

Evaluación de trampas con atrayentes alimenticios para gusano soldado en garbanzo*

Evaluation of traps with food attractants for armyworm in chickpea

Agustín Alberto Fú Castillo^{1§}, Adriana Isabel Pérez-Luna¹ y María Alba Guadalupe Corella Madueño²

¹Campo Experimental Costa de Hermosillo-INIFAP, Pascual Encinas Félix, núm. 21, Col. La Manga, Hermosillo, Sonora, México. CP. 83220. Tel. 01(55)38718700, ext. 81321. (perez.adriana@inifap.gob.mx). ²Universidad de Sonora-Departamento de Ciencias Químicas Biológicas, Boulevard Luis Encinas S/N, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México. CP. 83000. Tel. 01(662)2592163. (lcorella@guayacan.uson.mx). [§]Autor para correspondencia; fu.agustin@inifap.gob.mx.

Resumen

El cultivo de garbanzo es afectado por un complejo de lepidópteros, dominando *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp., los cuales afectan entre 10-80% de su productividad. El combate de estas plagas, se hace mediante un muestreo visual de huevecillos y posterior aplicación de insecticidas; sin embargo, dicho muestreo da información incorrecta de densidad y especies presentes. Actualmente el uso de trampas cebadas con atrayentes alimenticios y feromonas sexuales, complementa la información generada por los muestreos visuales y proporciona datos más exactos para el monitoreo de la plaga. El objetivo del estudio fue evaluar atrayentes alimenticios y sexuales, y su capacidad de atracción a palomillas de *Spodoptera exigua* en el cultivo de garbanzo. En el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron atrayente alimenticio comercial (Noctovi[®]), levadura + azúcar, levadura, polen de quelite y feromona sexual específica de *S. exigua*; y un testigo sin feromona sexual o atrayente. Las variables evaluadas, fueron poblaciones de palomillas de *S. exigua*, durante todo el periodo que comprendió el estudio. Los tratamientos donde se identificó mayor atracción y captura de palomilla

Abstract

The chickpea cultivation is affected by a lepidopteran complex, dominating *Heliothis* spp. and *Spodoptera* spp., which affect between 10-80% of their productivity. The combat of these pests is done by means of a visual sampling of eggs and subsequent application of insecticides; however, such sampling gives incorrect information of density and species present. Currently the use of baited traps with food attractants and sex pheromones complements the information generated by visual sampling and provides more accurate data for pest monitoring. The objective of the study was to evaluate food and sexual attractants and their ability to attract *Spodoptera exigua* moths in chickpea culture. The study used a completely randomized experimental design with three replicates. Treatments were commercial food attractant (Noctovi[®]), yeast + sugar, yeast, chelite pollen and *S. exigua* specific sex pheromone; and a witness without a sexual or attractant pheromone. The variables evaluated were populations of *S. exigua* moths, throughout the study period. The treatments that identified the greatest attraction and capture of adult moth in the trapped traps were treatments based on yeast plus sugar and the commercial Noctovi[®], the latter being the one that obtained better results as attractant

* Recibido: octubre de 2017
Aceptado: noviembre de 2017

adulta en las trampas cebadas fueron los tratamientos a base de levadura más azúcar y el comercial Noctovi[®], siendo este último el que obtuvo mejores resultados como atrayente en las trampas cebadas para el gusano soldado (*S. exigua*), lo que lo convierte en potencial herramienta a ser considerada parte de un programa integral de muestreo de esta plaga.

Palabras clave: *Spodoptera exigua*, atrayentes, captura, monitoreo.

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es un cultivo muy importante a nivel internacional, debido a su elevado valor nutricional, ya que contiene un rango de 17-25% de proteína bruta, hierro y calcio (Marrero *et al.*, 2016). Los principales países productores son Turquía, India, Pakistán y México aportando entre ellos casi 90% de la producción mundial (7 millones de toneladas) (Padilla *et al.*, 2008). La principal región productora de garbanzo en México, se localiza al noroeste del país (Sinaloa, Sonora y Baja California Sur), dicha región se caracteriza por producir garbanzo con calidad de exportación (calibre grande, color claro, rugoso y con buena calidad de cocción) (Ortega *et al.*, 2016). En condiciones óptimas esta especie tiene un potencial de 2.5 a 3.5 t ha⁻¹ el cual muchas veces no es alcanzado debido a la inestabilidad productiva de las variedades disponibles, incrementándose a causa de factores alternos tales como: el clima (temperatura, precipitación, humedad), plagas y enfermedades (Padilla *et al.*, 2008).

