



**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS JOSÉ MARTÍ  
FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**TITULO: BIODIVERSIDAD INSECTIL EN POLICULTIVOS DE MAÍZ  
EN UN AGROECOSISTEMA PREMONTAÑOSO.**

**AUTOR: JANIER R. RODRIGUEZ AMADOR.**

**TUTOR: MSc. Ing. MARCOS T. GARCÍA GONZÁLEZ**

**Año 56 de la Revolución**

**2014**

# RESUMEN

La agricultura convencional implica la simplificación de la estructura del medioambiente con una considerable disminución de la diversidad natural. Apoyados en la práctica de los policultivos (maíz- calabaza, maíz-ajonjolí, maíz-frijol, maíz-girasol), se desarrollaron un grupo de experimentos encaminados a favorecer la diversidad insectil. La investigación se realizó en el municipio de Fomento, Provincia Sancti Spíritus, Cuba, en el período comprendido entre abril y agosto de 2013, en un agroecosistema premontañoso, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Ramón Ponciano. Realizado sobre un diseño de bloques al azar, tuvo como objetivos identificar las especies de insectos asociados al cultivo del maíz, caracterizar los enemigos naturales presentes en el maíz en los sistemas de policultivos, determinar la relación predador-presa, así como determinar los índices ecológicos de riqueza, equidad y dominancia. Después de realizada la investigación se pudo identificar 24 especies de insectos: 9 perjudiciales y 15 beneficiosos. Las especies de biorreguladores más representativos fueron como depredadores *Mixogaster sp* y *Scymnus sp* y como parásitos *L. achyppivora* y *A. pelivetri*. El fitófago *S. frugiperda* fue el de mayor importancia durante todo el ciclo del cultivo. Los policultivos fueron, desde el punto de vista de la biodiversidad y las densidades poblacionales de insectos, más diversos, estables y equilibrados que los monocultivos.

# ABSTRACT

The conventional agriculture involves the simplification of the texture of the environment with a considerable decrease of the natural diversity. Supported in the practice of the policultivos (corn - pumpkin, corn-ajonjolí, corn-bean, corn-sunflower), an unit of experiments routed to favor the diversity insectil were developed. The investigation was carried out in the municipality of Fomento, County Sancti Spiritus, Cuba, in the understood period between april and august of 2013, in an agroecosistema premontañoso, belonging to the Agricultural Establishment Ramón Ponciano. Realized on a design of blocks at random, he/she had as objectives to identify the species of insects associated to the cultivation of the corn, to characterize the natural enemies shows up in the corn in the policultivos systems, to determine the relationship predator-prey, as well as to determine the ecologic pointers of wealth, justness and dominance. After having carried out the investigation you could identify 24 species of insects: 9 detrimental and 15 beneficial. The species of more representative biorreguladores were as predators *Mixogaster* sp and *Scymnus* sp and I eat acarids *L. achyppivora* and *TO. peliventri*. The fitófagos *S. frugiperda* was that of more importance during the whole cycle of the cultivation. The policultivos was, from the point of view of the biodiversity and the populational densities of insects, more diverse, stable and equilibrated than the monocultivos.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>6</b>
<b>2.0 Aspectos generales</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Monocultivo principal causa de la pérdida de la biodiversidad</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Los policultivos.</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Valor de la diversidad biológica</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Biodiversidad en los sistemas agrícolas</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Patrones de biodiversidad de insectos en agroecosistemas</b>	<b>12</b>
<b>2.6 Monitoreo de la Biodiversidad</b>	<b>13</b>
<b>2.7 Medición de la diversidad Alfa(<math>\alpha</math>)</b>	<b>14</b>
<b>2.8 Medición de la riqueza específica</b>	<b>14</b>
<b>2.9 Medición de la diversidad Beta(<math>\beta</math>)</b>	<b>14</b>
<b>2.10 Medición de la diversidad Gamma</b>	<b>15</b>
<b>3.0 CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
<b>4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>34</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b>	

# 1.INTRODUCCIÓN

La pérdida de la diversidad biológica es un problema global, nacional y territorial. En la actualidad, algunos expertos vaticinan que en el mundo se están extinguiendo 19 especies cada hora, 456 al día y 167 000 al año, muchas de ellas desconocidas para la ciencia (Fernández et al., 2000)

Muchos científicos de todo el mundo han comenzado a reconocer el papel y la importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas. En ecosistemas naturales la regulación interna de su funcionamiento es substancialmente un producto de procesos y sinergias ligadas a la biodiversidad. Esta forma de control se pierde progresivamente con la intensificación y la simplificación agrícola, de manera que para funcionar los monocultivos deben ser subvencionados con altos niveles de insumos químicos (Nicholls y Altieri, 2000)

Si bien la pérdida de especies ha ocurrido siempre como un fenómeno natural, el ritmo de la extinción se ha acelerado de manera espectacular como resultado de la actividad humana. Los ecosistemas se están fragmentando o desapareciendo y numerosas especies están en disminución o ya extintas. La principal causa de disminución de la diversidad biológica a nivel mundial es la pérdida y fragmentación de hábitat, provocada en gran medida por la deforestación para usos de la tierra con fines agrícolas, ganaderos, para asentamientos humanos. Otras causas que conllevan a la pérdida de la diversidad biológica son: tala y quema de bosques, sobrepastoreo, sobrepesca, monocultivo, uso irracional de pesticidas y otros productos químicos tóxicos, conversión de terrenos silvestres para usos agrícolas y urbanos, manipulación genética irracional de especies(Fernández et al.,2000)

La agricultura reemplaza la flora y fauna original de grandes áreas, disminuyendo así la heterogeneidad del hábitat. Cuando persisten algunos parches de

vegetación natural, se localizan en sitios inadecuados para la agricultura y su contribución a la estabilidad ecológica del área es mínima. A medida que se reduce la diversidad biológica, las estructuras tróficas tienden a simplificarse y muchos nichos quedan sin ocupar. El riesgo de mayores invasiones y brotes catastróficos de plagas y enfermedades es considerable, a pesar de la utilización intensiva de insumos en la forma de agroquímicos (Altieri y Nicholls, 2004).

Frecuentemente las plagas de insectos son menos abundantes en policultivos que en monocultivos. Andow (1991a) revisó 209 publicaciones de estudios agrícolas hechos sobre 287 especies artrópodos herbívoros y descubrió que el 52% de las especies de plagas estudiadas eran menos abundantes en los policultivos, el 13% no mostraba diferencias, el 15% era más abundante y el 20% mostraba una respuesta variable. Además señaló que el 53% de las especies de depredadores y parasitoides, que actúan como enemigos naturales de las plagas de insectos, eran más numerosas en policultivos que en monocultivos; el 9% de los enemigos naturales eran menos habituales, el 13% no mostraba diferencia y el 26% señalaba una respuesta variable en policultivos. Por lo tanto, el uso de los sistemas de producción en policultivos puede aumentar la importancia de parasitoides y depredadores como controles naturales de las poblaciones de plagas de insectos (Liebman, 2000).

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).

La actual crisis económica que Cuba atraviesa ha llevado al rescate de tradiciones campesinas olvidadas por la implementación de la agricultura moderna. Dentro de estas tradiciones campesinas sobresale el resurgimiento de los sistemas de cultivos múltiples o policultivos, que a decir de muchos, representa la máxima expresión de la agricultura sostenible en el trópico (Casanova et al., 2005).

En el municipio de Fomento el sector agrario es fundamental para su desarrollo económico, el cual ha sido potenciado por estrategia económica del país, cuando por estrategia económica del Estado fue paralizado el central azucarero, con un aumento considerable de las áreas dedicadas a la producción de los cultivos varios, el cultivo del tabaco y la ganadería entre otras.

Dentro de las producciones de cultivos varios, el maíz constituye una de las más importantes. De la producción obtenida de este cultivo, una buena parte es entregada al estado a través de acopio, otra a la venta directa a la población a través de los puntos de oferta y demanda y la otra es dedicada para el sustento de las familias campesinas, ya sea directamente o para la alimentación de sus animales. En los últimos años su producción se ha visto afectada por los bajos rendimientos debidos fundamentalmente a la alta incidencia de plagas como resultados de la aplicación de malas prácticas agrícolas, como el uso irracional de pesticidas y el monocultivo como forma fundamental de producción.

