* subs. *rapa* y de *L. temulentum*, que ya habían sido registrados para plántulas de tomate, pudieron evaluarse sobre las especies Amahy, Chepe y Fueli con la técnica de plántulas en solución nutritiva con los extractos en diferentes concentración, mientras que la técnica de aplicación foliar no resultó efectiva en ninguna de la plantas.

De todas las variables evaluadas: peso fresco; longitud de la raíz, longitud del brote aéreo y medidas relacionadas con éstas dos y porcentaje de inhibición en elongación de la raíz y del brote aéreo; solamente el peso fresco resultó ser la variable que permitió el ajuste para obtener las curvas de concentración-respuesta de las especies evaluadas (figuras 1, 2 y 3).

Con los extracto de *B. campestris* subs. *rapa* sobre las plántulas de Amahy, la respuesta de disminución del peso fresco estuvo relacionada con el aumento de las concentraciones (figura 1a). También fue posible encontrar una concentración de respuesta en que la población evaluada disminuía su peso en un 50% (DC₅₀), correspondiente a 5,3 g · L⁻¹. Para el caso de los extractos de *L. temulentum* (figura 1b), el comportamiento del peso fresco no cambió con el aumento en la concentración del extracto en la solución nutritiva; si bien pudo ajustarse una curva de regresión, la concentración DC₅₀ resultó ser muy alta (276,5 g · L⁻¹) con respecto a la anterior (tabla 2); esta respuesta de las plántulas al extracto de *L. temulentum* en la solución nutritiva indica probablemente que las especies de las malezas ensayadas no fueron sensibles a los extractos acuosos de esta especie o que el compuesto en la solución perdió su capacidad alelopática.

El peso fresco de las plántulas de Chepe se comportó en forma descendente al aumentar la concentración de los extractos de *B. campestris* subs. *rapa* y de *L. temulentum* en las soluciones nutritivas (figura 2), y las concentraciones DC₅₀ que se calcularon fueron 2,58 y 5,76 g · L⁻¹,

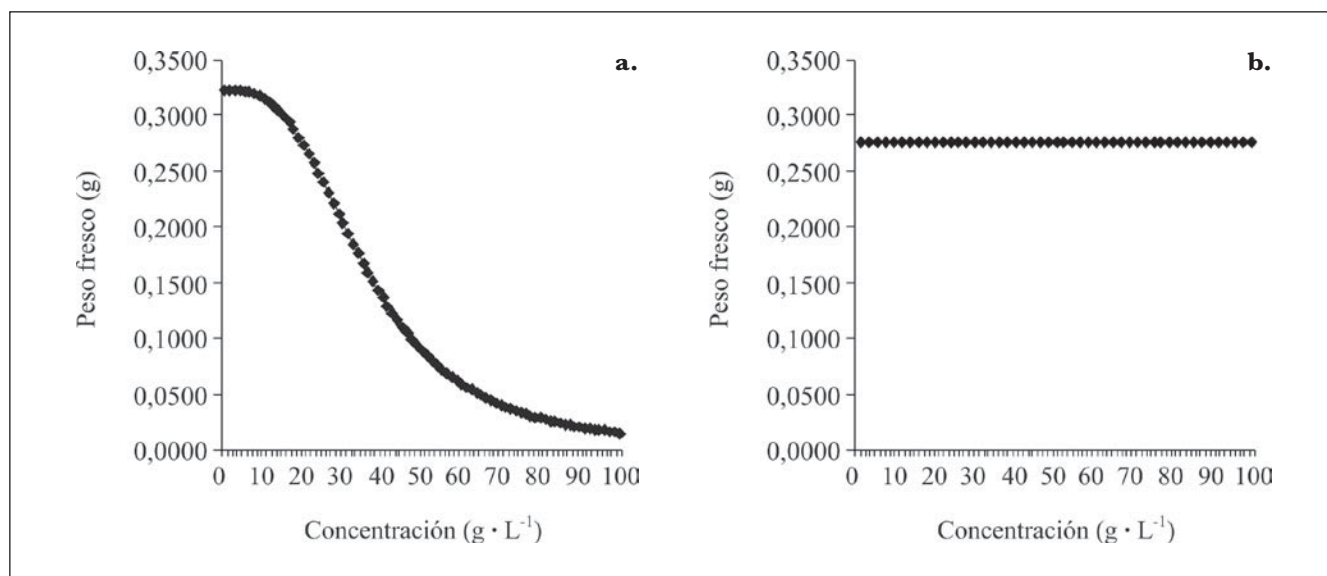


Figura 1. Efecto de los extractos acuosos de: a) *B. campestris subsp. rapa* y b) *L. temulentum* sobre el peso fresco de plántulas de Amahy.