Entre los insectos de importancia económica en la agricultura están las larvas del orden lepidoptera, representando un desafío importante por su gran capacidad de defoliación y adaptación a diversos cultivos (Capinera, 2008). El cultivo de garbanzo no está exento de ser afectado por lepidópteros, entre ellos; *Heliothis* spp., *Spodoptera* spp. y dípteros minadores de hoja como *Liriomyza* spp., así como por plagas de almacén, los daños causados por estos insectos a nivel mundial, fluctúan entre 10-80%, si la plaga se presenta en los periodos de floración a formación de cápsulas, pueden afectar hasta 0.5 t ha⁻¹ (Reed *et al.*, 1987).

Actualmente, debido a las fallas del control químico, la contaminación ambiental, toxicidad en los propios alimentos, y evolución de resistencia en las especies plaga, se atenta contra la sustentabilidad del proceso productivo (Elzen and Hardee, 2003), por lo tanto, un programa de manejo integrado de plagas (MIP) es la estrategia más adecuada para la protección de los cultivos. El MIP combina

in the traps primed for the welded worm (*S. exigua*), which makes it a potential tool to be considered part of a comprehensive sampling program for this pest.

Keywords: *Spodoptera exigua*, attractants, catch monitoring.

The chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a very important crop at international level, due to its high nutritional value, since it contains a range of 17-25% crude protein, iron and calcium (Marrero *et al.*, 2016). The main producing countries are Turkey, India, Pakistan and México contributing almost 90% of world production (7 million tonnes) (Padilla *et al.*, 2008). The main producing region of chickpea in Mexico, is located in the northwest of the country (Sinaloa, Sonora and Baja California Sur), this region is characterized by producing chickpea with export quality (large caliber, light color, rough and with good quality of cooking) (Ortega *et al.*, 2016). In optimum conditions, this species has a potential of 2.5 to 3.5 t ha⁻¹, which is often not reached due to the productive instability of the available varieties, increasing due to alternative factors such as: climate (temperature, precipitation, humidity), pests and diseases (Padilla *et al.*, 2008).

Among insects of economic importance in agriculture are larvae of the order lepidoptera, representing a major challenge because of their great capacity for defoliation and adaptation to different crops (Capinera, 2008). The cultivation of chickpea is not exempt from being affected by Lepidoptera, among them; *Heliothis* spp., *Spodoptera* spp. and leaf dipterens such as *Liriomyza* spp., as well as by storage pests, the damages caused by these insects worldwide, fluctuate between 10-80%, if the pest occurs in the periods of flowering to formation of capsules, they can affect up to 0.5 t ha⁻¹ (Reed *et al.*, 1987).

Currently, due to the failures of chemical control, environmental contamination, toxicity in the food itself, and evolution of resistance in the pest species, it is detrimental to the sustainability of the production process (Elzen and Hardee, 2003). integrated pest management program (MIP, for its acronym in Spanish) is the most appropriate strategy for crop protection. The MIP combines all techniques that regulate pest populations, does not rule out the use of insecticides, but emphasizes their correct use by making applications when the action threshold has been exceeded. One of the most important

todas las técnicas que regulen las poblaciones de plagas, no descarta el uso de insecticidas, pero enfatiza su uso correcto realizando aplicaciones cuando el umbral de acción ha sido rebasado. Uno de los factores más importantes en este programa es el muestreo de plagas, para tomar decisiones respecto a la aplicación de insecticidas y control de la plaga.

En muchas especies de insectos la comunicación química mediante feromonas juega un papel muy importante ya que lo utilizan como señales de orientación, sitio de apareamiento, sitio de oviposición y como sistema de alarma, generalmente la hembra es quien emite dichas señales para atraer a los machos, aunque se ha detectado que algunos machos también emiten este tipo de compuestos (González *et al.*, 2012). Por esta razón actualmente se usan semioquímicos (feromonas sexuales y atrayentes alimenticios) como una herramienta para la detección de plagas (Ando and Inomata, 2004), ya que la aplicación de feromonas en el control de plagas se dirige a la detección, seguimiento de poblaciones y a métodos directos de control (Campion and Nesbitt, 1981).

