

ESTUDIO INTEGRAL DE PLANTAS BIOCIDAS DEL ALGODONERO

Integral Study of the Cotton Biocide Plants

César M. Fuertes¹, Bertha Jurado¹, Gloria C. Gordillo², Luisa P. Negrón², Elizabeth Núñez³, Melissa Esteban¹, Arturo Távora V⁴

¹ Inst. de Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara", Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

² Inst. de Investigación de Química, Biología, Microbiología y Biotecnología "Marco Antonio Garrido Malo", Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM. ³ Servicio Nacional de Sanidad Agraria. ⁴ Instituto Nacional de Innovación Agraria.

RESUMEN

Con el fin de sustituir los insecticidas químicos usados en el cultivo del algodón por sustancias inócuas que permitan un manejo integrado de plagas con fundamento ecológico, se investigaron y colectaron 40 especies vegetales con propiedades biocidas, las que fueron clasificadas taxonómicamente en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Entre las especies más relevantes por sus propiedades insecticidas tenemos: *Tephrosia cinerea* (sacha barbasco), *Artemisia absinthium* (ajenjo), *Ryania speciosa* (riania), *Cissampelos grandifolia* (legía), *Datura stramonium* (chamico), *Hura crepitans* (catahua), *Schinus molle* (molle), *Annona cherimola* (chirimoya), *Annona muricata* (guanábana o graviola), *Tagetes patula* (marigold), *Tanacetum parthenium* (santa maría), *Chromolaena laevigata* (sacha huaca), *Clibadium asperum* (huaca), *Lonchocarpus nicou* (barbasco del monte), *Lonchocarpus spiciflorus* (yumanasa), *Centropogon cornutus* (arco sacha), *Erythrina berteroana* (amasisa chica), *Erythrina edulis* (pajuro), *Erythrina ulei* (amasisa), *Melia azedarach* L. (árbol del Neem) y *Agave americana* (maguey). De la corteza y hojas de estas especies se obtuvieron extractos acuosos liofilizados que fueron evaluados en su composición química, perfiles cromatográfico y espectrofotométrico UV/Visible; bioactividad frente a los nauplios de *Artemia salina* y bioensayos a nivel de laboratorio y de campo. Entre las plagas investigadas figuran: *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* y *Dysdercus peruvianus*. Los extractos de *L. nicou*, *A. americana* L., *H. crepitans* y *C. grandifolia* mostraron resultados significativos tanto a nivel de laboratorio como en los cultivos de algodón en el campo, siendo su toxicidad: (CL₅₀ 39), (CL₅₀ 64) y (CL₅₀), respectivamente.

Palabras clave: Algodonero, extracto liofilizado, biocida, plagas, bioensayos, parcela, *Artemia salina*

SUMMARY

To study extracts of the cotton biocides it has collected more than thirty species of plants, which were classified taxonomically in the Natural History Museum of the Universidad Nacional Mayor de San Marcos, between species that are considered relevant for its insecticidal properties we have the following species: *Tephrosia cinerea* (sacha barbasco), *Artemisia absinthium* (wormwood), *Ryania speciosa* (riania), *Cissampelos grandifolia* (legia), *Datura stramonium* (chamico), *Hura crepitans* (catahua), *Schinus molle* (molle), *Annona cherimola* (chirimoya), *Annona muricata* (guanabana or graviola), *Tagetes patula* (Marigold), *Tanacetum parthenium* (santa maria), *Chromolaena laevigata* (sacha huaca), *Clibadium asperum* (huaca), *Lonchocarpus nicou* (Mount mulllein), *Lonchocarpus spiciflorus* (yumanasa), *Centropogon cornutus* (arco sacha), *Erythrina berteroana* (small amasisa), *Erythrina edulis* (pajuro), *Erythrina ulei* (amasisa), *Melia azedarach* (Neem tree) y *Agave americana* (maguey). Lyophilized extracts were evaluated chemical composition, chromatographic and spectrophotometric profile, their behavior against *Artemia salina*, biocide bioassays in the laboratory and field level. Among the pests that were investigated are includes: *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Dysdercus peruvianus*. Extracts of *A. americana* L., *H. crepitans* and *C. grandifolia* showed significant results both at the level of the laboratory and in the cotton crop in the field.

Key words: Cotton, freeze-dried extract, biocide, pests, laboratory bioassays, field, *A. salina*.

