

## ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

TOXICITY OF *AGAVE AMERICANA* AND *FURCRAEA ANDINA* (ASPARAGACEAE) ON *CULEX QUINQUEFASCIATUS* (DIPTERA) AND *HELEOBIA CUMINGII* (MOLLUSCA)

TOXICIDAD DE *AGAVE AMERICANA* Y *FURCRAEA ANDINA* (ASPARAGACEAE) SOBRE *CULEX QUINQUEFASCIATUS* (DIPTERA) Y *HELEOBIA CUMINGII* (MOLLUSCA)

José Iannacone<sup>1,2</sup>, Cindy Cajachagua<sup>1</sup>, Brenda Dueñas<sup>1</sup>, Luis Castillo<sup>1</sup>, Lorena Alvaríño<sup>2</sup> & George Argota<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Santiago de Surco, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Laboratorio Ecotoxicología. Grupo de Estudios Preclínicos. Centro de Toxicología y Biomedicina. (TOXIMED). Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.  
E-mail: joseiannacone@gmail.com

Suggested citation: Iannacone, J, Cajachagua, C, Dueñas, B, Castillo, L, Alvaríño, L & Argota, G. 2013. Toxicity of *Agave americana* and *Furcraea andina* (Asparagaceae) on *Culex quinquefasciatus* (Diptera) and *Heleobia cumingii* (Mollusca). *Neotropical Helminthology*, vol. 7, n°2, jul-dec, pp. 311 - 325.

### Abstract

*Agave americana* L. and *Furcraea andina* Trel. (Asparagaceae), are important species for search of new pesticide agents. The dipteran *Culex quinquefasciatus* is common in aquatic environments of Lima and causes painful stings in people. The gastropod *Heleobia cumingii* D'Orbigny, 1835 (Cochliopidae) is a native snail found in lotic and lentic aquatic environments of Peru. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of the insecticide and molluscicide of dry leaves powder and juice in aqueous of *A. americana* and *F. andina* on *C. quinquefasciatus* and *H. cumingii*. The end point was the mortality of the larvae of *C. quinquefasciatus* and of the snail *H. cumingii*. Bark of *F. andina* showed higher insecticidal effect in relation to other aqueous extracts *in toto* and *periderm* evaluated in both plant species. The extract *in toto* of *A. americana* showed a greater effect molluscicide in relation to the rest of aqueous extracts of bark and *periderm* evaluated in both plant species. Aqueous extracts of dry powder of *A. americana* and *F. andina* had higher insecticides than molluscicidal effects. Instead, the aqueous extracts juice from *A. americana* and *F. andina* showed greater molluscicides effects than insecticides.

**Key words:** *Culex* - ecotoxicology - *Heleobia* – toxicity - toxicity assay.

## Resumen

*Agave americana* L. y *Furcraea andina* Trel. (Asparagaceae) son especies importantes para la búsqueda de nuevos agentes plaguicidas. El díptero *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Culicidae) es muy común en los ambientes acuáticos de Lima y ocasiona picaduras dolorosas en los pobladores. El molusco gasterópodo *Heleobia cumingii* D'Orbigny, 1835 (Cochliopidae) es una especie de caracol dulceacuícola nativa del Perú. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto insecticida y molusquicida de las hojas en polvo seco y en jugo, ambos en extracto acuoso de *A. americana* y *F. andina* sobre *C. quinquefasciatus* y *H. cumingii*. El punto final de lectura fue la mortalidad de las larvas de *C. quinquefasciatus* y del caracol *H. cumingii*. El jugo de la corteza de *F. andina* mostró un mayor efecto insecticida en relación al resto de extractos *in toto* y peridermo acuosos evaluados en ambas especies de plantas. El extracto del jugo acuoso *in toto* de *A. americana* mostró un mayor efecto molusquicida en relación al resto de extractos acuosos de corteza y peridermo acuosos evaluados de ambas especies de plantas. Los extractos acuosos de *A. americana* y de *F. andina* a partir del polvo seco presentaron mayores efectos insecticidas que molusquicidas. En cambio, los extractos acuosos a partir del jugo de *A. americana* y de *F. andina* presentaron mayores efectos molusquicidas que insecticidas.

**Palabras clave:** *Culex* - ecotoxicología - ensayo de toxicidad - *Heleobia* - toxicidad.

## INTRODUCCIÓN

*Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera: Culicidae) perteneciente al complejo de *C. pipiens*, es un zancudo muy común y abundante en los ambientes acuáticos de Lima. Este zancudo causa picaduras dolorosas en los pobladores de la ciudad de Lima y constituye un importante problema de entomología médica a nivel mundial (Iannacone & Alvariano, 1996; Tennyson *et al.*, 2012a,b). Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), los zancudos constituyen “el enemigo público número uno” y representan una de las mayores amenazas para la salud pública (Mullai & Jebanesan, 2007).

*Heleobia cumingii* D'Orbigny, 1835 (Gastropoda: Cochliopidae) es una especie nativa que se encuentra distribuida en Sudamérica y en el Perú en ambientes acuáticos lóticos y lénticos (Iannacone *et al.*, 2003; Iannacone & Alvariano, 2007; Cazzaniga, 2011). Esta especie es importante en las cadenas tróficas bénticas (Neves *et al.*, 2010), tolera variaciones de pH, vive asociada a macrofitas

acuáticas, y se ha evaluado su sensibilidad a detergentes y al arseniato de plomo (Iannacone & Alvariano, 2007; Iannacone *et al.*, 2009). La fauna parasitaria del género *Heleobia* ha sido usada como indicadora de fluctuaciones ambientales (Merlo & Etchegoin, 2011). En el Perú, *H. cumingii* está involucrada en la transmisión de paragonimiasis (Vivar *et al.*, 1992).

Los plaguicidas de mayor empleo son los compuestos orgánicos sintéticos (Ntalli *et al.*, 2011). Pero estos compuestos de origen químico pueden afectar la salud humana directa e indirectamente por disrupción de los sistemas ecológicos, y provocar resistencia no selectiva a organismos patógenos (Dubey *et al.*, 2010; Govindarajan *et al.*, 2011; Kareru *et al.*, 2013). Una alternativa en los países en desarrollo es usar plantas que presenten compuestos químicos secundarios y activos contra los vectores y plagas, muchos de los cuales no han sido adecuadamente evaluados como fuente de sustancias con propiedades insecticidas, molusquicidas, repelentes, deterrentes de oviposición y alimentación, y reguladores del crecimiento (Bakry, 2009a,b; Vijay, 2010;

Salawu & Odalbo, 2011; Singh *et al.*, 2012; Raels & Amiri-Besheli, 2013). Así, los compuestos orgánicos o metabolitos secundarios derivados de las plantas que son denominados “botánicos” son una alternativa al ser considerados ecoquímicos bajo un manejo sostenible, debido a su naturaleza biodegradable y efecto colateral mínimo (Isman, 2006; Dubey *et al.*, 2010; Tiilikkala *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2012; Tiwari, 2012; Kareru *et al.*, 2013; Rocha *et al.*, 2013). Estos plaguicidas botánicos son altamente efectivos y amigables, menos caros que los sintéticos, disponibles y fácilmente aplicables en campo con diferentes técnicas (Mullai & Jebanesan, 2007; Bakry, 2009a; Singh *et al.*, 2012).