Además el uso de semioquímicos tiene la ventaja de no dejar residuos tóxicos, afectar a la especie objetivo y requerir de pequeñas cantidades (González *et al.*, 2012), existen diversos materiales atractivos a los insectos que son usados con esta finalidad, tales como los constituidos a base de proteínas hidrolizadas líquidas, soluciones de azúcar fermentada, jugos de fruta y vinagre, para capturar hembras de diferentes especies de moscas de la fruta (Haynes and Millar, 1998). El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la capacidad de atracción de trampas con atrayentes alimenticios y sexuales para la captura de palomillas de *Spodoptera exigua* en el cultivo de garbanzo.

El estudio se llevó a cabo en “La Costa de Hermosillo” al noroeste del estado de Sonora, durante los años 2015 y 2016. El trabajo preeliminar de 2015 se estableció en el Campo Experimental de la Costa de Hermosillo (CECH-INIFAP), en un sitio rodeado de vegetación nativa y sin presencia de cultivo de garbanzo comprendiendo los meses de octubre a noviembre. El segundo año el experimento se efectuó en un campo comercial de garbanzo en los meses de abril a enero. Los tratamientos consistieron en evaluar atrayentes alimenticios y feromona sexual específica para gusano soldado (*Spodoptera exigua*) (BAW[®]), en total fueron seis tratamientos: atrayente alimenticio comercial (Noctovi[®]) (AA-CN), atrayente alimenticio levadura + azúcar (AA-LA), atrayente alimenticio levadura (AA-L), atrayente alimenticio polen de quelite (AA-PQ), feromona

factors in this program is the sampling of pests, to make decisions regarding the application of insecticides and control of the pest.

In many species of insects chemical communication by means of pheromones plays a very important role since they use it as orientation signs, mating site, oviposition site and as alarm system, usually the female is the one who emits these signals to attract the males, although it has been detected that some males also emit this type of compounds (González *et al.*, 2012). For this reason, semiochemicals (sex pheromones and food attractants) are currently used as a tool for pest detection (Ando and Inomata, 2004), since the application of pheromones in pest control is aimed at the detection, monitoring of populations and direct control methods (Campion and Nesbitt, 1981).

In addition, the use of semiochemicals has the advantage of not leaving toxic waste, affecting the target species and requiring small amounts (González *et al.*, 2012), there are several materials attractive to insects that are used for this purpose, such as based on liquid hydrolyzed proteins, fermented sugar solutions, fruit juices and vinegar, to capture females of different species of fruit flies (Haynes and Millar, 1998). The present study aimed to evaluate the ability of traps to attract food and sexual attractants to catch *Spodoptera exigua* moths in chickpea culture.

The study was carried out in “La Costa de Hermosillo”, northwest of the state of Sonora, during the years 2015 and 2016. The preliminary work of 2015 was established at the Experimental Field of the Hermosillo Coast (CECH-INIFAP), in a place surrounded by native vegetation and without presence of chickpea cultivation comprising the months of October to November. The second year the experiment was carried out in a commercial field of chickpea in the months of April to January. The treatments consisted in evaluating food attractants and sex-specific pheromone for Worm (*Spodoptera exigua*) (BAW[®]), in total were six treatments: commercial food attractant (Noctovi[®]) (AA-CN), food attractant yeast + sugar (AA-LA), food attractant yeast (AA-L), attractant pollen from chelate (AA-PQ), sex pheromone *Spodoptera exigua* (FS-GS) and unattractive control or sex pheromone (Test). In 2015 the six treatments were evaluated, while in 2016 the four best treatments were selected, discarding yeast food attractants and chelating pollen.

sexual *Spodoptera exigua* (FS-GS) y testigo sin atrayente o feromona sexual (Tes). En 2015 se evaluaron los seis tratamientos, mientras que en 2016 se seleccionaron los cuatro mejores tratamientos, descartándose los atrayentes alimenticios de levadura y polen de quelite.

