

## Efecto fagodisuasivo de extractos vegetales sobre la alimentación de la babosa gris y tamizaje fitoquímico

Liliana López<sup>1</sup>, Hilda Lima<sup>1</sup>, Guillermo Perichi<sup>1\*</sup>, Irana Matute<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO), Departamento de Zoología Agrícola. Maracay, Aragua, Venezuela. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Laboratorio de Nutrición Animal. Maracay, Venezuela. \*Correo electrónico: perichig@hotmail.com

### RESUMEN

Las babosas son consideradas una de las principales plagas en el ámbito mundial. Estas revisten importancia económica por los daños que ocasionan al alimentarse de hojas, tallos, bulbos, flores, raíces y semillas de muchas plantas cultivadas. El manejo de las poblaciones de estas plagas, en Venezuela, se limita al uso de cebos tóxicos, que son dañinos para diferentes organismos. Es necesario buscar alternativas agroecológicas eficientes en la producción de alimentos saludables. Con esa problemática, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto fagodisuasivo de extractos vegetales sobre la alimentación de la babosa gris (*Deroceras reticulatum*) y tamizaje fitoquímico. Para la actividad alimentaria de la babosa se utilizó una prueba sin posibilidad de elección o no preferencia. Se prepararon extractos acuosos de ají rocoto (*Capsicum pubescens*), algodón de seda (*Calotropis procera*), artemisa (*Artemisia vulgaris*), neem (*Azadirachta indica*), orégano orejón (*Plectranthus amboinicus*) y ruda (*Ruta graveolens*). Cada extracto se aplicó a discos de repollo blanco, para el alimento de las babosas; los discos de repollo del control se trataron con agua destilada. También, se determinó la presencia de metabolitos secundarios en las seis especies de plantas evaluadas. Los extractos vegetales acuosos aplicados a los discos foliares de repollo blanco presentaron diferentes grados de efectividad, sobre la actividad alimentaria de las babosas, con respecto al control. Sólo los extractos acuosos de ruda, neem y ají rocoto mostraron potencial disuasivo de la alimentación de *D. reticulatum*. Los esteroides y saponinas fueron los metabolitos secundarios más cuantiosos en las especies de plantas.

**Palabras clave:** compuestos fenólicos, *Deroceras reticulatum*, metabolitos secundarios, moluscos nocivos.

## Phagodisuasive effect of plant extracts on gray slug feeding and phytochemical screening

### ABSTRACT

The slugs are considered as one of the main pests worldwide. These are economically important for the damage they cause by feeding on leaves, stems, bulbs, flowers, roots and seeds of many cultivated plants. The management of the populations of these pests in Venezuela is limited to the use of toxic baits, which are harmful to different organisms. It is necessary to look for efficient agroecological alternatives in the production of healthy foods. With this problem, the objective of this work was to evaluate the phagodisuasive effect of plant extracts on gray field slug (*Deroceras reticulatum*) feeding and phytochemical screening. For the feeding activity of the slug, a test will be used without possibility of choice or not preference. Aqueous extracts of *Capsicum pubescens*, *Calotropis procera*, *Artemisia vulgaris*, *Azadirachta indica*, *Plectranthus amboinicus* and *Ruta graveolens* were prepared. Each extract was applied to white cabbage discs, for slug food; the cabbage disks of the control were treated with distilled water. Also, the presence of secondary metabolites in the six evaluated species of plants was determined. The aqueous vegetable extracts applied to the white cabbage leaf disks showed different degrees of effectiveness, on the feeding activity of slugs, with respect to the control. Only the aqueous extracts of *R. graveolens*, *A. indica* and *C. pubescens* showed deterrent potential of the feeding of *D. reticulatum*. Steroids and saponins were the most abundant metabolites in the plant species.

**Key words:** phenolic compound, *Deroceras reticulatum*, secondary metabolites, harmful mollusks.

Recibido: 15/06/2018 - Aprobado: 27/11/2018

## INTRODUCCIÓN

Las babosas (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) son consideradas una de las principales plagas en el ámbito mundial. Estas revisten importancia económica por los daños que ocasionan al alimentarse de hojas, tallos, bulbos, flores, raíces y semillas de muchas plantas cultivadas (Elmi *et al.* 2016).

En el Reino Unido, sin ninguna medida de manejo poblacional de babosas, especialmente, en canola y trigo, las pérdidas económicas son aproximadamente de 50 millones de dólares (43,5 millones de libras esterlinas) al año (Nicholls 2014). En Venezuela, aunque no se tienen estimaciones económicas de las pérdidas causadas por estos organismos, los productores del municipio Tovar del estado Aragua señalan a las babosas y caracoles como un problema en cultivos hortícolas (brócoli, coliflor, fresa y lechuga). En esa zona, la babosa gris *Deroceras reticulatum* Müller representa la plaga más importante (Fernández de Valera 1982).