Los insecticidas botánicos son considerados de bajo riesgo, usados tradicionalmente por las comunidades humanas, altamente específicos, y una alternativa atractiva y segura de desarrollo ambiental a los insecticidas sintéticos para el control de vectores y plagas (Isman, 2006; Tennyson *et al.*, 2012a,b; Raels & Amiri-Besheli, 2013). Varias regiones geográficas en el ámbito tropical y subtropical presentan vectores y plagas. En este ámbito se han evaluado los efectos molusquicidas e insecticidas de numerosos vegetales (Marston & Hostettmann, 1985; Lima *et al.*, 2002; Ahmed & Rifaat, 2004; García-Mateos *et al.*, 2004; Ahmed & El-Hamshary, 2005). En los últimos años, existen numerosas investigaciones que señalan el interés que se tiene a nivel mundial por las plantas insecticidas y molusquicidas (Cetin *et al.*, 2009; Dua *et al.*, 2010; Rocha *et al.*, 2013; Tiwari, 2012; Tahir *et al.*, 2013).

*Furcraea andina* Trel. y *Agave americana* Linnaeus (Asparagaceae), son plantas con varias propiedades etnobotánicas, entre la que destaca los efectos como bioplaguicidas (Pino, 2006). Las plantas *A. americana* y *F. andina* pueden ser usadas como bioplaguicidas para controlar al caracol *H. cumingii* y a las larvas de *C. quinquefasciatus*, de difícil manejo por otros métodos de control. Sin embargo, el uso de extractos vegetales requiere de una adecuada evaluación biológica con el fin de garantizar su empleo en armonía con el desarrollo sostenible.

A la fecha no se tienen resultados toxicológicos agudos de *A. americana* y *F. andina* (Asparagaceae) sobre *C. quinquefasciatus* (Diptera) y *H. cumingii* (Mollusca).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la toxicidad de los bioplaguicidas *A. americana* y *F. andina* sobre *C. quinquefasciatus* y *H. cumingii*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas de toxicidad aguda con *F. andina* y *A. americana* sobre las dos especies biológicas *C. quinquefasciatus* y *H. cumingii* se efectuaron en el Laboratorio de Cordados, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Distrito de Santiago de Surco, Lima, Perú, en el 2013.

Para este estudio, se procedió a emplear las hojas de las plantas *F. andina* y *A. americana*. Los especímenes botánicos se obtuvieron en diversas localidades de la ciudad de Lima, Perú. Para la colección botánica se siguieron los protocolos de campo utilizados por el Jardín Botánico de Missouri, EEUU (Liesner, 1996). Las especies botánicas colectadas se llevaron al Museo de Historia Natural (MHN) “Vera Alleman Haeghebaert” de la Universidad Ricardo Palma (URP), entidad de referencia reconocida de la ciudad de Lima, Perú. La solución madre acuosa de ambas plantas se preparó mediante dos protocolos: 1) g W seco/L al 10% (200 g de peso seco de la planta (Cortex, Peridermo y *In toto*)/L de agua embotellada (Cielo®) a partir de la cual se realizaron las cinco concentraciones a ensayar, las cuales se aplicaron sobre larva I (L<sub>I</sub>) y III (L<sub>III</sub>) de *C. quinquefasciatus* a 24 h y 48 h de exposición, y sobre adultos de *H. cumingii* a 24h, 48 h, 72 h y 96 h de exposición; 2) mL/L de peridermo al 1 % (10 ml de jugo de peridermo)/L de agua embotellada (Cielo®) a partir de la cual se realizaron las seis concentraciones a ensayar, las cuales se aplicaron sobre L<sub>III</sub> de *C. quinquefasciatus* a 24 h, 48 h, 72 h, 96 h y 144 h de exposición, y sobre adultos de *H. cumingii* a 24h, 48 h y 72 h de exposición.

### Material biológico

El protocolo principal es señalado entre paréntesis para cada una de las dos especies acuáticas.

(1) *Culex quinquefasciatus* “larva de zancudo”- mortalidad (WHO, 1996; Iannacone & Alvariano, 1996).

(2) *Heleobia cumingii* “caracol dulceacuícola” - mortalidad (WHO, 1965; Iannacone *et al.*, 2009).

Las dos especies de invertebrados colectadas se llevaron al MHN “Vera Alleman Haeghebaert” de la URP, entidad de referencia reconocida de la ciudad de Lima, Perú.

### Bioensayos

Se evaluó la toxicidad aguda de las dos plantas sobre dos organismos acuáticos destinatarios.

***Culex quinquefasciatus*:** La especie se identificó a nivel larval, pupal y de adulto (Salazar & Moncada, 2004; Vidal *et al.*, 2011). Se emplearon pinzas entomológicas y una pipeta acuática para la colecta de las masas de huevos de *C. quinquefasciatus* de las lagunas de los humedales de Pantanos de Villa, Lima, Perú. En el laboratorio las masas de huevos se pusieron en un medio compuesto por 5,0 g de alimento para perros más 1,0 g de pasto seco homogeneizado con 1 L de agua embotellada. Las larvas recién eclosionadas se alimentaron diariamente. La crianza se mantuvo a  $20\pm 2^\circ\text{C}$  y un oxígeno disuelto (OD) de  $6\pm 0,5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  determinado mediante el método de Winkler, a un pH de  $7,5 \pm 0,5$  y a un fotoperiodo aproximado de 12:12. Cada experimento en envases de 250 mL se inició con  $L_1$  dentro de las 24 h de haber eclosionado y con el estadio  $L_{III}$  de *C. quinquefasciatus* dentro de las 48 h de haber mudado. Los ejemplares se seleccionaron al azar de los frascos de crianza masiva. Cinco  $L_1$  y  $L_{III}$  se distribuyeron al azar en cada unidad experimental para cada concentración en cada una de las cuatro réplicas. Las larvas no se alimentaron durante toda la duración del ensayo. Al realizar las pruebas de toxicidad,  $L_1$  o  $L_{III}$  se consideraron muertas si no eran capaces de moverse coordinadamente al ser pinchadas con un alfiler.