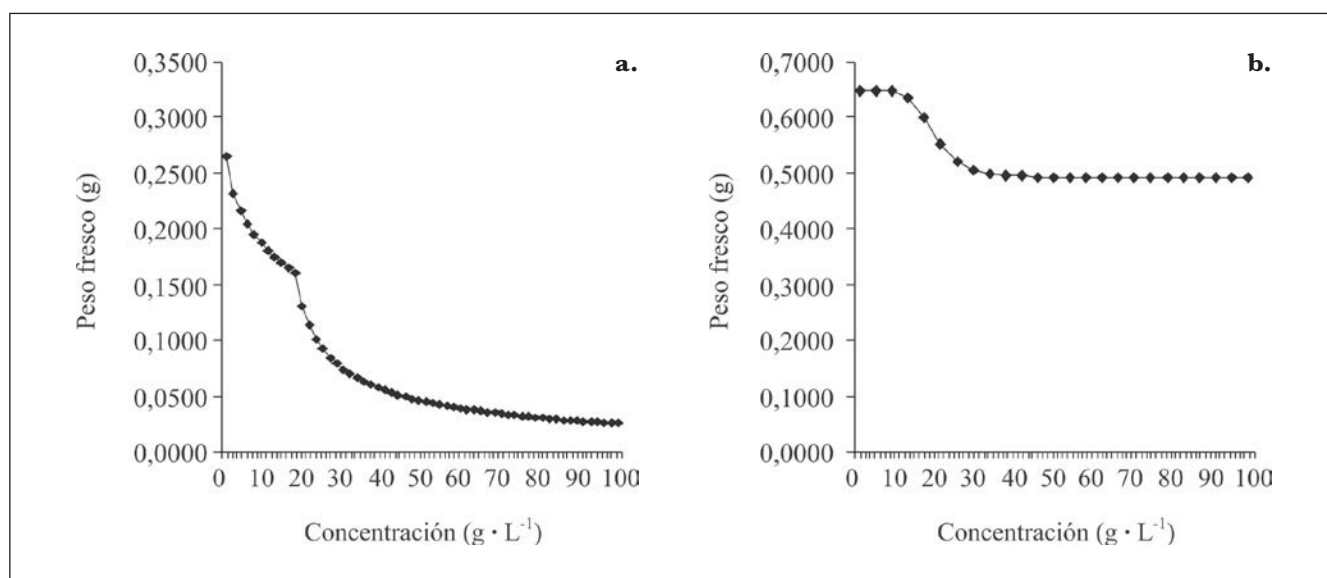


Figura 2. Efecto de los extractos acuosos de: a) *B. campestris subsp. rapa* y b) *L. temulentum* sobre el peso fresco de plántulas de Chepe.

respectivamente. La concentración calculada para las plántulas en presencia del extracto de *B. campestris subsp. rapa* resultó ser la más baja, comparada con la que alcanzaron Amahy y Fueli (tabla 2).

Las curvas resultantes de la regresión log-logística para el efecto de los extractos acuosos de las plántulas de Fueli (figura 3) muestran una tendencia descendente, con respecto al aumento de la concentración, más pronunciada en el caso de los extractos de *B. campestris*

subsp. rapa. Con los resultados para esta especie, se obtuvo una DC_{50} menor que la calculada para las plántulas de Amahy, lo que sugiere que Fueli es una especie más sensible a los extractos de *B. campestris subsp. rapa*, acorde con lo que reportan varios autores sobre la respuesta de especies de malezas a diferentes compuestos.

