

Cría de depredadores del género *Podisus* usando *Spodoptera frugiperda* como alimento, bajo condiciones controladas

Rearing of predators of the genus *podisus* using *spodoptera frugiperda* as food, under controlled conditions

Bernardo Navarrete¹, Luis Intriago¹, Sofía Peñaherrera¹, Pedro Terrero¹, Danilo Vera¹, Mario Herrera¹

¹ Investigadores Departamento Nacional de Protección Vegetal, Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

* **Correspondencia para el autor:** jose.navarrete@iniap.gob.ec

Resumen

Spodoptera frugiperda, principal plaga del maíz en América, se controla principalmente mediante el uso de insecticidas químicos, sin embargo el control biológico es una alternativa frente a lo cual se necesita conocer qué organismos son factibles para ser criados artificialmente. Con ese objetivo se buscó depredadores que puedan criarse en laboratorio, para lo cual fueron visitados cultivos de maíz para coleccionar entomófagos y llevarlos a la Estación Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se los alimentó con larvas de esta plaga. Se encontraron Hemipteros de las familias Reduviidae (*Zelus*) y Pentatomidae (*Podisus*). No se pudo criar *Zelus* spp. pero si *Podisus* spp. Se determinó que en *Podisus* spp. el tiempo desde la oviposición hasta la última muda ninfal fue 23.1 días; los adultos vivieron 33.75 días a 26 °C y 80 % HR. Se ha demostrado que es posible criar *Podisus* spp. bajo condiciones controladas utilizando como dieta *S. frugiperda*, lo cual abre muchas posibilidades para utilizarlo como controlador de esta plaga.

Palabras clave: Hemiptera, enemigos naturales, plagas, maíz.

Abstract

Spodoptera frugiperda, the main corn pest in America, is mainly controlled using chemical insecticides. However, biological control is an alternative for which it is necessary to know organisms capable of being artificially reared. With this aim, predators were sought that could be reared under laboratory conditions. Accordingly, corn fields were visited in order to collect predators and take them to the Pichilingue Station of the National Institute of Agricultural Research (INIAP), where they were fed with larvae of this pest. Hemipterans of the families Reduviidae (*Zelus*) and Pentatomids (*Podisus*) were found. While *Zelus* spp. could not be reared, *Podisus* spp. could be. It was found that for *Podisus* spp. the time from oviposition to the last nymphal molt was 23.1 days. The adults had a life span of 33, 75 days at 26 °C and 80% RH. It has been shown that it is possible to rear *Podisus* spp. under controlled conditions, opening up many possibilities for its use in controlling this pest.

Key words: Hemiptera, enemigos naturales, plagas, maíz.



Recibido: 22 de febrero, 2016
Aceptado: 18 de mayo, 2016

Spodoptera frugiperda es una plaga clave del maíz en todo el continente americano, su daño es provocado por los estadios larvales que consumen con voracidad hojas, tallos, flores y mazorcas (Andrews, 1988). La mayor incidencia está relacionada con el verticilo de la planta, razón por la cual también es conocida como “gusano cogollero”; además, actúa como trozador cortando plántulas recién emergidas, o como barrenador entrando en el tallo al nivel del cuello de la planta, e incluso puede comer los granos en la mazorca (Páliz & Mendoza, 1985; Mendoza, 1994). Es considerada como el problema fitosanitario más perjudicial para el maíz duro amarillo en Ecuador.

El cultivo de maíz duro amarillo es importante para la economía del Ecuador. En el año 2014 se sembraron 399 946 ha, con una producción de 1 536 508 T (SINAGAP, 2014). El principal uso de este producto es para la agroindustria del balanceado para consumo de animales (Arteaga & Torres, 2004).

Para combatir la presencia de *S. frugiperda*, los agricultores incurren en gastos significativos inherentes a la compra de insecticidas de síntesis química, que son asperjados diluidos en agua o con el uso de vehículos inertes como la arena (Villavicencio & Zambrano, 2009). *S. frugiperda* es una plaga nativa de la región neotropical, por lo que en esta área es donde se encuentra la mayor cantidad de reguladores naturales de este insecto, entre los que sobresalen los parasitoides (de huevos, larvas y pupas), depredadores (que atacan todos los estadios biológicos) y microorganismos (bacterias, virus y hongos) responsables de epizootias (Castillejos *et al.*, 2001; Molina-Ochoa *et al.*, 2003; Ordóñez-García *et al.*, 2015).

