

Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú

José Iannacone^{1,2} Gerardo Lamas¹

¹ Escuela de Post Grado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Apartado 14-0434, Lima, Perú. E-mail: joselorena@terra.com

² Laboratorio de Ecosiología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal, Calle San Marcos 383, Pueblo Libre, Lima, Perú. E-mail: glamasm@unmsm.edu.pe

Resumen

IANNAZONE J, LAMAS G. 2003. Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. Entomotropica 18(2):95-105.

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una plaga clave en el cultivo de papa en el Perú. Cuatro productos de origen botánico, la rotenona (*Lonchocarpus nicou* (Aublet) DC [Fabaceae]), la azadiractina (componente principal del nim, *Azadirachta indica* A. Juss [Meliaceae]), la lantana (*Lantana camara* L. [Verbenaceae]) y el molle (*Schinus molle* L. [Anacardiaceae]), así como el plaguicida cartap, fueron evaluados sobre huevecillos, larvas de primer estadio y adultos de *P. operculella*, en bioensayos de efectividad insecticida bajo condiciones de laboratorio. La eclosión de los huevos se vio afectada por la rotenona, el extracto hexánico al 10 % de lantana, el extracto acetónico al 10 % de molle, y el cartap. La mortalidad de las larvas en los ensayos de ingestión fue afectada por la azadiractina desde 8 mg (IA) L⁻¹, por la rotenona desde 400 mg (IA) L⁻¹, por el cartap a 1250 mg (IA) L⁻¹ y por los tres extractos de lantana y de molle. La emergencia de pupas no fue afectada por ninguna de las sustancias químicas empleadas. Además, ninguna de las sustancias químicas empleadas causaron efectos estadísticamente significativos en el porcentaje de mortalidad de adultos de *P. operculella*, a excepción del extracto acetónico al 10 % de molle y por cartap. Se discute la posibilidad de empleo de estos insecticidas botánicos y el cartap en un programa de Manejo Integrado de Plagas.

Palabras clave adicionales: Insecticidas botánicos, *Lantana*, nim, rotenona, *Schinus*.

Abstract

IANNAZONE J, LAMAS G. 2003. Insecticidal effect of four botanical extracts and cartap on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Peru. Entomotropica 18(2):95-105.

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) is a key pest in potato crops in Peru. Four botanical products, rotenone (*Lonchocarpus nicou* (Aublet) DC [Fabaceae]), azadirachtin (main component of neem, *Azadirachta indica* A. Juss [Meliaceae]), lantana (*Lantana camara* L. [Verbenaceae]) and Peruvian peppertree (*Schinus molle* L. [Anacardiaceae]), and also cartap were evaluated on eggs, first instar larvae (L₁) and adults of *P. operculella* in bioassays of insecticidal effectivity under laboratory conditions. Hatched eggs were affected by rotenone, hexanic extract (10 %) of lantana leaves, acetonic extracts (10 %) of Peruvian peppertree leaves and cartap. First instar larvae mortality of *P. operculella* were affected by azadirachtin starting at 8 mg (IA) L⁻¹, by rotenone starting at 400 mg (IA) L⁻¹, by cartap at 1250 mg (IA) L⁻¹ and by three extracts of lantana and Peruvian peppertree leaves in ingestion bioassays. The emergence of pupae was not affected by none of chemicals tested. Moreover, none of the chemicals employed did cause significant effects on adults mortality percentage of *P. operculella*, except for acetonic extract (10 %) of Peruvian peppertree leaves and cartap. We discuss the possibility of employing these botanical insecticides and cartap in an Integrated Pest Management program.

Additional key words: botanical insecticides, *Lantana*, neem, rotenone, *Schinus*.

Introducción

La polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una plaga ampliamente distribuida en cultivos de solanáceas en áreas tropicales y subtropicales del mundo (Sánchez & Vergara 1991; Palacios & Raman 1992; Kroschel & Koch 1996; Coll

et al. 2000; Dionisio 2001), ocasionando daños en hojas, tallos y tubérculos, a nivel de campo, invernadero y almacén, volviéndolos inservibles. La información existente describe a esta especie como oligófaga en diferentes especies de solanáceas y una

plaga principalmente de ambientes cálidos (Raman 1988; Malakar & Tinger 1999; Edomwande et al. 2000), pero que también puede producir infestaciones severas en zonas frías de Sudamérica, África y Asia. Además, Rodríguez & Sánchez (1999) y Dionisio (2001) han evaluado la duración del ciclo biológico de *P. operculella* bajo condiciones de laboratorio.

Los plaguicidas químicos sintéticos para el control de esta plaga, están produciendo efectos adversos sobre los organismos benéficos y el desarrollo de resistencias, por lo que es usual incrementar las dosis de aplicación, con riesgo para la salud pública y al ambiente (Cisneros et al. 1995; Pascual 1996; Tenorio 1996; Picanço et al. 1999). Raman (1988) señala que se han desarrollado estrategias, desde una óptica interdisciplinaria, en el Manejo Integrado de Plagas para la polilla del tubérculo de papa. Dentro de estas tecnologías se incluye principalmente la identificación de la resistencia de plantas hospederas, el control biológico, las feromonas, las prácticas culturales y, finalmente, las plantas biocidas y repelentes a los insectos plaga (Valdivieso 1991; Palacios & Raman 1992; Landis et al. 2000; López & Vendramin 2001; Sydmondson et al. 2002).

En el caso del Perú, la gran diversidad botánica por un lado, y los conocimientos incipientes de sus propiedades fitoquímicas por otro lado, que requiere esfuerzos coordinados de diferentes sectores de la sociedad, con fines tanto académicos como prácticos (Hoss 1999; Molina 2001).

Los productos naturales extraídos de ciertas plantas, como la "rotenona" *Lonchocarpus nicou* (Aublet) (Fabaceae) y el "nim" *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae), tienen como ventaja ser biodegradables y no producir desequilibrio en el ecosistema, al ser de origen vegetal (Gruber 1992; Iannacone & Montoro 1999; Iannacone & Reyes 2001). Estos bioinsecticidas provocan un impacto mínimo sobre la fauna benéfica; son efectivos contra plagas agrícolas y no tienen restricciones toxicológicas (Gomero 2000; Iannacone & Murrugarra 2000; Ma et al. 2000; Sutherland et al. 2002).

