

Toxicidad de la azadiractina y del triclorfón sobre especies presentes en los cultivos de arroz de las marismas del Bajo Guadalquivir

A. JIMÉNEZ, J. L. RAMÍREZ, E. CANO y M. E. OCETE

La toxicidad de la azadiractina y del triclorfón fue determinada sobre cuatro especies presentes en las tablas de arroz de las Marismas del Bajo Guadalquivir. Las especies seleccionadas fueron *Procambarus clarkii* Guirard (Decapoda, Cambaridae), *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae), *Chironomus* sp Linné (Diptera, Chironomidae) y *Cloeon* sp Leach (Ephemeroptera, Ephemeridae).

El Test utilizado para determinar el grado de toxicidad sobre cada una de las especies fue el Test LC₅₀, calculado mediante Probit Analysis. Las condiciones en las que se realizaron los ensayos fueron: fotoperiodo 16 Luz:8 Oscuridad, temperatura 25 °C y tuvo una duración de 24 horas.

La toxicidad de ambos productos para cada una de las especies ensayadas, se obtuvo mediante el cálculo de la relación existente entre los LC₅₀ (LC₅₀ Triclorfón/LC₅₀ Azadiractina).

Los valores de LC₅₀ para azadiractina fueron sobre *Procambarus clarkii* 0,057 mg/l, *Daphnia magna* 0,019 mg/l, *Chironomus* sp 0,00026 mg/l y *Cloeon* sp 0,22 mg/l. Los valores de LC₅₀ para triclorfón fueron sobre *Procambarus clarkii* 5,15 mg/l, *Daphnia magna* 0,088 mg/l, *Chironomus* sp 0,79 mg/l y *Cloeon* sp 2,74 mg/l.

A. JIMÉNEZ, J. L. RAMÍREZ, E. CANO y M. E. OCETE: Laboratorio de Zoología Aplicada, Dpto. Fisiología y Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, 6. 41012 Sevilla.

Palabras clave: *Procambarus clarkii*, *Daphnia magna*, *Chironomus*, *Cloeon*, toxicidad, azadiractina, triclorfón.

INTRODUCCIÓN

Las marismas del Bajo Guadalquivir (Sevilla, España) están consideradas por la F.A.O. como una de las zonas más importantes para la producción de arroz (*Oryza sativa*) a nivel mundial (ADAO, 1991), teniendo destinadas al cultivo de arroz unas 35.000 ha (LLISO, 1993). Este cultivo se realiza de forma tradicional, incluyendo el uso de fertilizantes y de productos fitosanitarios, siendo característico en él el flujo continuo de agua (CARO, 1992). Dado que se trata de una zona limítrofe con el Parque Nacional de Doñana, el uso de insecticidas se encuentra muy restringido, los únicos permitidos son malatión

y triclorfón debido a su baja toxicidad para las aves (STEVENS, 1992).

En esta zona, los daños más frecuentes que se producen en el cultivo de arroz ocurren en las fases iniciales y en la fase lechosa del grano, estos últimos producidos por la «pudenta» (*Eusarcoris incospicua*) y muy localizados en el espacio (BATALLA, 1971).

Sin embargo, las mayores pérdidas son producidas por las especies que actúan en las fases iniciales del cultivo, los denominados «gusanos rojos». Éstos son larvas de Quironómidos que se alimentan del endospermo de las semillas y de las raicillas de las plántulas, retardando el crecimiento vegetal y haciendo vulnerables, a la acción del vien-

to, los cultivos sembrados aéreamente (con avioneta). La actividad de las larvas provoca una pobre implantación de las plantas y aumentan la turbidez, reduciendo la fotosíntesis en las semilla sumergidas completamente (FERRARESE, 1992; STEVENS, 1994; STEVENS y WARREN, 1992; 1994; 1995a; 1995b). Este efecto también lo produce *Procambarus clarkii* como consecuencia de su actividad en las tablas de arroz, removiendo la tierra en sus desplazamientos (GRIGARICK y WAY, 1982; HILL *et al.*, 1982).

