

# ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE EXTRACTOS DE HOJAS DE TOMATE SOBRE *ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS* (L.) (COLEOPTERA: SILVANIDAE)

## BIOLOGICAL ACTIVITY OF TOMATO LEAVES EXTRACTS ON *ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS* (L.) (COLEOPTERA: SILVANIDAE)

Guillermo Heit<sup>1</sup>; Silvia M. Rodríguez<sup>1</sup>; Ana M. Folcia<sup>1</sup>; Margarita Yaber Gras<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos concentraciones de extracto de hojas proveniente de variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), una de fruto redondo (cv. Marmande), y otra de fruto perita (cv. Río Grande); y una cruce de *Lycopersicon peruvianum* x *Lycopersicon pimpinellifolium*, en una dieta base en la que se alimentaron adultos, de *O. surinamensis*. Se cuantificó la mortalidad de adultos y sobre la descendencia de los sobrevivientes se midió la duración del estado larval y pupal. Se realizó un ANDEVA para determinar el porcentaje de mortalidad y duración de los estados larval y pupal. Posteriormente se realizó un test de comparaciones de medias (Tukey). La especie silvestre mostró superioridad respecto a las especies cultivadas, observándose diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad de la plaga respecto al resto de los tratamientos.

**Palabras clave:** Extractos vegetales, metabolitos secundarios, *Lycopersicon esculentum*, *L. Peruvianum*, *L. Pimpinellifolium*, híbrido interespecífico.

### ABSTRACT

The effects of two concentrations of extracts from leaves of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv "Marmande" and cv "Big River", and from an intercross of *Lycopersicon peruvianum* x *Lycopersicon pimpinellifolium* were evaluated. The extracts provided the base diet on which the *O. surinamensis* adults were fed. A 'complete randomized design' -DCA- was used working with a 35 cm<sup>3</sup> flask as the sampling unit randomized. Eight treatments were carried out. The survival of *O. surinamensis* L. adults was evaluated and the population dynamics of their offspring was studied. Data analysis was performed through an ANOVA and the Tukey's test ( $p < 0.05$ ), corresponding to bioassays repeated in time. The wild species showed a greater efficiency than the cultivated varieties and significant differences in the survival rates were also observed with the other treatments.

**Key words:** Vegetable extracts, secondary metabolites, *Lycopersicon esculentum*, *L. Peruvianum*, *L. Pimpinellifolium*, interspecific hybrid.

### INTRODUCCIÓN

La investigación básica sobre la ecología química ha demostrado que muchos metabolitos secundarios de las plantas poseen actividad biológica sobre los insectos, alterando su alimentación, desarrollo, reproducción o comportamiento (Schoonhoven, 1982; Bloem *et al.*, 1989; Felton & Summers, 1993). En la actualidad es aceptado el papel que estos compuestos, también llamados

aleloquímicos, desempeñan en la interacción planta-insecto, actuando como tóxicos agudos, repelentes, inhibidores del desarrollo o agentes antialimentarios (Harborne, 1988, 1993; Nahrstedt, 1988). Estas propiedades constituyen una de las principales determinantes de la especificidad de los herbívoros (Schultz, 1988).

Muchos aleloquímicos del tomate (*Lycopersicon esculentum*) tienen un rol importante en la defensa de las plantas contra insectos herbívoros.

<sup>1</sup> Cátedra de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (C1417 DSQ). Argentina.

<sup>2</sup> Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (C1417 DSQ). Argentina.

Entre ellos se destaca la  $\alpha$ -tomatina, glicoalcaloide esteroide presente también en otras especies del género *Lycopersicon* (Juvik, Stevens, 1982 a, b, c; Stamp & Yang, 1996; Stamp *et al.*, 1997). Esta saponina puede formar, en las membranas celulares de los insectos, un complejo uno-uno con varios  $\beta$ -hidroxysteroides, que se tornan insolubles y biológicamente inactivos. De esta manera puede inducir efectos tóxicos debido a que ciertos esteroides son nutrientes esenciales para los insectos (Duffey, Isman, 1982; Moyna *et al.*, 1997a, b). Se ha probado que la  $\alpha$ -tomatina reduce la tasa de crecimiento, el peso adulto y retarda el desarrollo de *Manduca sexta* y *Heliothis zea* (Stamp & Yang, 1996.; Osier *et al.*, 1996; Weiser *et al.*, 1998). Además, aumenta la mortalidad de larvas y adultos de *Spodoptera exiguae* y *Heliothis zea* (Juvik, Stevens, 1982b). Estas características permiten plantear usos potenciales de la tomatina como repelente alimentario o como toxinas para plagas de insectos generalistas que, en su evolución, no han desarrollado mecanismos fisiológicos de detoxificación y/o excreción de los mismos (Schoonhoven *et al.*, 1998).