El manejo de las poblaciones plagas de esta especie, en el país, y en otras partes del mundo, se limita al uso de cebos tóxicos; estos son formulados como pellets a base de metaldehído o carbamatos y tienen el inconveniente que son muy tóxicos para otros organismos, tales como: mamíferos, aves, peces e insectos (Salvio *et al.* 2008).

Los extractos vegetales constituyen una alternativa agroecológica de manejo poblacional de moluscos plagas y pueden influir en la protección sostenible de muchos cultivos (Hagner *et al.* 2015; Saad *et al.* 2017; Zala *et al.* 2018). Con ese fin, se evaluó el efecto fagodisuasivo de extractos vegetales sobre la alimentación de la babosa gris (*D. reticulatum*) y tamizaje fitoquímico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de los ensayos

El experimento *in vitro*, para evaluar el efecto de seis extractos acuosos de origen botánico sobre la actividad alimentaria de la babosa gris, se realizó en el Laboratorio de Nematología Agrícola del Departamento de Zoología Agrícola de la Universidad Central de Venezuela - Facultad de Agronomía (UCV-FAGRO). La investigación de tamizaje fitoquímico, para detectar metabolitos secundarios, se ejecutó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP). Ambos laboratorios ubicados en Maracay, estado Aragua.

### Material vegetal

La información de las especies de plantas utilizadas para la preparación de los extractos vegetales acuosos se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Especies de plantas usadas para la preparación de extractos vegetales acuosos para evaluar su efecto sobre la actividad alimentaria de la babosa gris (*Deroceras reticulatum*) *in vitro*.

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Parte de la planta utilizada
Ají rocoto	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz y Paz	Solanaceae	Fruto maduro con semillas
Algodón de seda	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Aiton	Asclepiadaceae	Hoja
Artemisa	<i>Artemisia vulgaris</i> Linneo	Asteraceae	Hoja
Neem	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Meliaceae	Mezcla de fruto verde y maduro con semilla
Orégano orejón	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng	Lamiaceae	Hoja
Ruda	<i>Ruta graveolens</i> Linneo	Rutaceae	Hoja

Las hojas de algodón de seda y los frutos de neem se colectaron en la UCV-FAGRO y las hojas de orégano orejón en el municipio Bolívar, estado Aragua. El resto del material vegetal (hojas de artemisa, ruda y frutos de ají rocoto) se adquirió en los mercados de Maracay, del mismo estado.

### **Secado y pulverizado del material vegetal**

Una vez limpias las hojas de algodón de seda, artemisa, orégano orejón y ruda, con un paño de tela humedecido, se secaron bajo sombra, por un periodo entre 7 a 15 días. Los frutos de ají rocoto y neem se secaron a  $50^{\circ}\text{C} \pm 2$  por separados durante 7 días, en una estufa Memmert modelo U30.

Los materiales secos se molieron en un equipo Retsch modelo ZM-200, hasta obtener un polvo fino de aproximadamente 0,5 mm. Luego, se empaquetaron en bolsas de papel Kraft, con excepción el polvo de neem, que se almacenó en bolsas plásticas con cierre hermético. Finalmente, se resguardaron en una incubadora WTC Binder modelo ED-53 a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C} \pm 2$ , hasta el momento de la preparación de los extractos vegetales acuosos.

### **Preparación de los extractos acuosos**

En una balanza granataria Ohaus se pesaron 10; 20 y 30 g del material vegetal en polvo. Luego, se diluyeron en 200 mL de agua destilada y se dejaron macerar en frascos esterilizados de color ámbar, a temperatura ambiente, durante 24 h. Para asegurar la extracción de los principios activos, se mantuvieron en agitación inicial durante 30 min, con un agitador de matraces Burrell modelo 75 y se dejaron reposar durante 10 min.

Una vez macerado el material vegetal, los extractos resultantes se filtraron a través de un papel Whatman® 1; se envasaron en frascos estériles de color ámbar y se guardaron en un refrigerador a  $8^{\circ}\text{C}$ , para su posterior uso. Las concentraciones finales (tratamientos) de los extractos utilizados para la evaluación fueron: 0 (control); 5; 10 y 15 %.

### **Animales de prueba**

Las babosas se colectaron en las zonas de producción agrícola vegetal del sector Cruz Verde, municipio Tovar, estado Aragua. Estas se colocaron en una cava refrigerada, para su traslado al Laboratorio de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía en Maracay, estado Aragua.