***Heleobia cumingii*:** Se colectaron con la ayuda de un cucharón de las orillas arenosas-fangosas y de vegetación sumergida de las lagunas de los humedales de Pantanos de Villa, Lima, Perú. Posteriormente fueron trasladados al laboratorio en recipientes plásticos de 4000 mL, con sustrato en el fondo. Los caracoles fueron criados en acuarios de vidrio de  $30 \times 20 \times 20\text{ cm}$  de capacidad y aclimatados por una semana previa al bioensayo empleando agua filtrada a 0,54 mm de abertura procedentes de la laguna de colecta y agua embotellada por 24 h (1:1 v/v) y alimentados con Tetramin®, disolviendo 1 g en 60 mL de agua embotellada, se dejó reposar por 5 min, se filtró, y finalmente se repartió 15 mL en cada envase de 1,5 L (Iannacone & Alvariano, 2002). La crianza de los caracoles se mantuvieron a una temperatura de  $20\pm 2^\circ\text{C}$ , a un pH de  $7,0 \pm 0,5$  y a un fotoperiodo aproximado de 12:12. El OD presentó una concentración sobre  $6\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . En cada envase de 250 mL de capacidad se procedió a agregar 100 mL de cada una de las concentraciones de las dos sustancias químicas empleadas y se emplearon cinco individuos de *H. cumingii* que se distribuyeron al azar en cada una de las cuatro repeticiones. Para la discriminación de la mortalidad se usó el criterio propuesto por Iannacone & Alvariano (2002). Se consideró muerto el individuo incapaz de realizar algún tipo de movimiento en la placa de recuento, como mover el pie, la concha ó los tentáculos cefálicos durante 15 s de observación al estereoscopio.

### Diseño experimental

Para los dos organismos acuáticos destinatarios: *C. quinquefasciatus* y *H. cumingii*, las pruebas de toxicidad aguda empleando como punto final la mortalidad se evaluaron en cinco/seis concentraciones más el control con cuatro réplicas por concentración conteniendo cinco individuos por cada unidad experimental. El control empleado fue agua de dilución a base de agua embotellada (Cielo®).

Los tratamientos para *F. andina* y *A. americana* para *C. quinquefasciatus* fueron: 1) Ensayo 1: 2,04 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L; 5,12 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L;



12,8 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L; 32 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L y 80 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L a 24 h y 48 h de exposición para larvas I y III. 2) Ensayo 2: 0,25 mL de peridermo/L; 0,5 mL de peridermo/L; 1,00 mL de peridermo/L; 1,5 mL de peridermo/L; 2 mL de peridermo/L y 3 mL de peridermo/L a 24 h, 48 h, 72 h, 96 h y 144 h de exposición para larvas III.

Los tratamientos para *F. andina* y *A. americana* para *H. cumingii* fueron: 1) Ensayo 1: 5 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L; 10 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L; 20 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L; 40 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L y 80 g de Wseco (Cortex, Peridermo y in toto)/L a 24 h y 48 h de exposición para adultos. 2) Ensayo 2: 0,12 mL de peridermo/L; 0,25 mL de peridermo/L; 0,50 mL de peridermo/L; 0,75 mL de peridermo/L y 1 mL de peridermo/L a 24 h, 48 h y 72 h de exposición para adultos.

El factor de dilución fue mayormente de 0,5 para la obtención de los cinco/seis tratamientos. El registro de mortalidad fue corregido usando la fórmula de Abbott cuando la mortalidad del control fue menor al 20% (Arivoli & Tennyson, 2011). El diseño estadístico fue en bloque completamente aleatorizado (DBCA): 5/6 tratamientos (concentraciones) x 4 repeticiones. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

### Tratamiento de datos

En todos los casos, la eficacia de los tratamientos y las repeticiones se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANDEVA) de dos vías con prueba complementaria de Tukey. Los datos porcentuales fueron previamente normalizados (transformación angular de los datos). Las  $CL_{50}$  y los límites fiduciales superiores e inferiores al 95% se calcularon usando el programa computarizado Probit versión 1,5 (Arivoli & Tennyson, 2011). El modelo de regresión lineal fue contrastado empleando el estadístico Chi-cuadrado. Se usó el paquete estadístico SPSS, versión 21,00 para el cálculo de los estadísticos descriptivos e inferenciales a un nivel de significancia de 0,05.

## RESULTADOS

La Tabla 1 nos muestra el efecto tóxico agudo del extracto acuoso a partir del polvo seco (g Wseco/L) de *A. americana* y de *F. andina* sobre larvas de *C. quinquefasciatus* de I y III estadio de desarrollo a 24 h y a 48 h de exposición. Se observó la siguiente secuencia descendente en la toxicidad aguda de *A. americana* sobre *C. quinquefasciatus* a 48 h de exposición en base a la  $CL_{50}$ : *in toto* ( $L_1$ ) > peridermo ( $L_1$ ) > *in toto* ( $L_{III}$ ) > cortex ( $L_1$ ). En cambio se vio la siguiente secuencia en orden descendente en la toxicidad aguda de *F. andina* sobre *C. quinquefasciatus* a 48 h de exposición en base a la  $CL_{50}$ : cortex ( $L_1$ ) > *in toto* ( $L_1$ ) > peridermo ( $L_1$ ) > *in toto* ( $L_{III}$ ). La corteza de *F. andina* mostró un mayor efecto insecticida en relación al resto de extractos acuosos evaluados (Tabla 1).

La Tabla 2 nos señala el efecto tóxico agudo del extracto acuoso a partir del jugo (mL/L) de *A. americana* y de *F. andina* sobre  $L_{III}$  de *C. quinquefasciatus* a 24 h hasta 144 h de exposición. A 144 h de exposición se notó el mismo efecto en base a la  $CL_{50}$  de *A. americana* y de *F. andina* sobre  $L_{III}$  de *C. quinquefasciatus*.

La Tabla 3 nos muestra el efecto tóxico agudo del extracto acuoso a partir del polvo seco (g Wseco/L) de *A. americana* y de *F. andina* sobre el caracol dulceacuícola *H. cumingii* a 24 h hasta 96 h de exposición. Se observó la siguiente secuencia en la toxicidad aguda de *A. americana* sobre *H. cumingii* a 48 h y a 96 h de exposición en base a la  $CL_{50}$ : *in toto* > peridermo > cortex. En cambio se vio la siguiente secuencia en la toxicidad aguda de *F. andina* sobre *H. cumingii* a 48 h de exposición en base a la  $CL_{50}$ : peridermo > *in toto* > cortex. La siguiente secuencia en la toxicidad aguda de *F. andina* sobre *H. cumingii* a 96 h de exposición en base a la  $CL_{50}$ : *in toto* > peridermo > cortex. El extracto *in toto* de *A. americana* mostró un mayor efecto molusquicida en relación al resto de extractos acuosos evaluados (Tabla 3).

La Tabla 4 nos señala el efecto tóxico agudo del extracto acuoso a partir del jugo (mL/L) de *A.*

*americana* y de *F. andina* sobre *H. cumingii* a 24 h hasta 72 h de exposición. A 72 h de exposición se notó el mismo efecto en base a la CL<sub>50</sub> de *A. americana* y de *F. andina* sobre *H. cumingii*.

