

ARTICULOS GENERALES

Policultivo (maíz-calabaza) en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en Fomento, Sancti Spiritus Polycrop (corn-pumpkin) in the control of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Fomento, Sancti Spiritus

Marcos T. García González¹, Justo Antonio Rojas Rojas¹, Leónides Castellanos González² y Dianen Enjamio Jiménez³.

1. Universidad de Sancti Spiritus José Martí, S. Spiritus, Cuba.
2. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cfgos, Cuba.
3. Empresa Agropecuaria Jibacoa, Villa Clara, Cuba.

E-mail: justo@suss.co.cu

RESUMEN. La palomilla del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) constituye la principal plaga de este cultivo, ocasionando cuantiosa reducción de los rendimientos. La investigación se desarrolló en el sector campesino del municipio Fomento, provincia Sancti Spiritus en los meses de abril a diciembre del 2008 con los objetivos de diagnosticar el comportamiento de *Spodoptera frugiperda* y evaluar tanto la influencia del uso del policultivo (maíz-calabaza) sobre *S. frugiperda* como sobre los resultados económicos. El ataque de *S. frugiperda* al maíz comenzó en los primeros 10 días posteriores a la germinación y los consejos con mayor afectación durante todo el ciclo fueron el consejo Sopimpa, Agabama y Jíquima. La máxima afectación ocurrió a los 45 días de germinado el cultivo mostrando una elevada correspondencia con la temperatura y la edad de la plantación. En la variante policultivo, el ataque por *S. frugiperda* alcanzó niveles de infestación inferiores al monocultivo, resultando este más económico, pues presentó un mayor índice de uso equivalente de la tierra con valores entre 1.14 y 1.16.

Palabras clave: Maíz, policultivo, *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) constitutes the most important pest of corn in Cuba, which causes considerable reduction of the yields. This investigation was developed at the farmer's sector in Fomento municipality, Sancti Spiritus province from April to December of the year 2008, with the objective of diagnosing the behaviour of the *Spodoptera frugiperda* population and evaluates the corn-pumpkin polyculture cropping system, as well as its influence on the economic results. The *Spodoptera frugiperda* attack started in the crop in the first ten days after the germination. Sopimpa, Agabama and Jíquimas were the most affected areas in this cycle. The biggest affectation of the insect occurred 45 days after germination, closely related with the temperature and the plantation age. In the polyculture cropping system variant, *Spodoptera frugiperda* reached lower infestation levels than in the monoculture system, so the first one was more economical due to a better use of the ground indicator with values between: 1.14 and 1.16.

Key words: Corn, polyculture system, *Spodoptera frugiperda*.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor importancia económica en el mundo, siendo el único conocido en América antes de su descubrimiento y desconocido en el Viejo Mundo. No hay evidencias arqueológicas, lingüísticas, ideográficas, pictóricas e históricas, de la existencia del maíz en ninguna parte del mundo, fuera de América antes del 1492 (Socorro y Martín, 1998). Por ser un cultivo de gran capacidad de adaptación

no se propagó solo en el continente americano, sino en el resto de los continentes.

En Cuba, el cultivo del maíz es tradicional en el desarrollo de la agricultura desde la cultura indígena hasta la época actual, y como un alimento básico en la alimentación humana, del ganado y las aves. La negativa de los rendimientos de las cosechas, hasta la total ineficiencia por la falta de aplicación

de tecnología adecuada al cultivo, origina la necesidad de importar cantidades de maíz a un precio en divisa muy variable y que en estos momentos se eleva en el mercado mundial.

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) se considera la plaga más importante del maíz en toda Mesoamérica. Existen centenares de investigaciones sobre esta especie, y cuantiosos datos sobre su biología, fisiología, ecología y control (químico, cultural, biológico e integrado) (Fernández, 2002). Los primeros instares larvales de *S. frugiperda* se alimentan de la superficie inferior de las hojas tiernas, causando un manchado característico, como en ventanas, en las hojas de maíz y sorgo. En grandes densidades pueden matar las plantas por defoliación y destruir las plantas en crecimiento, más tarde migran hacia el cogollo, donde el canibalismo a menudo la reduce a una dos por planta. Estos daños causan una perforación característica y hacen jirones las hojas que están en desarrollo, ensuciándolas con excremento. (King y Saunders, 1984).