A pesar de existir un programa de defensa para el manejo de las plagas y enfermedades por parte del servicio estatal de sanidad vegetal basada en la señalización y el uso de medios biológicos, esto en la práctica no es eficiente por la falta de personal técnico en la base productiva que haga un buen uso de ellos, independientemente de la calidad de los mismos.

Un manejo adecuado de la biodiversidad por encima del suelo (Policultivos), conlleva al establecimiento de la infraestructura necesaria que provee los recursos (polen, néctar, presas alternativas, refugio) para una óptima diversidad y abundancia de enemigos naturales. Estos recursos deben integrarse en el paisaje agrícola de una manera espacial y temporal que sea favorable para los enemigos naturales y por supuesto que sea fácil de implementar por los agricultores. El éxito depende de: la selección de las especies vegetales más apropiadas, la entomofauna asociada a la biodiversidad vegetal, la manera como los enemigos

responden a la diversificación y la escala espacial a la cual operan los efectos reguladores de la manipulación del hábitat (Altieri y Nicholls 2007).

### **Problema científico:**

¿Qué influencia podría tener el uso de los policultivos maíz-calabaza, maíz-frijol, maíz-girasol y maíz-ajonjolí en el aumento de la biodiversidad insectil en un agroecosistema premontañoso?.

### **Hipótesis**

A partir de la práctica de los policultivos maíz-calabaza, maíz-frijol, maíz-girasol y maíz-ajonjolí se aumentaría la biodiversidad insectil, favoreciendo de forma frecuencial los mecanismos homeostáticos de control de plaga, aumentando la entomofauna benéfica.

### **Objetivo general.**

Evaluar la biodiversidad insectil en los sistemas de policultivos y en el maíz unicultivo, mediante la aplicación de indicadores ecológicos.

### **Objetivos específicos**

1. Identificación de las especies de insectos asociados al cultivo del maíz.
2. Establecer de la relación predador presa en los sistemas en estudio.
3. Evaluar los índices ecológicos de riqueza específica, equidad y dominancia en los sistemas en estudio.

## 2.Revisión Bibliográfica

### Aspectos generales

La agricultura reemplaza la flora y fauna original de grandes áreas, disminuyendo así la heterogeneidad del hábitat. Cuando persisten algunos parches de vegetación natural se localizan en sitios inadecuados para la agricultura y su contribución a la estabilidad ecológica del área es mínima. A medida que se reduce la diversidad biológica, las estructuras tróficas tienden a simplificarse y muchos nichos quedan sin ocupar. (Thies y Tschardtke 1999). El riesgo de mayores invasiones y brotes catastróficos de plagas y enfermedades es considerable, a pesar de la utilización intensiva de insumos en la forma de agroquímicos. (Altieri y Nicholls, 2004).

En muchas regiones tropicales, la agricultura está muy mecanizada, lo cual conlleva la simplificación de la estructura ambiental de grandes extensiones, donde se reemplaza la diversidad natural por un número reducido de plantas cultivadas y animales domésticos. Predomina la homogeneidad genética, ya que los monocultivos dependen de unas pocas variedades de cultivos. Algunos investigadores han advertido repetidas veces acerca de la extrema vulnerabilidad asociada con la uniformidad genética, afirmando que la simplificación ecológica en la agricultura está estrechamente relacionada con los ataques de plagas. (Adams *et al.* 1971, Robinson 1996).

A partir del conocimiento de que la diversidad vegetal favorece de manera frecuente los mecanismos homeostáticos de control de plagas en los cultivos, es de presumir que la diversidad insectil sea mayor y las densidades de fitófagos sean menores y más estables en el cultivo de tomate asociado con maíz que en el monocultivo respectivo, y que a su vez las variedades ejerzan cierta influencia sobre estos indicadores, por lo que dichas prácticas podrían ser utilizadas para la regulación de estas comunidades de insectos nocivos. (León, 2008).

## **Monocultivo principal causa de la pérdida de la biodiversidad.**

La agricultura convencional implica la simplificación de la estructura del medioambiente de vastas áreas, reemplazando la diversidad natural con un número pequeño de especies de plantas cultivadas y animales domésticos, Al problema de la simplificación a nivel de especies vegetales se agrega además el de las variedades, en determinados agroecosistemas existe una preferencia marcada por un número pequeño de éstas, por sus altos potenciales desde el punto de vista de los rendimientos. La explotación de estos vegetales, basada en la implantación de extensas superficies de monocultivos con una organización varietal uniforme, a expensas de la reducción de la biodiversidad, trae como consecuencia que estos sistemas tengan una limitada estabilidad en lo referente a la incidencia de las plagas y a los problemas que vienen aparejados con éstas, como son: dependencia en alta medida de los plaguicidas químicos y a su vez, resistencia de los fitófagos a estos, rebrotes recurrentes de plagas, eliminación de los enemigos naturales, surgimiento de plagas secundarias, etc.; lo cual hace muy vulnerables a estos sistemas y por ende dependientes de una intervención humana constante, además de los ya conocidos problemas de contaminación ambiental y deterioro de la salud humana. (Altieri,1992).

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).

Los insectos herbívoros alcanzan mayores niveles de abundancia y los enemigos naturales menor abundancia en los sistemas agrícolas simples que en los diversificados. El monocultivo al eliminar la diversidad vegetal reduce las fuentes de alimento y de refugio de los organismos fitófagos y de sus enemigos naturales, provocando un aumento de los daños producidos por insectos plaga. Los artrópodos

por su tamaño pequeño, su diversidad y su alta sensibilidad a las variaciones del ambiente serían buenos indicadores de la heterogeneidad del hábitat, de la biodiversidad del ecosistema y del estado de estrés del ambiente. ( Lietti *et al.*, 2011).

## **Los policultivos.**

Los policultivos están siendo estudiados con mayor énfasis en sus diseños de combinaciones espaciales y temporales, denominadas también arreglos topológicos. Más recientemente se realizan estudios referidos a la interacción genotipo-sistema, conservación del suelo y regulación de plagas. (Hernández, 1998)

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 (Caviglia *et al.*, 2004). 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. (Maddonni y de la Fuente, 2003). El grado de superposición espacial y/o temporal de los componentes del cultivo múltiple condiciona el tipo y grado de complementariedad en el uso de los recursos. Cuando un cultivo sucede al otro en el mismo terreno (caso de los cultivos múltiples en sucesión) la complementariedad es de tipo temporal, donde cada componente captura los recursos en momentos diferentes durante la estación de crecimiento. En cambio, cuando los cultivos coexisten en la misma superficie, como en el caso de los intercultivos o los cultivos en franjas, la complementariedad en la captura de recursos es de tipo espacial. (Sarandón y Chamorro, 2003).

En los últimos años, los científicos han comenzado a darle mayor importancia al papel que juega la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas,

considerando que es precisamente el principio fundamental de la agricultura sostenible. Históricamente, la diversidad en la agricultura ha demostrado ser una vía para proteger a los agricultores de plagas y enfermedades. Por el contrario, el camino de la especialización y el monocultivo provocan el aumento de la contaminación, por el uso de agrotóxicos y fertilizantes y la degradación de recursos naturales. (Yong y Leyva, 2010).

En agroecosistemas modernos, la evidencia experimental sugiere que la biodiversidad puede usarse para el manejo óptimo de plagas. Varios estudios han demostrado que es posible estabilizar las comunidades de insectos en agroecosistemas, diseñando arreglos espaciales y temporales de vegetación que sostienen poblaciones de enemigos naturales o que tienen un efecto deterrente directo sobre los herbívoros, conllevando el uso óptimo de la biodiversidad funcional para el control biológico de plagas en campos de cultivo. (Altieri y Nicholls, 2007).