Entre los depredadores, estudios resaltan la importancia de los chinches de las familias Pentatomidae y Reduviidae, destacando chinches de los géneros *Podisus* y *Zelus*, como importantes reguladores de poblaciones de “gusano cogollero” en cultivos agrícolas (Hoballah *et al.*, 2004; Capinera, 2014). Estos chinches se caracterizan por alimentarse

de todos los estadios biológicos de la plaga mediante el uso de su aparato bucal chupador que, con sus mandíbulas modificadas en forma de estilete, usan para penetrar la cutícula de la presa e inyectar enzimas digestivas para luego absorber el contenido predigerido, fenómeno conocido como digestión extraoral (Pascual-Ruiz *et al.*, 2009). No obstante, la principal limitante para el uso de estos controladores biológicos, en muchos casos, es la dificultad de su crianza masiva bajo condiciones controladas.

A pesar de la importancia de esta plaga, varios aspectos ecológicos de los reguladores naturales aún permanecen desconocidos, así como la posibilidad de su uso en programas de control biológico para lo cual, como primer paso, debe comprobarse la factibilidad de su crianza bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Por esto, el Departamento Nacional de Protección Vegetal-Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador, realizó en 2015 una búsqueda de hemípteros depredadores de *S. frugiperda* en las provincias tropicales de Los Ríos y Manabí, en las que se concentra la mayor producción de maíz duro en Ecuador, en manos de pequeños y medianos agricultores que cultivan principalmente híbridos importados por empresas comercializadoras de insumos agrícolas.

Se visitaron ocho plantaciones, con edades entre 30 y 60 días después de la siembra. Cinco localidades en Manabí, cantones Portoviejo y Santa Ana (trópico seco) y tres en Los Ríos, cantones Mocache, Buena Fe y Quevedo (trópico húmedo). En cada plantación, siguiendo la metodología propuesta por Wyckhuys y O’Neil (2006), se seleccionaron aleatoriamente cinco transectos (25 plantas lineales) donde se exprimió suavemente el cogollo de cada planta obligando a los depredadores (Pentatómidos y Redúvidos) encontrados a abandonar su sitio de refugio (Figura 1a). Los chinches fueron capturados vivos y colocados en recipientes de plástico con ventilación y usados para dar inicio a las colonias en el laboratorio. Para la

determinación de la duración de cada estadio biológico, los hemípteros depredadores colectados fueron trasladados a la cámara de cría de insectos en el Laboratorio de Entomología de la EETP (26 °C, 80 % HR). Una pareja de chinches, (sexados en base a su dimorfismo sexual, las hembras son mucho más grandes que los machos) fue colocada en recipientes de vidrio de 5 L cubierto con tela de organza para evitar el escape y permitir la ventilación del mismo. En el interior de estos envases fueron colocados pedazos de algodón humedecidos con agua y envases de 20 mL con una solución de agua y miel al 10 %. Además, se colocaron pedazos de papel bond para que sirvan de sustrato de oviposición.

En total se establecieron 5 recipientes por cada género de depredador colectado en el campo. Obtenidas las masas de huevos (Figura 1b), estas fueron colocadas en cajas Petri de vidrio con algodón humedecido. Una vez emergidas las ninfas (Figura 1c), fueron colocadas individualmente en envases de plástico de 50 mL provistos de ventilación. Para ello se registró el día de la eclosión de cada ninfa y los cambios de estadio. La alimentación fue *ad libitum*, exclusivamente con larvas vivas de *S. frugiperda* provenientes de una colonia de este insecto mantenida en el insectario del Laboratorio de Entomología de la EETP, utilizando una dieta con base en frejol blanco (Morales *et al.*, 2010). Las ninfas de primer estadio fueron provistas de hojas tiernas de maíz debido a que durante esta fase *Podisus* spp. se alimenta de material vegetal; una vez emergidos los adultos (Figura 1d, 1e) de los hemípteros se determinó su sexo y fueron alimentados hasta el día de su muerte.