Los monocultivos son ambientes poco favorables para los enemigos naturales de las plagas, debido a los altos niveles de perturbación y a la falta de infraestructura ecológica. La capacidad de los depredadores y parasitoides para controlar los invasores es menor en sistemas simplificados que en agroecosistemas diversificados (Landis et al., 2000).

Tradiciones campesinas, como es el empleo de los policultivos, permanecieron olvidadas durante mucho tiempo, pero hoy en muchas regiones del mundo estos forman parte del paisaje agrícola. La práctica de estos sistemas en Cuba se aplica no sólo en áreas de subsistencia y en pequeñas superficies, sino que se retoma como una tradición. La práctica de éstos es ampliamente reconocida como una alternativa para enfrentar el reto de obtener cada día mayor productividad agrícola en condiciones de fuertes restricciones de insumos, al mismo tiempo que se preservan y mejoran los recursos naturales y sobre todo la tierra (González et al., 2002).

Los policultivos complejos y los sistemas agroforestales practicados por pequeños

productores tropicales imitan varios aspectos de la estructura y el funcionamiento de las comunidades naturales, como el reciclaje de nutrientes, resistencia al ataque de plagas, estructura vertical y altos niveles de biodiversidad (Altieri y Nicholls, 2004).

La investigación se desarrolló con los objetivos de diagnosticar el comportamiento de *Spodoptera frugiperda* y evaluar tanto la influencia del uso del policultivo (maíz-calabaza) sobre *S. frugiperda* como los resultados económicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio de Fomento Provincia Santi Spiritus Cuba en el período comprendido de abril a diciembre de 2008 en los ocho consejos populares del municipio: Sopimpa, Jíquima, Pedrero, La Redonda, El Ñame, Norte, Sur y Agabama.

El diseño metodológico de la investigación se estructuró en 4 fases que dieron salida cronológicamente y de manera sistémica a los objetivos específicos del estudio, empleándose los tres métodos fundamentales de investigación en la biología aplicada: La observación; La medición y el experimento.

Para la implementación de todas las fases se aplicaron procedimientos generales tales como:
a. Para la preparación del suelo se realizaron las siguientes labores: Rotura, Cruce, Grada y Surque.

Todas las labores de preparación de suelo fueron mediante el empleo de la tracción animal, excepto la rotura que la mayor parte de los productores la realizaron con tractor. La siembra se efectuó de forma manual, partiendo el camellón con bueyes, utilizando el arado criollo.

Se utilizó en el caso del policultivo al maíz como cultivo principal y la calabaza como cultivo secundario, el marco de siembra fue de tres surcos de maíz a 0.90 x 0.30 m y uno de calabaza representando el 79% del área sembrada para el maíz y 21% para la calabaza. Las variedades utilizadas para el caso del maíz, fue criollo y en la calabaza RG. El cultivo de la calabaza se sembró 15 días antes que el maíz.

b. Las observaciones o muestreos comenzaron para todas las variantes desde el mismo momento de la germinación para determinar el inicio del ataque y posteriormente se continuó con una frecuencia semanal según metodología recomendada por (Sanidad Vegetal, 2000), evaluando 100 plantas por hectárea, con muestreos diarios hasta los 10 días y con una frecuencia semanal posteriormente.

c. Los datos climáticos fueron los obtenidos por el CITMA provincial Sancti Spíritus.