Otras plantas, como el "molle" (*Schinus molle* Linn., Anacardiaceae) presenta actividades antifúngicas y antimicrobianas contenidas principalmente en las hojas (Dikshit et al. 1986; Gundidza 1993). Además, esta planta tiene importancia etnobotánica, pues se le ha utilizado en el control de plagas agrícolas en varias localidades del Perú (Rodríguez & Egusquiza 1996; Vilcapoma 2000).

En *Lantana camara* Linn. (Verbenaceae), cuyo nombre vernacular es "lantana", se ha reportado actividades

repelentes de extractos de sus flores contra mosquitos del género *Aedes* (Diptera: Culicidae) (Dua et al. 1996). Además se han detectado propiedades antimaláricas en extractos de sus raíces (Weenen et al. 1990). Varios autores han revisado los efectos foliares tóxicos de *L. camara*, entre ellos sus propiedades insecticidas (Sharma 1984; Raman et al. 1987; Sharma et al. 1988; Reategui & Peruano 1999; Sharma et al. 2000). Esta especie es considerada tanto ornamental de cercos de jardines urbanos, como una maleza (Ghuisaberti 2000).

El hidrocloreto de cartap es una sustancia química derivada de la nereistoxina, siendo extraída de los poliquetos marinos *Lumbrineris heteropoda* Hartman y *L. brevicirra* Hartman. Es un plaguicida carbámico usado a nivel mundial en el control de plagas agrícolas como la "polilla minadora del tomate" *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) y la "polilla minadora de los cítricos" *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) (Bezerril et al. 1992; Rae et al. 1996; Reis & Souza 1998; Siqueira et al. 2000a). Además, se ha utilizado como molusquicida sobre el gasterópodo dulceacuícola *Oncomelania hupensis* Chiui, para el control del hospedero intermediario de *Schistosoma japonicum* Calpain (Xia et al. 1992).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la actividad insecticida de cuatro extractos botánicos, rotenona, azadiractina, lantana y molle, y el carbámico cartap, sobre huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la papa, *P. operculella*.

Materiales y Métodos

Los bioensayos fueron realizados en el Centro de Control Biológico del Programa Nacional de Control Biológico- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (PNCB-SENASA), Vitarte, Lima, Perú durante los años 2000 y 2001.

Extractos botánicos

Se siguieron los protocolos de trabajo propuestos por Lock (1994), Benner (1996) y Hoss (1999) para la preparación de la muestra y los extractos crudos.

Nim. El bioplaguicida empleado fue nim (NEEM-X®, extracto etanólico, 0,4 % de azadiractina). El nim tiene como principal ingrediente activo a la azadiractina, presentó las siguientes propiedades fisicoquímicas: solubilidad en agua = 0,00005 mg L⁻¹ a 25 °C; solubilidad en otros solventes = no disponible; punto de ebullición = no disponible; punto de fusión = no disponible; presión de vapor > 2 mmHg a 25 °C; coeficiente de partición = 12,3; tiempo de vida media < 100 h en agua. Para los bioensayos, la sustancia química se disolvió al 1 % en agua destilada (pH = 7,2;

conductividad específica = 70 mmhos cm^{-1}). Para el ensayo definitivo se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución con una tendencia de 0,5. En el caso de los huevos con azadiractina se emplearon concentraciones de 16 y 32 mg L^{-1} . Para el ensayo de emergencia de pupas se usaron las concentraciones de 32 y 64 mg L^{-1} . Para el ensayo de emergencia de adultos se usaron concentraciones de 8 y 16 mg L^{-1} . Para las larvas neonatas se emplearon las concentraciones de 8, 16 y 32 mg L^{-1} . Las concentraciones de aplicación de la azadiractina para el control de plagas en agricultura fluctúan entre 16 a 28 mg IA L^{-1} .

Rotenona. El plaguicida empleado fue rotenona (AGROSAN® 8 % P; 8 % IA), que presentó las siguientes propiedades fisicoquímicas: solubilidad en agua = 0,2 mg L^{-1} a 28 °C, punto de ebullición = 210 a 220 °C; punto de fusión = 165- 166 °C; densidad = 1,27 a 28 °C, tiempo de vida media = 3 d en suelos arenosos. Para los bioensayos la sustancia química se disolvió al 1 % en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 mmhos cm^{-1}). Se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución de 0,5. En el caso de los huevos, para el ensayo definitivo se emplearon las concentraciones de 800 y 1600 mg L^{-1} . Para las larvas neonatas de primer estadio se emplearon las concentraciones de 400 y 800 mg L^{-1} . Para el ensayo de emergencia de pupas se usaron las concentraciones de 800 y 1600 mg L^{-1} . Para el ensayo definitivo de emergencia de adultos se usaron concentraciones de 400, 800, 1600 y 3200 mg L^{-1} . La concentración de aplicación para el control de plagas en agricultura fluctúa entre 640 a 960 mg IA L^{-1} .

***Schinus molley* Lantana camara.** Las hojas de “molle” y “lantana” fueron utilizadas para la preparación de los extractos crudos, ya que sus sustancias activas se encuentran mayormente a nivel foliar (Gundidza 1993; Sharma et al. 2000). Los especímenes botánicos de ambas especies fueron obtenidos de jardines adyacentes al Centro de Control Biológico (CCB), Vitarte, Lima, Perú, entre julio a octubre 2001. La recolección del material vegetal para ambas plantas se realizó en la etapa de floración. El diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) para el molle fue como promedio 15 cm. La identificación de las especies fue realizada por María Isabel La Torre (Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

Las hojas de ambas especies fueron secadas por separado, empleando una estufa (a 40 °C) por 48 h, hasta obtener un peso constante por la pérdida de agua; para el molle el porcentaje de humedad fue de 75,84%±