El resultado de los muestreos en el campo determinó la existencia de dos grandes grupos de hemípteros depredadores en las plantaciones de maíz evaluadas, el primero conformado por chinches del género *Zelus* -Reduviidae- (presentes en todas las localidades evaluadas) y el otro por chinches del género *Podisus* -Pentatomidae- (presentes únicamente en Los Ríos). Las identificaciones preliminares

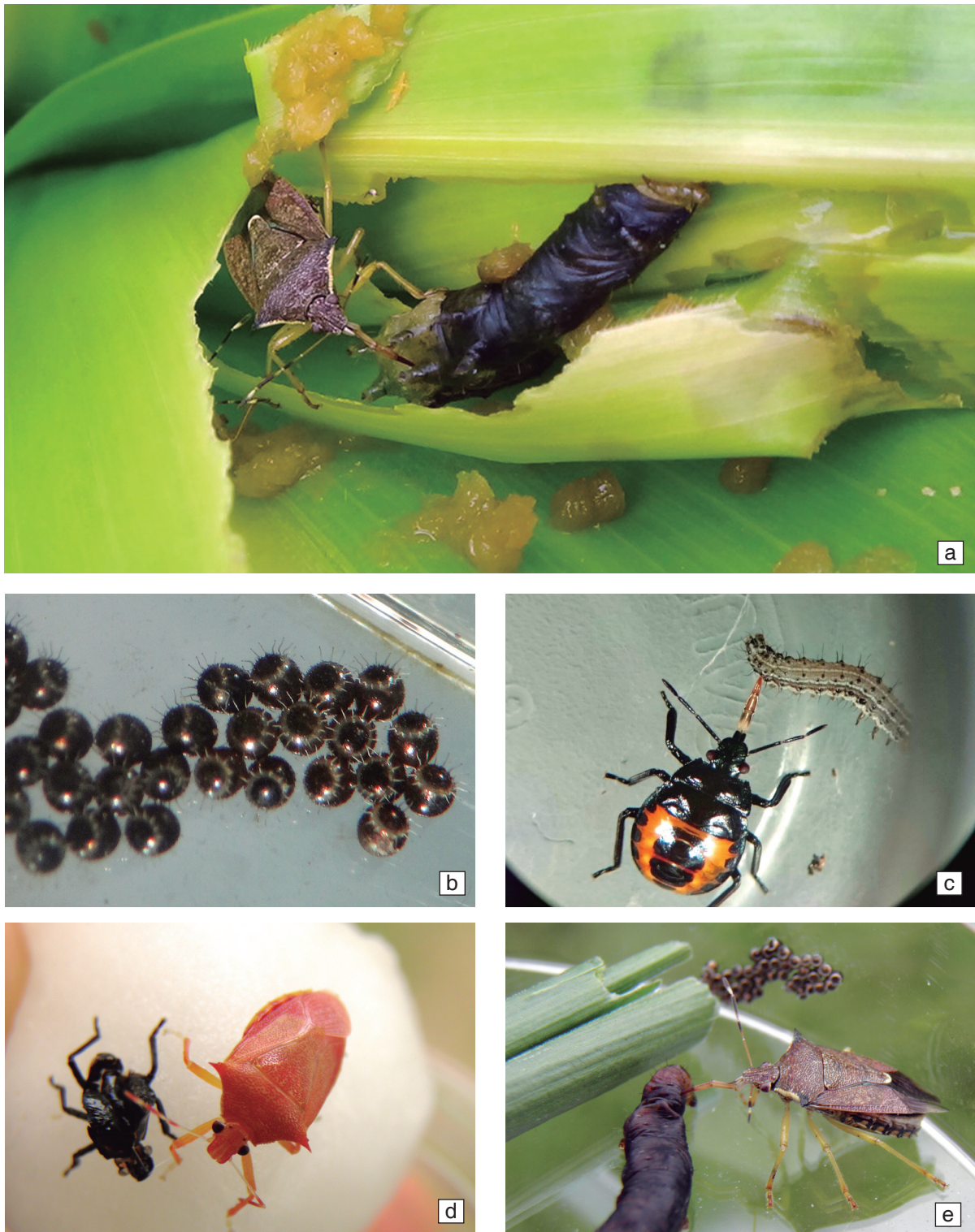
se realizaron usando claves taxonómicas (Packauskas, 2012; Weirauch *et al.*, 2014). No fue posible determinar la biología de los chinches del género *Zelus*, debido a que a partir del segundo estadio ya no se alimentaban de las larvas de *S. frugiperda* y morían, pero se consiguió hacerlo con el género *Podisus*, para lo cual se individualizaron 16 ninfas que eclosionaron tres días después de la oviposición.