INTRODUCCIÓN

El algodón es una especie que pertenece al género *Gossypium* de la familia Malváceas; se admite corrientemente que la fibra del algodón es unicelular, desarro-

llándose a partir de una célula de la epidermis del óvulo, siendo en el momento de abrirse la flor, cuando el pelo empieza a individualizarse ⁽¹⁾.

Dos especies diploides de origen asiático, *G. arboreum* K. y *G. herbaceum* L., y dos anfidiplóides americanas, *G. hirsutum* y *G. barbadense*

L. han dado lugar a diferentes razas y variedades de algodónero. En el Perú es importante el algodón pima y tangüis, éste cuando fue descubierto mostró ser resistente al ataque de las plagas comunes del algodón ⁽²⁾. El algodón es una especie de la cual se aprovecha la fibra y el aceite para consumo humano.

En muchos lugares se ha demostrado que el indiscriminado uso de insecticidas puede crear desequilibrios biológicos, como los siguientes:

1. Resurgimiento de plagas tratadas ante la desaparición de insectos útiles.
2. Elevación a nivel de plagas principales de aquellas que no ocasionaban daños económicos, biológicos, ni naturales por la acción de sus controladores, predadores y parásitos.
3. Predisposición a adquirir resistencia a los productos químicos utilizados.
4. Contaminación ambiental con el consiguiente riesgo toxicológico.

Según un estudio de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), desde 1988, más de 300 plagas han desarrollado resistencia a un extenso rango de productos químicos ^(3,4).

El uso de insecticidas de origen vegetal está apoyado por una copiosa información especializada. Reducir las poblaciones plaga, especialmente insectos del algodónero, requiere un manejo integrado de plagas con fundamento ecológico, aplicando las normas de Buenas Prácticas Agrícolas ^(5,8).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado según el contrato de adjudicación de recursos no reembolsables del Programa de Ciencia y Tecnología de la Presidencia del Consejo de Ministros FINCYT – PIBAP, con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos como entidad ejecutora y la empresa ECOTRAD en calidad de entidad colaboradora. Para el desarrollo del proyecto “Catálogo de plantas biocidas del algodónero”, en el ínterin del desarrollo del proyecto, fue necesario establecer dos convenios, con el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y con el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

La clasificación taxonómica de las especies biocidas se realizó en el Museo de Historia Natural

de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Los extractos acuosos de las plantas biocidas fueron liofilizados en los Laboratorios Colichón S.A. La crianza de plagas del algodónero y el ensayo a nivel de laboratorio se realizó en el SENASA. La experimentación de campo se realizó en el campo experimental de La Molina del INIA.

Preparación de los extractos

Los extractos fueron preparados a partir de las hojas o corteza en polvo de las especies biocidas seleccionadas, mediante extracción acuosa en baño maría a 80 °C por 30 minutos. Se utilizaron 200 gramos de muestra en polvo y 900 mL de agua destilada; después de filtrar, el producto fue liofilizado y el extracto en polvo guardado en recipientes de color ámbar con tapa hermética.

Bioensayo en *Artemia salina*

El comportamiento de cada extracto liofilizado frente a los nauplios de *Artemia salina* fue evaluado para determinar la toxicidad, expresada en CL₅₀, según el método de Amaro y col. ⁽⁹⁾.

Espectros UV de los extractos

Con la finalidad de explorar las características espectrales de cada extracto biocida se determinó el espectro UV en un espectrofotómetro UV/Vis, para lo cual se utilizó tres solventes: éter etílico, metanol y propilenglicol. El perfil espectrofotométrico UV es importante para contribuir con el control de calidad para los extractos liofilizados.

Perfil cromatográfico

Una serie de sistemas de solventes fueron ensayados para establecer un cromatograma que pueda expresar la mayor diversidad de metabolitos que contiene el extracto biocida liofilizado. El sistema de solventes n-butanol-ácido acético-agua 8:1:1 v/v fue el que dio mejores resultados. La fase estacionaria de los cromatogramas estuvo constituida por cromatofolios 20x20 cm de aluminio de silicagel 60F254. En cuanto a los reveladores, en todos los casos, se usó la lámpara de luz UV y reactivos para alcaloides (Dragendorff), saponinas (vainillina-sulfúrica), antioxidantes (ácido fosfomolibdico) entre otros ⁽¹⁰⁾.