Inicio del ataque de *S. frugiperda*

El inicio del ataque de *S. frugiperda* se determinó en los ocho consejos populares mediante la observación diaria al cultivo en las parcelas, no realizándose tratamiento para el control. En el momento de la incidencia se evaluó la fase fenológica del cultivo, la variable climatológica temperatura, así como el porcentaje de plantas afectadas. Se realizó un análisis de proporciones muestrales antes de los siete días, a los siete y a los diez mediante la prueba de **Z** para **n** entre 20- 200, según Lerch (1977), con un 5% error de probabilidad máximo permisible. Establecimiento de la relación entre *S. frugiperda*, el desarrollo cultivo del maíz y la temperatura.

Para establecer la relación en observaciones al cultivo semanalmente entre el comportamiento de la plaga (porcentaje de plantas afectadas), y su interacción con la edad del cultivo y la temperatura media, se escogieron los consejos populares Agabama y Sopimpa por su representatividad (mayor área sembrada), procesando los datos a través del paquete estadístico SPSS versión 15, mediante un análisis de regresión lineal para determinar la relación existente entre las variables.

Identificación de las formas de control más utilizadas por los productor de maíz en el municipio de Fomento.

Para el determinar las formas de control más utilizadas sobre *S. frugiperda* por los campesinos en el municipio se aplicó una encuesta a 50 campesinos por cada consejo popular, la cual se realizó con una confiabilidad del 95% ($\bar{U}= 0.05$) y un error máximo permisible de 0.05, realizándose análisis de frecuencia y media mediante el procesador

estadístico SPSS -15, donde se tabularon los diferentes tipos de lucha (Química, Biológica, Ambas, Otras o ninguna) y el por qué de su elección.

Variante policultivo (maíz-calabaza) sobre *S. frugiperda*

En el caso del policultivo (maíz-calabaza), el cultivo de la calabaza se sembró 15 días antes que el maíz y se le realizaron los muestreos diarios al maíz desde la germinación hasta los 10 días (etapa en que determinó el inicio del ataque por *S. frugiperda*), luego se continuó con una frecuencia semanal según la metodología de Sanidad de Vegetal

Evaluación de los resultados económicos.
Indicador Uso equivalente de la tierra.

Se evaluó el indicador uso equivalente de la tierra (U.E.T) para el caso del policultivo y se comparó con el monocultivo. El cálculo del uso equivalente de la tierra se realizó a través de la fórmula de Vandermmmer (1999).

$$U.E.T = \frac{P1}{M1} + \frac{P2}{M2}$$

Donde:

U. E. T - Uso Equivalente de la tierra

P1- Producción del cultivo 1 en policultivo

M1- Producción del cultivo 1 en monocultivo

P2- Producción del cultivo 2 en policultivo

M2- Producción del cultivo 2 en monocultivo

Análisis económico.

Se determinó el rendimiento y el costo de la producción del maíz en las diferentes formas de control, teniendo en cuenta el rendimiento histórico en el municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inicio de la afectación por *S. frugiperda* al cultivo del maíz en los diferentes consejos populares de municipio del Fomento se produjo en los primeros 10 días después de la germinación de las plantas y en aumento con el desarrollo del cultivo El consejo donde primero se reportó la aparición de *S.*

Policultivo maíz-calabaza en el control de *S. frugiperda* fue Agabama, en el 2do día posterior a la germinación (Tabla 1).

Como se evidencia, *S. frugiperda* está presente desde el mismo momento en que germinan las plantas de maíz, por lo que se debe establecer un sistema de monitoreo para mantener bajo control el comportamiento de la plaga en los primeros días posteriores a la germinación, coincidiendo con lo propuesto por Rojas, (2000) en su estudio de este noctuído en zonas de Villa Clara

Tabla 1. Comportamiento de la afectación en los primeros 10 días en los diferentes consejos populares (Registro de campo)

Consejo popular	Afectación antes de los 7 días (%)	A los 7 días % de afectación	A los 10 días % de afectación
Sopimpa	5	11	14
Pedrero	5	9	9
Jíquima	8	15	17
La redonda	3	8	11
Norte	6	9	12
Sur	2	7	9
Name	5	9	11
Agabama	6	16	23
Media	5	10,5	13,7