Estas especies pueden llegar a ocasionar pérdidas en la implantación de las plántulas del 95%. Por ello se hace necesario su control, pero minimizando las repercusiones negativas que el control químico tiene para el medio ambiente. El presente trabajo ha sido llevado a cabo para determinar el grado de susceptibilidad tanto de las especies plaga como de otras presentes en la tabla de arroz, a uno de los productos utilizados normalmente en las marismas del Bajo Guadalquivir, el triclorfón y a uno de origen natural, la azadiractina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las especies fueron seleccionadas por su mayor abundancia en las fases iniciales del cultivo y se recogieron en las marismas del Bajo Guadalquivir (UTM 29SQB534246) a lo largo del periodo de cultivo de 1997. Las especies seleccionadas figuran en el cuadro 1. Los cangrejos fueron capturados mediante una trampa pasiva (nasa) colocada tres días antes de su recolección y el resto

de las especies con una manga de luz de maya de 250 μm . Las muestras recogidas fueron transportadas en recipientes isotermos con oxígeno al laboratorio.

El período de adaptación fue de 48 horas para los cangrejos mientras que para el resto sólo de 4 horas. Las *Daphnias* que tenían ephipios fueron separadas para testar las nacidas en el laboratorio.

Las condiciones de laboratorio fueron de 25 ± 1 °C de temperatura y un fotoperiodo de 16:8 (Luz:Oscuridad). El agua utilizada para realizar los ensayos fue la procedente de la red y mantenida 48 horas con aireación, para ser declorada. Durante la realización de los test los individuos fueron mantenidos en ayunas.

Los productos utilizados, para la realización de las pruebas contenían triclorfón y azadiractina (cuadro 2).

Los test de cangrejos fueron realizados en acuarios de 44 litros, con una duración de 24 horas. La aireación se mantuvo con una bomba de acuarios de ≈ 85 ml/min. Los demás test se hicieron en placas de Petri (5 cm de diámetro), con una duración de 24 horas y sin aireación. Se realizaron 5 repeticiones y 5 controles de cada una de las concentraciones ensayadas.

Los datos de mortalidad para cada especie e insecticida fueron analizados mediante el programa «Probit», adaptado de Finney (1971) por Nogueira (1995). La toxicidad del triclorfón fue comparada con la de la azadiractina por el cálculo de un rango de la concentración media letal para cada producto. Un valor del rango $> 1,0$ sugiere que el triclorfón es más tóxico que la azadiractina y viceversa para un valor $< 1,0$ ratio (MAYER

Cuadro 1.—Especies ensayadas, tamaño o edad y número de individuos

Especies	Nombre común	Familia	Edad/Tamaño aprox.	N
<i>Procambarus clarkii</i>	Cangrejo rojo Cangrejo americano	Cambaridae	7 cm	120
<i>Chironomus</i> sp	Gusano rojo	Chironomidae	3. ^{er} y 4. ^o estadio larval	120
<i>Daphnia magna</i>	Pulga de agua	Daphniidae	≤ 24 h	300
<i>Cloeon</i> sp	Efímera	Ephemeraeidae	3. ^{er} y 4. ^o estadio larval	150

Cuadro 2.-Características de los productos utilizados

Materia activa	Riqueza m.a.	Dosis/Ha
Triclorfón; O,O-dimetil-(2,2-2 tricloro-hidroxietyl)-fosfonato	80%	2,4 kg
Azadiractina, Meliantriol y Nimbidin-t	0,3% Azadiractina	0,3 mg

y ELLERSIECK, 1986). La supervivencia fue analizada mediante un ANOVA ($\alpha < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de LC_{50} obtenidos para cada una de las especies y productos testados aparecen reflejados en el cuadro 3. En él podemos comprobar que los valores de LC_{50} para un mismo producto y las especies plaga (*Procambarus clarkii* y *Chironomus* sp) es muy distinto, resultado lógico dada la diferencia de tamaño existente entre ellas.

Los valores de LC_{50} para una misma especie y distinto producto muestran unas diferencias muy marcadas, excepto para *Daphnia magna*, los cuales nos dan una idea de la toxicidad de los productos. Una idea del grado de toxicidad que presenta cada uno de los productos para una especie se obtiene calculando el rango existente entre los valores de LC_{50} resultantes (cuadro 3), así los valores obtenidos para Triclorfón y Azadiractina resultan ser superiores a 1. Los rangos obtenidos para las especies plaga resultan ser muy superiores a los correspondientes a *D. magna* y *Cloeon* sp, lo que indica que la azadiractina es mucho más tóxica que el triclorfón para la primera que para la segunda.