Composición química de los extractos

Para conocer la composición química de

cada extracto liofilizado, en forma aproximada, se realizó un screening fitoquímico ⁽¹¹⁾ y la cuantificación de los metabolitos más importantes ⁽¹²⁾. El porcentaje de alcaloides, saponinas y flavonoides, se expresa tomando en cuenta la presencia de algún compuesto conocido, con relación a la especie de donde procede el extracto, según el género o familia correspondiente.

Ciclo biológico y crianza de insectos a nivel de laboratorio

Los insectos que fueron estudiados, para determinar los estadios del ciclo biológico así como las condiciones para la crianza de aquellos de mayor incidencia en el algodonero, fueron: *Aphis gossypii*, *Anthonomus vestitus*, *Dysdercus peruvianus*, *Heliothis virescens*, *Bemisia tabaci* y *Pectinophora gossypiella* ^(13,14).

Tabla 1. Duración del ciclo biológico de los insectos del algodonero

Fases biológicas	Duración en días
<i>Aphis gossypii</i>	
Estadio ninfal	24
Longevidad adulto hembra	28
Ciclo total	52
<i>Anthonomus vestitus</i>	
Incubación	3-4
Estadio larval	7-12
Pupa	3-7
Adulto	3-5
Desarrollo de huevo a adulto	13-23
Ciclo total	16-28
<i>Dysdercus peruvianus</i>	
Incubación	7-9
Estadio ninfal	32-36
Longevidad adulto	25-28
Desarrollo de huevo a adulto	39-48
Ciclo total	64-76
<i>Heliothis virescens</i>	
Incubación	3-4
Estadio larval	22-33
Pupa	8-10
Longevidad adulto	25-27
Desarrollo de huevo a adulto	33-47
Ciclo total	58-74
<i>Bemisia tabaci</i>	
Incubación	10
Estadio ninfal	16
Longevidad adulto hembra	8
Longevidad adulto macho	5
Desarrollo de huevo a adulto	26
Ciclo total en hembras	34
Ciclo total en machos	31

La crianza de los fitófagos para el estudio biológico en condiciones ambientales fue a 20 °C con 72% de humedad relativa.

Efectividad insecticida de los extractos biocidas sobre las principales plagas del algodonero

Los extractos de *Mikania conglomerata*, *Agave americana*, *Datura stramonium*, *Lonchocarpus nicou*, *Schinus molle*, *Chromolaena laevigata*, *Hura crepitans*, *Erythrina berteroana* y *Cissampelos grandifolia* fueron bioensayados para determinar el efecto insecticida. Los fitófagos estudiados fueron: *Aphis gossypii* y *Dysdercus peruvianus*. Se tomó como referencia el método de contacto directo recomendado por la FAO modificado por Da Silva ⁽¹⁵⁾.

Ensayo de los extractos biocidas a nivel de campo

El estudio del efecto insecticida de cada extracto biocida se llevó a cabo en la Estación Experimental de INIA - La Molina, en un área de 280 m², bajo las siguientes condiciones:

Tabla 2. Duración del ciclo biológico de los insectos del algodonero

Especie de algodón: <i>Gossypium barbadense</i>	
Dimensiones	10 m longitud 1,4 m ancho
Área de parcela	14 m ²
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	5
Diseño experimental	
Bloques completamente al azar	DBCA
Extractos	Maguey, catahua y legía
Testigo	Rotenol (rotenona)
Concentración de extracto	Maguey 1,71 g/L Catahua 2,85 g/L Legía 2,85 g/L
Blanco	Agua

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos se presentan en las tablas 3-14.

En el estudio fitosanitario de campo se encontraron tres plagas: el pulgón (*Aphis gossypii*), la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el arrebatiado (*Dysdercus peruvianus*).