Antes de los siete días, existieron diferencias significativas entre el consejo Jíquima y Sur con valores del 8 y 2 % respectivamente, los demás consejos no tuvieron diferencias entre ellos. La afectación a los siete días no tuvo diferencias significativas entre los consejos que presentaron mayores valores (Agabama y Jíquimas), pero sí entre Agabama y el consejo Sur, igualmente no hubo diferencias con los demás consejos. A los diez días se mantuvieron con valores mayores los consejos Agabama, Sopimpa y Jíquima sin diferencias significativas entre ellos, pero sí entre Agabama y los restantes consejos.(Tabla 2). Los consejos Agabama, Jíquima y Sopimpa son los que más tabaco siembran y realizan sus rotaciones con el maíz, lo que favorece a utilizar el sobrante de la campaña tabacalera en el cultivo del maíz, coincidiendo con los que mayor afectación presentan; no así el consejo Pedrero que pertenece al macizo montañoso y que favorecido por su gran biodiversidad los índices de afectación se muestran menor.

La afectación que provoca *S. frugiperda* en esta etapa del desarrollo del cultivo maíz consiste en

raspados en las hojas provocando pequeñas manchas traslúcidas y que pueden debilitar a la plántula. Resultados similares fueron reportados por Díaz (1972); Álvarez (1991); Negrete y Morales (2008), cuando señalan que las larvas recién nacidas comienzan el ataque a la parte carnosa de la hoja, notándose pequeñas manchas donde han comido .Por su parte Fernández *et al.*, (2001) señalan además que ataques severos de esta plaga en los estadíos iniciales destruyen la yema apical en las plantas de maíz, y que como consecuencia pueden detener su crecimiento e incluso morir.

Como se evidencia, *S. frugiperda* está presente desde el mismo momento en que germinan las plantas de maíz, por lo que se debe establecer un sistema de monitoreo para mantener bajo control el comportamiento de la plaga en los primeros días posteriores a la germinación, coincidiendo con lo propuesto por Rojas, (2000) en su estudio de este noctuído en zonas de Villa Clara.

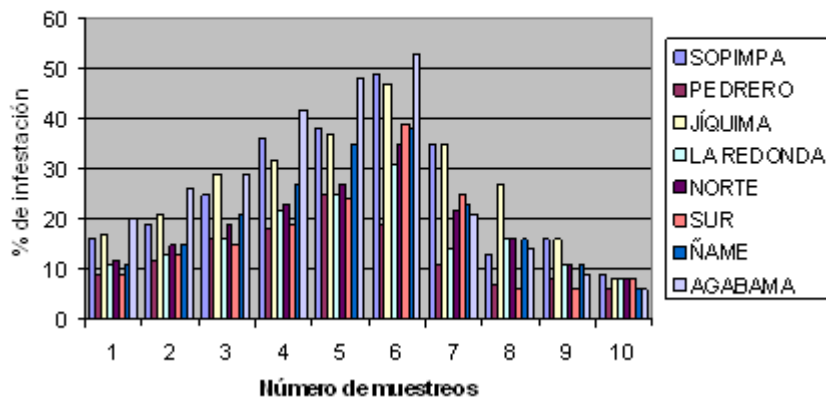
Establecimiento de la relación entre *S. frugiperda* con el desarrollo del cultivo y la temperatura.

El comportamiento de *S. frugiperda* durante todo el ciclo del cultivo en los diferentes consejos populares muestra que aumentó gradualmente hasta llegar a un máximo en el muestreo seis con la excepción del Consejo Popular Pedrero que lo alcanzó en el muestreo cinco, coincidiendo estos resultados con los descritos por Álvarez (1996) en la Universidad Central de las Villas y Rojas (2000) en la provincia Villa clara quienes señalan que el pico de afectación por *S. frugiperda* se alcanza entre los 45 y 55 días posterior a la germinación. Los Consejos Populares Sopimpa, Jíquima y Agabama obtuvieron los valores más altos de afectación por *S. frugiperda*.(Figura 1)