### **Valor de la diversidad biológica**

Los recursos naturales forman parte del patrimonio natural de los pueblos, por ello, deben ser protegidos por las comunidades. Es importante destacar la necesidad de una valoración integral, cuando se trata del valor de los recursos naturales, pues ellos no sólo tienen valor económico, sino también otros valores en cuanto a su rol social y ambiental, por su importancia en el equilibrio de los ecosistemas y en la prestación de servicios ambientales a las comunidades locales, lo que hace que se reconozca un uso múltiple a los recursos. (Sánchez *et al.*, 2012)

En la actualidad se han identificado diversos valores de uso de la diversidad biológica, tanto directos como indirectos. Los valores directos y de uso de la diversidad biológica son aquellos que satisfacen necesidades humanas. Estos pueden dividirse en uso de consumo y uso no consuntivo, que es el uso de la diversidad biológica en actividades tales como la recreación, el turismo, la ciencia

y la educación. Los usos indirectos por su parte, incluyen una gran variedad de servicios a los ecosistemas, entre ellos, el mantenimiento de la composición de la atmósfera, la protección de las cuencas y zonas costeras, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y la dispersión y reciclaje de desechos. En muchos casos, se unen o se conjugan valores de usos directos e indirectos. La protección de estos valores y su continua exploración a través de la ciencia y la tecnología, ofrecen el único medio a través del cual, los países pueden alcanzar el desarrollo sostenible. (Sánchez *et al.*, 2012)

### **Biodiversidad en los sistemas agrícolas**

Una mayor diversidad en el sistema agrícola conlleva a una mayor diversidad de biota asociada. La biodiversidad asegura una mejor polinización y una mayor regulación de plagas, enfermedades y malezas. La biodiversidad mejora el reciclaje de nutrientes y energía. Sistemas complejos y multiespecíficos tienden a tener mayor productividad total. En la medida que más información sobre las relaciones entre biodiversidad, procesos ecosistémicos y productividad derivados de estudios en una variedad de agroecosistemas emerge, mayores elementos para el diseño agroecológico serán disponibles para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas y la conservación de recursos. (INTA, 2012).

Existen evidencias científicas de años de estudio que la biodiversidad no es sólo esencial para la regulación de plagas, sino que provee la base biológica para la sostenibilidad del agroecosistema. (Altieri y Nicholls, 2007). En América Latina, los agricultores tradicionales han utilizado por siglos la biodiversidad de cultivos como componente clave en el diseño y manejo de sus sistemas integrados de producción.

Cuando se habla de biodiversidad se hace referencia a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan recíprocamente dentro de un ecosistema. En todos los agroecosistemas, existen polinizadores,

enemigos naturales, lombrices de tierra y microorganismos del suelo, todos componentes claves de la biodiversidad que juegan papeles ecológicos importantes al mediar procesos como introgresión genética, control natural, ciclaje de nutrientes, descomposición. El tipo y la abundancia de biodiversidad dependen de la estructura y manejo del agroecosistema en cuestión. En general, **el nivel de biodiversidad insectil en los agroecosistemas** depende de cuatro características principales: (Altieri y Nicholls, 2007).

1. La diversidad de vegetación dentro y alrededor del agroecosistema.
2. La durabilidad del cultivo dentro del agroecosistema.
3. La intensidad del manejo.
4. El aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Los componentes de la biodiversidad en agroecosistemas se pueden clasificar de acuerdo a la función que juegan en el agroecosistema. Según esto la biodiversidad se puede agrupar como:

1. **Biodiversidad productiva:** cultivos, árboles y animales que son elegidos por los agricultores y que establecen el nivel básico de diversidad útil en el sistema.
2. **Biota funcional:** organismos que contribuyen a la productividad a través de la polinización, control biológico, descomposición, etc.
3. **Biota destructiva:** malezas, insectos plaga y patógenos que reducen la productividad cuando alcanzan niveles poblacionales altos.

## **Patrones de biodiversidad de insectos en agroecosistemas.**

La diversidad de artrópodos ha sido correlacionada con la diversidad vegetal en agroecosistemas. En general, una mayor diversidad de plantas conlleva a una mayor diversidad de herbívoros, y esto a su vez determina una mayor diversidad de depredadores y parásitos resultando en cadenas tróficas complejas. Una biodiversidad total mayor puede entonces asegurar la optimización de procesos ecológicos claves y así el funcionamiento de los agroecosistemas. (Altieri 1984). Se ofrecen varias hipótesis para apoyar la idea de que los sistemas diversificados estimulan una mayor biodiversidad de artrópodos. (Altieri y Letourneau, 1982):

1. **La hipótesis de la heterogeneidad de hábitat.** Los sistemas de cultivos complejos albergan más especies que los hábitat agrícolas simplificados. Los sistemas con asociaciones heterogéneas de plantas poseen más biomasa, recursos alimenticios y persistencia temporal; por lo tanto poseen más especies de insectos asociadas que los sistemas de monocultivo. Aparentemente, la diversidad de especies y la diversidad estructural de plantas son importantes para determinar la diversidad de insectos.
2. **Hipótesis de la depredación.** La abundancia incrementada de depredadores y parasitoides en asociaciones diversas de plantas reduce la densidad de presas/hospederos (Root, 1973), por lo que la competencia entre herbívoros se reduce, lo que a su vez permite la adición de nuevas especies de herbívoros que soportan a más especies de enemigos naturales.
3. **Hipótesis de la productividad.** En general los policultivos son más productivos que los monocultivos (Francis, 1986 y Vandermeer, 1989). Esta productividad incrementada resulta en una mayor biodiversidad de insectos dada la mayor abundancia de recursos alimenticios.

4. **Hipótesis de la estabilidad.** Esta hipótesis asume que la productividad en policultivos es más estable y predecible que en monocultivos. Esta mayor productividad, aunada a la heterogeneidad de agroecosistemas complejos, permite a los insectos dividir el ambiente temporal y espacialmente, de modo que coexisten más especies de insectos.

### **Monitoreo de la Biodiversidad**

Uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés mundial en esta década es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). Los medios de comunicación han impactado de tal manera que tanto el gobierno, la iniciativa privada, como la sociedad en general consideran prioritario dirigir mayores esfuerzos hacia programas de conservación. La base para un análisis objetivo de la biodiversidad y su cambio reside en su correcta evaluación y monitoreo. ( Morero, 2010).

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la **diversidad beta** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la **diversidad gamma** es la riqueza de especies del conjunto de

comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

### **Medición de la diversidad Alfa ( $\alpha$ ).**

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, los dividimos en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Morero, 2010).

### **Medición de la riqueza específica**

La riqueza específica ( $S$ ) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies ( $S$ ) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos táxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad.

### **Medición de la diversidad Beta ( $\beta$ ).**

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de la diversidad alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988). Para ordenar en este texto las medidas de diversidad beta, se clasifican según se basen en la disimilitud entre muestras o en el reemplazo propiamente dicho.

### **Medición de la diversidad Gamma.**

La diversidad gamma se define como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Desgraciadamente, la mayoría de los esfuerzos realizados para medir la biodiversidad en áreas que incluyen más de un tipo de comunidad se limitan a presentar listas de especies de sitios puntuales (diversidad alfa), describiendo la diversidad regional (gamma) únicamente en términos de números de especies, o bien con cualquier otra medida de diversidad alfa. Algunos estudios llegan a hacer comparaciones entre los sitios (diversidad beta), pero no incluyen esta información en una medida de la biodiversidad basada tanto en alfa como en beta. Morero,( 2010) propone la medición de la diversidad gamma con base en los componentes alfa, beta y la dimensión espacial:

**Gamma** = diversidad alfa promedio x diversidad beta x dimensión de la muestra,  
donde:

**diversidad alfa promedio** = número promedio de especies en una comunidad

**diversidad beta** = inverso de la dimensión específica, es decir,  $1/\text{número promedio de comunidades ocupadas por una especie}$  dimensión de la muestra = número total de comunidades.

### 3. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el período comprendido entre abril y agosto del 2013, en un agroecosistema premontañoso del municipio de Fomento, Provincia Sancti Spíritus.

La situación geográfica del ecosistema en estudio, corresponde con el cinturón climático tropical, al igual que todo el archipiélago y pertenece a la subregión climática Caribe-Occidental, con vientos estacionales en calma e influencia de la continentalidad.

El agroecosistema presenta un relieve ondulado, trabajado fundamentalmente con tracción animal. La temperatura media anual oscila entre los 23 y 24 °C , con precipitaciones promedio anual alrededor de los 145.7mm. La humedad relativa se mantiene durante todo el año por encima de 60 %. El suelo sobre el cual se montó el experimento es Pardo sialítico con carbonato (Hernández, 1999), estructura de agregados gruesos y contenido medio de materia orgánica. La biodiversidad tanto florística como de la fauna es abundante, con la presencia de grandes áreas de bosques naturales colindantes, dado por su cercanía a las zonas montañosas.

El diseño metodológico de la investigación se estructuró en 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.
- El experimento.

