

**EVALUACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO, ETOLÓGICO Y QUÍMICO DE
Neoleucinodes elegantalis EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum*)**

Recibido: 11/07/2019

Aceptado: 23/11/2019

Iris Silva Alarcón*

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)

RESUMEN

El objetivo de la investigación consistió en evaluar la efectividad del controlador Biológico (*Trichogramma pretiosum*), control Etológico (feromona sintética) y control Químico (Lambda-cihalotrina 25% y Clorpirifos) sobre el insecto plaga perforador del fruto del tomate (*Neoleucinodes elegantalis*), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Para determinar la eficiencia de los métodos de control se estableció un ensayo con 4 parcelas de 32m² y 100 plantas c/u, distribuidas aleatoriamente los tratamientos (Biológico, Etológico, Químico y testigo sin control). Se seleccionaron 25 plantas por parcela, y se determinó el % infestación, N° de adultos capturados por trampa, eficiencia agronómica relativa (EAR), % de pérdidas, rendimiento y relación beneficio-costos (B/C). Los resultados señalan que el porcentaje de infestación mostró diferencias altamente significativas (P<0,01) en los diferentes tratamientos. Se encontró una alta correlación (r= 0,972) entre las variables N° de adultos capturados y el % de infestación. Todas las variables de producción y pérdidas en los diferentes tratamientos mostraron diferencias altamente significativas (P<0,01). El control biológico con *T. pretiosum* presentó el menor % de infestación (12,6%) seguido de la Feromona y el control Químico con 21,81% y 37,63% respectivamente. Además se observó que el tratamiento Biológico mostró el mejor rendimiento sin pérdidas, y la mayor relación B/C de 4,14 en relación a los demás métodos de control. Demostrando en este estudio que el tratamiento con *T. pretiosum* fue el más efectivo, reduciendo las pérdidas y mejorando el estado de ganancias económicas en el cultivo de tomate.

Palabras claves: *Neoleucinodes elegantalis*, *Trichogramma pretiosum*, nivel de infestación, *Lycopersicon esculentum*.

**EVALUATION OF THE BIOLOGICAL, ETHNOLOGICAL AND CHEMICAL
CONTROL OF *Neoleucinodes elegantalis* IN TOMATO (*Lycopersicon esculentum*)****ABSTRACT**

The objective of the research was to evaluate the effectiveness of the Biological controller (*Trichogramma pretiosum*), Ethological control (synthetic pheromone) and Chemical control (Lambda-cyhalothrin 25% and Chlorpyrifos) on the insect pest of tomato fruit (*Neoleucinodes elegantalis*), in the tomato crop (*Lycopersicon esculentum*). To determine the efficiency of the control methods, an assay was established with 4 plots of 32m² and 100 plants each, randomly distributed treatments (Biological, Ethological, Chemical and control without control). 25 plants were selected per plot, and the% infestation, number of adults captured per trap, relative agronomic efficiency (EAR),% losses, yield and benefit-cost ratio (B/C) were determined. The results indicate that the percentage of infestation showed highly

significant differences ($P < 0.01$) in the different treatments. A high correlation ($r = 0.972$) was found between the variables No. of adults captured and % of infestation. The results indicate that the percentage of infestation showed highly significant differences ($P < 0.01$) in the different treatments. A high correlation ($r = 0.972$) was found between the variables No. of adults captured and % of infestation. All the production and loss variables in the different treatments showed highly significant differences ($P < 0.01$). The biological control with *T. pretiosum* showed the lowest % infestation (12.6%) followed by the pheromone and the chemical control with 21.81% and 37.63% respectively. It was also observed that the Biological treatment showed the best performance without losses, and the highest B / C ratio of 4.14 in relation to the other control methods. Demonstrating in this study that the treatment with *T. pretiosum* was the most effective, reducing losses and improving the state of economic profits in the tomato crop.

Keywords: *Neoleucinodes elegantalis*, *Trichogramma pretiosum*, infestation level, *Lycopersicon esculentum*.