El menor peso en las plántulas de Fueli con respecto a la concentración de los extractos acuosos siguió siendo consistente en el caso de *L. temulentum*, en el que

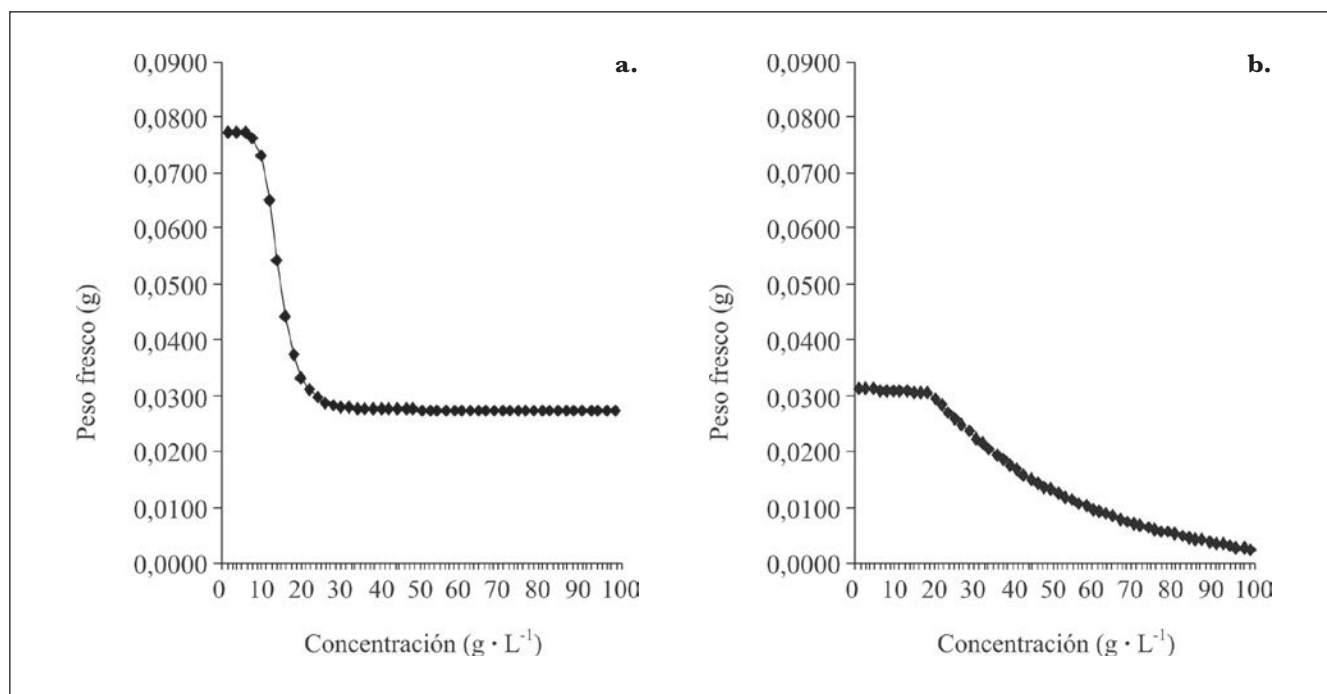


Figura 3. Efecto de los extractos acuosos de: a) *B. campestris subsp. rapa* y b) *L. temulentum* sobre el peso fresco de plántulas de Fueli.

Tabla 2. Concentración DC_{50} para las especies evaluadas con extractos acuosos de *Brassica campestris subsp. rapa* (B) y *Lolium temulentum* (L) en solución nutritiva.

Variable	Amahy		Chepe		Fueli	
	B	L	B	L	B	L
Peso (g)	5,338	276,5	2,584	5,767	7,728	26,390
Longitud raíz (cm)	200	-*	-	-	31,8	-
	-	-	8,1**	-	6,1	-
Longitud brote (cm)	31,8	-	-	-	-	-
	-	-	3,4	-	2,8	-

* DC_{50} que no pudieron calcularse mediante la regresión log-logística.

** Los números en cursivas corresponden al porcentaje de inhibición con respecto al testigo que creció en solución nutritiva.

Amahy: *Amaranthus hybridus*; Chepe: *Chenopodium petiolar*; Fueli: *Fuertesimalva limensis*

los efectos en el peso de las plántulas se alcanzó con concentraciones mayores. Es probable que el efecto de los compuestos haya disminuido en la solución por la presencia de nutrientes y por no tratarse de un compuesto químicamente puro.