La concentración de  $\alpha$ -tomatina en hojas de tomate de mediana edad alcanza niveles superiores a 5  $\mu\text{mol/g}$  materia fresca, existiendo gran variabilidad entre genotipos (Stamp, Yang, op. cit.; Juvik, Stevens, 1982 a, b, c). Por ello resulta de interés evaluar la actividad biológica de extractos de hojas de especies del género *Lycopersicon* sobre insectos con el fin de establecer su potencialidad como insecticida de bajo impacto ambiental y económicamente accesible.

*Oryzaephilus surinamensis* L., plaga generalista de productos almacenados, ha cobrado importancia desde hace algún tiempo (Brar *et al.*, 1987; Buchi, 1989; Oliveira *et al.*, 1990; Letellier *et al.*, 1994; Vázquez *et al.*, 1998) debido a que se han registrado altos niveles de resistencia hacia insecticidas comúnmente usados como fenitrotión, dichlorofos, pirimiphos-methyl y chlorpyrifos-methyl (Walibank *et al.*, 1987; Herron, 1990; Herron & Greening, 1996). Esto determinaría la necesidad de desarrollar nuevos productos, entre los que los insecticidas naturales de baja residualidad en el ambiente son una opción.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto tóxico de extractos de hojas de *Lycopersicon sp.*, sobre adultos y su descendencia de *Oryzaephilus surinamensis*.

## MATERIALES Y MÉTODO

Se utilizaron plantas de dos variedades de tomate (Río Grande, tomate perita, y Marmande, tomate redondo) y del híbrido silvestre *Lycopersicon peruvianum* x *Lycopersicon pimpinellifolium*, cultivados en la huerta experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Se recolectaron hojas y brotes que se secaron en estufa a  $40 \pm 2$  °C por 96 hs.

Se emplearon individuos de *O. surinamensis* alimentados con una dieta base consistente en harina de trigo 0000, levadura de cerveza en polvo y fécula de maíz en una proporción 10,1.5,10, respectivamente, siendo mantenidos durante el ensayo en condiciones de laboratorio ( $27 \pm 1$  °C y  $65 \pm 5\%$  HR).

Con la finalidad de obtener individuos de la misma cohorte, se prepararon frascos con 100 adultos, que fueron retirados al cabo de 15 días, utilizando para el ensayo los adultos de la siguiente generación.

## OBTENCIÓN DE EXTRACTOS

Para la obtención de alcaloides, entre los cuales se encuentra la tomatina, se tomó una muestra de 15 gr de materia seca de cada variedad de tomate y del híbrido, posteriormente fueron extraídas en forma continua durante 12 hs., utilizando un aparato Soxhlet con 150 ml de metanol 95%. El extracto metanólico recogido fue reducido hasta alcanzar un volumen final de 20 ml y acidificado con 20 ml de HCL 1.0N. Esta solución fue lavada dos veces, cada una con 30 ml de dicloro-metano, utilizando para ello una ampolla de decantación. Luego de esta fase de separación, el extracto metanólico acidificado fue llevado a pH neutro con 1.5 ml de NaOH 40%, los extractos metanólicos crudos de tomatina fueron diluidos con metanol 95% hasta alcanzar una concentración de 1  $\mu\text{mol}$  de tomatina/ml de extracto. Para ello se consideró que cada gramo de materia seca proveniente de las hojas contenía una concentración media de 3.5 mg de tomatina por gramo de materia seca (Juvik, Stevens, 1982 b).