INTRODUCCIÓN

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es la hortaliza más destacada en el ámbito mundial, con aproximadamente 3,6 millones de hectáreas. Según la FAO-FAOSTAT (2011), en Suramérica se cultiva cerca de 147.000 hectáreas, y en Venezuela por ser parte esencial en la dieta alimenticia se cultiva en gran parte del territorio nacional sin distinción de zonas agroecológicas, ocupando aproximadamente 9.570 ha. El estado Táchira figura como el cuarto productor más importante de este rubro con una superficie cosechada de 843 ha según los registros del MAT (2006).

Una de las limitaciones para la producción de esta hortaliza lo constituyen los insectos plagas donde se destaca el perforador del fruto del tomate, *Neoleucinodes elegantalis*, convirtiéndose en el insecto plaga de mayor importancia en Brasil, Colombia y Venezuela (Eiras y Blackmer, 2003), debido que la hembra oviposita el fruto perforándolo y permitiendo una entrada de bacterias y hongos, lo cual causa la pudrición del mismo considerándolo plaga primaria según Salas et al., (2005), citado en Díaz y Brochero (2012).

Según Blackmer et al., (2008) se reportó por primera vez en Brasil en 1922 de donde se considera originario, su presencia se señala en Venezuela sólo como problema entomológico en los valles norcentrales cuando allí se comenzó a producir tomate al inicio de la década de 1970. Por tal motivo es necesario implementar controles alternativos que planteen minimizar el ataque del *N. elegantalis*, tomando como herramienta diferentes

prácticas enmarcadas dentro del manejo y control integrado de plagas para encontrar alternativas económicamente viables, que estén en armonía con el ambiente y socialmente aceptable, ofreciendo al productor formas de manejos justos y rentables, y al consumidor un producto de excelente calidad libre de residuos tóxicos y de bajo costo. En este sentido se desarrolló la presente investigación con el objetivo de evaluar el control biológico, etológico y químico de *Neoleucinodes elegantalis* en el cultivo de tomate, en el municipio Seboruco, estado Táchira.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los insectos plagas *Neoleucinodes elegantalis* perforador del fruto del tomate (*Lycopersicon esculentum*), es un insecto de origen Neotropical ampliamente distribuido en Norte, Centro y Sur América, (Gueéne, 1854). Es una plaga oligófaga asociada a frutos de plantas de la familia Solanaceae que según Díaz, A. y Brochero, H. (2012) tiene una diversidad de enemigos naturales en ambiente ecológico donde se cultivan estas plantas. El perforador del fruto del tomate ocasiona pérdidas considerables por los serios daños producidos al fruto, debido a que las hembras del insecto generalmente oviponen sobre el fruto, y posteriormente las larvas penetran el fruto permitiendo la entrada de bacterias y hongos, lo cual causa la pudrición del mismo (Salas *et al.*, 2005).

Según Obando (2011), el barrenador del fruto, es un insecto plaga considerado el más influyente en cultivos solanáceos de importancia comercial, además, de las pérdidas económicas directas en el cultivo, es catalogado como plaga cuarentenaria, lo cual impide la exportación de frutos de interés internacional.

La importancia económica de este insecto plaga radica en que ataca la parte comercializable, el fruto, llegando a causar pérdidas hasta entre el 30% y 40% de la cosecha, tal como lo señalan Salas (2008), citado en Díaz, A. y Brochero, H. (2012), que a su vez evaluó la atracción de machos del perforador del fruto por su fitohormona sexual sintética usando trampas de agua y Delta adhesiva en siembras comerciales y experimentales en Solanaceae de tomate y pimentón no encontrando diferencias estadísticas entre ellas.

Es considerado como plaga primaria del cultivo de tomate debido a que ocasiona daño al fruto afectando la producción de esta hortaliza en América Tropical. Se reportó por primera

vez en Brasil en 1922 de donde se considera originario (Blackmer et al., 2008). En Venezuela se señala su presencia en 1934 (Clavijo, 1984). Sin embargo sólo apareció como problema entomológico en los valles norcentrales cuando allí se comenzó a producir tomate durante todo el año al inicio de la década de 1970 (Geraud, 1983). Por ello, la importancia de evaluar los controles alternativos: control biológico, control etológico y el control químico, del insecto-plaga *N. elegantalis* en el cultivo de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca Santo Cristo, localizada en el sector Los Ríos, municipio Seboruco, estado Táchira, coordenadas geográficas: N 08° 07' 16,9''; W 72° 09' 26,5'' a una altitud de 720 msnm, en parcelas de 32 m², separadas a 160 m, con 100 plantas de tomate híbrido Logyna F1 tipo perita; Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, se utilizó prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis, aplicando un análisis de regresión entre las variables porcentaje de infestación y número de adultos capturados en trampas; con el programa InfoStat Profesional V.1.1.