P. clarkii es una especie que no sólo basa su importancia económica en las pérdidas que ocasiona en los arrozales, sino que además se comercializa para el consumo humano, por lo que, considerando además que las dosis de aplicación en campo recomendadas son 240 mg/l para triclorfón y 0,03 mg/l para azadiractina y los resultados de LC_{50} obtenidos, sería más aconsejable el uso de la azadiractina, tanto desde el punto de vista del control de plagas como ecotoxicológico. Por otro lado, el LC_{50} obtenido para *Chironomus* sp es 220 veces más bajo que el correspondiente para *P. clarkii*, por lo que el uso de la azadiractina disminuiría las poblaciones de los quironómidos, sin afectar a las de *P. clarkii*.

La dosis de aplicación en campo recomendada para la azadiractina es menor que el valor LC_{50} para *P. clarkii* y *Cloeon* sp (0,5 y 0,1 veces menos tóxico respectivamente) y mayor que el valor LC_{50} para *Chironomus* sp y *D. magna* (115 y 1,5 veces más tóxico respectivamente). Sin embargo, los valores de LC_{50} obtenidos para triclorfón son inferiores a los recomendados para todas las especies (46,5, 303, 87,6 y 2727 veces más tóxico para *P. clarkii*, *Chironomus* sp, *Cloeon* sp y *D. magna* respectivamente).

Si tenemos en cuenta la dosis de aplicación de campo (DC) de cada producto y los

Cuadro 3.-Toxicidad de la azadiractina y del triclorfón (mg/l). Tests de 24 h

Especies	Azadiractina $LC_{50} \pm SE$	Triclorfón $LC_{50} \pm SE$	Rango	LC_{50}/DC (Azadiractina)	LC_{50}/DC (Triclorfón)
<i>Procambarus clarkii</i>	0,05727 \pm 0,007	5,1556 \pm 0,471	90	17.185	0,024
<i>Chironomus</i> sp	0,00026 \pm 0,000031	0,7926 \pm 0,083	3.048	2.642	0,000108
<i>Daphnia magna</i>	0,019 \pm 0,0028	0,088 \pm 0,04	4,63	293,3	0,00079
<i>Cloeon</i> sp	0,22 \pm 0,15	2,74 \pm 0,36	12,45	9.133,3	0,0916

valores de LC_{50} podemos calcular la relación existente entre ellas (LC_{50}/DC por Ha) para cada uno de los organismos ensayados (cuadro 3). La azaridactina presenta valores muy superiores a 1 por lo que la dosis de campo recomendada no afecta a la supervivencia de estas especies. Por el contrario el triclorfón presenta unos valores muy inferiores a 1, siendo los quironómidos el grupo más afectado. Se ratifica que la azaridactina presenta una toxicidad muy inferior al triclorfón, a las dosis de campo recomendadas para las especies ensayadas.

Estos resultados quedan, también, confirmados por las siguientes consideraciones. En primer lugar, el triclorfón presenta una baja toxicidad para *Chironomus tepperi*, respecto de insecticidas organofosforados comúnmente utilizados en agricultura (STEVENS, 1992). En segundo lugar, para *Procambarus clarkii* la toxicidad del triclorfón es más alta que para el malatión (CHEAH *et al.*, 1979-80; REPETTO *et al.*, 1988), insecticidas que se utilizan conjuntamente en los cultivos de arroz en las Marismas del Bajo Guadalquivir.

ABSTRACT

JIMÉNEZ, A.; RAMÍREZ, J. L.; CANO, E. y OCETE, M. E., 1998: Toxicidad de la azaridactina y del triclorfón sobre especies presentes en los cultivos de arroz de las marismas del Bajo Guadalquivir. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(Adenda al n.º 4): 1003-1008.

Azadirachtin and trichlorfon toxicity on four species present in the rice basins of the Guadalquivir river marshes was determined. The selected species were *Procambarus clarkii* Guirard (Decapoda, Cambaridae), *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae), *Chironomus* sp Linné (Diptera, Chironomidae) and *Cloeon* sp Leach (Ephemeroptera, Ephemeridae).

The LC_{50} 24 h test for each species and product were pooled and analysed using a computer program incorporating probit analysis, adapted from Finney (1971) by Nogueira (1995). The toxicity of trichlorfon was compared to that of azadirachtin by calculating a ratio of the mean lethal concentrations estimated for each product.

Laboratory conditions were temperature of 25 ± 1 °C and photoperiod of 16:8 (Light:Darkness).