En el laboratorio, se seleccionaron ejemplares con longitud corporal cercana a los 40 mm (sin conocer su edad y estado de madurez sexual), que presentaron una mayor vitalidad. Se mantuvieron en recipientes plásticos con papel absorbente, humedecido con agua deionada. Las condiciones de laboratorio fueron a una temperatura (T) de  $24^{\circ}\text{C} \pm 1$ , humedad relativa (HR) de  $75\% \pm 5$  y un fotoperiodo (FP) de 12:12 h (luz:oscuridad). Las babosas se alimentaron con hojas de repollo blanco (*Brassica oleracea* var *capitata*) hasta 24 h, antes de establecer el ensayo.

### **Evaluación del efecto de los extractos vegetales acuosos sobre la masa consumida de repollo blanco por la babosa**

Para evaluar el efecto de los extractos vegetales acuosos sobre la masa consumida por la babosa (actividad alimentaria), se utilizó una prueba sin posibilidad de elección o no preferencia. La prueba fue la de Delgado *et al.* (2012) con modificación, que consistió en utilizar la babosa gris como sujeto experimental en vez de un insecto. Se usaron dos discos foliares de repollo blanco ( $3,5\text{ cm}^2$  cada uno) por tratamiento. Estos se sumergieron durante 1 hora, en cada concentración de los extractos (discos tratados = DT), y dos en agua destilada (discos control = DC).

Posteriormente, los dos DT y los dos DC se pesaron en una balanza analítica digital marca Kern, y el peso se registró como masa inicial. Los dos discos por tratamiento, se colocaron por separados en una placa Petri (9 cm diámetro x 1,5 cm altura), con una base de papel de filtro Whatman® 1, humedecido con agua destilada para minimizar la desecación del material vegetal. Se colocó una babosa dentro de cada placa, se taparon y mantuvieron a una  $T = 24^{\circ}\text{C} \pm 1$ ; HR =

75 % ± 5; FP = 12:12 h (luz:oscuridad), durante 24 horas.

Transcurrido ese tiempo, las babosas se retiraron de las placas. Los discos de repollo por tratamiento se pesaron en la balanza y el peso se registró como masa final. La masa consumida (g) por la babosa, para cada tratamiento, se obtuvo de la diferencia entre la masa inicial y la final de los discos de repollo. La unidad experimental fue una placa Petri por tratamiento (C = 0; 5; 10 y 15 %), por cada extracto vegetal. Se realizaron siete observaciones por tratamiento.

### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA). A los resultados de masa consumida se le efectuó un análisis de varianza (ANAVAR), previo análisis de los supuestos con la prueba de Shapiro-Wilk para normalidad y la de Bartlett para igualdad de varianzas. Las medias de los tratamientos se compararon entre sí, con la Prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS) a un nivel de significancia de  $P < 0,05$ . Los análisis se realizaron con el programa estadístico STATISTIX 8.0 (NH Analytical Software, Roseville, MN, USA).

### Cálculo del índice de palatabilidad y porcentaje de reducción de la alimentación (efecto anti-apetitivo)

Para cada extracto vegetal y concentraciones de los tratamientos se calculó el índice de palatabilidad, según Dankowska y Kłosek (2008); es decir, el porcentaje de disco consumido en cada tratamiento/porcentaje de disco consumido en el control.

El porcentaje de reducción de la alimentación (%RA), efecto anti-apetitivo, se calculó de acuerdo a la fórmula de Bentley *et al.* (1984). La fórmula corresponde a:

$$\%RA = \left( \frac{DC - DT}{DC} \right) * 100$$

donde; DC es la masa de los discos consumidos en el control y DT es la masa de los discos consumidos en cada tratamiento. Todas las masas se expresaron en gramos (g). El índice de palatabilidad y el %RA se interpretaron mediante un

análisis de tipo descriptivo, según las gráficas obtenidas.

### Tamizaje fitoquímico para la identificación de grupos de metabolitos secundarios

La presencia de grupos de metabolitos secundarios (MS), en las especies de plantas evaluadas, se determinó por pruebas cualitativas. Estas se basaron en reacciones de coloración y precipitación a través de un tamizaje fitoquímico previo, descrito por Rondina y Coussio (1969) y con modificaciones en la presente investigación. Estas consistieron en la utilización de 2 g de muestra vegetal y 12,5 mL de etanol a 90 %, para la extracción de los MS en ultrasonido por 1 hora a 4°C y posterior macerado por 24 horas en refrigeración. Para expresar los resultados de las pruebas cualitativas, se registró la ausencia o presencia de los MS mediante la escala de cruces propuesta por los referidos autores (Cuadro 2).