Los tratamientos utilizados fueron T1, Control biológico, parasitoide *T. pretiosum*, en dosis de 6,45 cm²/parcela según recomienda Salas (2001), citado en Díaz y Brochero (2012). T2, Control etológico, feromona comercial Neoelegantol[®], con dispensador de goma tipo dedal en trampas artesanal a 60 cm del suelo, según Cabrera *et al.*, (2001), recolectando los adultos en un vial con alcohol etílico al 75% para su conteo. T3, Control químico, insecticida químicos sintético; Karate Zeon (piretroide, i.a. Lambda-cihalotrina 25%) y Lorsban 4E EC (organofosforado, i.a. Clorpirifos), con efecto traslaminar y modo de acción por contacto, ingestión e inhalación y toxicidad moderada; T4, Testigo, no se aplicó algún método de control, que influyera en las poblaciones de *N. elegantalis*.

Las variables evaluadas, frutos totales por planta y frutos perforados por planta, a partir de la floración durante 6 semanas y número de machos capturados con la feromona (Neoelegantol[®]) por frutos perforados, se estimó rendimiento en kg/ha de fruto comercial y la Eficiencia Agronómica Relativa (EAR) con la fórmula propuesta por León *et al.* (1986), citado en Van (2009), tomando como variable porcentaje de infestación de *N. elegantalis*.

$$EAR = \frac{pi.M.control - pi.M.sin control}{pi.M.sin control} \times 100$$

pi.M.control: porcentaje de infestación del método de control.

pi.M.sin control: porcentaje de infestación del método sin control (testigo).

Se estimó la relación beneficio/costo de la producción con los costos totales por hectárea para cada uno de los tratamientos, utilizando la expresión.

$$B / C = \frac{Beneficio_trat}{Costo_Total_trat}$$

Beneficio_trat: ganancias netas por tratamiento

Costo_Total_trat: gasto total de producción por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se muestra el porcentaje de infestación de *N. elegantalis*, sobre el cultivo de tomate (*L. esculentum*) usando diferentes métodos de control durante seis semanas. Se encontró que la variable porcentaje de infestación mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las seis semanas evaluadas en los diferentes tratamientos. El tratamiento *T. pretiosum* mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) desde la 3era hasta la 6ta semana, asimismo el *T. pretiosum* presentó una disminución importante del porcentaje de infestación a través de las semanas evaluadas en relación a los tratamientos Feromona, Químico y al Testigo, respectivamente.

Por otro lado, el Testigo mostró los máximos porcentajes de infestación de *N. elegantalis* con valores entre 41% y 74% de infestación del insecto plaga. De igual modo, los tratamientos Feromona y Químico mostraron porcentajes de infestación significativos ($p < 0,01$) entre 10,12% y 22% y entre 12,14% y 38%, respectivamente, valores que se encontraron por debajo del testigo sin control. Sin embargo, el tratamiento con la Feromona mostró una disminución significativa del porcentaje de infestación a partir de la 2da hasta la 6ta semana en comparación con el tratamiento Químico. De este modo, los tratamientos, Feromona, Químico y principalmente el *T. pretiosum* ejercieron un control positivo al disminuir significativamente el porcentaje de infestación durante las semanas de evaluación (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de infestación de *N. elegantalis*, usando diferentes métodos de control durante seis semanas sobre el cultivo de tomate (*L. esculentum*) en la finca “Santo Cristo” municipio Seboruco estado Táchira.