## BIOENSAYO EN ADULTOS

Para determinar el efecto de los extractos de los distintos genotipos de *Lycopersicon* sobre la

supervivencia de los adultos de *O. surinamensis* se efectuaron los siguientes tratamientos:

**T-** Control, dieta base.

**Tm-** Control, dieta base más metanol.

**R1-** Dieta base más extracto puro de hojas de tomate Marmande (redondo).

**R0,5-** Dieta base más extracto diluido (50%) de hojas de tomate Marmande (redondo).

**P1-** Dieta base más extracto puro de hojas de tomate Río Grande (perita).

**P0,5-** Dieta base más extracto diluido al (50%) de hojas Río Grande (perita).

**H1-** Dieta base más extracto de hojas de tomate híbrido silvestre.

**H0,5-** Dieta base más extracto diluido (50%) de hojas de tomate híbrido silvestre.

La unidad experimental estuvo constituida por un frasco de vidrio de 100 cm<sup>3</sup> de capacidad conteniendo 2 gramos de dieta base y 2 ml de extracto a ensayar. Uno de los controles se impregnó con 2 ml de solvente. Luego de evaporar, se incorporaron 10 adultos en cada frasco. Se mantuvieron las mismas condiciones de laboratorio. Se calculó el porcentaje de mortalidad de adultos, cada tres días, durante 30 días.

#### BIOENSAYO SOBRE LARVAS HIJAS

Transcurrido el período de observación, los adultos de cada tratamiento fueron trasvasados a recipientes con dieta base, por un lapso de 15 días. Al cabo de los mismos se procedió a la recolección de 50 larvas neonatas de cada tratamiento distribuidas en cinco frascos con 10 larvas en cada uno. Se los mantuvo en las mismas condiciones de temperatura y humedad que los adultos. Se determinó la mortalidad cada tres días, el tiempo de desarrollo de las larvas y pupas y porcentaje de pupas deformadas. Los adultos correspondientes al tratamiento con el híbrido (H1 y H0,5) no tuvieron descendencia.

#### ANÁLISIS

En ambos bioensayos se realizó un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones. Para determinar el efecto de los distintos tratamientos se realizó un ANVA para cada fecha sobre: la mor-

talidad de adultos y larvas, el porcentaje de pupas, el porcentaje de pupas deformes y el porcentaje de adultos emergidos (F1). Previamente se corroboró el cumplimiento de sus supuestos: distribución normal mediante el test de Will-Shapiro y homogeneidad de varianzas mediante el test de Cochran. Posteriormente se realizó un test de comparación de medias (Tukey). En los casos en que los resultados no se ajustaron a los supuestos, se realizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Se utilizó el programa Statistica 99 (StatSoft, Inc).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de la mortalidad de adultos a través del tiempo en los diferentes tratamientos se muestra en la tabla 1. No fueron analizadas estadísticamente las observaciones realizadas a las 24, 48 y 72 hs., debido a la escasa mortalidad. En todas las fechas analizadas se comprobó que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ).

El tratamiento **H1** fue el que presentó mayor porcentaje de mortalidad, difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos en todas las fechas consideradas. **H0,5** fue similar a **H1** en la mayoría de las observaciones. La mortalidad observada en el tratamiento **R0,5** y **P0,5** no difirió estadísticamente en la mayoría de las fechas consideradas, presentando los menores valores de mortalidad. **P1** y **R1** mostraron valores de mortalidad intermedios.

Juvik y Stevens (1982 a,b) determinaron que cultivares comerciales de *L. esculentum* presentaron concentraciones de tomatina más bajas en las hojas que cultivares de *L. esculentum* var. *cerasiforme*, *L. pimpinellifolium* y *L. peruvianum*. Además encontraron mayor mortalidad de larvas y pupas de *Spodoptera exiguae* y *Heliothis zea*, sobre cultivares con altos niveles de tomatina en hojas. Esto coincide con los resultados de esta experiencia, ya que el genotipo *Lycopersicon peruvianum* x *Lycopersicon pimpinellifolium*, con mayor concentración de tomatina, mostró una mayor mortalidad que los cultivares comerciales utilizados. Además, la mortalidad observada en las concentraciones mayores fue superior que en las diluciones al 50%, dentro de cada genotipo en particular.

En la Figura 1 puede observarse la evolución de la mortalidad de adultos a través del tiempo. El máximo porcentaje de mortalidad ocurrió entre los días 5

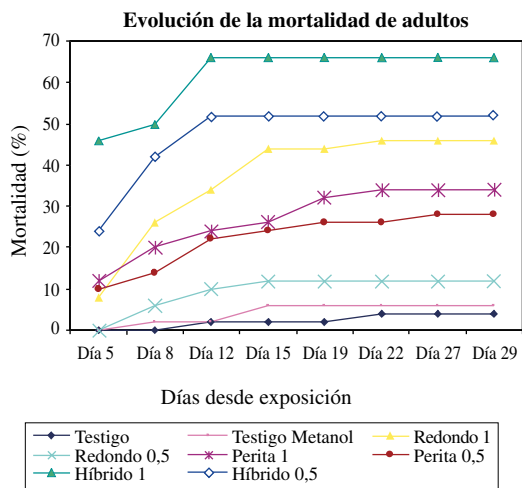
**Tabla 1**  
**Mortalidad de adultos (%)**