Después de las cuatro aplicaciones de los extractos liofilizados, el extracto de *Agave americana* (maguey) mostró un efecto significativo sobre *Aphis gossypii*. Los tres extractos investigados no causaron efecto dañino contra los con-

Tabla 3. Screening fitoquímico de plantas biocida

Nombre científico y común	Saponinas (Esteroidales, triterpenoides y aza-esteroidales)	Triterpenoides y esteroides libres	Taninos	Quinonas (Naftoquinonas y Antraquinonas)	Alcaloides	Flavonoides
<i>Clibadium asperum</i> (huaca)	-	-	-	-	+ trazas	+
<i>Hura crepitans</i> (catahua)	+++	+	-	-	-	+++
<i>Chromolaena laevigata</i> (sacha huaca)	+++	+	+	-	+	+++
<i>Agave americana</i> (maguey)	++	+	-	-	-	+
<i>Lonchocarpus nicou</i> (barbasco)	+++	+	-	-	+	+
<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	+	-	-	+	+++	-
<i>Chenopodium ambrosioides</i> (paico)	+	+	-	-	+ trazas	+
<i>Minthostachys mollis</i> (muña)	++	+	-	-	-	+++
<i>Juglans neotropica</i> (nogal)	+++	+	+	++	-	++
<i>Eucalyptus globulus</i> (eucalipto)	-	+	++	++	-	++
<i>Erythrina ulei</i> (amasisa)	++	+	-	-	+++	++
<i>Cissampelos grandifolia</i> (legía)	-	-	++	++	++	-
<i>Schinus molle</i> (molle)	-	++	+++	++	-	+++
<i>Datura Stramonium</i> (chamico)	-	-	++	-	++	-
<i>Tanacetum parthenium</i> (santa maría)	++	++	+	++	++	-
<i>Centropogon cornutus</i> (arco sacha)	++	+	+++	++	-	+
<i>Melia azedarach</i> L. (árbol del Neem)	++	+	+	-	++	-
<i>Tephrosia cinerea</i> (sacha barbasco)	-	-	-	-	+++	++
<i>Ricinus communis</i> (tártago)	++	+	-	-	++	++
<i>Erythrina edulis</i> (pajuro)	++	+	-	-	++	++
<i>Annona cherimola</i> (chirimoya)	-	-	+	-	+	+
<i>Phaseolus vulgaris</i>	+	-	-	-	+	+
<i>Tephrosia africana</i>	++	-	-	-	-	+++

troladores biológicos, las poblaciones permanecieron intactas, lo cual constituye una ventaja con relación a los insecticidas no naturales.

DISCUSIÓN

Los extractos liofilizados conservan sus propiedades químicas, entre estas, la composición química, estimada por cromatografía en capa delgada y demostrada al compararla con un extracto acuoso recientemente preparado.

El uso de los nombres comunes de las especies vegetales produce confusión en el empleo o estudio de éstas; existen nombres comunes que corresponden a dos o tres especies diferentes, por lo que se requiere clasificarlas sistemáticamente.

El hecho de haber establecido los perfiles espectrofotométricos UV/Vis y cromatográficos, induce a manejar las plantas biocidas con el criterio de controlar la calidad. Todos los extractos acuosos son diferentes, por lo que es necesario tratarlos con la misma exigencia usada en los controles para los fármacos y medicamentos.

Se ha elegido el agua como único solvente para la preparación de extractos, por ser com-

patible con la salud del agricultor que los manipula y con la vida de la especie vegetal, por lo cual consideramos que no debe utilizarse otros solventes.

Las bases de la quimiotaxonomía son útiles para ampliar el espectro de plantas biocidas. Es posible que la mayoría de especies del género *Lonchocarpus* contenga rotenona, que es la molécula prototipo con actividad altamente biocida; por lo tanto, no es difícil deducir que otras leguminosas del género *Tephrosia*, también contengan el isoflavonoide rotenona.

A. salina ha demostrado que el extracto acuoso de *Lonchocarpus nicou* es muy tóxico al igual que *Hura crepitans* (CL50 39) y *Agave americana* (CL50 64). Como consecuencia de la investigación aparece la hipótesis de que los nauplios de *A. salina* sirven como indicador para determinar la actividad biocida de las especies vegetales.

La crianza de insectos, así como las investigaciones del efecto biocida a nivel de laboratorio, son sensibles al método operatorio; intervienen un gran número de variables, lo cual explica por qué solamente se ha trabajado con algunas especies vegetales y con los insectos más comu-

nes del algodónero.

Están en proceso los resultados de los ensayos de campo, para el que se ha seleccionado a las especies *A. americana*, *C. grandifolia* y *H. crepitans* que han brindado resultados aceptables en las pruebas de laboratorio, llamando es-

pecialmente la atención por estar dotadas de una significativa actividad insecticida que ocasiona una merma en las poblaciones de los fitófagos del algodónero, y que supera al extracto acuoso de *Lonchocarpus nicou*, primigenio en la línea de las especies biocidas.