Tratamiento	Semanas evaluadas.		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
	Porcentaje de infestación (%)		
Testigo	0,00	41,34 ± 17,32 a	47,91 ± 13,72 a
Feromona	0,00	10,12 ± 6,91 b	11,37 ± 6,16 c
Químico	0,00	12,14 ± 9,62 b	18,55 ± 7,74 b
<i>T. pretiosum</i>	0,00	0,00 c	0,68 ± 2,12 d

Cont...	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Testigo	58,32 ± 13,63 a	67,69 ± 11,35 a	73,95 ± 9,16 a
Feromona	13,82 ± 5,38 c	14,91 ± 6,05 c	21,81 ± 8,20 c
Químico	25,86 ± 6,66 b	31,98 ± 6,82 b	37,63 ± 7,44 b
<i>T. pretiosum</i>	4,55 ± 4,39 d	9,55 ± 4,62 d	12,6 ± 4,20 d

Letras diferentes indican diferencias significativas. Prueba de Kruskal-Wallis (p<0,05).

La variación del porcentaje de infestación de *N. elegantalis* según los métodos de control durante el muestreo del ensayo lo muestra la figura 1. Se observó que, los tratamientos testigo, químico y etológico mostraron a partir del 2do monitoreo el incremento del porcentaje de infestación en las plantas de tomate. Por otro lado, el control biológico con *T. pretiosum* mostró que a partir del 5to monitoreo incrementó el porcentaje de infestación de *N. elegantalis*, observándose el efecto positivo de control con el uso del parasitoide, debido a que en los monitoreos iniciales no se presentó el ataque del insecto en las plantas. Igualmente, el tratamiento biológico mantuvo de manera débil el incremento del porcentaje de infestación llegando a un máximo de 13% comparado con el tratamiento testigo, el químico y el etológico los cuales llegaron hasta un 75%, 39% y 25% de infestación, respectivamente (figura 1).

El control químico mostró una ligera etapa estacionaria durante el 4to y 5to monitoreo, pero luego aumentó substancialmente, llegando hasta un 35% de infestación, demostrando que no hubo un control efectivo con el uso de control químico. Por otro lado, se observó que el control etológico durante el 5to y 9no monitoreo se presentó una leve disminución del %

de infestación en las plantas, indicando que la feromona ejerció un efecto importante en la disminución de insectos adultos durante el monitoreo (Figura 1).

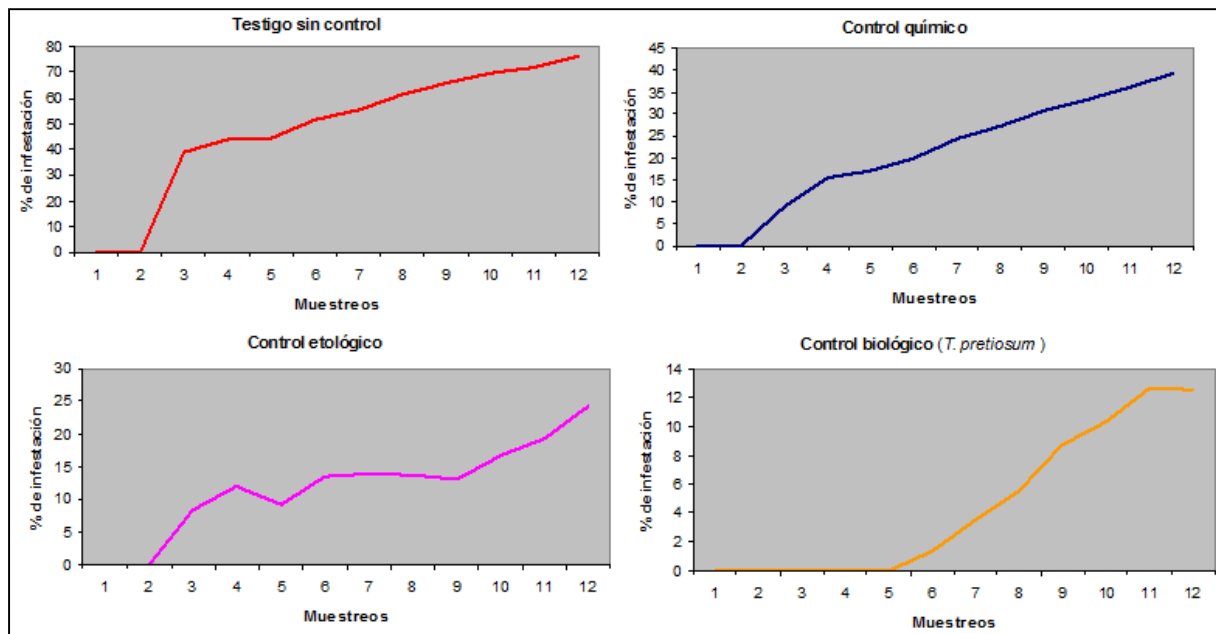
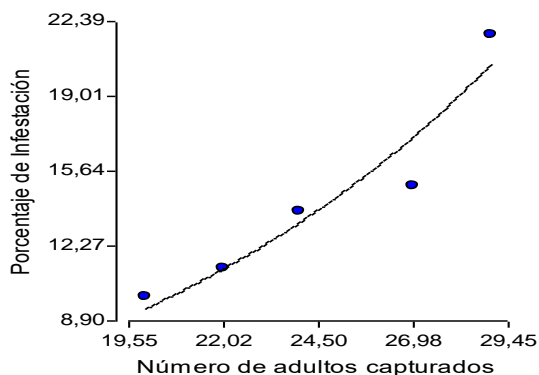