Los atrayentes alimenticios se colocaron en una garrafa de plástico de 20 litros de capacidad, a la cual se le hicieron dos ventanas de 10*10 cm, y en el fondo se adicionó una solución de agua con jabón donde se capturaron las palomillas que fueron atraídas a cada tratamiento. La feromona sexual de *S. exigua* se colocó en la parte interna y superior de la garrafa sostenida con un filamento de fierro o alambre.

La solución atrayente comercial se preparó añadiendo 3 L de producto formulado Noctovi a 7 L de agua, el resto de los atrayentes se prepararon añadiendo 3 g de levadura y 150 g de azúcar a 2 L de agua. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron poblaciones de palomillas de *S. exigua* durante todo el periodo que comprendió el estudio, los datos fueron analizados con el paquete estadístico (SAS, 1996).

El estudio preliminar realizado en 2015, indica que durante el periodo octubre-noviembre se registró actividad de palomillas de *S. exigua*, observándose tres picos poblacionales: 16 de octubre, 28 octubre y mayormente el 03 de noviembre. Los tratamientos que registraron más capturas y que además fueron estadísticamente diferentes fueron AA-CN y AA-LA, seguidos en menor densidad por FS-GS, el resto de tratamientos mostró una captura baja, mientras que el tratamiento AA-PQ no registró capturas (Figura 1).

Las plagas provocan cada año importantes pérdidas para la agricultura y por ello es importante la búsqueda y establecimiento de nuevos métodos de control, que permitan el desarrollo de una agricultura sostenible (Vacas, 2011). Las feromonas de atracción sexual se han documentado en diversos órdenes de insectos, incluyendo Orthoptera (Blattodea), Heteroptera (Hemiptera y Homoptera), Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (Hardie and Minks, 1999), es reconocido que 60% de las feromonas sexuales identificadas en los insectos pertenecen al orden lepidoptera y son producidas principalmente por las hembras.

The food attractants were placed in a plastic bottle of 20 liters capacity, to which two windows of 10*10 cm were made, and in the bottom was added a solution of water with soap where they caught the moths that were attracted to each treatment. The sexual pheromone of *S. exigua* was placed in the inner and superior part of the bottle supported with a filament of iron or wire.

The commercial attractant solution was prepared by adding 3 L of formulated Noctovi to 7 L of water, the remainder of the attractants were prepared by adding 3 g of yeast and 150 g of sugar to 2 L of water. A completely randomized experimental design with three replicates was used. The variables evaluated were *S. exigua* moth populations during the whole study period, the data were analyzed with the statistical package (SAS, 1996).

The preliminary study carried out in 2015 indicates that during the period october-november there was activity of *S. exigua* moths, observing three population peaks: October 16, october 28 and mostly november 03. The treatments recorded more catches and were statistically different were AA-CN and AA-LA, followed lesser density FS-GS, other treatments showed a low catch, while the AA-PQ treatment not recorded catches (Figure 1).

Pests cause significant losses each year for agriculture and therefore the search and establishment of new control methods that allow the development of sustainable agriculture (Vacas, 2011) is important. The sexual attraction pheromones have been documented in various insect orders, including Orthoptera (Blattodea), Heteroptera (Hemiptera and Homoptera), Lepidoptera, Coleoptera, Diptera and Hymenoptera (Hardie and Minks, 1999). It is recognized that 60% of pheromones sexes identified in insects belong to the order lepidoptera and are produced mainly by females.

In the evaluation carried out in 2016, only four treatments were used, the experiment showed that there was capture of adults of *S. exigua* during the whole cycle, the highest population density was registered in the period from January 16 to March 1, registering a maximum of 65 adults in the treatment of AA-CN and 60 adults in the treatment of FS-GS (Figure 2), these treatments being statistically different from the control and treatment AA-LA. The first treatments had a cumulative of more than 300 moths throughout the cycle, unlike 113 in AA-LA and 0.3 in the control (Figure 2).