Se utilizó el maíz como cultivo principal mientras que se recurrió a la calabaza, ajonjolí, girasol y frijol como cultivos asociados; la preparación del suelo se realizó según la forma tradicional de los campesinos: roturación, mullido, cruce, mullido y surcado; todo con tracción animal excepto la rotura que se realizó mecanizada. A los 30 días, se realizó un cultivo entre surco con tracción animal. El esquema de siembra fue tres surcos de maíz y uno del cultivo asociado, la distancia de plantación para el maíz fue de 0.90 x 0.30 m. Para el policultivo maíz - calabaza, la siembra de la calabaza se efectuó 20 días antes que el maíz en bolsas de polietileno y se llevó al campo en el momento de la siembra, a una distancia 3 x 2.

Las variedades usadas fueron: maíz (criollo), girasol (Caburé-15), ajonjolí (la que los campesinos llevan sembrando por años) y la de frijol fue las del tipo Caupí rojo de crecimiento determinado. La distancia de siembra para el girasol será 0.90 x 0.30 m, para el ajonjolí a 0.90 x chorillo, el frijol a 0.70 x 0.10 m. Se montó sobre un diseño de bloques al azar con tres réplicas, donde cada parcela tuvo 0.16 ha de extensión.

### **3.1 Identificación de las especies de insectos asociados al cultivo del maíz.**

Los insectos colectados fueron identificados mediante la observación taxonómica en campo, confirmando su diagnóstico en el laboratorio de entomología del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central de las Villas (UCLV), utilizando métodos convencionales de diagnóstico como observación directa, uso de microscopio estereoscopio y empleo de claves y descripciones de especies (Bruner, 1975; Alayo, 1976; Mendoza y Gómez, 1982; Cave, 1995). Para la descripción de los mismos se conformó una lista con sus nombres científicos y, vulgares, así como la clasificación taxonómica y sus hábitos alimenticios según De Zayas (1981).

### **3.1.1 Caracterización insectos depredadores presentes en el maíz en los sistemas en estudio.**

Se realizaron muestreos cada 7 días a partir de la germinación, en cada evaluación se revisaron 100 plantas en 10 puntos de muestreo con 10 plantas por punto empleado, utilizando el método de las diagonales. En cada muestreo se cuantificaron las especies de insectos presentes, de los cuales se tomaron muestras para enviar al laboratorio de entomología del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central de las Villas (UCLV). Se tuvo en cuenta el fenostado de los policultivos.

### **3.1.2 Caracterización insectos parasitoides presentes en el maíz en los sistemas en estudio**

Se realizaron muestreos cada 7 días, colectando 10 orugas y 10 puestas de huevos por parcelas para el caso de *S.frugiperda* se colocaron en recipientes con aserrín y al emerger los parasitoides se mandaron al CIAP. Para el caso de *P. maidis* se colectaron hojas cada 7 días de la parte apical de la planta y se colocaron en recipientes y se revisaron diariamente para determinar si existía presencia de enemigos naturales, las muestras fueron enviadas al CIAP. En el caso de *H. zea* y *Diatraeae lineolata* se evaluaron a los 100 días.

## **3.2 Establecimiento de la relación – presa en los sistemas en estudio**

Las Relaciones depredador - presa se calcularon mediante la expresión descrita por Vázquez (2008)  $RPP = P'/P$  donde P' = es el total de individuos del depredador en fase activa y P = es el total de individuos de la plaga. Los resultados de estas relaciones se evaluaron utilizando también la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, empleando los programas Excel y SPSS 15 para Windows.

### 3.3 Determinación de los índices ecológicos.

Los Índices ecológicos determinaron con el objetivo de monitorear la biodiversidad de las comunidades en cada tratamiento (basada en la categoría taxonómica de los géneros de los fitófagos y enemigos naturales de éstos), se calcularon los siguientes índices ecológicos:

Índice de Shannon – Weaver ( Equidad )

$$H' = -\sum_{j=1}^s \frac{n_j}{N} \log \frac{n_j}{N}$$

Donde  $n_j$  es el número de individuos del género 1, 2, 3.....s,  $N$  es el número total de individuos de todos los géneros y  $s$  el número de géneros.

Índice de dominancia de Simpson:

$$D_s = \sum_{j=1}^s \left( \frac{n_j}{N} \right)^2$$

donde  $n_i$  es el número de individuos del género 1, 2, 3, .....s, y  $N$  el número de individuos de todos los géneros.

Índice de riqueza de Margaleff:

$$R_m = \frac{(s - 1)}{\log N}$$

Donde  $\underline{s}$  es el número total de géneros y  $\underline{N}$  el número total de individuos de todos los géneros.

Los índices de biodiversidad de Shannon-Weaver y de uniformidad de Pielouse se calcularon mediante el software **Bio-DAP**, de la Fundación Nacional de Parques de Canadá.

# Resultados y Discusión

## 3.1 Identificación de las especies de insectos asociados al cultivo del maíz en los sistemas en estudio.

El censo realizado en el agroecosistema objeto de estudio se identificaron un conjunto de especies de insectos pertenecientes taxonómicamente al Dominio Eukaryota, Reino Metazoa, Phylum Arthropoda, Subphyla Mandibulata y Clase Insecta. Se registraron un total de 20 especies de insectos, de ellos, 9 fitófagos que atacan al cultivo con mayor o menor intensidad. Lo anterior discrepa con Bruner (1975) que reportó en otros agroecosistemas de Cuba 35 especies perjudiciales y, con Vázquez (1979), que registró 12 plagas principales. En Venezuela se han elaborado listas de fitófagos asociados al maíz con más de 20 especies (Clavijo, 2000). En Brasil también han encontrado más de 20 especies de *Lepidópteros* (Sánchez - Soto, 2003).

(Tabla 1)

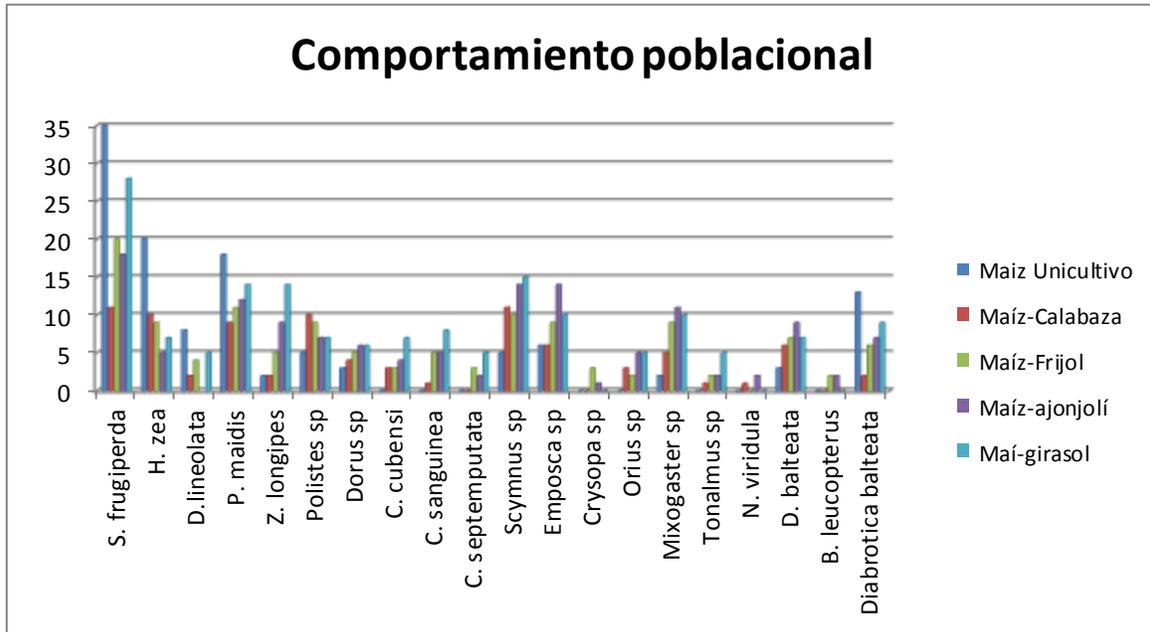
**Tabla 1. Lista de Especies de Insectos censados en un agroecosistema premontañoso 2013.**

Nombre Común	Nombre Científico
Palomilla del maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E.Smith)
Chicharrita del maíz	<i>Peregrinus maidis</i> (Ashmead)
Barrenador del tallo	<i>Diatraea lineolata</i>
Gusano de la mazorca	<i>Helicoverpa zea</i>
Crisomelidos	<i>Diabrotica balteata</i> (LeConte)
Salta hojas	<i>Empoasca</i> spp.
Chinche hedionda	<i>Nezara viridula</i> (L.)
Cotorritas	<i>Coleomegilla cubensis</i> (Casey)

Nombre Común	Nombre Científico
	<i>Cycloneda sanguinea (Limbifer)</i>
	<i>C. septempunctata</i>
	<i>Scymnus sp</i>
Chinche del maíz	<i>Blissus leucopterus (Say)</i>
Chinche depredadora	<i>Orius sp</i>
Mosca	<i>Mixogaster sp</i>
Tijeretas	<i>Doru sp (Esch.)</i>
León de los áfidos	<i>Chrysopa spp.</i>
Chinche asesina	<i>Zelus longipes (L.)</i>
Avispa común	<i>Poliste sp</i>
Coleóptero	<i>Thonalmus sp</i>

**Fuente: registro de campo.**

En todas las variantes de policultivo el número de especies fue mayor que en la parcela control, demostrando lo planteado por Altieri y Nicole (2007), que los sistemas de policultivos favorecen el aumento de la entomofauna al imitar los ecosistemas naturales. En la figura 1 se muestra el comportamiento poblacional en todas las variantes en estudio, a pesar de que la especie de mayor incidencia fue *S. frugiperda* en todas las variantes, los valores en los policultivos fueron inferiores al control; al mismo tiempo los biorreguladores mostraron los valores más altos en los sistemas de policultivos.