Mortalidad de adultos (%)	Día 5			Día 8			Día 12			Día 15		
	Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)	
Testigo	0	0,00	a	0	0,0	a	2	2,00	a	2	2,00	a
Testigo Metanol	0	0,00	a	2	5,10	ab	2	2,00	a	6	3,98	a
Redondo 1	8	3,75	ab	26	3,98	cd	34	7,46	cd	44	10,28	bcd
Redondo 0,5	0	0,00	a	6	3,17	ab	10	4,47	ab	12	5,81	a
Perita 1	12	3,75	ab	20	5,10	bc	24	5,10	bc	26	3,98	abc
Perita 0,5	10	5,45	ab	14	3,17	abc	22	3,75	abc	24	5,10	ab
Híbrido 1	46	9,25	c	50	7,10	e	66	5,10	e	66	5,10	d
Híbrido 0,5	24	5,1	b	42	5,81	de	52	5,81	de	52	5,81	cd
p-level	K-Wallis 0,003			0,000001			0,000001			0,000001		

Mortalidad de adultos (%)	Día 19			Día 22			Día 27			Día 29		
	Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)	
Testigo	2	2	a	4	2,45	a	4	2,45	a	4	2,45	a
Testigo Metanol	6	3,98	ab	6	3,98	a	6	3,98	a	6	3,98	a
Redondo 1	44	10,28	cd	46	8,97	cde	46	8,97	cd	46	8,97	cd
Redondo 0,5	12	5,81	ab	12	5,81	ab	12	5,81	ab	12	5,81	ab
Perita 1	32	3,75	bc	34	5,10	bcd	34	5,10	bc	34	5,10	bc
Perita 0,5	26	5,1	abc	26	5,10	abc	28	3,75	abc	28	3,75	abc
Híbrido 1	66	5,1	d	66	5,10	e	66	5,10	d	66	5,10	d
Híbrido 0,5	52	5,81	cd	52	5,81	de	52	5,81	cd	52	5,81	cd
p-level	0,000001			0,000001			0,000001			0,000001		

Letras diferentes indican diferencias entre tratamientos superiores al 0,05.  
ES: error standard.



**Figura 1.** Mortalidad de adultos de *O. Surinamensis* a través del tiempo.

al 15, a partir de los cuales la tendencia se mantuvo constante probablemente por la reducción de concentración que sufre la tomatina luego de una semana a las condiciones del ensayo (Stamp *et al.*, 1996).

En la Tabla 2 puede observarse el porcentaje de pupas deformes de cada tratamiento y el porcentaje de adultos que emergieron a partir de larvas neonatas tratadas. Los controles no presentaron pupas deformadas. El mayor porcentaje de pupas deformes se observó en el tratamiento **P1**. El porcentaje de adultos emergidos fue superior en los testigos que en los tratados.

La evaluación de la dinámica de formación de pupas en los diferentes tratamientos puede observarse en la Tabla 3. Se tomó como fecha de comienzo del análisis estadístico la fecha en que se observó la presencia de alguna pupa en cualquiera de los tratamientos.

**Tabla 2**  
Pupas deformes y de adultos emergidos (%)

Tratamientos	% Pupas deformes			% adultos emergidos		
	Media	ES (n=5)		Media	ES (n=5)	
Testigo	0	0,0	a	68,4	3,93	bc
Testigo Metanol	0	0,0	a	72,0	3,75	c
Redondo 1	20	4,47	ab	29,0	7,15	a
Redondo 0,5	18	7,60	ab	42,2	8,09	ab
Perita 1	26	5,10	b	58,2	4,83	abc
Perita 0,5	18	3,28	ab	53,6	8,98	abc
p-level	0,007977			0,002825		

Letras diferentes indican diferencias entre tratamientos superiores al 0,05.

ES: error standard.