Cuadro 2. Escala de cruces según Rondina y Coussio (1969) para indicar la ausencia o presencia de MS en las diferentes especies de plantas utilizadas en el efecto fagodisuasivo de extractos vegetales sobre la alimentación de la babosa gris (*Deroceras reticulatum*).

Símbolo	Metabolitos Secundarios (MS)
-	Ausente
+	Presencia leve
++	Presencia notable
+++	Presencia cuantiosa

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de diferentes extractos acuosos de plantas sobre la masa consumida por la babosa gris, en discos de repollo blanco (*in vitro*)

Las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett fueron satisfactoria para realizar un ANAVAR ( $P > 0,05$ ). El análisis estadístico en algunos extractos vegetales mostró diferencias significativas en la masa consumida por la babosa, entre los tratamientos aplicados a los discos foliares de repollo blanco con las seis especies de plantas evaluadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de diferentes extractos acuosos de plantas sobre la masa consumida por la babosa gris (*Deroceras reticulatum*) en discos de repollo blanco *in vitro*.

Extracto acuoso	Medias de los disco foliares				Estadísticos	
	Concentración (%)	Masa inicial (g)	Masa final (g)	<sup>1</sup> Masa consumida (g)	F	p
Orégano orejón	0 (Control)	0,6180	0,4686	0,1494 ab	3,24	0,039
	5	0,4563	0,2317	0,2246 a		
	10	0,5009	0,3175	0,1834 ab		
	15	0,5384	0,4379	0,1005 b		
Ají rocoto	0 (Control)	0,4919	0,2868	0,2051 a	5,12	0,0086
	5	0,4432	0,2357	0,2075 a		
	10	0,5463	0,4519	0,0944 b		
	15	0,3974	0,3590	0,0384 b		
Neem	0 (Control)	0,5561	0,2974	0,2587 a	5,34	0,0073
	5	0,5788	0,3602	0,2186 ab		
	10	0,5221	0,3667	0,1554 bc		
	15	0,5355	0,3892	0,1463 c		
Algodón de seda	0 (Control)	0,5231	0,2783	0,2448 a	3,41	0,0433
	5	0,4831	0,3563	0,1268 b		
	10	0,5227	0,4008	0,1219 b		
	15	0,4532	0,2776	0,1756 ab		
Artemisa	0 (Control)	0,5107	0,3286	0,1821 ab	1,73	0,1869
	5	0,4678	0,3408	0,1270 b		
	10	0,4373	0,2531	0,1842 ab		
	15	0,4431	0,2277	0,2153 a		
Ruda	0 (Control)	0,4862	0,3773	0,1089 a	1,70	0,1929
	5	0,4741	0,3774	0,0967 a		
	10	0,4383	0,3732	0,0651 a		
	15	0,4642	0,4212	0,0430 a		

(1) Valores en la misma columna de masa consumida con las mismas letras por cada extracto no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, según la prueba de MDS ( $P < 0,05$ ).

Con el extracto acuoso de ají rocoto se pudo observar que a la concentración de 15 %, la masa consumida (0,0384 g) por la babosa fue menor y estadísticamente diferente ( $P < 0,05$ ) a la consumida (0,2050 g) en los discos control. Con la ruda, no se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) en la masa consumida por la babosa entre los tratamientos. Sin embargo, a pesar de que no existen diferencias desde el punto de vista estadístico es importante destacar que a medida que aumentó la concentración del extracto la masa consumida fue menor.

El extracto acuoso de neem, también presentó efecto fagodisuasivo. Al realizar la prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS), se encontró diferencias significativas a la concentración de 15 % con relación al control ( $P < 0,05$ ). La masa consumida por la babosa, en el control fue de 0,2587 g; mientras que, a las concentraciones de 5; 10 y 15 % la masa consumida disminuyó a 0,2186; 0,1554 y 0,1463 g, respectivamente.

En el extracto de algodón de seda, a la concentración de 15 % la masa consumida (0,1756 g) por

la babosa fue estadísticamente similar ( $P>0,05$ ) a la masa consumida (0,2448 g) en el control. Por tanto, no se observó en los discos tratados un efecto disuasivo de la alimentación de la babosa.

Con el extracto de artemisa, no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ) a concentraciones de 0 (control), 5, 10 y 15 % en la masa consumida. El extracto acuoso de orégano orejón solo presentó diferencias significativas ( $P>0,05$ ) a la concentración de 15 %. El resto de los tratamientos con la inclusión del control, fueron estadísticamente similares.