La tendencia de la curva de concentración-respuesta para Fueli evidencia una respuesta decreciente en el peso fresco, obteniéndose una DC_{50} para *B. campestris subsp. rapa* de $7,72 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ y para *L. temulentum* de $26,39 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (tabla 2). La DC_{50} obtenida para *B. campe-*

tris subsp. rapa fue la más alta, en comparación con la calculada para las otras dos especies.

En el experimento 2 sobre el efecto de extractos y residuos de *B. campestris subsp. rapa* y de *L. temulentum* sobre la emergencia y crecimiento de tres especies de malezas, ninguna de las semillas pregerminadas de Chepe y Fueli emergieron durante el período de evaluación en las materas, viéndose afectadas por la presencia de los residuos y los extractos. Sin embargo, las concentraciones de los extractos utilizados sobre los sustratos estuvieron por debajo de las DC_{50} calculadas en las soluciones nutritivas, con excepción de la dosis de Chepe en *B. campestris subsp. rapa* (tablas 1 y 2). Lo anterior sugiere que las especies *B. campestris subsp. rapa* y *L. temulentum* tienen efecto sobre esas dos especies a dosis mucho más bajas que las evaluadas en las soluciones nutritivas con las plántulas de maleza, lo que estaría relacionado con el estado de desarrollo, de ahí la mayor susceptibilidad de las semillas en germinación.

El efecto diferencial en la emergencia de las semillas de las especies de malezas evaluadas en este trabajo coincide con lo que Al-Khatib *et al.* (1997) describieron con residuos de *B. napus* y de *B. hirta* sobre *Capsella bursa-pastoris*, *Kochia scoparia* y *Setaria viridis*, con rangos entre 97% y 49%.

Las semillas de Amahy emergieron y el testigo alcanzó 0,008 g de peso fresco en promedio (figura 4). El tratamiento con que se obtuvo mayor peso fresco (0,012 g aproximadamente) fue el que utilizó el extracto acuoso de *B. campestris subsp. rapa* en la concentración correspondiente a 12 t · ha⁻¹, resultado que no fue significativamente diferente al del testigo. La dosis de extracto correspondiente a 6 t · ha⁻¹ sí mostró una reducción significativa en el peso de las plántulas de Amahy, con respecto a la mayor dosis del extracto. La diferencia en el efecto sobre el peso de las dos dosis de extractos concuerda con lo que encontraron Masson-Sedum y Jesop (1988) al trabajar con residuos de *B. juncea*, en dosis iguales a las propuestas en este trabajo, sobre el peso seco de *Triticum aestivum*.

En los tratamientos con los residuos de *B. campestris subsp. rapa* en dosis de 6 y 12 t · ha⁻¹, no hubo una reducción significativamente diferente ($P = 0,05$) del peso fresco de las plántulas de tomate creciendo en residuos de nabo, con 6 t · ha⁻¹, respecto al testigo sin tratar (el testigo alcanzó un peso promedio de 0,250 g); tampoco la respuesta fue diferente aplicando 6 ó 12

t · ha⁻¹ de residuos de *B. campestris subsp. rapa*; sin embargo, se pudo observar una reducción del peso fresco de las plántulas de un 25% respecto al testigo sin tratar. Por su parte, el peso fresco de las plántulas de tomate creciendo en residuos de raigrás (6 t · ha⁻¹ de materia fresca) resultó más afectado; se registró una reducción cercana a 60% (figura 5).

El comportamiento de los extractos y los residuos de *B. campestris subsp. rapa* y de *L. temulentum* en los ensayos propuestos permite sugerir que el empleo de los residuos y los extractos sobre semillas pregerminadas de Amahy no produce reducciones significativas del peso, en contraposición a la respuesta positiva de la semillas de tomate a la dosis más alta de residuos. Por otro lado la respuesta de Amahy y del tomate fueron consistentes para la dosis de 6 t · ha⁻¹, con el extracto en el caso de la primera y con los residuos en el caso de la segunda.