Tabla 2. Proporciones muestrales antes de los 7, a los 7 y 10 días posterior a la germinación. Municipio Fomento

Afectación por <i>S. frugiperda</i> antes de los 7 días		Afectación por <i>S. frugiperda</i> a los 7 días		Afectación por <i>S. frugiperda</i> a los 10 días	
Consejos Populares	(Z calculado)	Consejos Populares	(Z calculado)	Consejos Populares	(Z calculado)
Jíquima Sur	Z= 2*	Agabama Sur	Z= 2*	Agabama Pedrero	Z= 2,8*
Jíquima Ñame	Z= 1	Agabama Sopimpa	Z= 1,04	Agabama La Redonda	Z= 2,26*
Jíquima Ñame	Z= 1,66	Jíquima Sur	Z= 1,8	Agabama Sopimpa	Z= 1,8
Norte Sur	Z= 1,48	Agabama Pedrero	Z= 1,52	Jíquima Sur	Z= 1,07

Comportamiento de *S. frugiperda* en el municipio de Fomento.2008



Fuente: Registro de campo

Figura. 1 Comportamiento de *S. frugiperda* en el municipio Fomento

La relación existente entre el porcentaje de afectación por este noctuído, el estado de desarrollo del cultivo y la temperatura en el consejo Agabama fue muy estrecha dado por el alto coeficiente de determinación $R^2=0.974$ obteniéndose una elevada correspondencia a través de la siguiente ecuación lineal $\%Afect.= -92.38 + 1.095(DDC) - 3.33(Temp)$.

De igual manera en el consejo popular Sopimpa se obtuvo un alto coeficiente de determinación, con un valor de $R^2=0.973$ y la ecuación lineal fue $\%Afect.= -458.027 + 1.491(DDC) - 18.125(Temp)$.

Como se observa el nivel de afectación *S. frugiperda* al cultivo del maíz puede ser pronosticado teniendo en cuenta la edad del cultivo y la temperatura.

Evaluación de la influencia del policultivo (maíz-calabaza) sobre *S. frugiperda*.

Cuando se analiza el comportamiento de *S. frugiperda*, bajo la influencia del policultivo (maíz-calabaza) correspondiente a los consejos populares Agabama y Sopimpa, se comprueba que la afectación comenzó desde los primeros 10 días después de germinadas las plantas, aumentando de forma gradual hasta hacerse máxima en el muestreo

Policultivo maíz-calabaza en el control de *S. frugiperda*. García *et al.*, 2010

4 (31 días) en ambos consejos populares, (Figura 2). De igual manera tuvo una mayor incidencia en la parcela testigo que en el policultivo durante todo el ciclo. En ambos consejos se observó que la afectación por *S. frugiperda* en el policultivo el pico de afectación comienza a disminuir a partir de los 31 días, esta variante debió favorecer la presencia de otros organismos que regularon la población de la palomilla, coincidiendo con lo planteado por Landis *et al.*, (2000) que la capacidad de los depredadores y parasitoides para controlar los

invasores es menor en sistemas simplificados que en agroecosistemas diversificados. De igual forma Altieri y Nicholls (2004) plantean que en los sistemas diversificados imitan varios aspectos de la estructura y el funcionamiento de las comunidades naturales, como el reciclaje de nutrientes, resistencia al ataque de plagas. A pesar de que la afectación por *Spodoptera* se mantuvo durante todo el ciclo del cultivo, los valores máximos de afectación están muy distantes de los del testigo (monocultivo).