### Índice de palatabilidad y porcentaje de reducción de la actividad alimentaria

En las Figuras 1 y 2 se presentan los valores de palatabilidad y porcentaje de reducción de la alimentación de la babosa (%RA) sobre discos de repollo blanco tratados con seis extractos vegetales acuosos, respectivamente.

Para el extracto acuoso de ají rocoto a las concentraciones de 5; 10 y 15 %, se pudo observar que el índice de palatabilidad fue de 1,12; 0,45

y 0,23, respectivamente. Mientras que, el %RA fue de -1,17; 53,96 y 81,30 %, respectivamente. El índice de palatabilidad en la ruda disminuyó en la medida que aumentó la concentración del extracto y paralelamente aumentó el %RA. Este comportamiento fue similar al que se encontró en el extracto de ají rocoto.

El extracto acuoso de neem, también presentó efecto antiapetitivo. El índice de palatabilidad a concentraciones de 5; 10 y 15 % fue de 0,81; 0,64 y 0,59, respectivamente y el %RA fue de 15,47; 39,94 y 43,44 %, respectivamente. A medida que aumentó la concentración del extracto, los discos de repollo blanco resultaron ser menos atractivos como alimento para la babosa.

Los índices de palatabilidad a concentraciones de 5 y 10 % con el extracto de algodón de seda fueron muy similares. Sin embargo, a la concentración de 15 % este valor fue ligeramente superior. Este comportamiento, indica un efecto estimulante de la alimentación de la babosa sobre los discos de repollo blanco. Por otra parte, el %RA a la concentración de extracto de 15 % fue 28,26 %.

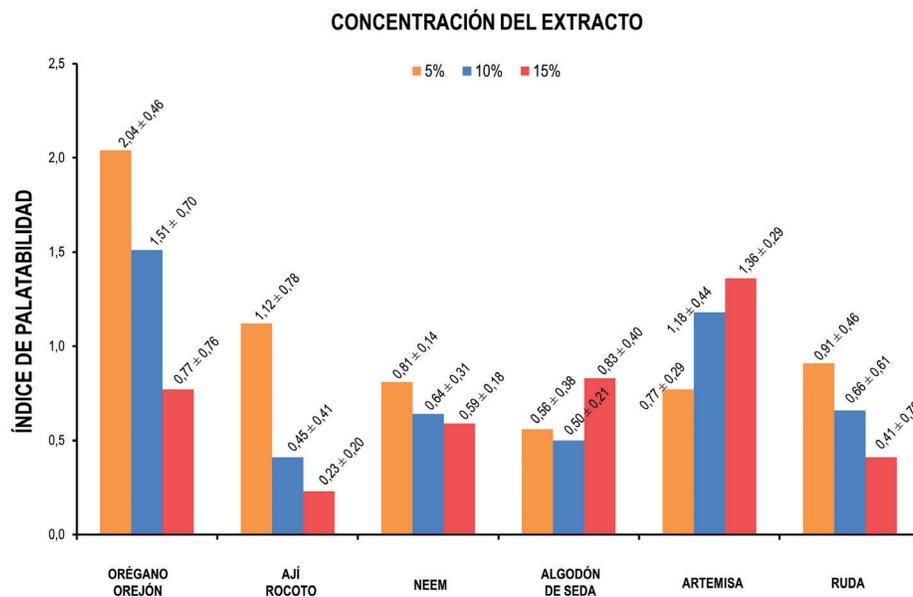


Figura 1. Índice de palatabilidad (promedio ± desviación estándar) de los discos foliares tratados con los extractos acuosos de las diferentes plantas evaluadas y consumidos por la babosa *Deroceras reticulatum*.