**Figura 1. Comportamiento poblacional de la entomofauna en los sistemas en estudio. 2013. Fuente: registro de campo**

### 3.1.2 Caracterización de los enemigos naturales presentes en el maíz en los sistemas de policultivos.

Se registraron 11 especies que tienen hábitos depredadores inespecíficos, dentro de los cuales se encontraron los órdenes Coleóptera, Hemíptera, Neuróptera, Himenóptera, Díptera y el Dermáptera (Tabla 2). Las especies que tuvieron mayor representatividad fueron el género *coccinellidae* con cuatro especies, destacándose *Scymnus sp*; además estuvo presente el díptero *Mixogaster spp* y las chinches del género *Zelus*, le siguen otras especies como las tijeretas (*Doru sp*) las avispas del género *Polistes*, resultados similares obtuvo Pérez, (2006) en asociaciones de maíz con frijol. De igual manera estas especies de insectos han sido reportadas en sistemas de policultivos por (Vázquez *et al.*, 1999; Murguido, 2000; Rojas, 2000; Medero, 2002). El coccinélido *Scymnus sp* es la primera vez que se reporta como depredador de *P.maidis*. Tabla 2.

Los coccinélidos, fundamentalmente el *Scymnus sp* fueron los de mayor representación en el monocultivo seguido el Himenóptero *Polistes sp* y el dermáptera *Dorus sp*, aunque los valores alcanzados no llegaron a los niveles presentes en los policultivos. El policultivo con mayor representatividad de depredadores fue el de maíz-calabaza desde los primeros muestreos, pudiendo estar dado por ser la calabaza el cultivo que primero provee de alimento y refugio a los controles naturales. En el caso de los policultivos maíz – ajonjolí y maíz – girasol los niveles mayores se alcanzaron a partir del cuarto y quinto muestreo.

La especie de *Helicoverpa zea* presentó valores entre un 5 y un 20% de afectación, siendo este valor más alto para la variante del unicultivo de maíz, mientras que *D. lineolata* no se reportó afectación en la variante de maíz-ajonjolí y el valor mayor lo tuvo el maíz unicultivo con un 8 % , resultados estos que deben estar dados porque cuando estas especies tienen su incidencia existía una gran diversidad de especies biorreguladoras.

**Tabla 2. Depredadores encontrados en los sistemas de policultivos en estudio.**

<b>Grupo</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
<b>Depredadores</b>	Coleóptera	Coccinellidae	<i>Coleomegilla</i>	<i>Cubensis</i>
			<i>Coccinella</i>	<i>Septempunctata</i>
			<i>Cycloneda</i>	<i>sanguinea</i>
			<b>Scymnus</b>	<b>sp</b>
	Lampiridae	<i>Thonalmus</i>	<i>Spp</i>	
Hemíptera	Reduvidae	<b>Zelus</b>	<b>Longipes</b>	

		Anthocoridae	<i>Oriuz</i>	<i>Insidiosus</i>
	Diptera	Syrphidae	<b><i>Mixogaster</i></b>	<b><i>Spp</i></b>
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i>	<i>Spp</i>
	Hymenoptera	Vespidae	<b><i>Polistes</i></b>	<b><i>Spp</i></b>
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Dorus</i>	<i>Spp</i>
2 especies de arácnidos				

**Fuente: Registro de campo.**

### **Principales parasitoides presentes en los sistemas de policultivos.**

Entre los principales parasitoides se determinaron dos especies del orden Díptera y la familia *Syrphidae* representado por *Archytas peliventris* y *Lespesia achypivora* para el caso de *S. frugiperda* y para *P. maidis* p fue *Anagrus sp.* El parasitoides más efectivos fue *L. achypivora* llegando en el muestreo cuatro y cinco a niveles del 40%. Para *H. zea* no se encontraron parasitismos. *C. insularis* estuvo presente en los primeros muestreos con un porcentaje muy bajo de parasitismo, coincidiendo estos resultados con Rojas, (2000) y con Pérez (2012.), aunque este último los estudios fueron en un agroecosistema del llano.

**Tabla3. Parasitoides encontrados en los sistemas de policultivos en estudio.**

<b>Grupo</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
Parasitoides	Díptera	Syrphidae	<i>Archytas</i>	<i>peliventri</i>
			<i>Lespesia</i>	<i>achypivora</i>
	Hymenoptera	Braconidae	<i>Chelonus</i>	<i>insularis</i>

		Mymaridae	<i>Anagrus</i>	<i>spp</i>
--	--	-----------	----------------	------------

**Fuente: Registro de campo.**

Los policultivos donde aparecieron primero los parasitoides fueron los de maíz-calabaza y maíz-frijol, lo que pudiera estar dado por ser estos los que primeramente emiten flores, contribuyendo a la alimentación de los adultos. El policultivo con mayor porcentaje de parasitismo fue el de maíz con calabaza. En las parcelas de monocultivo solo se encontraron parasitando los Dípteros aunque con valores inferiores a los obtenidos en los sistemas de policultivos. La presencia en mayor cuantía de los dípteros en este agroecosistema pudiera estar dado por su cercanía a áreas cañeras donde son precisamente estos organismos los de mayor representatividad. (Gómez, 2000).

### **3.3 Establecimiento de las relaciones de los principales depredadores con respecto a las presas.**

En el agroecosistema en estudio se establecieron variadas relaciones entre los depredadores y sus presas, dentro de las que se destacaron las de *Z. longipes* un hemíptero y una de las principales plagas del maíz, el noctuido *S. frugiperda* ; también existió relación entre el coccinélido *Scymnus sp* y el delfácido *P. maidis*, el cual ha ocupado un papel importante dentro de las principales plagas en el maíz por ser vector de varios agentes virales.

En la figura 2 se muestra la relación depredador–presa entre *Z. longipes*–*S. frugiperda* evidenciándose como en las parcelas del unicultivo de maíz esta relación es muy baja comparada con las parcelas de los policultivos, mientras que estos últimos mostraron un ascenso en los valores a partir del cuarto muestreo para todas las variantes, existiendo oscilaciones en los valores lo que evidencia la complejidad de las relaciones que se establecen en los agroecosistemas, resultados similares obtuvo Cuesta, (2011) en la provincia de Cienfuegos respecto

a la variante de unicultivo , ya que la autora no estudio las relaciones que establecen en parcelas de policultivos.

De igual manera se representa en la figura 3 la relación predador-presa entre *Scymnus sp* y *P. maidis* , mostrando que en las parcelas de policultivos la relación tuvo valores superiores a la parcela de unicultivo de maíz, así mismo se evidencia que en los dos primeros muestreos los valores fueron muy bajos y a partir del tercer muestreo comienza un ascenso para todas las variantes aunque las parcelas del maíz unicultivo presentó siempre los valores inferiores,.es importante señalar que no existen referencia de este coccinélido depredando al delfácido *P. maidis*, por lo que es el primer reporte ya que este coccinélido ha sido reportado como biorregulador de coccidos y seudocidos, así como ninfas de moscas blancas, pero nunca de *P. maidis*.