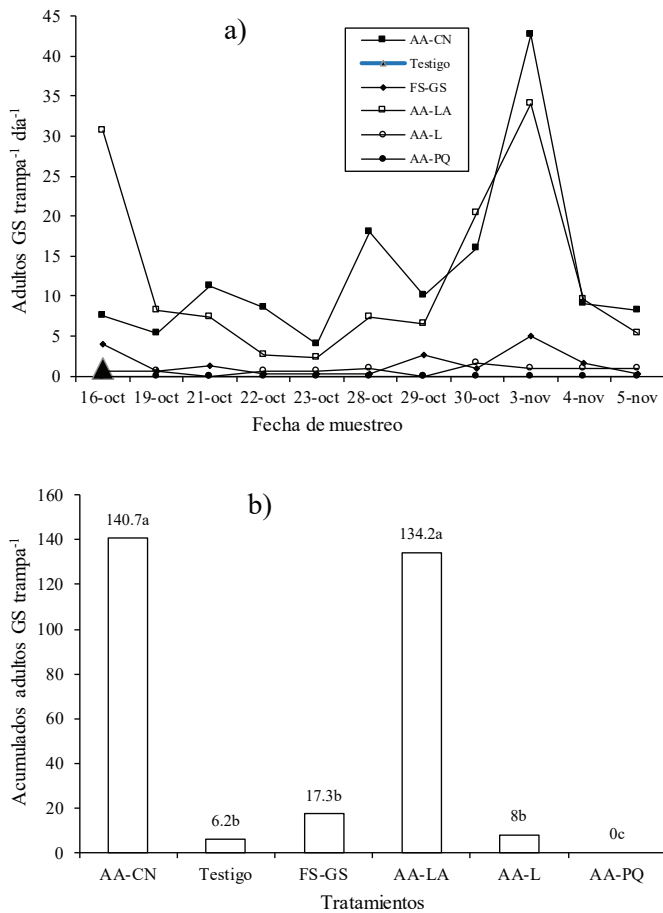


Figura 1. Evaluación en 2015 de atrayentes alimenticios y sexuales de *S. exigua*. a) dinámica poblacional; y b) población acumulada.

Figure 1. Evaluation in the year 2015 of food and sexual attractants of *S. exigua*. a) population dynamics; and b) accumulated population.

En la evaluación realizada en 2016 se utilizaron solamente cuatro tratamientos, el experimento mostró que hubo captura de adultos de *S. exigua* durante todo el ciclo, la mayor densidad poblacional se registró en el periodo del 16 de enero al 01 de marzo, registrándose un máximo de 65 adultos en el tratamiento de AA-CN y de 60 adultos en el tratamiento de FS-GS (Figura 2), siendo estos tratamientos estadísticamente diferentes respecto al testigo y al tratamiento AA-LA. Los primeros tratamientos, tuvieron un acumulado de más de 300 palomillas en todo el ciclo, a diferencia de 113 en AA-LA y 0.3 en el testigo (Figura 2). Noctovi, es un atrayente alimenticio de palomillas adulto, compuesto por volátiles de plantas y mielecillas. La feromona sexual específica atrayente del macho para *S. exigua*; tiene como ingredientes activos a los compuestos químicos: (Z)-9-tetradecen-1-ol

Noctovi, is a food attractant of adult moths, composed of volatiles of plants and small trees. The specific male sex attractant pheromone for *S. exigua*; has as active ingredients the chemical compounds: (Z)-9-tetradecen-1-ol and (Z, E)-9,12-tetradecadien-1-yl acetate. BioLure BAW (Beet Armyworm Lure) and is used in monitoring and mass trapping of the pest.