The LC_{50} values of azadirachtin on *Procambarus clarkii* was 0.057 mg/l, *Daphnia magna* was 0.019 mg/l, *Chironomus* sp was 0.00026 mg/l and *Cloeon* sp was 0.22 mg/l. The LC_{50} values of trichlorfon on *Procambarus clarkii* was 5.15 mg/l, *Daphnia magna* was 0.088 mg/l, *Chironomus* sp was 0.79 mg/l and *Cloeon* sp was 2.74 mg/l.

Key words: *Procambarus clarkii*, *Daphnia magna*, *Chironomus*, *Cloeon*, toxicity, azadirachtin, trichlorfon.

REFERENCIAS

- ADAO, M. H., 1991: *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) espécie exótica em Portugal. Considerações sobre a ecobiologia e aspectos da sua biologia populacional na barragem de Monte Novo (Alentejo, Portugal). *Trabalho de síntese, Universidade de Evora, Evora*, 134 pp.
- BATALLA, J. A., 1971: La chinche del Arroz (Pudenta o Paulilla). Publ. Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España, Valencia. 24 pp.
- CARO, R., 1992: Cultivo y comercialización del arroz en el Bajo Guadalquivir. *Proyecto fin de carrera, Universidad de Sevilla*, 400 pp.
- CHEAH, M.-L., AVAULT, J. W. y GRAVES, J. B., 1979-1980: Some effects of rice pesticides on crayfish. *Louisiana Agriculture*, 23 (2): 1-3.
- FERRARESE, U., 1992. Chironomids of Italian rice fields. *Netherlands Journal of Aquatics ecology* 26 (2-4): 341-246.
- GRIGARICK, A. A. y WAY, M. O., 1982: Role of crayfish (Decapoda: Astacidae) as pest of rice in California and their control. *Journal of Economic Entomology*, 75 (4): 633-636.
- HILL, J. E.; ROBERTS, S. R.; BRANDON, D. M.; SCARDACI, S. C.; WILLIAMS, J. F.; WICK, C. M.; CANEVARI, W. M. y WEIR, B. L., 1992: Rice production in California. *Cooperative Extension University, Division of Agriculture and Natural Resources*, Pub. 21498, 22 pp.
- LLISO, J., 1993: El arroz. *Agrícola Vergel*, XII 136: 181-187.

- MAYER, F. L., Jr. y ELLERSIECK, M. R., 1986: Manual of acute toxicity: Interpretation and data base for 410 chemicals and 66 species of freshwater animals. Resource Publication 160. U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
- NOGUEIRA, A., 1995: Probit Analysis. Universidade de Coimbra. Coimbra (Portugal).
- REPETTO, G.; SANZ, P. y REPETTO, M., 1988: *In vivo* and *in vitro* of trichlorfon on esterases of the red crayfish *Procambarus clarkii*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **41**: 597-603.
- STEVENS, M. M., 1992: Toxicity of organophosphorus insecticides to fourth-instar larvae of *Chironomus tepperi* Skuse (Diptera: Chironomidae). *J. Aust. ent. Soc.*, **31**: 335-337.
- STEVENS, M. M., 1994: Emergence phenology of *Chironomus tepperi* Skuse and *Procladius paludicola* Skuse (Diptera: Chironomidae) during rice crop establishment in southern New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **34**: 1051-1056.
- STEVENS, M. M. y WARREN, G. N., 1992: Insecticide treatments used against a rice bloodworm, *Chironomus tepperi* (Diptera: Chironomidae): suppression of larval populations. *Journal of Economic Entomology*, **85** (5): 1606-1613.
- STEVENS, M. M. y WARREN, G. N., 1994: Field evaluation of plaster-based temephos pellets for residual control of midge larvae (Diptera: Chironomidae) in establishment rice crops. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **34**: 659-664.
- STEVENS, M. M. y WARREN, G. N., 1995a: Control of chironomid larvae (Diptera: Chironomidae) in establishing rice crops using starch-based chlorpyrifos pellets. *Journal of the American Mosquito Control Association*, **11** (2): 206-210.
- STEVENS, M. M. y WARREN, G. N., 1995b: Efficacy of malathion seed treatments for chironomid control in aerially-sown rice crops. *International Journal of Pest Management*, **41** (3): 157-160.

(Recepción: 12 enero 1998)

(Aceptación: 30 marzo 1998)