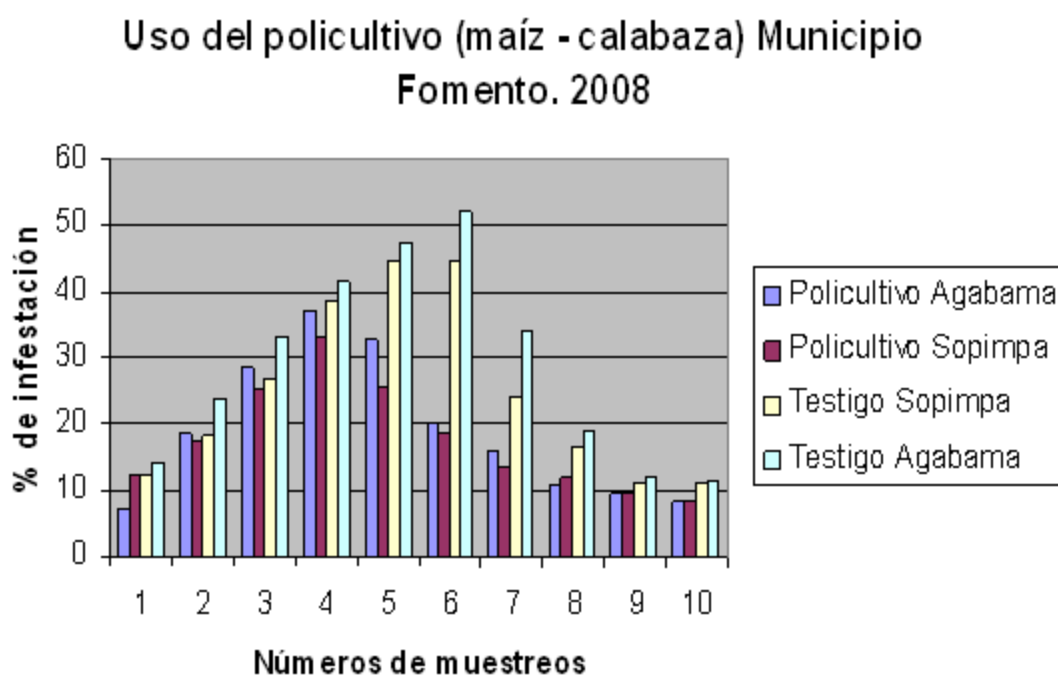


Figura 2. Uso del policultivo (maíz-calabaza). Consejos Agabama y Sopimpa Sector Campesino Fomento. Año 2008

Evaluación de los resultados económicos

Indicador uso equivalente de la tierra (U. E. T.)

Los valores del U.E.T del policultivo maíz-calabaza en los consejos populares Agabama y Sopimpa presentó una mayor eficiencia con el uso de la tierra en el policultivo. Para ambos consejos fue mayor que 1, lo que demostró que el policultivo fue mejor, más eficiente desde el punto de vista de producción por área que el monocultivo. Resultados similares obtuvo Rodríguez *et al.*, (2001) en el INIVIT pero

con mayor rendimiento. Por su parte Caviglia *et al.*, (2004) plantea que la ventaja esperable de los cultivos múltiples sobre los monocultivos se sustenta en el mayor aprovechamiento de los recursos por parte de los cultivos participantes, incrementando la productividad anual del suelo, además Maddonni y de la Fuente, (2003) fundamentan que la mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos de los cultivos múltiples respecto de los monocultivos se sustenta en una mayor captura de recursos y/o un más eficiente uso de los mismos. (Tabla 3)

Tabla 3. U.E.T en los consejos Agabama y Sopimpa. Año 2008. Fuente: Registro de campo

CONSEJO POPULAR AGABAMA			
Tratamientos	Calabaza (tha ⁻¹)	Maíz (tha ⁻¹)	U.E.T
Maíz monocultivo	-	1,80	1,0
Calabaza Monocultivo	4,37	-	1,0
Policultivo Maíz-calabaza	2,80	0,94	1,16
CONSEJO POPULAR SOPIMPA			
Tratamientos	Calabaza (tha ⁻¹)	Maíz (tha ⁻¹)	U.E.T
Maíz monocultivo	-	1,50	1,0
Calabaza Monocultivo	4,08	-	1,0
<i>Policultivo Maíz-calabaza</i>	2,70	0,72	1,14

Análisis económico de las diferentes formas de control

En los costos de producción de las distintas formas de control se aprecia que el policultivo en las dos variantes resultó ser menos costosa, aún cuando el valor de las semillas es superior, debido fundamentalmente al ahorro en las labores agrotécnicas como las limpiezas del cultivo, ya que la calabaza tiene hábitos rastreros que cubre todo el terreno impidiendo la germinación de las malezas por efecto de la sombra.