Los extractos acuosos de *A. americana* y de *F. andina* a partir del polvo seco presentaron

mayores efectos insecticidas que molusquicidas (Tablas 1 y 3). En cambio, los extractos acuosos a partir del jugo de *A. americana* y de *F. andina* presentaron mayores efectos molusquicidas que insecticidas (Tablas 2 y 4).

**Tabla 1.** Efecto tóxico agudo de *Agave americana* y *Furcraea andina* en g W seco/L sobre la larva I y III de *Culex quinquefasciatus* a 24 h, 48 h, 72 h y 96 h de exposición. ND = No determinado.

<i>Agave americana</i>	L <sub>I</sub> Cortex		L <sub>I</sub> Peridermo		L <sub>I</sub> in toto		L <sub>III</sub> in toto
Concentración (g de Wseco/L)			% mortalidad				
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	48 h
0	0	0	0	0	0	0	0
2,04	20	0	10,22	61,49	47,35	84,61	10
5,12	35	57,27	40,15	92,30	63,15	96,15	60
12,8	30	71,51	34,16	100	73,68	100	90
32	75	85,76	58,10	100	84,21	100	95
80	80	92,88	94,01	100	94,74	100	100
CL <sub>50</sub> (g/L)	14,36	7,24	14,85	1,66	2,49	0,72	4,89
CL <sub>50</sub> inferior (g/L)	3,31	ND	ND	1,02	1,38	0,08	2,51
CL <sub>50</sub> superior (g/L)	82,74	ND	ND	2,16	3,72	1,30	8,21
<i>Furcraea andina</i>	L <sub>I</sub> Cortex		L <sub>I</sub> Peridermo		L <sub>I</sub> in toto		L <sub>III</sub> in toto
Concentración (g de Wseco/L)			% mortalidad				
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	48 h
0	0	0	0	0	0	0	0
2,04	70,59	93,33	18,59	31,03	5,51	86,11	5,51
5,12	76,47	96,67	70,92	68,65	16,01	97,22	16,01
12,8	88,24	100	82,55	93,73	63,25	100	63,25
32	88,24	100	82,55	100	89,50	100	89,50
80	94,12	100	100	100	94,75	100	94,75
CL <sub>50</sub> (g/L)	0,29	0,22	4,18	3,25	10,81	0,71	10,81
CL <sub>50</sub> inferior (g/L)	0,02	0,01	0,01	0,18	5,51	0,12	5,51
CL <sub>50</sub> superior (g/L)	0,93	0,76	14,71	4,02	17,23	1,19	17,23

**Tabla 2.** Efecto tóxico agudo de *Agave americana* y *Furcraea andina* en mL/L sobre la larva III de *Culex quinquefasciatus* a 24 h, 48 h, 72 h y 96 h de exposición. ND = No determinado.

<i>Agave americana</i>		L <sub>III</sub> peridermo			
Concentración (mL/L)	% mortalidad				
	24 h	48 h	72 h	96 h	144 h
0	0	0	0	0	0
0,25	0	5	5	5,66	2,31
0,5	5	5	10	11,21	8,42
1,00	5	10	15	16,76	8,42
1,5	5	10	20	19,53	20,63
2	20	20	20	22,31	26,73
3	25	30	30	27,85	45,05
CL <sub>50</sub> (mL/L)	8,96	12,52	11,76	14,79	3,65
CL <sub>50</sub> inferior (mL/L)	ND	6,45	6,03	5,75	2,78
CL <sub>50</sub> superior (mL/L)	ND	52,33	49,89	>1000	7,41
<i>Furcraea andina</i>		L <sub>III</sub> peridermo			
Concentración (mL/L)	% mortalidad				
	24 h	48 h	72 h	96 h	144 h
0	0	0	0	0	0
0,25	5	0,62	5,37	11,03	10,92
0,5	7,5	3,24	10,63	16,59	17,28
1,00	10	11,08	15,89	19,37	23,65
1,5	12,5	13,70	21,14	22,15	26,83
2	15	16,71	21,14	27,71	30,01
3	15	21,55	26,4	33,27	55,46
CL <sub>50</sub> (mL/L)	>3	11,72	15,74	14,24	3,57
CL <sub>50</sub> inferior (mL/L)	ND	5,69	6,41	5,24	2,30
CL <sub>50</sub> superior (mL/L)	ND	253	319	844	8,21

**Tabla 3.** Efecto tóxico agudo de *Agave americana* y *Furcraea andina* en g W seco/L sobre el caracol *Heleobia cumingii* a 24 h, 48h, 72 h y 96 h de exposición. ND = No determinado.

<i>Agave americana</i> Concentración (g de Wseco/L)	Cortex				Peridermo				<i>in toto</i>			
	24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	25	40	10	15	17,5	40	17,5	20	47,5	57,5
10	0	0	45	47,5	0	20	22,5	60	25	27,5	55	82,5
20	0	0	52,5	82,5	0	22,5	27,5	87,5	40	45	77,5	100
40	0	42,5	60	90	27,5	25	52,5	92,5	42,5	87,5	100	100
80	20	67,5	72,5	100	42,5	80	82,5	100	85	100	100	100
CL <sub>50</sub> (g/L)	>80	54,77	18,77	8,05	137	48,58	30,65	6,88	29,09	15,60	6,85	4,61
CL <sub>50</sub> inferior (g/L)	ND	36,95	14,08	3,52	ND	ND	15,57	5,60	11,83	6,64	1,07	3,71
CL <sub>50</sub> superior (g/L)	ND	107	24,81	12,48	ND	ND	102	8,12	201	31,14	12,13	5,36
<i>Furcraea andina</i> Concentración (g de Wseco/L)	Cortex				Peridermo				<i>in toto</i>			
	24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	20	0	0	0	12,5	0	0	15	20
10	0	0	2,5	17,5	17,5	17,5	20	22,5	0	0	12,5	42,5
20	0	5	5	20	17,5	20	37,5	42,5	0	15	22,5	57,5
40	0	0	12,5	42,5	25	42,5	45	60	35	37,5	40	62,5
80	15	17,5	22,5	57,5	40	62,5	62,5	77,5	42,5	65	67,5	85
CL <sub>50</sub> (g/L)	>80	>80	243	68,89	128	51,62	43,79	27,35	78,26	54,45	51,82	16,86
CL <sub>50</sub> inferior (g/L)	ND	ND	144	28,90	47,22	31,25	23,97	23,02	43,34	47,80	26,62	13,71
CL <sub>50</sub> superior (g/L)	ND	ND	663	>1000	>1000	155	191	33	>1000	63,53	495	20,49



**Tabla 4.** Efecto tóxico agudo de *Agave americana* y *Furcraea andina* en mL/L sobre el caracol *Heleobia cumingii* a 24 h, 48 h, 72 h y 96 h de exposición. ND = No determinado.