De acuerdo con los resultados de los dos experimentos realizados, puede concluirse que el empleo de especies con potencial alelopático como herramienta para el manejo de especies de malezas en cultivos re-

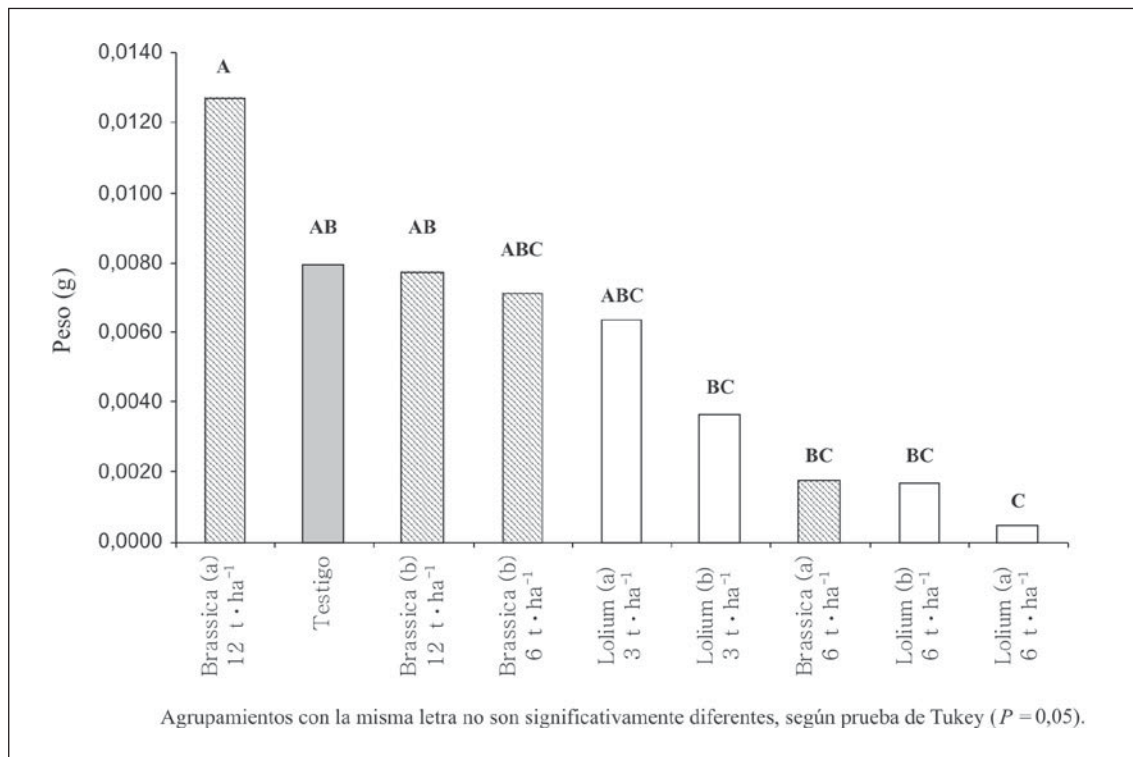


Figura 4. Efecto promedio de dos dosis de: a) extractos acuosos y b) residuos de *B. campestris subsp. rapa* y de *L. temulentum* sobre el peso fresco de plántulas de Amahy.

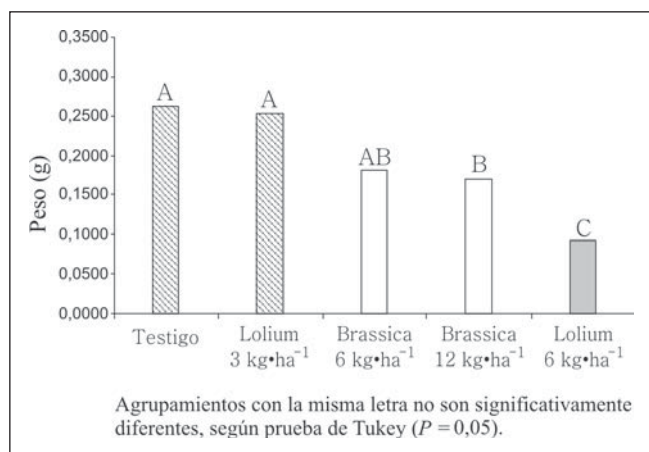


Figura 5. Efecto de dos dosis de residuos frescos de *B. campestris subsp. rapa* y de *L. temulentum* sobre el peso fresco de plántulas de *Lycopersicon esculentum* Mill.

quiere que se involucren malezas particulares y que, si bien algunos autores recomiendan el empleo de especies cultivadas para los bioensayos, sus resultados no serían menos susceptibles de generalización.