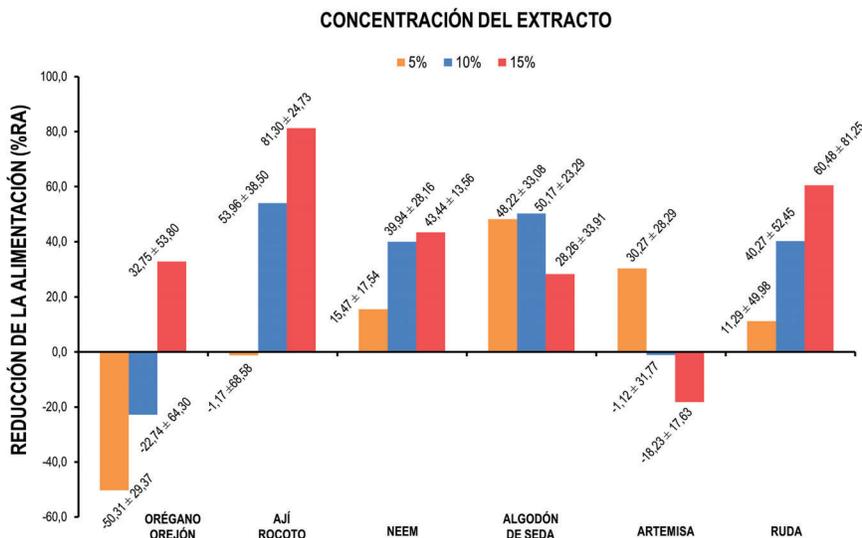


Figura 2. Porcentaje de reducción de la alimentación (promedio ± desviación estándar) de la babosa *Deroceras reticulatum* sobre discos foliares tratados con los extractos acuosos de las diferentes plantas evaluadas.

En las Figuras 1 y 2 se observa, que los discos foliares tratados con el extracto acuoso de artemisa presentaron índices de palatabilidad de 0,77; 1,18 y 1,36 y de porcentaje de reducción de la alimentación de 30,27; -1,12 y -18,23 % a concentraciones de 5; 10 y 15%, respectivamente. En términos generales, el índice de palatabilidad aumentó y disminuyó el %RA a medida que aumentó la concentración del extracto. Esto sugiere un efecto atrayente del extracto a medida que aumenta la concentración del mismo, puesto que, se estimula la alimentación de la babosa sobre los discos de repollo.

El extracto de orégano orejón solo mostró efecto anti-apetitivo a la concentración de 15 %. Los valores de palatabilidad y %RA fueron de 0,77 y 32,75 %, respectivamente. Los valores del índice de palatabilidad y %RA de los discos de repollo tratados a esa concentración fueron muy similares a los obtenidos con los discos tratados con el extracto de artemisa al 5 %.

En general, los resultados muestran que los seis extractos vegetales acuosos preparados y aplicados sobre discos foliares de repollo blanco presentan diferentes grados de efectividad sobre la actividad alimentaria de *D. reticulatum*. En pruebas similares realizadas sobre la especie *D. laeve*, con extractos de diferentes plantas, sin relación botánica con las de este trabajo, a excepción de las lamiáceas: albahaca (*Ocimum basilicum* L.), mejorana (*Origanum majorana* L.), menta (*Mentha piperita* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris* L.), los extractos evaluados presentaron un efecto fagoestimulante similar al del orégano orejón de este estudio (Dankowska 2005, Dankowska y Bendowska 2006, Dankowska y Kłosek 2008).

Los extractos acuosos de ruda, neem y ají rocoto mostraron potencial para limitar la alimentación de la babosa gris; resultado que no queda del todo claro, desde el punto de vista del estadístico, debido a que la masa consumida en los discos tratados con el extracto acuoso de ruda no presentó diferencias significativas entre las concentraciones evaluadas (Cuadro 3).

Cuadro 4. Metabolitos secundarios ausentes o presentes en las diferentes plantas utilizadas en el efecto fagodisuasivo de extractos vegetales sobre la alimentación de la babosa gris (*Deroceras reticulatum*).

Pruebas fitoquímicas		Plantas					
Grupo de MS	Prueba y/o reacciones	Artemisa	Ají rocoto	Algodón de seda	Neem	Orégano orejón	Ruda
Fenoles	Cloruro férrico	++ <sup>(1)</sup>	+	++	+	++	+++
Taninos condensados	Vainillina / HCl	+	+	+	+	+	++
Taninos hidrolizables	Gelatina	++	+	++	+++	++	++
Quinonas	Bornträger	-	-	-	-	+++	-
Cumarinas	Baljet	+	++	++	+	+++	++
Flavonoides	Shinoda	-	++	++	+	+	+++
Proantocianidinas	Rosenheim	-	-	-	++	-	-
Catequinas	Rosenheim	++	+++	++	-	-	+++
Cardenólidos	Kedde	-	-	-	-	-	-
Triterpenos	Lieberman - Burchard	-	-	-	+++	-	-
Esteroides	Lieberman - Burchard	+++	+++	+++	-	+++	+++
Saponinas	Espuma	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Aminoácidos no proteicos	Ninhidrina	-	+++	+	+++	+	+++
Alcaloides	Dragendorff	+	++	-	-	-	+++
Glucósidos cianogénicos	Guignard	-	-	-	-	-	-
Azúcares reductores	Fehling	+	+++	++	++	+	++

<sup>(1)</sup>Escala de cruces de Rondina y Coussio (1969). [-] Ausente. [+] Presencia leve. [++] Presencia notable. [+++] Presencia cuantiosa.