<i>Agave americana</i>		Peridermo		
Concentración (mL/L)	% mortalidad			
	24 h	48 h	72 h	
0	0	0	0	
0,12	0	0	0	
0,25	20	22,5	25	
0,50	12,5	50	55	
0,75	40	75	77,5	
1	70	92,5	95	
CL <sub>50</sub> (mL/L)	0,82	0,46	0,43	
CL <sub>50</sub> inferior (mL/L)	ND	0,42	0,33	
CL <sub>50</sub> superior (mL/L)	ND	0,50	0,54	
<i>Furcraea andina</i>		Peridermo		
Concentración (mL/L)	% mortalidad			
	24 h	48 h	72 h	
0	0	0	0	
0,12	0	12,5	12,5	
0,25	0	0	7,5	
0,50	0	22,5	55	
0,75	17,5	35	85	
1	67,5	79	95	
CL <sub>50</sub> (mL/L)	0,91	0,83	0,41	
CL <sub>50</sub> inferior (mL/L)	0,87	ND	0,08	
CL <sub>50</sub> superior (mL/L)	0,95	ND	1,01	

## DISCUSIÓN

Los productos derivados de plantas están recibiendo una atención en aumento y más de 2000 especies de plantas pertenecientes a 235 familias son conocidas por sus propiedades plaguicidas (Arivoli & Tennyson, 2011; Sundararaj, 2012; Lina *et al.*, 2013). Varios biocompuestos bioactivos, que incluyen fenoles, terpenoides y alcaloides presentes en las plantas pueden actuar en conjunto o

independientemente sobre insectos y moluscos (Arivoli & Tennyson, 2011; Hammami *et al.*, 2011).

Actividad molusquicida se ha visto en varias especies de Asparagaceae (Famsworth *et al.*, 1987; Debnath *et al.*, 2010). En *Agave wightii* Drumm. & Prain in Beng y *Agave sisalana* Perrine, se han extraído saponinas esteroides (Sharma, 1989; Debnath *et al.*, 2010). Acción molusquicida se ha observado en *Agave filifera*

(Salm-Dyck) Baker, y *Agave lechugilla* Torr, 1859 (Shoeb & El-Sayed, 1985). Efecto molusquicida sobre *Biomphalaria havanensis* (L. Pfeiffer, 1839) se ha encontrado en *Agave legrelliana* Jacobi. H, *Agave fourcroydes* Lem. y *Agave beauleriana* Jacobi (Ferrer *et al.*, 1993; Díaz & Ferrer, 1996). El-Eman *et al.* (1989) demostraron en *A. filifera* disminución de la capacidad de puestas de huevos de *Biomphalaria alexandrina* Ehrenberg, 1831. Extractos acuosos de *Agave attenuata* Salm-Dyck, 1834 presentaron actividad contra *Bulinus africanus* (Krauss, 1848) (Debnath *et al.*, 2010). De la misma manera en este estudio, efectos molusquicidas en *H. cumingii* se vieron por *A. americana* y en *F. andina*.

La corteza de *F. andina* mostró un mayor efecto insecticida en relación al resto de extractos acuosos (Tabla 1). Los fitoquímicos son una alternativa y reemplazo a los insecticidas sintéticos altamente aceptables, por lo que los efectos de *F. andina* sobre culícidos son comparables a diferentes especies de plantas en diferentes familias bien documentados en la literatura (Pérez-Pacheco *et al.*, 2004; Nogueiras *et al.*, 2010; Remia & Logaswamy, 2010; Arivoli & Tennyson, 2011; Kishore *et al.*, 2011; Ghosh *et al.*, 2012; Ilahi & Ullah, 2013; Pino *et al.*, 2013; Tahir *et al.*, 2013). Dharmshaktu *et al.* (1987) evaluaron extractos de hojas y de semillas de *A. americana* sobre larvas de *C. quinquefasciatus*, encontrando un mayor efecto en los primeros estadios larvarios en comparación a los avanzados. De los residuos de la separación de la fibra del sisal de las hojas de *A. sisalana* se ha observado efectos larvicidas sobre *C. quinquefasciatus* atribuido a las saponinas (Pizarro *et al.*, 1999). En *F. andina* se ha observado actividad molusquicida sobre *Fossaria viatrix* (Orbigny, 1935) y *Physa venustula* Gould, 1948 (Olano, 1999; Guzmán, 2008). En *Furcraea selloa* K. Koch., se ha visto efectos molusquicidas en *B. alexandrina* (Osman *et al.*, 2011). Las saponinas de los extractos etanólicos y acuosos de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) presentaron actividad insecticida sobre el pulgón hemiptera *Myzus persicae* Sulzer, 1766 (González *et al.*, 2011). Posiblemente las saponinas de la corteza del

extracto acuoso de *F. andina* serían las responsables del efecto insecticida en *C. quinquefasciatus*.

El extracto *in toto* de *A. americana* (Asparagaceae) mostró un mayor efecto molusquicida en relación al resto de extractos acuosos evaluados. El género *Agave* presenta varias especies americanas, siendo México el centro de origen de este género, pero con una distribución cosmopolita (Almaraz-Abarca *et al.*, 2013). Pruebas fitoquímicas señalan en el género *Agave*, metabolitos secundarios como: 1) saponinas, 2) glicósidos cardiacos, 3) esteroides, 4) taninos y 5) flavonoides (Hammuel *et al.*, 2011; Kadam *et al.*, 2012; Rizwan *et al.*, 2012; Almaraz-Abarca *et al.*, 2013). Las saponinas esteroidales en *Agave* muestran concentraciones bastante altas y son las más investigadas, presentando una actividad molusquicida bien documentada (Debnath *et al.*, 2010; Hammuel *et al.*, 2011; Osman *et al.*, 2011; Almaraz-Abarca *et al.*, 2013). Se ha demostrado que las saponinas hecogeninas son las más abundantes en hojas maduras de *Agave* (Debnath *et al.*, 2010). Los extractos del género *Agave* son considerados un buen sustituto para el molusquicida niclosamida, disponible comercialmente, y que pueden ser empleados en forma segura para el control de caracoles vectores-transmisores (Ojewole, 2004; Rizwan *et al.*, 2012).

El tipo de extracto empleado a partir del polvo seco del cortex, peridermo o *in toto* o del jugo del peridermo de *A. americana* y *F. andina* (Asparagaceae) influye en la mortalidad de *C. quinquefasciatus* y *H. cumingii*. Este comportamiento está bien documentado en la literatura. Mullai & Jebanesan (2007) observaron diferencias en la mortalidad de dos plantas cucurbitáceas sobre *C. quinquefasciatus* según el extracto utilizado. Bakry (2009b) evaluó comparativamente el efecto molusquicida de diferentes extractos de 10 especies de plantas sobre *B. alexandrina* encontrando los mayores efectos en el extracto etanólico. Tennyson *et al.* (2012a) encontraron diferencias en la mortalidad de *C. quinquefasciatus* al usar diferentes tipos de extractos de 25 plantas. Ilahi & Ullah (2013)

vieron un mayor efecto del extracto metanólico de las hojas de *Artemisia vulgaris* Linn. en comparación a las raíces y al tallo.