4,42 (72,39% – 82,15%, n = 5) y para la lantana fue de 81,80% ± 2,33 (79,92% – 84,41%, n = 3); posteriormente, las hojas fueron trituradas en un mortero hasta la obtención de un polvo granulométricamente menor a 0,5 mm (este diámetro fue verificado con un microscopio), resultando un polvillo en un 95 % menor o igual a este tamaño. Las muestras fueron herméticamente cerradas y fechadas hasta la preparación de los extractos, manteniéndolas en refrigeración a 6 °C por no más de 14 d. La preparación de los extractos botánicos acuosos crudos (F_1), fue realizada con agua destilada (pH = 7,2; dureza = 2,03 mg L^{-1} y alcalinidad = 8 mg L^{-1}). Se preparó extractos acuosos al 10 %, en una proporción de 20 g por 200 mL de agua destilada, macerando por 48 h para la extracción de los compuestos hidrosolubles (Thomazini et al. 2000). Luego fueron filtrados a través de un papel fino (Whatman No.1). El pH de la solución acuosa se llevó a 6 al inicio de cada bioensayo, empleando una solución de NaOH 0,1M o con H_2SO_4 0,1M. El pH fue medido mediante un potenciómetro Hanna 8417®. Sólo se usaron extractos acuosos que habían sido recientemente preparados (no más de 72 h), debido a que microorganismos fúngicos afectan la calidad de los mismos.

Además, se obtuvieron dos extractos botánicos liposolubles crudos (macerados), realizados con 50 mL de hexano grado analítico, y 5 g del polvo botánico, permitiendo la extracción durante un periodo de siete días a temperatura ambiente (24°C ± 3°C), posteriormente se filtró con papel fino, obteniéndose el extracto botánico crudo de hexano al 10 % (F_2). Al residuo de material vegetal (después de esta primera extracción), se le añadió 50 mL de acetona grado analítico, procediéndose de idéntica manera para la obtención del extracto crudo de acetona al 10 % (F_3) (Pascual 1996). Los extractos crudos F_1 , F_2 y F_3 se emplearon para los ensayos de eclosión de huevos, mortalidad larvaria, emergencia de pupas y mortalidad de adultos de *P. operculella*.

Cartap

El plaguicida empleado fue cartap (BALA® 50 PS), que presentó las siguientes propiedades fisicoquímicas: solubilidad en agua = 178 g L^{-1} a 20 °C y 200 g L^{-1} a 25 °C; punto de ebullición = 179 – 181 °C; tiempo de vida media en el agua = 10 min a pH 7 y 25°C). Para los bioensayos, se disolvió al 1 % en agua destilada (pH= 7,2; conductividad específica = 70 mmhos cm^{-1}). Para los ensayos definitivos se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución principalmente de 0,5. Para el ensayo de eclosión de huevos se usaron las concentraciones de

2500 y 5000 mg L⁻¹. Para las larvas neonatas se emplearon las concentraciones de 1 250 y 2 500 mg L⁻¹. Para el ensayo de emergencia de pupas se usaron las concentraciones de 5000 y 10000 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de mortalidad de adultos se usaron concentraciones de 5000 y 10000 mg L⁻¹. La concentración de aplicación para el control de plagas en agricultura es de 1000 mg IA L⁻¹ en promedio.

***Phthorimaea operculella*.** Se obtuvo de una crianza iniciada en 1999, procedente de los Laboratorios del CCB. La especie se identificó a nivel del adulto y larva usando las ilustraciones y descripciones de Holloway et al. (1987). La crianza se realizó con tubérculos de papa variedad "Huayro". Los tubérculos fueron colocados en envases plásticos de 20 x 30 x 9 cm, depositando en el fondo de cada recipiente una capa de 1,5 cm de arena desinfectada. Cada recipiente recibió 1000 g de tubérculos de papa y 1000 larvas neonatas de < 24 h de eclosionadas. Luego de aproximadamente dos semanas fueron recogidas las pupas y se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 3% (Lejía Clorox®) para facilitar la separación de las pupas del cocón de seda (Dionisio 2001). Posteriormente se usaron envases de 0,5 L de capacidad con un aproximado de 100 pupas al azar por recipiente, que fueron tapados con tela organza de 1000 m de porosidad hasta la emergencia de los adultos, que en parte se usaron en los bioensayos. Finalmente, se colocó externamente sobre cada tela organza un trozo circular de papel kraft para que las hembras ovipositen (Angeles & Alcazar 1995). Los adultos y demás estadios fueron mantenidos a temperatura fluctuante de 24 ± 3 °C y 65 % HR, y alimentados con agua azucarada de miel en proporción 3:1. Los ensayos fueron realizados con huevos a < 24 h de ovipuestos, en pruebas de aplicación tópica por inmersión. Las pruebas de mortalidad se realizaron con una cohorte de larvas neonatas de < 24 h de eclosionadas de los huevos, mediante ensayos en placas de petri de incorporación en dieta a 96 h de exposición. Los ensayos con las pupas se llevaron a cabo con individuos < 48 h en viales grandes, en pruebas de aplicación tópica por inmersión. Los ensayos con las formas adultas se realizaron con cohortes de individuos de < 48 h de emergidos de las pupas, empleando pruebas de contacto residual en viales grandes de vidrio (5 cm de altura x 2 cm de diámetro). Todos los bioensayos se realizaron bajo condiciones de oscuridad para evitar el efecto de la fotólisis de los bioplaguicidas (Calow 1993).

Bioensayos

Para todos los bioensayos con lantana y molle se incluyó una concentración con la máxima cantidad de solvente

empleada (hexano y acetona). Se realizaron bioensayos preliminares («screening tests») y definitivos. Se usó generalmente un factor de dilución de 0,5 para el cálculo de las concentraciones crecientes empleadas. Los valores de pH se midieron en dos réplicas al inicio de los bioensayos, estandarizándose a 6 ± 0,5 (Iannacone & Gutierrez 1999). Los bioensayos se realizaron a una temperatura entre 24 ± 3 °C.