Figura 1. Variación del porcentaje de infestación de *N. elegantalis* para los diferentes métodos de control en el cultivo de tomate (*L. esculentum*) en la finca “Santo Cristo” municipio Seboruco estado Táchira.

La Figura 2, muestra el análisis de correlación entre el número de machos adultos capturados en trampa con la feromona comercial Neoelegantol® y el porcentaje de infestación de *N. elegantalis*, encontrando que cuando se incrementa el número de adultos aumenta el porcentaje de infestación, presentando una correlación positiva de 0,9776 estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre las variables evaluadas. Además, el modelo de regresión es altamente significativo ($p < 0,01$), con un R^2 de 94,09%, indicando que existe un buen ajuste de los datos para este modelo estadístico, por lo que es posible usar este modelo para predecir la variable porcentaje de infestación en función del número de adultos capturados en esas condiciones.

Figura 2. Relación entre el número de adultos capturados de *N. elegantalis* y el porcentaje de infestación, usando el método de control etológico (Neoelegantol®) en el cultivo de tomate en la finca “Santo Cristo” municipio Seboruco estado Táchira.



En la Tabla 2, se describe la Eficiencia Agronómica Relativa (EAR) para el control de *N. elegantalis* desde la 2da hasta la 6ta semana. Se observó que los tratamientos *T. pretiosum*, Feromona y Químico mostraron una disminución en el control del insecto plaga, motivado a que *N. elegantalis* es afectado con el desarrollo de la planta y la producción de frutos. En este sentido, el tratamiento *T. pretiosum* mostró mayores valores de eficiencia agronómica a través del tiempo en un rango de 100% en la 2da semana hasta un 82,96% en la 6ta semana, en relación al testigo. Finalmente, se encontró que la EAR promedio de *T. pretiosum* fue 91,93%, superando a los tratamientos Feromona y Químico con 75,31% y 57,89% respectivamente, sobre el control de *N. elegantalis* en el cultivo de tomate.

Tabla 2. Eficiencia agronómica relativa del control de *N. elegantalis* después de la aplicación de los tratamientos, durante las diferentes semanas evaluadas sobre el cultivo de tomate. Finca “Santo Cristo” municipio Seboruco estado Táchira.

Tratamientos	Semanas evaluadas					X total
	2 ^{da}	3 ^{era}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	6 ^{ta}	
	Eficiencia Agronómica Relativa (%)*					
Testigo	-	-	-	-	-	-

Feromona	75,52	76,27	76,3	77,98	70,51	75,31
Químico	70,64	61,28	55,66	52,75	49,11	57,89
<i>T. pretiosum</i>	100	98,59	92,2	85,88	82,96	91,93

* Cálculos basados según la fórmula y tomando el porcentaje infestación.