Se vio un mayor efecto de de *A. americana* y *F. andina* en L<sub>I</sub> que en L<sub>III</sub> de *C. quinquefasciatus*. Dharmshaktu *et al.* (1987) encontraron un mayor efecto del extracto de *A. americana* sobre L<sub>I</sub> que en L<sub>III</sub> de *C. quinquefasciatus*. Soni & Prakash (2012) y Azoku *et al.* (2013) observaron mayores efectos larvicidas por biocidas en estados larvales tempranos que en los avanzados de culcídos.

Es necesario coordinar esfuerzos locales, regionales, nacionales y globales para el manejo y explotación de productos botánicos como un componente clave e integral de manejo de plagas y vectores (Sundararaj, 2012). En el Neotrópico, investigaciones adicionales son necesarias para elucidar la actividad plaguicida en un amplio rango de especies de mosquitos y de caracoles y de los ingredientes activos específicos responsables de la actividad larvicida y molusquicida (Tanwer & Vijayvergia, 2010; Tennyson *et al.*, 2012b; Tahir *et al.*, 2013).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, AH & Rifaat, MMA. 2004. *Molluscicidal and cercaricidal efficacy of Acanthus mollis and its binary and tertiary combinations with Solanum nigrum and Iris pseudacorus against Biomphalaria alexandrina*. Journal of the Egyptian Society of Parasitology, vol. 34, pp. 1041-1050.
- Ahmed, AH & El-Hamshary, EM. 2005. *Larvicidal, miracidicidal and cercaricidal activities of the Egyptian plant Iris pseudacorus*. Journal of the Egyptian Society of Parasitology, vol. 35, pp. 41-48.
- Almaraz-Abarca, N, Delgado-Alvarado, EA, Ávila-Reyes, JA, Uribe-Soto, JN & González-Valdez, LS. 2013. *The phenols of the genus Agave (Agavaceae)*. Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology, vol. 4, pp. 9-16.
- Arivoli, S & Tennyson, S. 2011. *Larvicidal and adult emergence inhibition activity of Abutilon indicum (Linn.) (Malvaceae) leaf extracts against vector mosquitoes (Diptera: Culicidae)*. Journal of Biopesticides, vol. 4, pp. 27-35.
- Azokou, A, Koné, MW, Koudou, B & Bi, HFT. 2013. *Larvicidal potential of some plants from West Africa against Culex quinquefasciatus (Say) and Anopheles gambiae Giles (Diptera: Culicidae)*. Journal of Vector Borne Disease, vol. 50, pp. 103-110.
- Bakry, FA. 2009a. *Use of some plant extracts to control Biomphalaria alexandrina snails with emphasis on some biological effects*. World Applied Sciences Journal, vol. 6, pp. 1335-1345.
- Bakry, FA. 2009b. *Use of some plant extracts to control Biomphalaria alexandrina snails with emphasis on some biological effects*. Pesticide Biochemistry and Physiology, vol. 95, pp. 159-165.
- Cazzaniga, N. 2011. *Heleobia Stimpson, 1865: Taxonomía*. En: Cazzaniga, NJ (ed.). *El género Heleobia (Caenogastropoda: Cochliopidae) en América del Sur*. Amici Molluscarum, Número Especial, pp. 12-16.
- Cetin, H, Kurt, Y, Isik, K & Yanikoglu, A. 2009. *Larvicidal effect of Cedrus libani seed oils on mosquito Culex pipiens*. Pharmaceutical Biology, vol. 47, pp. 665-668.
- Chen, YQ, Xu, QM, Liu, YL, Li, XR, Yang, SL & Zhuge, HX. 2012. *Laboratory evaluation of the molluscicidal activity of Pulsatilla chinensis (Bunge) Regel saponins against the snail Oncomelania hupensis*. Biomedical and Environmental Sciences, vol, 25, pp. 224-229.
- Debnath, M, Pandey, M, Sharma, R, Thakur, GS & Lal, P. 2010. *Biotechnological intervention of Agave sisalana: A unique fiber yielding plant with medicinal property*. Journal of Medicinal Plants Research, vol. 4, pp. 177-187.
- Dharmshaktu, NS, Prabhakaran, PK & Menon, PK. 1987. *Laboratory study on the mosquito larvicidal properties of leaf and*

- seed extract of the plant Agave americana*. Journal of Tropical Medicine and Hygiene, vol. 90, pp. 79-82.
- Díaz, R & Ferrer, J. 1996, *Efecto de las dosis letales de plantas de la familia Agavaceae sobre la actividad cardiaca y la oviposición de Biomphalaria havanensis (Mollusca: Planorbidae)*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 48, pp. 21-24.
- Dua, VK, Pandey, AC & Dash, AP. 2010. *Adulticidal activity of essential oil of Lantana camara leaves against mosquitoes*. Indian Journal of Medical Research, vol. 131, pp. 434-439.
- Dubey, NK, Shukla, R, Kumar, A, Singh, P & Prakash, B. 2010. *Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture*. Current Science, vol. 98, pp. 479-480.
- El-Eman, MA, Shoeb, HA, Mohamed, AM & Saad, AM. 1989, *Agave filifera (Family Agavaceae) as a molluscicidal agent*. Abstract 10<sup>th</sup> International Malacological Congress, Tubingen. p. 64.
- Farnsworth, NR, Henderson, TO & Soejarto, DD. 1987, *Plants with potential molluscicidal activity*. In: Mott, KE. (Ed). *Plant molluscicides*. New York, Wiley. pp. 131-204.
- Ferrer, J, Sanchez, R, Perera, G, Yong, M & Sanchez, J. 1993, *Estudios de la acción molusquicida en el laboratorio del maguey Agave legreliana, sobre Biomphalaria havanensis*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 45, pp. 118-121.
- García-Mateos, R, Pérez-Pacheco, R, Rodríguez-Hernández, C & Soto-Hernández, M. 2004. *Toxicidad de alcaloides de Erythrina americana en larvas de mosquito Culex quinquefasciatus*. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 27, pp. 297-303.
- Ghosh, A, Chowdhury, N & Chandra, G. 2012. *Plant extracts as potential mosquito larvicides*. Indian Journal of Medical Research, vol. 135, pp. 581-598.
- González, LC, Valero, AF, Meseguer, IO & León, JOG. 2011. *Effectiveness of Furcraea hexapetala (Jacq.) urban extract on Myzus persicae Zulzer*. Journal of Animal & Plant Sciences, vol. 10, pp. 1300-1305.
- Govindarajan, M, Mathivanan, T, Elumalai, K, Krishnappa, K & Anandan, A. 2011. *Ovicidal and repellent activities of botanical extracts against Culex quinquefasciatus, Aedes aegypti and Anopheles stephenensis (Diptera: Culicidae)*. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, vol. 109, pp. 43-48.
- Guzmán, SWA. 2008. *Efecto de plantas molusquicidas sobre Physa venustula (Gould, 1847) y sobre miracidios de Fasciola hepatica (Linnaeus, 1758) en el Perú*. Tesis (Dr.). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela de Post-Grado. Lima, Perú.
- Hammani, H, Mezghani-Jarraya, R & Damak, M & Ayadi, A. 2011. *Molluscicidal activity of various solvent extracts from Solanum nigrum var. vollosum L. aerial against Galba truncatula*. Parasite, vol. 18, pp. 63-70.
- Hammuel, C, Yebpella, GG, Shallangwa, GA, Asabe, M, Magomya, AM & Agbaji, AS. 2011. *Phytochemical and antimicrobial screening of methanol and aqueous extracts of Agave sisilana*. Acta Poloniae Pharmaceutica –Drug Research, vol. 68, pp. 535-539.
- Iannacone, J & Alvaríño, L. 1996. *Tolerancia de la larva del zancudo Culex quinquefasciatus a metales contaminantes del medio acuático*. Revista peruana de Entomología, vol. 39, pp. 105-110.
- Iannacone, J & Alvaríño, L. 2002. *Efecto del detergente doméstico alquil aril sulfonato de sodio lineal (LAS) sobre la mortalidad de tres caracoles dulceacuícolas en el Perú*. Ecología Aplicada, vol. 1, pp. 81-87.
- Iannacone, J & Alvaríño, L. 2007. *Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales del humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú*. Gayana, vol. 71, pp. 49-65.
- Iannacone, J, Mansilla, J & Ventura, K. 2003. *Macroinvertebrados en las lagunas de*