Toxicidad por aplicaciones tópicas (Inmersión). Se realizaron las aplicaciones tópicas por inmersión, usando huevos y pupas de *P. operculella*, los huevos estuvieron adheridos a papel kraft con aproximadamente 20 por cada trozo (los trozos de papel variaron en tamaño debido a que los huevos no son colocados uniformemente), y 20 pupas por concentración, durante 5 s en pequeñas placas petri de plástico en las concentraciones de las sustancias botánicas insecticidas, el cartap y en agua destilada, siguiendo las recomendaciones de Edomwande et al. (2000) y de Thomazini et al. (2000). Después de la inmersión, los huevos y las pupas fueron colocados en papel Tissue® por 10 min, para absorber lo restante de las soluciones acuosas o de los solventes respectivos, y permitiendo el secado ambiental durante 1 h. Esto está en conformidad con el procedimiento propuesto por Rodríguez (1995). Se aplicaron por lo menos dos concentraciones crecientes en mg (IA) L⁻¹ de los dos extractos botánicos (nim y rotenona) y el cartap en el agua destilada. Los extractos de lantana y molle se evaluaron en extractos acuosos al 10 % (F₁), hexánico al 10 % (F₂) y acetónico al 10 % (F₃). Se trataron huevos con < 24 h de ovipuestos y con pupas con < 48 h con cada concentración de cada sustancia evaluada (20 huevos o cinco pupas/repetición). Los huevos y las pupas fueron aislados en viales de vidrio grandes. Los viales fueron colocados en posición horizontal en una caja de plástico. Después de las aplicaciones tópicas, los viales se mantuvieron tapados en oscuridad, bajo condiciones de cría, realizándose las lecturas hasta la eclosión de las larvas o adultos sobre el 90 % en el agua destilada. El porcentaje de eclosión de huevos se calculó contando el número de huevos que tenían al menos un orificio de salida larvaria, dividiéndolo entre el número total de huevos fértiles y multiplicándolo por 100. El porcentaje de emergencia de pupas se calculó contando el número de pupas que tenían al menos un orificio de salida del adulto, dividiéndolo entre el número total de pupas y multiplicándolo por 100. La toxicidad para el nim, rotenona y cartap se expresó en mg (IA) L⁻¹ y para los extractos de molle y lantana se expresó en porcentaje.

Toxicidad por contacto-residual. Estos ensayos se llevaron a cabo para los adultos. Las pruebas toxicológicas se realizaron con cohortes de hembras y machos adultos colocados al azar y de < 48 h de emergidos de las pupas. Los bioensayos se realizaron bajo condiciones de oscuridad. Las lecturas se realizaron en viales grandes tapados con una torunda de algodón en ensayos estáticos. El indicador de la prueba de mortalidad fue la inmovilización de los especímenes adultos, durante 10 s de observación bajo microscopio estereoscópico. Los adultos fueron alimentados antes de los bioensayos toxicológicos con una solución de miel de abejas. Los extractos botánicos disueltos en agua destilada y el agua destilada se aplicaron en viales de vidrio esparciendo 25 mL por vial. Todos los viales fueron tapados con una torunda de algodón y las concentraciones acuosas se colocaron con la ayuda de una pipeta automática con puntas descartables y luego con un hisopo se esparcieron homogéneamente sobre la superficie interna del vidrio. Sin embargo, este procedimiento, no previene que los insectos se adhieran a la superficie no tratada (torunda de algodón). Posteriormente se permitió el secado de los viales a temperatura ambiente durante 2 h o alternativamente a una temperatura de 35 °C en una estufa durante 1 h con sus respectivos tapones o torundas de algodón. Para cada uno de los tratamientos se utilizaron 20 individuos. Los individuos se consideraron muertos cuando no se posaron sobre los viales y se encontraron en el fondo del recipiente con las patas hacia arriba, durante 10 s de observación al microscopio estereoscópico. El tratamiento control consistió en agua destilada. Se utilizaron cuatro repeticiones (1 vial = 1 repetición) por tratamiento. Se condujeron ensayos de toxicidad aguda estáticos de residuos en oscuridad. Los viales se mantuvieron en condiciones de cría y oscuridad, y se observó la mortalidad acumulada a 12, 24 y 48 h de exposición (Hassan 1992). Las lecturas se continuaron siempre y cuando la mortalidad en el control no fuera mayor al 30 %. Se colocaron cinco adultos al azar por vial. Las condiciones del ensayo fueron de 24 ± 3 °C. La toxicidad se expresó en mg (IA) L⁻¹ y para los extractos de molle y lantana se expresó en porcentaje.

Toxicidad de incorporación a dieta. Estos ensayos se llevaron a cabo para las larvas neonatas de < 24 h de eclosionadas de los huevos. Cada repetición constó de un foliolo fresco de papa (variedad "Huayro") ($\pm 0,5$ g o 5 cm de largo) tratada con los extractos durante 5 s en una placa petri y dejados a secar en un lugar ventilado durante 2 h, en papel Tissue®. El empleo de la variedad huayro fue debido a su disponibilidad en el CCB-

SENASA. Los extractos se incorporaron al foliolo por inmersión, por lo que después se evaporó el disolvente (48 h a 40 °C en estufa); posteriormente un foliolo (= una repetición) se colocó en placas de petri de 150 x 25 mm con 10 larvas neonatas. El ensayo se continuó hasta que la mortalidad en el control (=agua destilada) fue mayor al 30 %.

Diseño experimental y tratamiento estadístico. Todos los bioensayos de toxicidad con huevos, larvas, pupas y adultos se evaluaron con las concentraciones nominales respectivas, en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado (DBCR). La eficacia de los tratamientos se evaluó a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA) de dos vías, con el modelo aditivo lineal, previa transformación de los datos a arcoseno (porcentaje de mortalidad de adultos/larvas, eclosión de huevos o emergencia de pupas/100)^{0.5} antes del análisis, para estabilizar el error de la varianza (Zar 1996). En el caso de existir diferencias significativas entre las réplicas y entre los tratamientos se realizó una prueba DVS (Diferencias Verdaderamente Significativas) de Tukey (Norman & Streiner 1996). Además, se empleó un ANDEVA para determinar si existían diferencias en los porcentajes de mortalidad de adultos, en diferentes periodos de exposición. Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbott, cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control o agua destilada (Dionisio 2001). Cuando el efecto de mortalidad larvaria y de adultos en uno de los tratamientos fue menor que el control, los valores fueron ajustados a cero. Los resultados del análisis están en conformidad con el procedimiento de la American Society for Testing and Materials en pruebas de toxicidad (ASTM 1989). Para el cálculo de la estadística descriptiva e inferencial se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 7,5. Los datos no transformados se presentan en los cuadros respectivos.