El tiempo transcurrido entre la eclosión de la ninfa I hasta llegar al adulto fue de 20.1 días distribuidos en cinco instares ninfales [ninfa I 3.06 ±0.45 días, ninfa II 3.79 d ±1.12 d, ninfa III 4.08 ±1.61 d, ninfa IV 3.54±0.66 d, ninfa V 5.63 ±2.38 d], los adultos tuvieron una longevidad promedio de 33.75±20.63 d (Tabla 1). Del seguimiento del comportamiento reproductivo de una hembra se determinó que esta ovipositó 499 huevos durante 15 días, con un promedio de 31.2 huevos por masa oval, de los cuales el 82 % se convirtió en ninfas de primer instar. Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Santos *et al.* (2004) cuando criaron *P. distinctus* usando pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) como alimento a 29 °C de temperatura y próximos a los resultados de Wittmeyer y Coudron (2001) criando *P. maculiventris*, usando como alimento larvas de *Trichoplusia ni*.

Tabla 1. Duración de estadios biológicos de *Podisus* spp. (Hemiptera:Pentatomidae) bajo condiciones de laboratorio utilizando larvas de *Spodoptera frugiperda* como alimento

Estadio biológico	Duración (días) ^{1/}
Huevo	3.00±0.00
Ninfa I	3.06±0.45
Ninfa II	3.79±1.12
Ninfa III	4.08±1.61
Ninfa IV	3.54±0.66
Ninfa V	5.63±2.38
Total del ciclo	23.1±3.19
Huevo a adulto	
Adulto/longevidad	33.75±20.63

1/Promedio ± desviación estándar



Fotografías tomadas por los autores

Figura 1. *Podisus* spp. depredador de *Spodoptera frugiperda* a) Hembra alimentándose de larva de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. b) Masa de huevos. c) Ninfa d) Adulto teneral. e) Hembra adulta depredando larva de *Spodoptera frugiperda* en laboratorio.

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que es posible la cría de este depredador en condiciones de laboratorio, sin embargo, es necesario seguir estudiando aspectos taxonómicos (para identificar la especie) y ecológicos de la relación depredador-presa, así como la respuesta funcional de *Podisus* spp. sobre poblaciones de *S. frugiperda*. Además, se debe evaluar la manera de realizar una cría masiva de este biocontrolador utilizando quizás otro tipo de presa con el objetivo de abaratar costos de producción. Se resalta el hecho de no haber podido criar exitosamente ejemplares de *Zelus* utilizando larvas de *S. frugiperda* como alimento, debido a que varias publicaciones (Cogni *et al.*, 2002; Hoballah *et al.*, 2004) ubican a varias especies de este Reduviidae como depredador de *S. frugiperda*, por lo que se necesitan realizar más prospecciones para tratar de encontrar la especie adecuada, ya que según Zhang (2012) en Ecuador existen 16 especies dentro del género *Zelus*.

Agradecimiento

Al Dr. Wills Flowers, taxónomo de la Florida A&M University, por su ayuda en la identificación de adultos de *Podisus* spp.