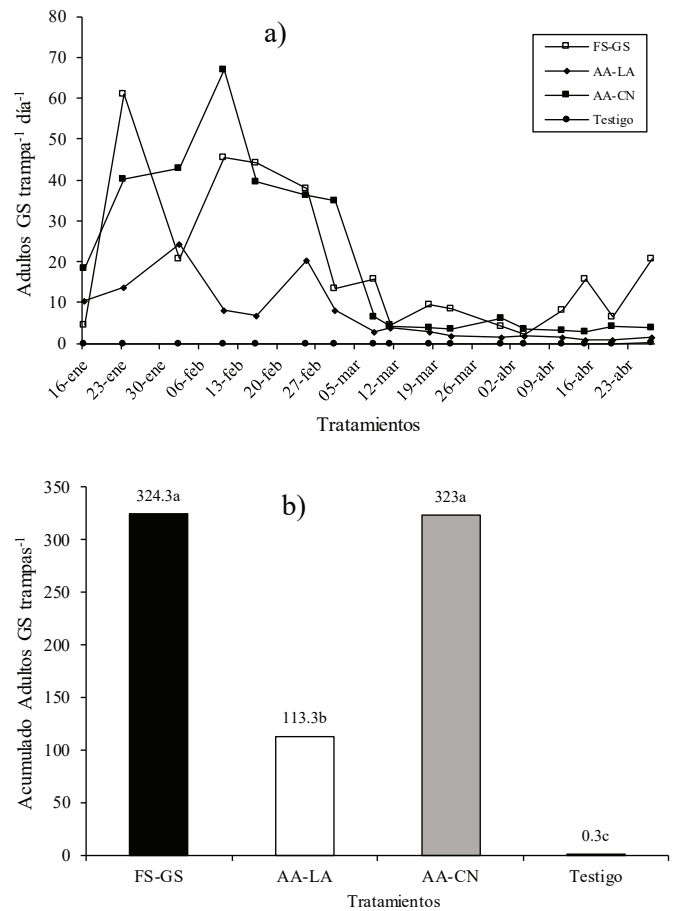


Figura 2. Dinámica poblacional de adultos de *S. exigua* en la evaluación de atrayentes alimenticios y sexuales del garbanzo en 2016 (a). Población acumulada de adultos de *S. exigua* en evaluación de atrayentes alimenticios y sexuales del garbanzo en 2016 (b).

Figure 2. Population dynamics of adults of *S. exigua* in the evaluation of food and sexual attractants of chickpea in 2016 (a). Cumulative population of *S. exigua* adults in evaluation of food and sexual attractants of chickpea in 2016 (b).

Traps primed with attractants or sex pheromones are widely used in different integrated pest management programs, their use intensified through the discovery, isolation and

y (Z,E)- 9,12-tetradecadien -1-yl acetate. BioLure BAW (Beet Armyworm Lure) y se utiliza en monitoreo y trapeo masivo de la plaga.

Las trampas cebadas con atrayentes o feromonas sexuales son ampliamente utilizadas en diferentes programas de manejo integrado de plagas, su uso se intensificó mediante el descubrimiento, aislamiento y síntesis de compuestos. Estos resultados muestran que se puede utilizar el atrayente alimenticio comercial y la feromona sexual como cebadores para la captura de adultos de *S. exigua*, lo cual ayuda a determinar cuando y donde está presente la plaga, estimando su dinámica poblacional y en base a esa información establecer los momentos precisos de aplicación (González *et al.*, 2012).

Además el uso de estas trampas ayuda a disminuir la población de adultos, ya que por cada hembra capturada algunos autores mencionan que se evita la oviposición de 300 a 600 huevecillos, mientras que el uso de feromonas ayuda a detectar la presencia temprana de machos, evitando por lo tanto el apareamiento e interrumpiendo su reproducción (Garza y Terán, 2007).

Conclusiones

Es importante realizar un monitoreo de plagas para evitar el uso excesivo de insecticidas, en este trabajo se encontró que el atrayente alimenticio comercial y la feromona sexual fueron los tratamientos más efectivos para atraer adultos de *Spodoptera exigua*, lo cual es importante para conocer la dinámica poblacional de la plaga y diseñar el momento y el sitio de aplicación para su control. Sin embargo, es importante continuar con más investigación con la finalidad de descubrir y desarrollar semioquímicos cuyo costo y efectos secundarios ecológicos sean mínimos, logrando la integración al manejo integrado de plagas en garbanzo.

Literatura citada

- Ando, T.; Inomata, S. I. and Yamamoto, M. 2004. Lepidopteran sex pheromones. *In: The chemistry of pheromones and other semiochemicals* I. Schulz S. (eds). 1st edition. Springer. Berlin, Heidelberg. 51-96 pp.
- Campion, D. G. and Nesbitt, B. F. 1981. Lepidopteran sex pheromones and pest management in developing countries. *Inglaterra. Tropical Pest Management*. 1(27):53-61.

sisting of compounds. These results show that commercial attractant and sexual pheromone can be used as primers for the capture of adults of *S. exigua*, which helps to determine when and where the pest is present, estimating its population dynamics and based on that information set the timing. precise application (González *et al.*, 2012).