Resultados

Los porcentajes de eclosión de huevos a las concentraciones empleadas de azadiractina de 16 y 32 mg (IA) L⁻¹, no mostraron diferencias significativas en comparación con el testigo absoluto (agua destilada) (Cuadro 1). A las concentraciones de 800 y 1600 mg (IA) L⁻¹ de rotenona y 2500 y 5000 mg (IA) L⁻¹ de cartap, si existieron diferencias significativas en el porcentaje de eclosión de huevos. Con relación a los extractos acuosos de lantana y molle, ninguno mostró efectos ovicidas significativos en comparación con el control (agua destilada) (Cuadro 1). Sólo los extractos acetónicos al 10 % de lantana y hexánico al 10 % de

CUADRO 1. Efecto de la rotenona, azadiractina, lantana, molle y cartap en la eclosión de huevos, en la mortalidad larvaria y en la emergencia de pupas de *Phthorimaea operculella*.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	% eclosión de huevos	Sig.	% mortalidad larvaria	Sig.	% emergencia	Sig.
agua destilada	96,98	a	16,3 (0) ²	a	85	a
rotenona						
400	ND		92,5 (91,04)	c	ND	
800	56,78	bc	97,5 (97,01)	c	80	a
1 600	40,28	c	ND		65	a
azadiractina						
8	ND		68 (61,76)	b	ND	
16	93,56	a	78 (73,72)	b	ND	
32	93,71	a	100 (100)	c	90	a
64	ND		ND		75	a
lantana ¹						
acuoso (F ₁)	93,96	a	80 (77,29)	b	85	a
hexánico (F ₂)	72,70	b	62,5 (55,19)	b	90	a
acetónico (F ₃)	93,61	a	82,5 (79,09)	b	70	a
molle ¹						
acuoso (F ₁)	89,56	a	92 (90,44)	bc	90	a
hexánico (F ₂)	91,34	a	57,5 (49,22)	b	75	a
acetónico (F ₃)	66,95	b	90 (88,05)	bc	75	a
control de solvente hexánico	81,55	a	ND		65	a
control de solvente acetónico	86,51	a	ND		70	a
cartap						
1 250	ND		97,5 (97,01)	c	ND	
2 500	66,31	b	100 (100)	c	ND	
5 000	57,02	b	ND		95	a
10 000	ND		ND		85	a

Promedios en una misma línea vertical, seguidos por la misma letra minúscula, no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión 7.5).

Sig.= Significancia.

Se emplearon 80 huevos por cada tratamiento o concentración.

Se emplearon 40 larvas por cada tratamiento o concentración.

Se emplearon 20 pupas por cada tratamiento o concentración.

¹ = La concentración es para todos los casos al 10 % y no en mg (IA) L⁻¹.

² = Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

ND = No determinado.

molle presentaron efectos en la eclosión de los huevos, estadísticamente diferentes al agua destilada.

El Cuadro 1, indica los porcentajes de mortalidad de la L₁ a diferentes extractos botánicos. La rotenona mostró 92,5 % de mortalidad desde 400 (IA) L⁻¹. La azadiractina desde 8 mg (IA) L⁻¹ mostró 55,86 % de mortalidad larvaria. Los extractos acuosos de lantana y molle mostraron efectividad en el control larvario sobre el

70 % y fueron altamente significativos en comparación con el agua destilada. No se observaron diferencias significativas entre la F₂ y F₃ del molle y de la lantana. A concentraciones de cartap desde 1250 mg (IA) L⁻¹ se observan mortalidades de 97,5 %.

Los porcentajes de emergencia pupales no se vieron afectados por el efecto de los extractos botánicos y por el cartap (Cuadro 1).

CUADRO 2: Efecto de la rotenona, azadiractina, lantana, molle y cartap en la mortalidad de adultos de *Phthorimaea operculella*.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	12 h		24 h		48 h	
	% mortalidad	Sig.	% mortalidad	Sig.	% mortalidad	Sig.
agua destilada	5(0) ¹	aA	10(0) ¹	aA	15(0) ¹	aA
rotenona						
400	0(0)	aA	0(0)	aA	0(0)	aA
800	0(0)	aA	5(0)	aA	5(0)	aA
1 600	0(0)	aA	5(0)	aA	5(0)	aA
3 200	5(0)	aA	10(0)	aA	10(0)	aA
azadiractina						
8	10(5,62)	aA	15(11,11)	aA	20(5,88)	aA
16	5(0)	aA	5(0)	aA	10(0)	aA
agua destilada	0(0)	aA	0(0)	aA	0(0)	aA
lantana ²						
acuoso (F ₁)	0 (0)	aA	12,5 (2,77)	aA	12,5 (0)	aA
hexánico (F ₂)	6,25 (1,32)	aA	10 (0)	aA	10 (0)	aA
acetónico (F ₃)	0 (0)	aA	12,5 (2,77)	aA	12,5 (0)	aA
molle ²						
acuoso (F ₁)	12,5 (7,89)	aA	20 (11,11)	aA	25 (11,76)	aA
hexánico (F ₂)	0 (0)	aA	20 (11,11)	aB	22,5 (8,82)	aB
acetónico (F ₃)	37,5 (34,21)	bA	40 (33,33)	bA	42,5 (32,35)	bA
cartap						
5000	100 (100)	cA	100 (100)	cA	100 (100)	cA
10 000	100 (100)	cA	100 (100)	cA	100 (100)	cA

Promedios en una misma línea vertical, seguidos por la misma letra minúscula, no difieren significativamente a $P=0,05$. Prueba de Tukey (SPSS, versión 7,5).