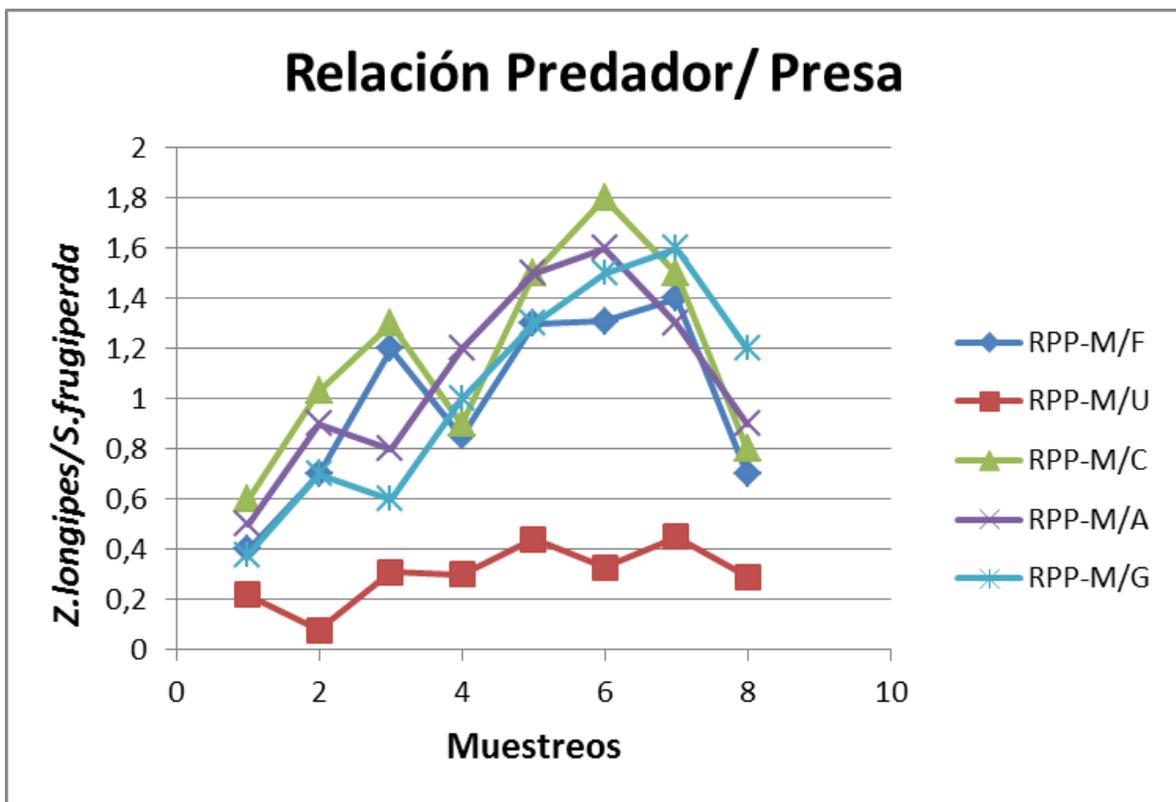


Figura 2. Relación Depredador – Presa *Z. longipes* – *S. frugiperda*

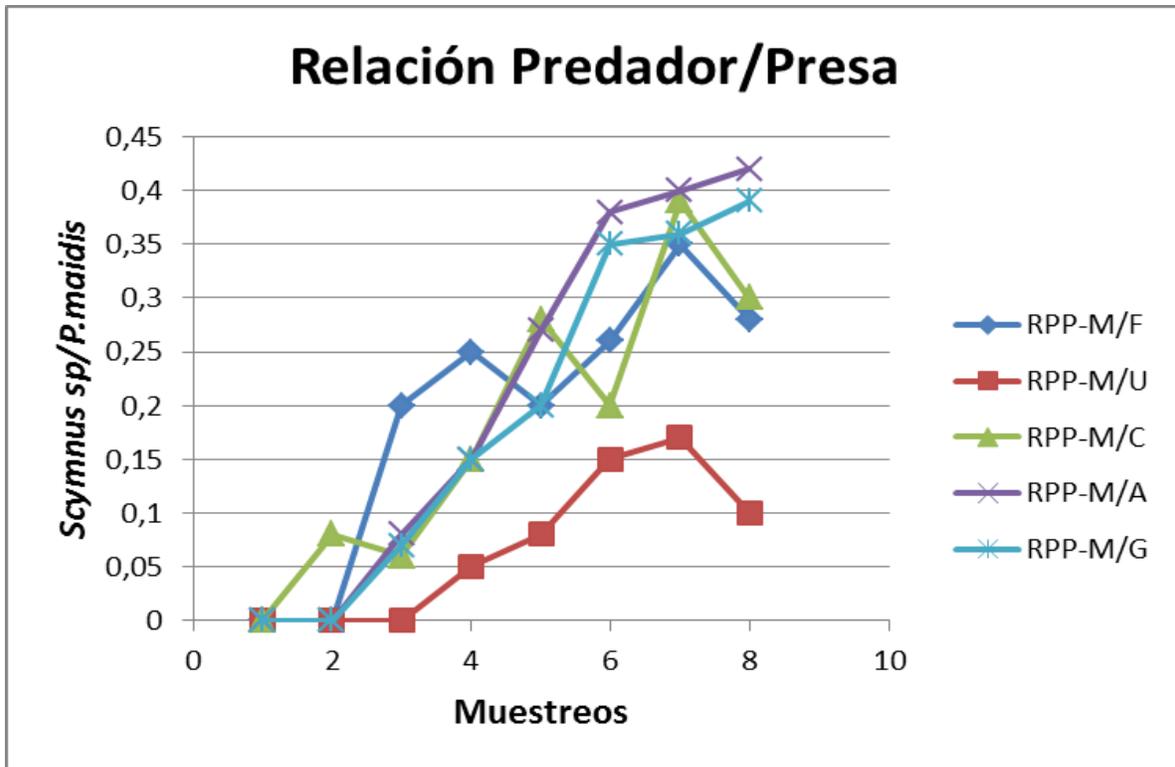


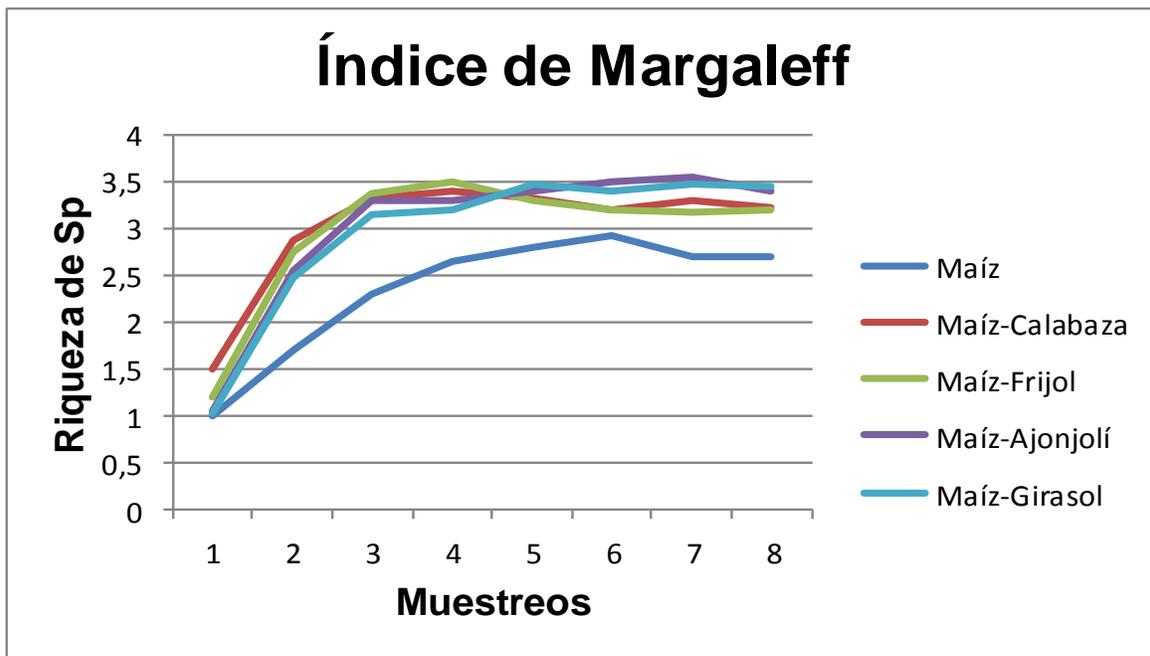
Figura 3. Relación Depredador – Presa *Scymnus sp* – *P.maidis*

### 3.3 Evaluación de los índices ecológicos de riqueza específica, equidad y dominancia en los sistemas en estudio

#### Índice de riqueza de Margaleff:

Este índice corrobora las diferencias entre las variantes de asociación de cultivos y el monocultivo, aunque no tienen la misma gradación por la razón de que este indicador es más sensible a la riqueza de taxa (géneros) que a las proporciones entre éstas en las comunidades en estudio; se hace patente que en los policultivos existió una mayor biodiversidad (riqueza) que en el monocultivo, con la vegetación simplificada (Figura 4)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tener en cuenta el valor de la importancia de las mismas (Moreno 2001). Pérez (2004), en la provincia de Ciego de Ávila obtuvo resultados similares en su estudio en asociaciones de cultivos, de igual manera Herrera, (2005) en un estudio realizado a la artropofauna del cultivo del maíz en mono y policultivos en México obtuvo resultados similares.