In addition, the use of these traps helps to decrease the adult population, since for each female caught, the authors mention that oviposition of 300 to 600 eggs is avoided, while the use of pheromones helps to detect the early presence of males, avoiding thus mating and disrupting their reproduction (Garza and Terán, 2007).

Conclusions

It is important to perform a pest monitoring to avoid the excessive use of insecticides, in this work it was found that the commercial food attractant and the sexual pheromone were the most effective treatments to attract adults of *Spodoptera exigua*, which is important to know the population dynamics of the pest and designing on the basis of these monitoring the timing and application site for its control. However, it is important to continue with more research in order to discover and develop semiochemicals whose ecological cost and side effects are minimal, achieving their integration to integrated pest management in chickpea.

End of the English version



- Capinera, J. L. 2008. Butterflies and moths. Springer. 2nd edition. Florida, USA. 626-672 pp.
- Elzen, G. W. and Hardee, D. D. 2003. United States Department of Agriculture-agricultural research service research on managing insect resistance to insecticides. USA. *Pest Management Science*. 6-7(59):770-776.
- Garza, U. E. y Terán, V. A. P. 2007. El gusano soldado *Spodoptera exigua* y su manejo en la planicie Huasteca. INIFAP. Primera edición. Ébano, San Luis Potosí, México. Folleto técnico núm. 15. 18 p.
- González, A.; Altesor, P.; Sellanes, C. y Rossini, C. 2012. Aplicación de feromonas sexuales en el manejo de lepidópteros plaga de cultivos agrícolas. *In: temas selectos en ecología química de insectos*. Rojas, J. C. y Malo, E. A. (Eds). Primera edición. ECOSUR. Tapachula, Chiapas, México. 343-360 pp.
- Hardie, J. and Minks, A. K. 1999. Pheromones of non-lepidopteran insects associated with agricultural plants. *Inglaterra. Austral Entomol*. 2(39):97-100.

- Marrero, A. L.; Tejera, Y.; Liriano, R.; Torres, L.; Fernández, R.; Rojas, M. y González, F. 2016. Insectos nocivos asociados al cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en zonas de la provincial Matanzas. Cuba. Rev. Protec. Veg. 2(31):134-136.
- Millar, J. and Haynes, K. 1998. Methods in chemical ecology. Volume 1: Chemical Methods. Springer US. 1st edition. Philadelphia, New York, USA. 390 p.
- Ortega, M. P. F.; Fierros, L. G. A.; Acosta, G. J. A.; Valenzuela, H. V.; Padilla, V. I.; Rodríguez, C. F.; Gutiérrez, P. E.; Aguilar, G. B. Z. y Velarde, F. S. 2016. Nuevos genotipos de garbanzo para ser liberados como variedad en el noroeste de México. *In: memoria científica* núm 9. IV Simposio Nacional de Garbanzo. Grageda, G. J.; Vieira, F. F. A.; Maldonado, N. L. A. y Pérez, L. A. I. (Eds.). INIFAP. Hermosillo, Sonora, México. 17-24 pp.
- Padilla, V. I.; Valenzuela, V. R. I.; Armenta, C. C. M.; Salinas, P. R. A. y Sánchez, S. E. 2008. Comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en siembra tardía en el Valle de Mayo, Sonora, México. México. Rev. Fitotec. Mex. 1(31): 43-49.
- Reed, W.; Cardona, C.; Sithanatham, S. and Lateef, S. S. 1987. Chickpea insect pest and their control. *In: the chickpea*. CAB Int. Wallingford, Oxon, UK. 409 p.
- SAS Institute (Statistical Analysis System Institute). 1996. Statistical Analysis System. Cary, N.C. USA.
- Vacas, S. G. 2011. Uso de semioquímicos en el control de plagas. Estudios básicos y de aplicación. Tesis doctoral en ciencias. Departamento de Química. Universidad Valencia, España. 327 pp.