- Puerto Viejo, Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, vol.2, pp. 116-124.
- Iannacone, J, Alvariano, L & Paredes, C. 2009. *Evaluación del riesgo ambiental del arseniato de plomo en bioensayos con ocho organismos no destinatarios*. Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology, vol. 4, pp. 73-82.
- Ilahi, I & Ullah, F. 2013. *Larvicidal activities of different parts of Artemisia vulgaris Linn. against Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae)*. International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 2, pp. 189-193.
- Isman, MB. 2006. *Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world*. Annual Review of Entomology, vol. 51, pp. 45-66.
- Kadam, PV, Yadav, KN, Deoda, RS, Narappanawar, NS, Shivatare, RS & Patil, MJ. 2012. *Pharmacognostic and phytochemical studies on roots of Agave americana*. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, vol. 4, pp. 92-96.
- Kareru, P, Rotich, ZK & Maina, EW. 2013. *Use of botanicals and safer insecticides designed in controlling insects. The African case. Chapter 10*. pp. 297-309. In: *Insecticides - Development of safer and more effective technologies*. Trdan, S. (Ed.). InTech. Available from [http://cdn.intechopen.com/pdfs/42222/InTech-Use\\_of\\_botanicals\\_and\\_safer\\_insecticides\\_designed\\_in\\_controlling\\_insects\\_the\\_african\\_case.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/42222/InTech-Use_of_botanicals_and_safer_insecticides_designed_in_controlling_insects_the_african_case.pdf) leído el 15 de agosto del 2013.
- Kishore, N, Mishra, BB, Tiwari, VK & Tripathi, V. 2011. *A review on natural products with mosquitocidal potentials*. In: *Opportunity, Challenge and Scope of natural products in Medicine Chemistry*. pp. 335-365. Research Signpost. Kerala, India.
- Liesner, R. 1996. *Técnicas de campo utilizadas por el Jardín Botánico de Missouri*. En <http://www.mobot.org/mobot/research/library/Fieldtechbook/spanish/tpage.html> leído el 15 de octubre del 2011.
- Lima, NMF, Dos Santos, AF, Porfirio, Z, Goulart, MOF & Sant'Ana, AE. 2002. *Toxicity of Lapachol and Isolapachol and their potassium salts against Biomphalaria glabrata, Schistosoma mansoni cercariae, Artemia salina and Tilapia nilotica*. Acta Tropica, vol. 83, pp. 43-47.
- Lina, EC, Dadang, Manuwoto, S, Syahbirin, G & Prijono, D. 2013. *Synergistic action of mixed extracts of Brucea javanica (Simaroubaceae), Piper aduncum (Piperaceae), and Tephrosia vogelii (Leguminosae) against cabbage head caterpillar, Crocidolomia pavonana*. Journal of Biopesticides, vol. 6, pp. 77-83.
- Marston, A & Hostettmann, K. 1985. *Review article number 6: Plant molluscicides*. Phytochemistry, vol. 24, pp. 639-652.
- Merlo, MJ & Etchegoin, JA. 2011. *Testing temporal stability of the larval digenean community in Heleobia conexa (Mollusca: Cochliopidae) and its possible use as an indicator for environmental fluctuations*. Parasitology, vol. 138, pp. 249-256.
- Mullai, K & Jebanesan, A. 2007. *Larvicidal, ovicidal and repellent activities of the leaf extract of two cucurbitaceous plants against filarial vector Culex quinquefasciatus (Say) (Diptera: Culicidae)*. Tropical Biomedicine, vol. 24, pp. 1-6.
- Ntalli, NG & Menkissoglu-Spiroudi, U. 2011. *Pesticides of botanical origin: A promising tool in plant protection*. pp. 3-24. In: *Pesticides – Formulations, Effects, Fate*. Stoytcheva, M. (Ed.). In Tech, Available from : <http://www.intechopen.com/books/pesticides-formulations-effects-fate/pesticides-of-botanical-origin-a-promising-tool-in-plant-protection> leído el 5 junio del 2013.
- Neves, RAF, Valentin, JL & Figueiredo, GM. 2010. *Morphological description of the gastropod Heleobia australis (Hydrobiidae) from eggs to hatching*. Brazilian Journal of Oceanography, vol. 58, pp. 247-250.
- Nogueiras, C, Spengler, I, Guerra, JO, Ortiz, Y,