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a $P=0,05$. Prueba de Tukey (SPSS, versión 7,5).

Sig.= Significancia

Se emplearon 20 adultos por cada tratamiento o concentración.

¹ = Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

² = La concentración es para todos los casos al 10 % y no en mg (IA) L⁻¹.

Al evaluar el efecto de la rotenona, azadiractina, lantana, molle y cartap en la mortalidad de adultos, en todos los casos no existieron diferencias en los tiempos de exposición y entre ninguno de los tratamientos evaluados, a excepción de la F₂ de la lantana a 24 h y a 48 h (Cuadro 2).

Discusión

El análisis de la literatura ha mostrado que, en el Perú, la polilla de la papa es la especie insectil más utilizada para evaluar la efectividad de diferentes plantas con propiedades biocidas (Das 1995; Iannacone 2001). Sin embargo, se ha podido notar que existen diferentes protocolos estandarizados para *P. operculella* para detectar actividad bioinsecticida en condiciones de

laboratorio. En nuestro estudio se observó que el primer estadio larval presentó las mayores sensibilidades en comparación con los huevecillos, pupas y los adultos (Cuadros 1 - 2). Zalucki et al. (2002) han encontrado que las formas larvianas de primer estadio son las más sensibles al estrés ambiental, entre ellos los productos químicos tóxicos.

No se encontró efecto ovicida de la azadiractina sobre *P. operculella*, inclusive a concentraciones ligeramente mayores que las recomendadas para su uso. Otra meliácea *Trichilia pallida* Swartz, no produjo efectos en la viabilidad de los huevos de *T. absoluta* (Thomazini et al. 2000). Sin embargo, Gahukar (2000), ha demostrado efecto ovicida de la azadiractina sobre los lepidópteros

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith), *Helicoverpa virescens* (F) y *Earias vittella* F.

Roel (1998) ha señalado que la efectividad de un extracto botánico depende de la sustancia orgánica empleada para su extracción (acetona, metanol, hexano o acetato de etilo). Maguiña & Iannacone (2000) señalan que los extractos orgánicos botánicos presentan mayor actividad que los acuosos en el camarón salino *Artemia franciscana* (Kellog). Nuestros resultados muestran que la lantana y el molle en extractos orgánicos presentaron efectos ovicidas significativos en comparación con el agua destilada (Cuadro 1).

Valdivia et al. (2000) han demostrado que el extracto acuoso del nim fue ligeramente más efectivo en comparación con el extracto acuoso de limón y el aceite esencial de eucalipto sobre las larvas de primer estadio de *P. operculella* en términos de concentración letal media (CL₅₀). Sin embargo, si se analiza el tiempo letal medio (TL₅₀), es mucho mayor debido a que este producto induce deformación y muerte lenta de las larvas. El nim sólo produjo efectos a nivel larvario, no causando efectos ovicidas, ni pupicidas, ni adulticidas. Esto se debería al mecanismo de acción del nim, que es un regulador del crecimiento de larvas de lepidópteros. Además, de otros componentes presentes en el extracto del grupo de los limonoides (melantriol, salinina, nimbina, deacetylazadiractinol, 3-deacetylalanina y salanol) que ejercerían efecto biocida (Cubillo et al. 1999). Viana et al. (2000) señalaron que extractos acuosos del nim produjeron efectos en la longitud larval, peso y ancho de la cápsula cefálica a 10 d de exposición sobre *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).

Graf & Roman (2000) indicaron que la rotenona, bajo la formulación de polvo seco, tuvo los mejores efectos en comparación con otros once tratamientos en la disminución del número de tubérculos dañados por la polilla de la papa.

A pesar que Schmutterer (1997) y Cubillo et al. (1999) señalan que el nim y la rotenona presentan un ligero efecto de contacto, nuestros resultados en ensayos de mortalidad en adultos de *P. operculella* no muestran efecto de la azadiractina a las dos concentraciones evaluadas y de la rotenona a las cuatro concentraciones ensayadas (Cuadro 2).

Valles & Capinera (1993) en un ensayo de laboratorio con *Spodoptera eridania* (Cramer), mostraron que la rotenona tuvo poco efecto en la mortalidad larval. Yoshida & Toscano (1994) para *H. virescens* mostraron que la rotenona tuvo menor actividad que la azadiractina en condiciones de laboratorio.

Siqueira et al. (2000b) indica que el cartap provocó altos niveles de resistencia sobre *T. absoluta*, debido a los altos niveles de uso sostenido por los agricultores.

Finalmente, nuestros resultados muestran que los extractos botánicos: rotenona, azadiractina, molle y lantana, y el carbámico cartap pueden ser recomendados para el control de plagas y parecieran ser compatibles en el MIP. Sin embargo, estos productos deben ser evaluados en ensayos ecotoxicológicos sobre componentes de la fauna benéfica pertenecientes al ecosistema agrícola (Iannacone 2001). Iannacone & Lamas (2002) señalan que en general, la rotenona, la azadiractina, y el cartap, pueden ser utilizadas en programas MIP que incluyen el uso del depredador *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae), pero es importante seguir algunas recomendaciones. Estos productos no deben utilizarse en concentraciones más altas que las recomendadas para el control de plagas para evitar efectos negativos en este depredador. Además, dado que las liberaciones de *C. externa* se hacen principalmente en la fase de huevos y larvas, estas liberaciones no deben realizarse en la misma época en que se aplican estos extractos botánicos y el cartap y afectar al control biológico de la plaga.

Agradecimientos

A todo el personal del Programa Nacional de Control Biológico (PNCB) por las facilidades brindadas a la presente investigación.