CONCLUSIONES

Los extractos acuosos liofilizados de las es-

Tabla 4. Cuantificación de polifenoles

Nombre vulgar	Nombre científico	mg de fluoroglucinol/g de liofilizado
Huaca	<i>Clibadium sp</i>	75,67
Sachahuaca 1	<i>Chromolaena laevigata</i>	49,02
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>	26,99
Amasisa	<i>Erythrina ulei</i>	23,85
Legía	<i>Cissampelos grandifolia</i>	21,97
Molle	<i>Schinus molle</i>	49,71
Santa María	<i>Tanacetum parthenium</i>	43,64
Árbol del Neem	<i>Melia azedarach</i>	23,10
Tártago	<i>Ricinus communis</i>	30,42
Sacha Barbasco	<i>Tephrosia cinerea</i>	23,25
Phaseolus	<i>Phaseolus vulgaris</i>	23,25
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	62,12
Sachahuaca 2	<i>Clibadium sp. 1</i>	57,94
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	37,00
Pajuro	<i>Erythrina edulis</i>	24,90
Amasisa chica	<i>Erythrina berteroa</i>	31,27
Muña	<i>Minthostachys mollis</i>	53,31
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	62,09
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	29,32
Sachahuaca	<i>Chromolaena laevigata</i>	61,42

Tabla 5. Cuantificación de flavonoides de extractos de plantas biocidas

Nombre vulgar	Nombre científico	mg de quercetina/g de liofilizado
Huaca	<i>Clibadium sp</i>	16,65
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>	11,2
Amasisa	<i>Erythrina ulei</i>	8,57
Legía	<i>Cissampelos grandifolia</i>	5,5
Molle	<i>Schinus molle</i>	11,09
Santa María	<i>Tanacetum parthenium</i>	10,36
Árbol del Neem	<i>Melia azedarach</i>	2,16
Tartago	<i>Ricinus communis</i>	3,87
Sacha barbasco	<i>Tephrosia cinerea</i>	2,83
Phaseolus	<i>Phaseolus vulgaris</i>	2,33
Sachahuaca 2	<i>Clibadium sp. 1</i>	8,64
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	6,07
Pajuro	<i>Erythrina edulis</i>	4,86
Arco sacha	<i>Centropogon cornutus</i>	5,35
Muña	<i>Minthostachys mollis</i>	9,81
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	12,46
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	7,07
Sachahuaca	<i>Chromolaena laevigata</i>	18,33

Tabla 6. Cuantificación de alcaloides de extractos de plantas biocidas

Nombre vulgar	Nombre científico	% de Alcaloides Totales (mg de alcaloides / 100 g de liofilizado)
Huaca	<i>Clibadium sp</i>	0,053 mg% expresados en harmalina.
Sachahuaca 1	<i>Chromolaena laevigata</i>	0,053 mg% expresados en harmalina.
Chamico	<i>Datura stramonium</i>	0,71 mg% expresados en escopolamina.
Amasisa I	<i>Erythrina ulei</i>	0,66 mg% expresados en erisodina.
Legía	<i>Cissampelos grandifolia</i>	0,18 mg% expresados en nicotina.
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0,040 mg% expresados en anabasina.
Santa María	<i>Tanacetum parthenium</i>	0,14 mg% expresados en piperina.
Árbol del Neem	<i>Melia azedarach</i>	Cantidad no significativa.
Tartago	<i>Ricinus communis</i>	0,020 mg% expresados en ricinina.
Sacha Barbasco	<i>Tephrosia cinerea</i>	0,080 mg% expresados en 1-Desoximanojirimicina.
Phaseolus	<i>Phaseolus vulgaris</i>	0,056 mg% expresados en n-metil-agmantina.
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	0,04 mg% expresados en ricinina.
Sachahuaca 2	<i>Clibadium sp. 1</i>	0,053 mg% expresados en harmalina.
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	0,25 mg% expresados es isocompalmina.
Barbasco del Monte	<i>Lonchocarpus nicou</i>	0,1 mg% expresados en 1-Desoximanojirimicina.
Plátano del monte	<i>Poncelia nitidifolia</i>	1,37 mg% expresados en isocompalmina.
Laurel rosa	<i>Nerium oleander</i>	Cantidad no significativa.
Hojas de papaya	<i>Carica papaya</i>	0,040 mg% expresados en nicotina.
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	0,081 mg% expresados en Hordenina.
Anona	<i>Rollinia mucosa</i>	0,10 mg% expresados en O-metilmoschatolina.
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	2,43 mg% expresados en isocompalmina.