- Torres, S, García, TH, Romeu, CR, Regalado, EL, González, TA, Perera, WH & Lacret, R. 2010. *Contribution to the phytochemical study and biological activity of plants of Cuban flora*. *Biología Aplicada*, vol. 27, pp. 314-318.
- Ojewole, JAO. 2004. *Indigenous plants and schistosomiasis control in South Africa. Molluscicidal activity of some Zulu medicinal plants*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, vol. 3, pp. 8-22.
- Olano, S. 1999. *Acción molusquicida de Furcraea andina Trel. (Agavaceae) sobre Fossaria viatrix y sus componentes fitoquímicos*. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. 86 p.
- Osman, GY, Mohamed, AM, Kader, AA & Mohamed, AA. 2011. *Biological studies on Biomphalaria alexandrina snails treated with Furcraea selloa marginata plant (Family: Agavaceae) and Bacillus thuringiensis kurstaki (Dipel-2x)*. *Journal of Applied Pharmaceutical science*, vol. 1, pp. 47-55.
- Pérez-Pacheco, R, Rodríguez-Hernández, C, Lara-Reyna, J, Montes, BR & Ramirez, VG. 2004. *Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae)*. *Acta Zoológica Mexicana*, vol. 20, pp. 141-152.
- Pino, G. I. 2006. *Estado actual de las Suculentas en el Perú*. *Zonas Áridas*, vol. 10, pp. 155-173.
- Pino, O, Sánchez, Y & Rojas, MM. 2013. *Plant secondary metabolites as alternatives in pest management. II: An overview of their potential in Cuba*. *Revista de Protección Vegetal*, vol. 28, pp. 95-108.
- Pizarro, AP, Oliveira, Filho, AM, Parente, JP, Melo, MT, dos Santos, CE & Lima, PR. 1999. *Utilization of the waste of sisal industry in the control of mosquito larvae*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, vol. 32, pp. 23-29.
- Raels, AMK & Amiri-Besheli, B. 2013. *Comparison of the toxicity of three botanical insecticide and two chemical insecticides on Agonoscena pistaciae Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae) in laboratory and field conditions*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, vol. 5, pp. 1074-1079.
- Remia, KM & Logaswamy, S. 2010. *Larvicidal efficacy of leaf extract of two botanical against the mosquito vector Aedes aegypti (Diptera: Culicidae)*. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, vol. 1, pp. 208-212.
- Rizwan, K, Zubair, M, Rasool, N, Riaz, M, Zia-Ul-Haq, M & Feo, V. 2012. *Phytochemical and biological studies of Agave attenuata*. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 13, pp. 6440-6451.
- Rocha, TJM, Nascimento, FBP, Noé, BDR, Veiga, JCP, Costa, GN, Aragao, MB & Santos, AF. 2013. *Estudo do efeito molusquicida de espécies vegetais em embriões e caramujos adultos de Biomphalaria glabrata Say, 1818 (Gastropoda, Planorbidae)*. *Revista Patologia Tropical*, vol. 42, pp. 230-239.
- Salawu, OT & Odalbo, AB. 2011. *The molluscicidal effects of Hyptis suaveolens on different stages of Bulinus globosus in the laboratory*. *African Journal of Biotechnology*, vol. 50, pp. 10214-10247.
- Salazar, MJ & Moncada, LI. 2004. *Ciclo de vida de Culex quinquefasciatus Say, 1826 (Diptera: Culicidae) bajo condiciones no controladas en Bogotá*. *Biomédica*, vol. 24, pp. 385-392.
- Sharma, OP. 1989. *Steriodal sapogenins of Agave wightii Dr. and Prain: a systematic study in vivo and in vitro*. *Phitol Research*, vol. 2, pp. 151-154.
- Shoeb, HA & El-Sayed, MM. 1985. *The molluscicidal properties of Agavaceae Agave filifera and Agave lophantha (Egypt)*. *Egyptian Journal of Veterinary Science*, vol. 22, pp. 73-80.
- Singh, LK, Singh, DK & Singh, VK. 2012. *Toxicity of Bauhinia variegata and Mimosa elengi with plant molluscicides against Lymnaea acuminata*, vol. 2, pp.



- B76-B82.
- Soni, N & Prakash, S. 2012. Larvicidal effect of *Verticillium lecanii* metabolites on *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* larvae. *Asian Pacific Journal of Tropical Diseases*, vol. 2, pp. 220-224.
- Sundararaj, R. 2012. Potential of botanical for the management of forest insect pests of India, an overview. *Journal of biopesticide*, vol. 5, pp. 44-50.
- Tahir, HM, Ishaq, T, Mukhtar, MK, Khan, SY & Ahmed, K. 2013. Potential use of *Calotropis procera* (Milk Weed) to control *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Pakistan Journal of Zoology*, vol. 45, pp. 615-621.
- Tanwer, BG & Vijayvergia, R. 2010. Phytochemical evaluation and molluscicidal activity of *Andrographis paniculata*. *Herba Polonica*, vol. 56, pp. 71-77.
- Tennyson, S, Ravindran, KJ & Arivoli, S. 2012a. Screening of twenty five plant extracts for larvicidal activity against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 2, pp. S1130-S1134.
- Tennyson, S, Ravindran, KJ & Arivoli, S. 2012b. Bioefficacy of botanical insecticides against the dengue and chikungunya vector *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 2, pp. S1842-S1844.
- Tiilikkala, K, Lindqvist, I, Hagner, M, Setala, H & Perdakis, D. 2011. Use of botanical pesticides in modern plant protection. Chapter 12. *Pesticides in the Modern World- Pesticides uses and management*. Stoytcheva, M. (Ed.). Intech, Available from : <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-pesticides-uses-and-management/Use-of-botanical-pesticides-in-modern-plant-protection> leído el 10 de julio del 2013.
- Tiwari, F. 2012. Molluscicidal properties of some common medicinal plants against the vector snails *Indoplanorbis exustus*. *Stem Cell*, vol. 4, pp. 1-3.
- Vidal, PO, Peruzin, MC & Suesdek, L. 2011. Wing diagnostic characters for *Culex quinquefasciatus* and *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae). *Revista Brasileira de Entomología*, vol. 55, pp. 134-137.
- Vijay, P. 2010. Evaluation of molluscicidal activity of some Indian medicinal plants against *Lymnaea acuminata*. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, vol. 1, pp. 308-311.
- Vivar, R, Pachas, L & Huamán, P. 1992. Actualización sistemática de *Heleobia cumingii* (Orbygny, 1835) (Gastropoda: Hydrobiidae), hospedero potencial de *Paragonimus en el Perú*. *Revista peruana de medicina Tropical*, vol. 6, pp. 105-106.
- WHO (World Health Organization). 1965. Molluscicide screening and evaluation. *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 33, pp. 567-581.
- WHO (World Health Organization). 1996. Report of the WHO informal consultation on the evaluation and testing of insecticide. CTD/ WHOPES/IC96. I. Control of Tropical Diseases Division. Geneva, WHO.

Received August 15, 2013.  
Accepted October 12, 2013.

Correspondence to author/ Autor para correspondencia:

José Iannacone

Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA).  
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM).  
Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú.

E-mail / Correo electrónico:  
[joseiannacone@gmail.com](mailto:joseiannacone@gmail.com)