Referencias

- ANGELES I R, ALCÁZAR J. 1995. Susceptibilidad de la polilla *Scrobipalpaloides absoluta* al virus de la granulosis de *Phthorimaea operculella* (PoVG). Rev Peruana Entomol 38:65-70.
- ASTM. 1989. Standard guide for conducting acute toxicity tests with fishes, macroinvertebrates and amphibians. Guide no. E729-88a. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, USA.
- BENNER J.P. 1996. Crop protection agents from higher plants-an overview. In: Copping L.G. (ed.). Crop protection agent from nature: Natural products and analogues. Cambridge, Royal Society of Chemistry. pp. 217-229.
- BEZERRIL E.F, CARNEIRO J.D.S, TORRES-FILHO J. 1992. Chemical control of the leafminer *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Ibiapaba Plateau, Ceara. An Soc Entomol Bras 21:217-224.
- CALOW P. 1993. Handbook of ecotoxicology. Blackwell Science Ltd. Vol. I. 478 pp.
- CISNEROS F, ALCÁZAR J, PALACIOS, ORTIZ O. 1995. Una estrategia para el desarrollo e implementación del Manejo Integrado de Plagas. CIP Circular 21 (3):2-7.

- COLL M, GAVISH S, DORI I. 2000. Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), in two potato cropping systems in Israel. *Bull Entomol Res* 90: 309-315.
- CUBILLO D, SANABRIA G, HILJE L. 1999. Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 53: 65-71.
- DAS G P. 1995. Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Crop Protection* 14: 631-636.
- DIKSHIT A, NAQVI A A, HUSAIN A. 1986. *Schinus molle*: a new source of natural fungitoxicant. *Appl Environ Microbiol* 51: 1085-1088.
- DIONISIO M. 2001. Efecto de dos subespecies de *Bacillus thuringiensis*: *aizawai* y *kurstaki* sobre tres especies de las polillas de la papa: *Phthorimaea operculella* (Zeller), *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Tuta absoluta*. Tesis para optar el Título de Licenciada en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. 107 pp + anexos.
- DUA V K, GUPTA N C, PANDEY A C, SHARMA V P. 1996. Repellency of *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers against *Aedes* mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc* 12: 406-408.
- EDOMWANDE E O, SCHOEMAN A S, BRITS J A, VAN DER MERWE M. 2000. Laboratory evaluation of lufenuron on immature stages of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae). *J Econ Entomol* 93: 1741-1743.
- GAHUKAR R T. 2000. Use of neem products/pesticides in cotton pest management. *International J Pest Management* 46: 149 -160.
- GHUISABERTI E L. 2000. *Lantana camara* L. (Verbenaceae). *Fitoterapia* 71: 467-486.
- GOMERO L O. 2000. Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas. In: *Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo*. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. pp. 13- 26.
- GRAF B, ROMAN J Q. 2000. Control ecológico de la polilla de la papa en almacén. In: *Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo*. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. pp. 131-134.
- GRUBER A K. 1992. Biología y ecología del árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss): extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. *CEIBA* 33: 249-256.
- GUNDIDZA M. 1993. Antimicrobial activity of essential oil from *Schinus molle* Linn. *Cent Afr J Med* 39: 231-234.
- HASSAN S. A. 1992. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. *IOBC/ WPRS Bulletin* 1992/XV/3.
- HOLLOWAY J D, BRADLEY J D, CARTER D J. 1987. 1 Lepidoptera. *CIE Guides to insects of importance to man*. CAB International Institute of Entomology. British Museum Natural History. London- England. 262 pp.
- HOSS R. 1999. Recursos Botánicos con potencial Biocida: Conceptos Básicos y métodos de análisis. 1^{era} Ed. Lima, Perú: Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). 80 pp.
- IANNACONE J A. 2001. Uso y perspectivas de insecticidas botánicos. Reviviendo y modernizando una antigua técnica con plaguicidas etnobotánicos. Libro de Resúmenes del Simposio Internacional de Medio ambiente y uso de recursos naturales para el desarrollo sustentable. Lima 15 al 19 de noviembre, 2001.
- IANNACONE J A, GUTIÉRREZ A. 1999. Ecotoxicidad de los agroquímicos lindano y clorpirifos sobre el nemátodo *Panagrellus*, la microalga *Chlorella* y el ensayo con *Allium*. *Agricultura Téc (Chile)* 59: 85-95.
- IANNACONE J A, LAMAS G. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 65: 92-101.
- IANNACONE J A, MONTORO I. 1999. Empleo de poblaciones de colémbolos como bioindicadores del efecto de plaguicidas en el cultivo de tomate en Ica, Perú. *Rev Peruana Entomol* 41: 103-110.
- IANNACONE J A, MURRUGARRA Y. 2000. Fluctuación poblacional del predador *Metacanthus tenellus* Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos Rotenona y Neem en el cultivo de Tomate en el Perú. *Rev Col Entomol* 26: 89-97.
- IANNACONE J A, REYES M. 2001. Efecto en las poblaciones de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) por los insecticidas botánicos neem y rotenona en el cultivo de tomate en el Perú. *Rev Col Entomol* 27: 147-152.
- KROSCHER J, KOCH W. 1996. Studies on the use of chemical botanical and *Bacillus thuringiensis* in the management of the potato tuber moth in potato stores. *Crop Protection* 15:197- 203.
- LANDIS D A, WRATTEN S D, GURR G M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu Rev Entomol* 45: 175-201.
- LOCK D U O. 1994. Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. PUCP. Lima, 302 pp.