CONCLUSIONES

1. El ataque inicial de *S. frugiperda* al maíz se produjo en los primeros 10 días después de la germinación. La intensidad de la afectación alcanzó su máximo a los 45 días después de germinado, mostrando una relación directa con el desarrollo del cultivo.
2. Los consejos populares más afectados fueron los consejos Agabama, Jíquima y Sopimpa, coincidiendo con los mayores productores de tabaco y a la vez con los más beneficiados con la distribución de productos químicos, mostrando relación entre ambos factores.
3. La incidencia de *S. frugiperda*, en todas las observaciones realizadas, fue mayor en el monocultivo que en el sistema de policultivo maíz calabaza.

El uso equivalente de la tierra (U.E.T) en el policultivo maíz calabaza mostró valores mayores que 1, demostrando su eficiencia desde el punto de vista productivo sobre el monocultivo

BIBLIOGRAFIA

1. Altieri, M. A. y C. I. Nicholls 2004. Biodiversity and pest management in agroecosystems: Binghamton USA : Foot Products press.
2. Álvarez R., A. (1991) Reseña histórica y aspectos bioecológicos del gusano del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Spodoptera frugiperda* (El gusano cogollero en sorgo, maíz y otros cultivos). Sociedad Colombiana de Entomología. Memorias. 12-14.
3. Álvarez, U.A; (1996). Cultivos de maíz y calabaza intercalados y en monocultivo, su influencia sobre la entomofauna y el rendimiento. Tesis de Maestría. UCLV. CIAP.
4. Caviglia O. P., Sadras V. O. and Andrade F. H. 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas. I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in doublecropped wheat-soybean. *Field Crops Res.* 87, 117-129.
5. Días del Pino, A. 1972. Cereales de Primavera. Editorial Pueblo y Educación. La Haban. 458p.
6. González, T.C *et al.*, 2002. Materiales para las carreras pedagógicas. Versión 4. Instituto Superior

Policultivo maiz-calabaza en el control Pedagógico. CD. Agropecuaria

7. Fernández J. L., 2001. Ecología y elementos para el control biológico y cultural de insectos plagas del maíz en cuatro municipios de la provincia Granma, Cuba. Tesis Doctoral, Universidad Central de Las Villas Cuba, 198 pp.

8. King, A. B.; Saunders J. L. 1984 Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres. 182 p

9. Landis, *et. al* 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45:175-201.

10. Negrete B. F y Morales A. J. 2008. Manejo del gusano cogollero del maíz utilizando extractos de

de *S. frugiperda*.García *et al.*, 2010 plantas. Cooperación Técnica CORPOICA - Universidad del Sinú. Montería, Colombia.http://www.turipana.org.co/gusano_cogollero.htm.

11. Rojas, J. A; Rojas. 2000 *S. frugiperda* (J. E. Smith) en maíz; enemigos naturales; empleo de ellos en la lucha contra esta plaga dentro de una agricultura de bajos insumos. Tesis para alcanzar el grado científico de doctor en ciencias agrícolas UCLV. FAME. Cuba.

12. Sanidad Vegetal 2000. Estrategia Fitosanitaria. MINAG. Habana. Cuba.p.

13.Socorro M. A. y Martín D. S. 1998.Granos. 2da Edición .Editorial Pueblo y Educación. 318 pp.Vandelmeer, J. (1999) El conocimiento ecológico y la complejidad para el manejo integrado de plagas , en el mundo postmoderno . Impresión Ligera. 11p.

Recibido: 20/07/2009

Aceptado: 01/11/2009