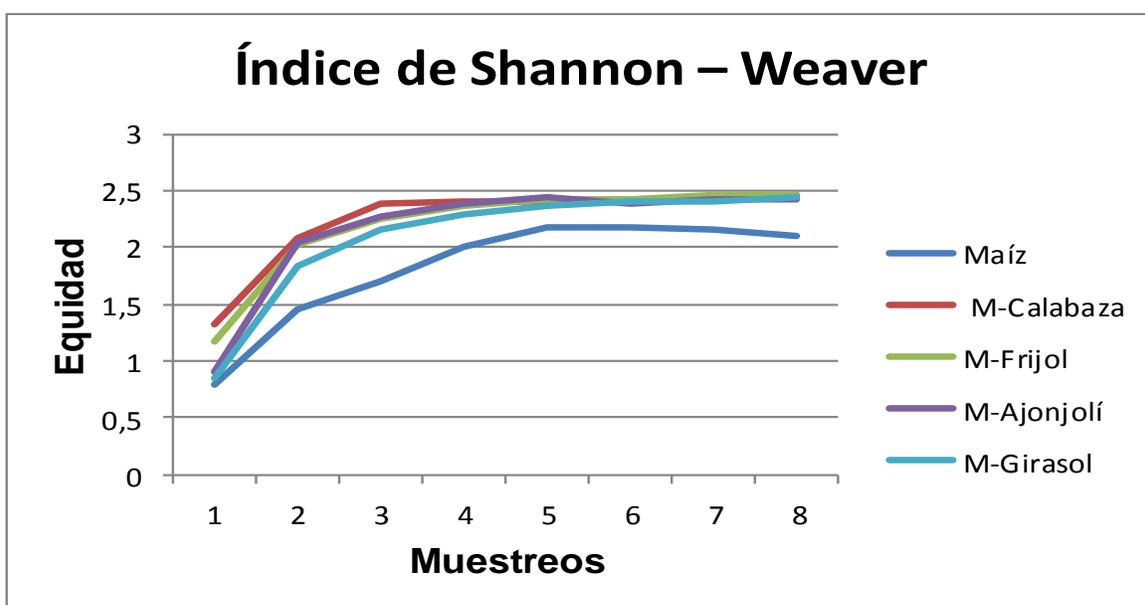
**Figura 4 Riqueza específica de los sistemas en estudios. 2013.**

**Fuente. Bio Dat. Ecological Diversity and Its Measurement. 1988.**

**Índice de Shannon – Weaver:**

De acuerdo con el índice de diversidad Shannon (H) calculado, existe una tendencia a la estabilidad en la curva a partir del quinto muestreo (Figura 5), exceptuando las parcelas control (maíz unicultivo), donde a partir del quinto muestreo los valores descienden, dado en lo fundamental porque a partir de los 60

días en el desarrollo fisiológico del maíz comienza la floración y los niveles de las plagas disminuyen y además los biorreguladores que visitan la flor del cultivo ayudan a regular las poblaciones, no siendo así en los policultivos, que a pesar de disminuir los fitófagos, el aumento de las poblaciones de biorreguladores contribuye a que la curva de diversidad mantenga valores estables. La estabilidad de los valores denota que los muestreos realizados fueron suficientes. Resultados similares fueron obtenidos por (Cuesta, 2011) en la provincia de Cienfuegos al estudiar la biodiversidad en campos de maíz.



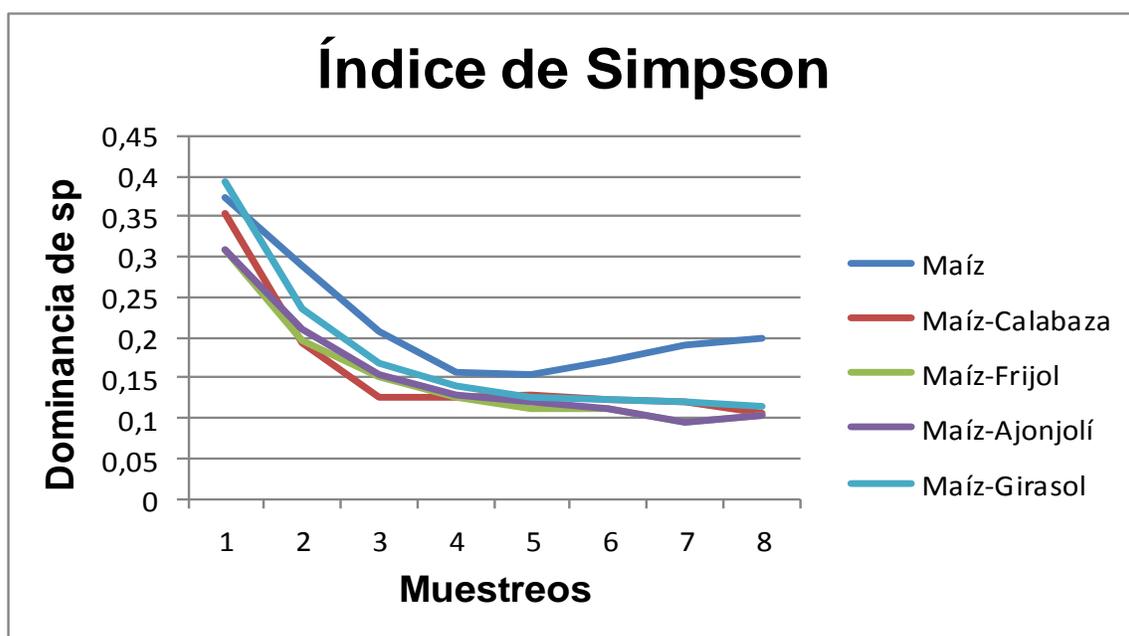
**Figura 5. Índice de Shannon (H'). Sistemas en estudio. 2013**

**Fuente. Bio Dat. Ecological Diversity and Its Measurement. 1988.**

La variante control (unicultivo de maíz) presentó valores de biodiversidad (H) inferiores a todas las variantes de policultivos, por lo que estos sistemas de cultivos mixtos debieran tenerse en cuenta para el manejo de plagas al favorecer la diversidad insectil, componente importante para los agroecosistemas (Altieri, 2004).

### Índice de Simpson

Este índice mostró valores similares al de los dos índices anteriores, pero en sentido inverso, ya que los mayores valores de este manifiestan menor diversidad, equitatividad y equilibrio en las parcelas del unicultivo; las plagas se ven sometidas a un menor control de los factores de mortalidad bióticos (parasitoides y depredadores) y por tanto determinadas plagas o fitófagos adquieren posiciones dominantes en el agroecosistema con respecto a las otras especies y se hacen aún más perniciosas por sus altas densidades y por lo tanto se evidencian mayores niveles de daños al cultivo del maíz. (Figura 6).



**Figura 6. Índice de Simpson( Ds). Sistemas en estudio. 2012**

**Fuente. Bio Dat. Ecological Diversity and Its Measurement. 1988.**

El hecho de que se haya manifestado una mayor diversidad insectil en los policultivos al estudiar los indicadores de biodiversidad, demuestran que los resultados antes expuestos, en los cuales se valoraron las densidades de los insectos plaga y sus enemigos naturales, observándose una mayor presencia de plagas en el monocultivo que en los policultivos e inversamente más enemigos naturales en estos, que en los sistemas simplificados. La existencia de mayor diversidad denota una mayor estabilidad en las comunidades de estos sistemas

(policultivos) y a su vez menor probabilidad de ocurrencia de explosiones poblacionales de plagas, cadenas tróficas más largas y casos más numerosos de enemigos naturales.