- LÓPEZ M T R, VENDRAMIN J D. 2001. Resistance of potato genotypes to by the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Sci Agric* 58: 25-31.
- MA D L, GORDH G, ZALUCKI M P. 2000. Toxicity of biorational insecticides to *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and predators in cotton field. *International J Pest Management* 46: 237-240.
- MAGUINA A A, IANNAcone J. 2000. *Artemia franciscana* Kellog 1906 "Camarón salino" como agente de bioensayo para evaluar cinco extractos crudos de plantas con propiedades antiparasitarias. *Bol Soc Quim Perú* 66: 154-169.
- MALAKAR R, TINGER W. 1999. Resistance of *Solanum berthaultii* foliage to potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *J Econ Entomol* 92: 497-502.
- Molina N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 59: 76-77.
- NORMAN G R, STREINER D L. 1996. *Bioestadística*. Mosby/Doyma Libros. 260 pp.
- PALACIOS M, RAMAN K V. 1992. El Centro Internacional de la papa y su papel en la difusión de programas de manejo integrado de la polilla *Phthorimaea operculella* (Zeller). Libro de Resúmenes XXXIV Convención Nacional de Entomología. Lima, UNALM, 8- 12 noviembre 1992. p. 60.
- PASCUAL M J V. 1996. Evaluación de la actividad insecticida de extractos vegetales de *Chrysanthemum coronarium* L. *Bol San Veg Plagas* 22: 411-420.
- PICANÇO M, FILHO A P, LEITE G L D, MATIOLI A L. 1999. Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 54: 27-30.
- RAE D J, WATSON D M, LIANG W G L I M, HUANG M D, DING Y, XIONG J J, DU D P, TANG J, BEATTIE A C. 1996. Comparison of petroleum spray oils, abamectina, cartap, and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern China. *J Econ Entomol* 89:493-500.
- REIS P R, SOUZA J C D. 1998. Chemical control of *Tuta absoluta* (Meyrick) in staked tomato plants. *Ciencia e Agrotecnol* 22:13-21.
- RAMAN K V. 1988. Manejo Integrado de Plagas de la papa en los países del tercer mundo. *CIP Circular* 16(1): 1-9.
- RAMAN K V, BOOTH R H, PALACIOS M. 1987. Control of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in rustic potato stores. *Trop Sci* 27: 175-194.
- REATEGUI R F, PERUANO G M. 1999. Efecto del aceite esencial de *Lantana camara* L. sobre la oviposición de *Phthorimaea operculella* Z. *Anales Científicos UNALM Perú*.15: 168- 173.
- RODRÍGUEZ A B, SÁNCHEZ G V. 1999. Influencia de la dieta alimentaria, tubérculos de papa en el ciclo de desarrollo de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller). Libro de Resúmenes de la XL Convención Nacional de Entomología. p. 12.
- RODRÍGUEZ A M T, EGUSQUIZA R. 1996. Efecto del molle (*Schinus molle*) y sus extractos en el control de *Phthorimaea operculella* en almacenes de papa. Sociedad Entomológica del Perú. Resúmenes y programa de la 38 Convención Nacional de Entomología. Chinchá (Perú). SEP. FONAGRO, Chinchá. p.23.
- RODRÍGUEZ H C. 1995. Efeito de extractos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Piracicaba. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 135 p.
- ROEL A R. 1998. Efeito de extractos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) na sobrevivência e desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). [Tese Doutorado]. Piracicaba: Universidade de Sao Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 115 p.
- SÁNCHEZ G V, VERGARA C C. 1991. Plagas de papa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. 255pp.
- SCHMUTTERER H. 1997. Side effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites. *J Appl Entomol* 121:121-126.
- SHARMA O P. 1984. A review of the biochemical effects of *Lantana camara* toxicity. *Vet. Hum Toxicol* 26: 488-493.
- SHARMA O P, MAKKAR H P, DAWRA R K. 1988. A review of the noxious plant *Lantana camara*. *Toxicon* 26:975-987.
- SHARMA S, SHARMA O P, SINGH B, BHAT T K. 2000. Biotransformation of landadenes, the pentacyclic triterpenoid hepatoxins of lantana plant, in guinea pig. *Toxicon* 38:1191-1202.
- SIQUEIRA H A A, GUEDES R N C, PICANÇO M, OLIVEIRA E E. 2000a. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000. 664 p.
- SIQUEIRA H A A, GUEDES R N C, PICANÇO M, MAGALHAES L C. 2000b. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000. 664 p.

- SUTHERLAND J P, BAHARALLY V, PERMAUL D. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. *Entomotopica* 17: 97-101.
- SYDMONSDON W O C, SUNDERLAND K D, GREENSTONE M H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents?. *Annu Rev Entomol* 47:561-594.
- TENORIO J. 1996. Biología, comportamiento y control de las polillas de la papa: *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Phthorimaea operculella* (Séller) en Cajamarca. [Tesis Ingeniero Agrónomo]. Lima: Universidad Nacional Autónoma La Molina.
- THOMAZINI A P B W, VENDRAMIM J D, LOPES M T R. 2000. Extractos acuáticos de *Trichilia pallida* e atracado tomateiro. *Sci Agric* 57:13-17.
- VALDIVIA L, PALACIOS M, LAGNAOUI A. 2000. Efecto de diferentes concentraciones de extracto de nim, aceite esencial de eucalipto y esencia de limón en el desarrollo de larvas de *Phthorimaea operculella*. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. pp. 111-122.
- VALDIVIESO L J. 1991. Manual de Control Integrado de Plagas Agrícolas. Ediciones CDPI-CIP. 58 pp.
- VALLES S M, CAPINERA J L. 1993. Response of larvae of the southern armyworm, *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae), to selected botanical insecticides and soap. *J Agri Entomol* 10:145-153.
- VIANA P M, PRATES H T, CRUZI I, WAQUIL J M. 2000. The effect of aqueous extract of *Azadirachta indica* leaves on the control of *Spodoptera frugiperda* fed with corn leaves. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000. 664 p.
- VILCAPOMA G. 2000. Especies biocidas en el Perú. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. pp. 27-46.
- WEENEN H, NKUNYA M H, BRAY D H, MWASUMBI L B, KINABO L S, KILIMALI V A. 1990. Antimalarial activity of Tanzanian medicinal plants. *Planta Med* 56:368-370.
- XIA Q, TAN P, FEN X, CHEN M, KAJIHARA N, MINAI M, HOSAKA Y. 1992. Assessment of the molluscicidal activities of tribromosolan, cartap and chlrothalonil against *Oncomelania hupensis*. *Jpn J Med Sci Biol* 45:75-80.
- YOSHIDA H A, TOSCANO N C. 1994. Comparative effects of selected natural insecticides on *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J Econ Entomol* 87:305-310.
- ZALUCKI M P, CLARKE A R, MALCOLM S B. 2002. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera. *Annu Rev Entomol* 47:361-393.
- ZAR J H. 1996. Biostatistical analysis. 3th Ed. Prentice-Hall. Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662 pp.

Recibido: 15-v-2002

Aceptado: 09-v-2003

Correcciones devueltas por el autor: 23-iv-2003