Tabla 7. Efectividad insecticida de *Mikania conglomerata* sobre *Aphis gossypii*

Concentración (mg/ml)	1 Hora		2 Horas		4 Horas		8 Horas		12 Horas	
	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.
0,00 (H ₂ O d)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
5	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,17	a	7,87	b
10	0,00	a	0,00	a	3,70	a	7,87	a	15,74	b
25	0,00	a	3,33	a	7,50	b	11,67	b	20,00	ab
50	4,17	b	8,33	b	15,83	b	19,17	b	23,33	b

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 8. Efectividad insecticida de *Agave americana* sobre *Aphis gossypii*

Concentración (mg/ml)	1 Hora		2 Horas		4 Horas		8 Horas		12 Horas		24 Horas		36 Horas	
	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.
0,00 (H ₂ Od)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
5	3,33	a	3,33	a	10,37	b	17,04	b	17,04	b	31,11	b	58,89	ab
10	3,70	a	3,70	b	15,74	a	19,91	ab	23,61	a	43,52	b	75,93	ab
25	7,41	a	18,52	ab	29,63	b	29,63	a	37,04	ab	70,37	a	92,56	b
50	14,07	b	35,56	b	35,56	b	39,26	ab	50,00	b	78,15	a	100,00	a

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 9. Efectividad insecticida de *Lonchocarpus nicou* sobre *Aphis gossypii*

Concentración (mg/ml)	1 Hora		2 Horas		4 Horas		8 Horas		12 Horas		24 Horas		36 Horas	
	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.	%M	Sig.
0,00 (H ₂ Od)	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	-	-
5	6,67	a	13,33	a	13,33	a	30,00	a	46,67	a	63,33	a	-	-
10	7,04	a	25,19	a	32,22	a	50,00	b	70,74	a	77,78	b	-	-
25	15,37	a	28,70	b	39,91	b	59,81	b	78,06	a	89,26	b	-	-
50	19,70	b	41,82	b	48,48	b	61,52	ab	80,91	b	93,64	ab	-	-

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 10. Efectividad insecticida de *Lochnocarpus nicou* sobre *Dysdercus peruvianus*

Concentración (mg/ml)	12 Horas		24 Horas		36 Horas		48 Horas		60 Horas		72 Horas	
	%M	Sig.										
0,00 (H ₂ Od)	0,00	a										
3,75	0,00	a										
7,50	0,00	a										
15,00	0,00	a										
30,00	0,00	a										

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 11. Efectividad insecticida de *Hura crepitans* sobre *Dysdercus peruvianus*

Concentración (mg/ml)	12 Horas		24 Horas		36 Horas		48 Horas		60 Horas		72 Horas	
	%M	Sig.										
0,00 (H ₂ Od)	0,00	a										
3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,50	0,00	a										
15,00	0,00	a	0,00	a	6,66	b	6,66	b	6,66	b	13,33	b
30,00	0,00	a										

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 12. Efectividad insecticida de *Erythrina berteriana* sobre *Dysdercus peruvianus*

Concentración (mg/ml)	12 Horas		24 Horas		36 Horas		48 Horas		60 Horas		72 Horas	
	%M	Sig.										
0,00 (H ₂ O d)	0,00	a										
3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,50	6,66	b										
15,00	0,00	a										
30,00	0,00	a	0,00	a	20,00	b	33,33	b	40,00	b	46,66	b

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 13. Efectividad insecticida de *Cissampelos grandifolia* sobre *Dysdercus peruvianus*

Concentración (mg/ml)	12 Horas		24 Horas		36 Horas		48 Horas		60 Horas		72 Horas	
	% M	Sig.										
0,00 (H ₂ O d)	0,00	a										
3,75	0,00	a										
7,50	0,00	a										
15,00	0,00	a	6,66	a	10,37	b	11,42	b	30,83	ab	37,50	ab
30,00	26,66	b	26,66	b	33,33	b	46,66	b	53,33	b	53,33	b