Referencias bibliográficas

- Andrews, K. L. (1988). Latin American Research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *The Florida Entomologist*, 71(4): 630–653. <http://doi.org/10.2307/3495022>
- Arteaga, E. & Torres, L. (2004). Análisis de la cadena productiva y comercializadora del maíz a nivel local y como una fuente de exportación. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil, Ecuador.
- Capinera, J. (2014). "Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)." Recuperado de http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm
- Castillejos, V., García, L., Cisneros, J., Goulson, D., Cave, R.D., Caballero, P., & Williams T. (2001). The potential of *Chrysoperla rufilabris* and *Doru taeniatum* as agents for dispersal of *Spodoptera frugiperda* nucleopolyhedrovirus in maize. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98(3):353-9.
- Cogni, R., Freitas, A.V.L. & Amaral Filho, B.F., (2002). Influence of prey size on predation success by *Zelus longipes* L.V (Het., Reduviidae). *Journal of Applied Entomology*. 126(2-3):74-78.
- Hoballah, M.E., Degen, T., Bergvinson, D., Savidan, A., Tamò, C., & Turlings, T.C. (2004). Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of Mexico. *Agricultural and Forest Entomology*, 6(1):83-8.
- Mendoza, J. (1994). Guía para el manejo integrado de plagas en maíz en el litoral ecuatoriano. Boletín Divulgativo INIAP No. 248. Quito, Ecuador. 31 p.
- Molina-Ochoa, J., Carpenter, J.E., Heinrichs, E.A., & Foster J.E. (2003). Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean Basin: an inventory. *Florida Entomologist*, 86(3):254-89.
- Morales, P., Noguera, Y., Escalona, E., Fonseca, O., Rosales, C., Salas, B., Ramos, F., Sandoval, E., & Cabañas W (2010). Sobrevivencia larval de *Spodoptera frugiperda* Smith con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*, 60(4):375-80.
- Ordóñez-García, M., Ríos-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D.I., Acosta-Muñiz, C.H., Salas-Marina, M.Á. & Cambero-Campos, O.J. (2015). Occurrence of natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Chihuahua, México. *Florida Entomologist* 98(3): 843-847.
- Packauskas, R. (2012). The Pentatomidae, or stink bugs, of Kansas with a key to species (Hemiptera: Heteroptera). *The Great Lakes Entomologist*, (45): 210-219.
- Páliz, V., & Mendoza, J. (1985). Plagas del maíz (*Zea mays*) en el litoral ecuatoriano

- sus características y control. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 78 p.
- Pascual-Ruiz, S., Carrillo, L., Álvarez-Alfageme, F., Ruiz, M., Castanera, P., & Ortego, F. (2009). The effects of different prey regimes on the proteolytic digestion of nymphs of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Bulletin of Entomological Research*, 99 (05):487-91.
- Santos, G.P., Zanuncio, T.V., Ribeiro, G.T., SILVA, E. & Zanuncio, J.C., (2004). Influência da temperatura no desenvolvimento ninfal de *Podisus distinctus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Cerne*, 10(2): 213-221.
- Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (SINAGAP). (2014) Boletín situacional del maíz duro seco. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/situacionales-de-cultivo-2015/file/875-maiz-duro-seco>
- Villavicencio, J.P., & Zambrano, J.L., 2009. Guía para la producción de maíz amarillo duro, en la zona central del litoral Ecuatoriano. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín divulgativo No. 353. Quevedo, Ecuador.
- Wittmeyer, J.L. & Coudron, T.A., (2001). Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. *Journal of Economic Entomology*, 94(6):1344-1352.
- Weirauch, C., Bérenger, J.M., Berniker, L., Forero, D., Forthman, M., Frankenberg, S., Freedman, A., Gordon, E., Hoey-Chamberlain, R., Hwang, W.S., & Marshall, S.A., (2014). An Illustrated Identification Key to Assassin Bug Subfamilies and Tribes (Hemiptera: Reduviidae). *Canadian Journal of Arthropod Identification*, (26):1-115
- Wyckhuys, K.A. & O'Neil, R.J. (2006). Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. *Crop Protection*. 25(11):1180-1190.
- Zhang, G., (2012). Taxonomy, Phylogenetics, Comparative Morphology and Evolution of Assassin Bugs (Hemiptera: Reduviidae) With Emphasis on Harpactorinae and Peiratinae. PhD dissertation. University of California. Riverside, USA.