Resultados ambiguos sobre actividad fagodisuasiva en condiciones de elección y no elección son frecuentes. Sin embargo, cuando se desea explorar la actividad de varias sustancias (*in vitro*) sobre la conducta de una especie plaga se

recomienda una prueba de elección binaria por ser más sensible (Schoonhoven *et al.* 2005).

Perera *et al.* (2017) señalan que, ciertos compuestos volátiles de cadena lineal con un grupo funcional

carbonilo (2-nonanona, 2-undecanona y 2-decanona) presentes en la ruda son disuasivos de la alimentación en animales fitófagos; estos actúan como un mecanismo químico de defensa frente a la herbivoría. En las Figuras 1 y 2 se muestran que el índice de palatabilidad de los discos tratados con el extracto de ruda disminuyó (palatabilidad al 15 % = 0,41) y el porcentaje de inhibición de la alimentación de la babosa aumentó, en la medida que se incrementó la concentración de este extracto (%RA al 15 % = 60,48).

Con relación a los extractos de neem y ají rocoto, los discos tratados presentaron un comportamiento similar en palatabilidad y actividad antialimentaria como en los tratados con ruda. Karthiga *et al.* (2012) señalan que, el neem tiene efecto antialimentario en caracoles y babosas que afectan el follaje de *Cordyline fruticosa* (L.) A.Chev. El posible efecto anti-apetitivo o fagodisuasivo del neem se atribuye a tres sustancias de tipo limonoides (azadiractina, nimbina y salanina); estas pueden afectar la actividad de la enzima acetilcolinesterasa sobre el neurotransmisor acetilcolina en animales herbívoros (Pavela 2016).

La acción fagodisuasiva en ají rocoto, pudiera estar asociada por la presencia de sustancias pungentes como los capsaicinoides. Estas sustancias presentan actividad biocida o antialimentarias en insectos. Por esa razón, se usan como repelentes para el manejo de plagas en la agricultura y como sinergistas con insecticidas sintéticos (Olszewska *et al.* 2010). En referencias mundiales, existe un alto porcentaje de trabajos que reportan el efecto antialimentario o molusquicida de una amplia variedad de plantas sobre moluscos de interés médico-veterinario; mientras que, las relacionadas con caracoles y babosas plagas son escasas (Koma-Okwute 2012).

Esta investigación constituye el primer trabajo del efecto antialimentario de algunos extractos acuosos de plantas sobre la babosa *D. reticulatum* en Venezuela. Sin embargo, los resultados presentados sugieren seguir la exploración con otras plantas; así como, otras metodologías (prueba de elección binaria o múltiple), para dilucidar el posible efecto que puedan tener los extractos vegetales sobre diferentes especies de moluscos plagas.

### **Tamizaje fitoquímico para la identificación de algunos grupos de metabolitos secundarios (MS)**

En el Cuadro 4, se muestran los resultados de diferentes pruebas fitoquímicas realizadas. Para cada especie vegetal, se puede apreciar la presencia o ausencia de un determinado MS. Los esteroides y las saponinas fueron los MS con presencia cuantiosa. La presencia o ausencia de diferentes grupos de MS entre las plantas evaluadas, se distinguen porque pertenecen a distintas familias botánicas; además, diversos factores genéticos, ontogénicos, morfogenéticos y ambientales (luz, temperatura, agua y salinidad) pueden influir en la biosíntesis y la acumulación de los MS. La variación de uno de esos factores puede alterar el contenido del MS (Yang *et al.* 2018).

La información que se tiene sobre el rol de los MS de las plantas superiores, en animales herbívoros, es el resultado de numerosas investigaciones, especialmente, en insectos (Wink 2018). Es necesario realizar estudios posteriores para dilucidar su efecto biológico sobre moluscos plagas.

### **CONCLUSIONES**

Los extractos vegetales acuosos aplicados sobre discos foliares de repollo blanco presentan diferentes grados de efectividad sobre la actividad alimentaria de la babosa *D. reticulatum*.

Los extractos acuosos de ruda, neem y ají rocoto tienen potencial disuasivo en la alimentación de *D. reticulatum*.

El tamizaje fitoquímico evidenció la presencia y ausencia de diferentes grupos de metabolitos secundarios; de estos, los esteroides y las saponinas fueron los más cuantiosos en las plantas evaluadas.

### **AGRADECIMIENTO**

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) por el financiamiento del Proyecto PEI No. 2012000634 "Identificación de la malacofauna de interés agrícola del municipio Tovar, estado Aragua y algunas alternativas agroecológicas para su control".