## CONCLUSIONES

1. Se identificaron 24 especies de insectos; 9 perjudiciales y 15 beneficiosos.
2. Las especies de biorreguladores más representativos fueron como depredadores *Mixogaster sp* y *Scymnus sp* y como parásitos *L. achyppivora* y *A. peliventri*.
3. *S. frugiperda* fue el fitófago de mayor importancia durante todo el ciclo del cultivo.
4. Los policultivos fueron, desde el punto de vista de la biodiversidad y las densidades poblacionales de insectos, más diversos, estables y equilibrados que los monocultivos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar los policultivos como práctica agrícola para favorecer la presencia de organismos biorreguladores de plagas en el maíz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, MW; Ellingbae, AH; Rossineau, EC. Biological uniformity and disease epidemics. *BioScience* 21:1067- 1070. 1971.
- Altieri, M. A. Biodiversity and pest mangment in agroecosystems. New York.185 p. (1995).
- Altieri, M. A. & D.L. Letorneau.. Vegetation and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*. 1:405-430, 1982
- Altieri, M. A. & Letorneau, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *crop*.1.405-430p. 1982.
- Altieri, M. A. Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica (Chile)* 54(4):371-386.1994.
- Altieri, M. A . Y C. I . Nicholls . Biodiversity and pest management in agroecosystems: Binghamton USA : Foot Products press. 2004.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria editorial, S. A. 247 pp. 2007.
- Altieri, M.A y L.C. Merrich. Agroecology and situ conservation of crop genetic resources througes maintenances of traditional farming systems.*Economy Botany and Horticulture*. 3:1-24. 1987
- Altieri, M.A. Biodiversidad, Agroecología y Manejo de Plagas. Clades. Cetal-Ediciones. Universidad de California,Berqueley.162 pp.1992.
- Andow, D. (1991), Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36:561-586.
- Bruner, S. C.; L. C. Scaramuzza; A. R. OTERO (1945) Catálogo de los insectos que atacan las plantas económicas de Cuba. Segunda Edición. Academia de Ciencia de Cuba.
- CONABIO (2006): «Documento base sobre centros de origen y diversidad en el caso de maíz en México », México. [web en línea]. [con acceso el 6 de Mayo 2008], p 33

- Clavijo, S. & G. Perez Greiner. 2000. Protección y Sanidad Vegetal. Capítulo 6, Sección 2 Insectos plagas del maíz. En: El Maíz en Venezuela. Fontana Nieves H. & González Narváez C., Eds. Fundación Polar. pp 345-361.
- Bruner, S. C.; L. C. Scaramuzza; A. R. Otero. Catálogo de los insectos que atacan las plantas económicas de Cuba. Segunda Edición. Academia de Ciencia de Cuba. 1945.
- Casanova, A *et al.*, Policultivos. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD) .2005.
- Caviglia O. P., Sadras V. O. and Andrade F. H. 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. 2004.
- Fernández J. L., 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. 2002.
- Fernández J. L., Estudio agroecológico del cultivo del maíz y sus potencialidades en la sustentabilidad de pequeñas fincas campesinas en la provincia de Granma, Cuba. Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía, España, 143 pp. 1998.
- Fernández J. L., EXPÓSITO I. E., Nuevo método para el muestreo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo del maíz en Cuba. Centro Agrícola 27, 32-38. 2000.
- Francis, C. A. Multiple Cropping Systems. MacMillan Publishing Co., New York, NY. 383 pp. 1986.
- Gaitan, M. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor, MI, US, Ann Arbor Press. 2004.
- García, M. Uso racional de insecticidas químicos y del policultivos maíz. calabaza en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en Fomento, Sancti Spíritus. Tesis en opción al grado de master en agricultura sostenible. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. 2008.

- Gómez, S. Manejo ecológico de plagas en agroecosistemas de arroz, caña de azúcar y maíz en Cuba, su efecto. Primer Curso Latinoamericano. La Habana, Cuba. 2000.
- Hernández, A., Evaluación de genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema policultural. Tesis de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Centro de Estudios de Agroecología y Agricultura Sostenible:65 pp. 1998.
- Hernández, A., I. M. Pérez, D. Bosch, L. Rivero. Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR, ISBN: 959-246-022-1, 64p. 1999
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La agroecología y su aporte a la conservación de los recursos. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires. Argentina. 2012.
- Herrera, J., C. Patricia., A. Sanclemente. Diversidad de la artropofauna en monocultivos y policultivos de maíz (*Zea maíz*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*). Boletín del museo entomología de la Universidad del Valle 6(1):23, 2005.
- Landis, DA; Wratten, SD; Gurr, GA.. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45:175-201. 2000.
- Landis, Wratten & Gurr. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45: 175-201. 2000.
- León V. A. Evaluación de fluctuaciones poblacionales e índices ecológicos de insectos nocivos y beneficiosos en tres variedades de tomate asociadas con maíz. INCA. 2010
- León, A. Evaluación de fluctuaciones poblacionales e índices ecológicos de insectos nocivos y beneficiosos en tres variedades de tomate asociadas con maíz. La Habana: INCA, 2010.

- Liebman M. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable .Sistemas de policultivos. Capítulo 9; 2005
- Liebman, M; Ohno, T.. Crop rotation and legume residue effects on weed emergence and growth: implications for weed management. *In* Hatfield, JL; Stwert, BA. eds. Integrated weed and soil management Ann Arbor, MI, US, Ann Arbor Press. p. 181-221.2000.
- Lietti, M; G. Montero, L. Vignaroli y J. Vitta. Diversidad de grupos tróficos de artrópodos en cultivos de soja con distintas estrategias de producción. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Villarino, C.C. 14. S2125ZAA. Zavalla. Santa Fe. Argentina. 2011.
- Magurran, A.E. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp. 1988.
- Mederos D. Evaluación de organismos asociados e indicadores productivos en el sistema frijol-maíz con diferentes manejos de enmalezamiento. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana; 2002.
- Moreno, C. E. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp. 2001.
- Moreno, C. E. Actualización de los métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. 2010.
- Murgido, R. Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana, 2000, 389p.
- Nicholls C, Altieri M. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedo. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). 2000
- Pérez N. Agricultura Orgánica: bases para el manejo ecológico de plagas. CEDAR-ACTAF-HIVOS. Ciudad de La Habana; 2003.
- Pérez, E. Control biológico de *S. frugiperda* (Smith) en maíz. INISAV. Habana. Cuba. 2006.

- Pérez, E. *ET AL.*, Manejo Integrado de la palomilla del maíz *Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith. IX Fórum Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana. Cuba: 28pp. 1997.
- Pérez, L.A. Regulación biotica de fitofagos en sistemas integrados de agricultura-ganadería (Tesis en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible) UNAH: 87 pp. La Habana, Cuba. 1997.
- Robinson, RA. Return to resistance: breeding crops to reduce pesticide resistance. Davis, CA, US, Agaccess. 1996.
- Rojas, J. A; *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. 2000
- Root, R. Organization of a plant arthropod. Association in simple and diverse habitats the fauna of collar (*Brassicae oleraceae*). Ecol monogr. 95-124p. 1973.
- Sánchez C,C y A, O, Velazco. Reducción y sustitución de plaguicidas por uso de *trichogramma spp.* en el cultivo de maíz (zea mais l.), San Antonio de los baños, La Habana.2003.
- Sarandón, S.J., Y Chamorro, A.M.. Policultivos en los sistemas de producción de granos. En: Producción de Granos: Bases funcionales para su manejo. Ed. Fac. Agron-UBA. Cap. 15. Pág. 353-370. 2003.
- Sarandón, Santiago J. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. pp.: 393-414. Ediciones Científicas Americanas. 2002.
- Thies, C; Tscharrntke, T. 1999. Landscape structure, and biological control in agroecosystems. Science 285: 893-895.
- Vandermeer, J. H. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, MA. 237 pp. (1989).

Vázquez, L. L.; Murguido, C. A.; González, G. A. (a). Investigaciones sobre el complejo mosca blanca-geminivirus en tomate y realización de un programa para su manejo. Ciudad de la Habana. Septiembre de 1996.

Vázquez, L. L.; Murguido, C. A.; González, G. A.; Gómez, O. (b). Alternativas para el manejo integrado del patosistema mosca blanca-geminivirus en tomate. Boletín técnico N° 1. INISAV 32p., 1996.

Vázquez, L.L. La conservación de los enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección. Boletín Técnico 5 (4). 75 p. La Habana. 1999.