**Tabla 3**  
Evolución de la formación de pupas para cada tratamiento

Tratamientos	Día 10		Día 14		Día 17		Día 21		Día 24	
	Media	ES (n=5)	Media	ES (n=5)	Media	ES (n=5)	Media	ES (n=5)	Media	ES (n=5)
Testigo	1,4	0,74 a	4,4	0,93 b	9,6	0,22 c	9,6	0,22 a	9,6	0,24 a
Testigo Metanol	1	0,0004 a	3,2	0,84 ab	9,4	0,40 c	9,4	0,40 a	9,4	0,39 a
Redondo 1	0	0,0 a	0,7	0,53 a	2,3	0,67 a	6,7	1,29 a	8	0,44 a
Redondo 0,5	0,6	0,39 a	0,6	0,40 a	3,8	1,20 ab	8,0	0,71 a	8,2	0,58 a
Perita 1	0	0,0 a	1,0	0,44 a	2,4	0,49 a	8,8	0,35 a	8,6	0,39 a
Perita 0,5	0,4	0,24 a	3,2	0,67 ab	6,4	1,02 bc	8,8	0,58 a	9,2	0,37 a
p-level	0,204617		0,02407		0,000001		0,07738		0,09434	

Letras diferentes indican diferencias entre tratamientos superiores al 0,05.

Los tratamientos **R1** y **P1** fueron los que presentaron mayor retraso para alcanzar el máximo número de pupas en sus poblaciones, difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos en las observaciones realizadas los días 14 y 17.

Los resultados muestran que el aumento en la concentración de los extractos aplicados en las dietas de los adultos produjo también un retraso en el desarrollo de su descendencia, retrasándose significativamente la aparición de pupas por una mayor duración del estado larval.

## CONCLUSIÓN

Los resultados hallados muestran que el aumento en la concentración de los extractos produjo un aumento en la mortalidad de los adultos de *O.*

*surinamensis*. A su vez, se produjo también un retraso en el desarrollo de su descendencia. La presencia del alcaloide en la dieta de los adultos provocó un mayor porcentaje de pupas deformes y un menor porcentaje de adultos emergidos. El extracto proveniente de las hojas del híbrido *Lycopersicon peruvianum* x *Lycopersicon pimpinellifolium* presentó en las dos concentraciones ensayadas efectos insecticidas significativamente mayores que los extractos obtenidos de hojas de las variedades comerciales de tomate no sólo por la mayor mortalidad de adultos, sino por no producir descendencia; esto estaría de acuerdo con las características generales de las especies salvajes respecto de las mejoradas, en cuanto a la presencia de mayores proporciones de metabolitos relacionados con sus estrategias defensivas hacia las plagas.