## LITERATURA CITADA

- Bentley, MD; Leonard, DE; Stoddard, WF; Zalkow, LH. 1984. Pyrrolizidine alkaloids as larval feeding deterrents for spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Annals of Entomological Society of America* 77(4):393-397.
- Dankowska, E. 2005. Deterrent effect of plant infusions on *Deroceras laeve* (O. F. Müller, 1774). *Folia Malacologica* 13:105-108.
- Dankowska, E; Bendowska, J. 2006. Further studies on the effect of plant infusions on the feeding of *Deroceras laeve* (O. F. Müller, 1774). *Folia Malacologica* 14:57-60.
- Dankowska, E; Kłosek, I. 2008. Plant extracts, infusions and decoctions as factor limiting feeding activity of *Deroceras laeve* (O.F. Müller, 1774) (Gastropoda: Pulmonata: Agriolimacidae). *Folia Malacologica* 16:35-38.
- Delgado, E; García-Mateos, Ma del R; Ybarra-Moncada, Ma del C; Luna-Morales, C; Martínez-Damián, Ma. 2012. Propiedades entomotóxicas de los extractos vegetales de *Azardichtha indica*, *Piper auritum* y *Petiveria alliacea* para el control de *Spodoptera exigua* Hübner. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(1):55-69.
- Elmi, F; Hoda, H; Elmi, M. 2016. The laboratory investigation of the effect of *Alocasia macrorrhiza* and *Urtica dioica* extracts on *Caucasota chealencoranea* (Mouss.) and *Helicella candeharica* (L. Pfr.). *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 5:101-108.
- Fernández de V, J. 1982. Contribución al conocimiento de las babosas y sietecueros (Mollusca: Gastropoda) que causan daños a la agricultura en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* XII (3-4):353-386.
- Hagner, M; Kuoppala, E; Fagernäs, L; Tiilikkala, K; Setälä, H. 2015. Using the copse snail *Arianta arbustorum* (Linnaeus) to detect repellent compounds and the quality of wood vinegar. *International Journal of Environmental Research* 9:53-60.
- Karthiga, S; Jegathambigai, V; Karunarathne, M; Svinningen, A; Mikunthan, G. 2012. Snails and slugs damaging the cut foliage, *Cordylina fruticosa* and use of biorationals towards their management. *Communications in Agricultural and Applied Biological* 77:691-698.
- Koma-Okwute, S. 2012. Plants as Potential Sources of Pesticidal Agents: A Review. In: Soundararajan, R. (Ed.). *Pesticides. Advances in Chemical and Botanical Pesticides*. Intech. pp. 207-231.
- Nicholls, C. 2014. Implications of not controlling slugs in oilseed rape and wheat in the UK. *Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB). HGCA Research Review No. 79. 9 pp.*
- Olszewska, J; Têgowska, E; Grajpel, B; Adamkiewicz, B. 2010. Effect of application of capsaicin and pyrethroid on metabolic rate in mealworm *Tenebrio molitor*. *Ecological Chemistry and Engineering* 17:1355-1359.
- Pavela, R. 2016. History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects- a Review. *Plant Protection Science* 52:229-241.
- Perera, A; Karunarathne, M; Chinthaka, S. 2017. Biological activity and secondary metabolite profile of *Ruta graveolens* leaves against maize weevil infestations. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5:233-241.
- Rondina, R; Coussio, J. 1969. Estudio fitoquímico de plantas medicinales argentinas. *Revista de Investigación Agropecuaria* 6:352-366.
- Saad, A; Ismail, S; Dahalan, F. 2017. Metaldehyde toxicity: A brief on three different perspectives. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology* 8:108-114.
- Salvio, C; Faberi, A; López, A; Manetti, P; Clemente, N. 2008. The efficacy of three metaldehyde pellets marketed in Argentina, on the control of *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Stylommatophora). *Spanish Journal of Agricultural Research* 6:70-77.

- Schoonhoven, LM; van Loon, JJ; Dick, M. 2005. Insect-Plant Biology. Second Edition. Oxford University Press. Oxford, UK. 421 pp.
- Wink, M. 2018. Plant secondary metabolites modulate insect behavior-step toward addiction?. *Frontiers in Physiology* 9:1-9.
- Yang, L; Wen, K; Ruan, X; Zhao, Y; Wei, F; Wang, Q. 2018. Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules* 23:1-26.
- Zala, M; Sipai, S; Bharpoda, T; Patel, B. 2018. Molluscan pests and their management: A review. *An International e-Journal* 7:126-132.