Literatura citada

- Camacho, L.F. 2001. Normalización de técnicas y diagnóstico de resistencia al herbicida Metsulfuron-metil en poblaciones de piñita (*Murdania nudiflora* (L.) Brenan). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Charudattan, R. y A. Dinooor. 2000. Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. *Crop Protection* 19, 691-695.
- Choesin, D.N. y R.E.J. Boerner. 1991. Allyl isothiocyanate release and the allelopathic potencial of *Brassica napus* (Brassicaceae). *Amer. J. Bot.* 78(8), 1083-1090.
- Duke, S.O., F.E. Dayan, A.M. Rimando, K.K. Schrader, G. Aliotta, A. Oliva y J.G. Romagni. 2002. Chemicals from nature for weed management. *Weed Sci.* 50, 138-151
- Evanari, M. 1949. Germination inhibitors. *Bot. Rev.* 15, 153.
- Girata, I.E. 2001. Estandarización y evaluación de técnicas para la detección de resistencia de *Echinochloa colona* e *Ischaemum rugosum* al herbicida Fenoxaprop-p-etil. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Jones, E., R.S. Jessop, B.M. Sindel y A. Hout. 2001. Utilising crop residues to control weeds. Investigation Report. CRC for Weed Management. University of New England, Armidale. 4 p.
- Kiemnec, G.L. y M.L. Mcinnis. 2002. Hoary cress (*Cardaria draba*) root extract reduces germination and root growth of five plant species. *Weed Technol.* 16, 231-234.
- Liebman, M. y T. Ohno. 1998. Crop rotation and legume residue effects on weed emergence and growth: Applications for weed management. p. 181-221. En: Hatfield, J.L., D.O. Buhler y B.A. Stewart (eds.). *Integrated weed and soil management*. Ann Arbor Press, Michigan.
- Montoya, S. 2001. Estandarización de técnicas para la detección de resistencia de *Echinochloa colona* e *Ischaemum rugosum* al herbicida Fenoxaprop-p-etil. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Moyer, J.R. y H.C. Huang. 1997. Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of ten weed species. *Bot. Bul. Academia Sinica* 38, 131-139.
- Nisensohn, L., D. Faccini, G. Montero y M. Lietti, M. 1999. Predación de semillas de *Amaranthus quitensis* H.B.K. en un cultivo de soja: influencia del sistema de siembra. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 34(3), 377-384.
- Putnam, A.R. 1985. Weed allelopathy. p. 131-155. En: Duke, S.O. (ed.). *Weed physiology*. vol. I. Reproduction and ecophysiology. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Putnam, A.R. y Y. DeFrank. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. *Crop Protection* 2, 173.
- Rice, E.L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press, New York. 422 p.
- Rice, E. y H. Pancholy. 1973. Inhibition of nitrification by climax ecosystems. *Amer. J. Bot.* 60, 691.
- Sánchez, L.A. y C.M. Hernández. 1999. Detección de residuos de atrazina en suelos y aguas usando técnicas de bioensayo. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Seefeldt, S.S., J.E. Jensen y E.P. Fuerst. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technol.* 9, 218-227.
- Stachon, W.J. y R.L. Zimdahl. 1980. Allelopathic activity of Canada thistle (*Cirsium arvense*) in Colorado. *Weed Sci.* 28(1), 83-86.
- Teasdale, J.R. y R.B. Taylorson. (1986). Weed seed response to methyl isothiocyanate and metham. *Weed Sci.* 34, 520-524.
- Tominaga, T. y O. Watanabe. 1997. Weed growth suppression by Cogongrass (*Imperata cylindrica*) leaves. *J. Weed Sci. Technol.* 42(3), 289-293.
- Tukey, H.B. Jr. 1966. Leaching of metabolites from above ground plant part and its implications. *Bul. Torrey Bot. Club* 93, 385-401.