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $p=0,05$. Prueba de Tukey. MINITAB 15 Sig. = Significancia, %M = Porcentaje de Mortalidad H₂Od = agua destilada

Tabla 14. Concentración Letal Media (CL50) sobre *Dysdercus peruvianus*

Tiempo de exposición (h)	CL 50 (mg/ml)					
	<i>Lonchocarpus nicou</i>	<i>Chromolaena laevigata</i>	<i>Schinus molle</i>	<i>Cissampelos grandifolia</i>	<i>Erythrina berteriana</i>	<i>Hura crepitans</i>
12	26,95	55,35	181,94	NSPD	NSPD	NSPD
24	21,34	52,97	73,92	NSPD	NSPD	NSPD
36	21,34	43,20	53,41	77,79	3236,66	NSPD
48	21,13	32,99	53,41	47,07	3236,66	NSPD
60	20,66	27,43	42,64	40,12	3236,66	NSPD
72	16,62	26,52	42,64	35,26	1706,42	NSPD

NSPD: No se pudo determinar

peces botánicas estudiadas conservan sus propiedades biocidas, que a su vez dependen de la composición química conformada por flavonoides, alcaloides, saponinas y terpenos. No existe un modelo de molécula a la cual atribuir la propiedad biocida; debería investigarse el mecanismo del efecto insecticida para tratar de relacionar la estructura con la actividad biológica.

El estudio de la actividad biocida a nivel de laboratorio y de campo implica el control de un gran número de variables en áreas especializadas; por lo tanto, exige una participación multidisciplinaria para afianzar el progreso de la agricultura orgánica.

Entre las especies biocidas que han mostrado resultados expectantes por sus propiedades plaguicidas en favor del algodón se encuentran: *Agave americana*, *Lonchocarpus nicou*, *Hura crepitans* y *Cissampelos grandifolia*.

El control de calidad de los extractos liofilizados debe incluir los perfiles espectrofotométricos UV/Vis y cromatográficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lagiére R. El algodón. Blume. Madrid, 1969.
- Bruneton J. Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia. Acribia. Zaragoza, 1991.
- Schowinski T. Manual sobre el manejo de residuos de algodón y posibilidades de procesamiento *in situ* dentro del marco de protección ambiental. Chaco, 1998.
- Hatfield J. Precision Agriculture and Environmental Quality: Challenges for Research and Education, USDA. Iowa, 2000.
- Núñez E. El espárrago peruano, manejo integrado de plagas. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). Lima, 2008.
- Paula Neto F, Breicher E. Avalicao de óleos vegetales de diferentes características secantes sobre *Bemisia tabaci* L. Manejo Integrado y Agroecología 2003; 68: 53-56.

7. Devine GJ, Eza D, Ogosuku & Furlone MJ. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2008;25(1):74-100.
8. Viegas C. Terpenes with insecticidal activity: an alternative to chemicals control of insects. *Quím Nova* 2003; 26(3): 390-400.
9. Amaro MI, Monasterios M, Charris J, Avendaño M. Preliminar evaluation of the toxicity of some synthetic furan derivatives in two cell lines and *Artemia salina*. *J Appl Toxicol* 2009; 20(1): 36-61.
10. Wagner H, Bladt S. *Plant Drug Analysis*. Springer. New York, 2001.
11. Cannel RJP *Natural Products Isolation* Humana Press, New Jersey, 1998.
12. Muñoz O, Copaja S, Speisky H, Peña R, Montenegro G. Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Quím Nova* 2007; 30(4): 848-51.
13. Michelotto M, Da Silva A, Busoli A. Tabelas de vida para *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em três espécies de plantas daninhas. *Bol San Veg Plagas* 2004; 30: 211-7.
14. Nuñez E, Cristin A. Desarrollo post embriológico de *Dysdercus peruvianus*. SENASA. Lima, 2010.
15. Da Silva R. Toxicidad de extractos de *Lonchocarpus floribundus* (Beerth) sobre *Toxoptera citricidus* (kirdaly) (Pulgao pretodos citros). INPA-UFAM, 2006.

Manuscrito recibido el: 16/07/2010

Aceptado para su publicación el: 16/08/2010

Correspondencia:

Nombre: Cesar Máximo Fuertes Ruiton

Dirección: Jr. Puno 1002- Lima 1 - Perú

e-mail: cfuertesr@unmsm.edu.pe