En la tabla 3, se muestra la relación beneficio/costo de los diferentes métodos de control evaluados, observándose que el mayor costo (Bs/ha) lo mostró el control químico seguido del control etológico y el control biológico. Igualmente, el mayor valor de ingreso total lo arrojó el control biológico. Similarmente, el control biológico con *T. pretiosum* obtuvo el más alto beneficio económico sobre el control etológico y el control químico. Por otro lado, se evidenció que el testigo presentó un beneficio negativo. Con respecto al análisis de la relación beneficio/costo (B/C), se determinó que el testigo mostró un balance negativo indicando pérdidas económicas, no obstante, el control biológico con *T. pretiosum* mostró el mayor B/C (4,14) en relación a los demás métodos de control evaluados.

Tabla 3. Relación beneficio/costo de los diferentes métodos de control de *N. elegantalis*: biológico, etológico, químico y un testigo sin control en el cultivo de tomate en la finca “Santo Cristo” municipio Seboruco estado Táchira.

Razón económica	Testigo	Control Químico	Control Etológico	Control Biológico
Rendimiento (Kg/ha)	5.050	25.960	29.520	45.730
Costo Total (Bs/ha)	16.093.750	19.775.000	18.203.125	17.781.250
Ingreso Total (Bs/ha)*	10.100.000	51.920.000	59.040.000	91.460.000
Beneficio (Bs/ha)	-5.993.750	32.145.000	40.836.875	73.768.750
Relación Beneficio/Costo	-0,37	1,63	2,24	4,14

* Tomando 2.000 Bs como precio promedio por kilo de tomate consumo fresco.

CONCLUSIONES

El control biológico con *T. pretiosum* mostró mejor efectividad contra *N. elegantalis*, señalando que esta eficiencia ocurre generalmente en función de la adaptabilidad y capacidad intrínseca del parasitoide sobre las diferentes condiciones del cultivo, arquitectura y altura de la planta, densidad de plantación, variedad y etapas fenológicas.

La aplicación de insecticidas es de cuestionable eficacia en relación al control biológico y etológico, con mayores valores de eficiencia agronómica en el control biológico con *T. pretiosum*, superando al etológico y químico, este parámetro de eficiencia permitió definir la efectividad en relación a la disminución de la infestación de *N. elegantalis*.

Las variables económicas evaluadas en los diferentes métodos proyectaron un impacto positivo, destacándose el control biológico con *T. pretiosum* con alta ventajas sin pérdidas, y aumenta la relación beneficio costo en relación a los demás métodos, por esta razón es importante reconocer el enfoque del manejo integrado de plagas que considere los intereses e impactos ambientales, sociales y económico.

REFERENCIAS

- Blackmer, J., Eiras, A., y De Souza, C. (2008). Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. *Neotropical entomology*, 30(1), 89-95.
- Cabrera, A., Eiras, A., Gries, G., Gries, R., Urdaneta, N., Miras, B. (2001). Sex pheromone of tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis*. *Journal of chemical ecology*, 27(10), 2097-2107.
- Clavijo, J. (1984). Algunos aspectos de la biología del perforador del fruto del tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenee), Lepidoptera: Pyralidae. Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Díaz, A. y Brochero, H. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 50-57.
- Eiras, A., y Blackmer, J. (2003). Eclosion time and larval behavior of the tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). *Scientia Agrícola*. Piracicaba, Brazil, 60(1), 1-6.
- FAO-FAOSTAT. (2011). Base de datos estadísticos. Agricultura, cultivos primarios, tomate. Recuperado el 8 de enero de 2015, de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Recuperado de: <http://www.fao.gov.co>
- MAT. (2006). Anuarios estadísticos. Táchira, Venezuela: Ministerio de Agricultura y Tierra, UEMAT.
- Obando, V. (2011). Variabilidad morfométrica de *Neoleucinodes elegantalis*: Perforador de fruto de solanáceas de importancia económica. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Van, P. (2009). Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 78(4), 731-747.

*Ing Agrónomo. MSc en Agronomía Mención Producción Vegetal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Barinas, Venezuela. Correo: iriscor.silva@gmail.com