## LITERATURA CITADA

- BLOEM, K. A.; KELLEY, K. C.; DUFFEY S. S. 1989.** Differential effect of tomatine and its alleviation by cholesterol on larval growth and efficiency of food utilization in *Heliothis zea* and *Spodoptera exiguae*. Journal of chemical ecology. 15: 387-398.
- BRAR, H. S.; CHAHAL, B. S.; RAMZAN, M. 1987.** Insects of stored oilseeds in Punjab and Chandigarh. Journal of Research, Punjab Agricultural University. 1987, 24(3): 437-440.
- BUCHI, R. 1989.** Stored products pests in grain stored and mills in Switzerland Landwirtschaft-Schweiz. 2(10): 587-592.
- CAMPBELL, B.; DUFFEY, S. S. 1981.** Tomato and parasitic wasps: potential incompatibility of plant antibiosis with biological control. Science 205: 700-702.
- DUFFEY, S. S.; ISMAN, M. B. 1982.** Toxicity of tomato phenolic compounds to the fruitworm, *Heliothis zea*. Entomologia experimentalis et applicata. 31: 370-376.
- ELLIGER, C. A.; WONG, Y.; WAISS, A. 1981.** Growth inhibitors in tomato (*Lycopersicon*) to tomato fruitworm (*Heliothis zea*). Journal of chemical ecology 7: 753-758.
- FELTON, G.; CHAN, B.; VECCHIO, R. 1989.** Activation of plant foliar oxidases by insect feeding reduces nutritive quality of foliage for noctuid herbivores. Journal of chemical ecology 15: 2667-2694.
- FELTON, G.; SUMMERS. 1993.** Potential role of ascorbate oxidase as a plant defense protein against insect herbivory. Journal of chemical ecology 19: 1553-1568.
- GAGLIETTI, D. 2001.** Estudio exploratorio del efecto insecticida de metabolitos secundarios de *Chenopodium album* sobre *Oryzaephilus surinamensis* L. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo.
- HARBORNE, J. B. 1993.** Advance in Chemical Ecology. Nat. Prod. Reports 10 (4): 327-348.
- HERRON, G. A. 1990.** Resistance to grain protectants and phosphine in coleopterous pests of grain stored on farms in New South Wales. Journal of the Australian Entomological Society. 1990, 29(3): 183-189.
- HERRON, G.; GREENING, H. 1996.** Relationships between insecticide use, grain hygiene and insecticide resistance in *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (coleoptera: silvanidae) on grain-producing farms. J. stored Prod. Res. 32: 131-136.
- JUVIK, J.; STEVENS, M. 1982a.** Physiological mechanisms of host-plant resistance in the genus *Lycopersicon* to *Heliothis zea* and *Spodoptera exiguae*, two insect pest of the cultivated tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:1065-1069.
- JUVIK, J.; STEVENS, M.; RICK, M. 1982b.** Survey of the genus *Lycopersicon* for variability in  $\alpha$ -tomatine content. HortScience. 17: 764-766.
- JUVIK, J.; STEVENS, M. 1982c.** Inheritance of foliar  $\alpha$ -tomatine content in tomatoes. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 1061-1065. Letellier C, Haubruge E, Gasper C. 1994. Importance of insect pests of stored cereals in Belgium. Parasitica. 1994, 50(1-2): 81-88.
- LETELLIER, C.; HAUBRUGE, E.; GASPER, C. 1994.** Importance of insect pests of stored cereals in Belgium. Parasitica. 1994, 50(1-2): 81-88.
- MOYNA ET AL. 1997a.** Effect of *Solanum* glycoalkaloids on potato aphid, *Macrosiphum euphorbiae*. Journal of chemical ecology. 23: 1651-1659.
- MOYNA ET AL. 1997b.** Effect of *Solanum* glycosides on the aphid *Schizaphis graminum*. Journal of chemical ecology. 25: 369-374.
- NAHRSTEDT, A. 1988.** The significance of secondary metabolites for interactions between plants and insects. Planta Medica 55: 333-338.
- OLIVEIRA, J. V. DE; LOECK, A. E.; DUTRA, J. L. V.; 1990.** Collection of insects that occur in stored rice at Rio Grande do Sul. Lavours-Arrozera. 43(3-4): 390.
- OSIER, T.; TRAUOGOTT, S.; STAMP, N. 1996.** Allelochemicals in tomato leaves affect a specialist insect herbivore *Manduca sexta* negatively but no ill effect on a generalist insect predator, *Podisus maculiventris*. Oikos. 77: 481-488.
- SCHOONHOVEN, L. M. 1982.** Biological aspect of antifeedants. Entomologia experimentalis et applicata. 31:57-69.
- SCHOONHOVEN, L. M.; T. JERMY & J. J. VAN LOON. 1998.** Insect-plant biology. From physiology to evolution. Ed. Chapman & Hall, London, UK. 409 p.
- SCHULTZ, J. C. 1988.** Many factors influence the evolution of herbivore diets, but plant chemistry is central. Ecology. 69: 896-897.
- STAMP, N.; YANG, Y. 1996.** Response of insect herbivores to multiple allelochemicals under different thermal regimes. Ecology. 77: 1088-1102.
- STAMP, N.; YANG, Y.; OSIER, T. 1997.** Response of an insect predator to prey fed multiple allelochemicals under representative thermal regimes. Ecology. 78: 203-214.
- VÁZQUEZ, L.; JACAS, O.; APARICIO, S.; RODRÍGUEZ, G. 1998.** Trap with natural attractants: a method for the inspection of storehouses. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas, España. 1998, 24(3): 507-510.
- WALIBANK, B. E.; ROSE, H. A.; DONAHAYE, E. (ED); NAVARRO, S. 1987.** Insecticide resistance in some Australian populations of *Oryzaephilus surinamensis*, the sawtoothed grain beetle. Proceedings of the Fourth International Working Conference on Stored-Product Protection, Tel Aviv, Israel, 21-26 September, 1986. pp. 486-491.
- WEISER, L. A.; STAMP, N. 1998.** Combined effect of allelochemicals, prey availability, and supplemental plant material on growth of a generalist insect predator. Entomologia experimentalis et applicata. 87: 181-189.
- YANG, Y.; STAMP, N. 1996.** Effects of a temperature and multiple allelochemicals on the performance of a solanaceae specialist caterpillar. Ecoscience 3: 81-92.