

## Características de la colindancia de cultivos en tres sistemas agrícolas convencionales y su relación con la incidencia de insectos nocivos y reguladores naturales

Andrés Martínez Márquez<sup>1</sup> y Luis L. Vázquez Moreno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección Provincial de Sanidad Vegetal. San José de las Lajas, Mayabeque

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5.<sup>a</sup> B y 5.<sup>a</sup> F, Playa, La Habana, C. P. 11600, lvazquez@inisav.cu.

### RESUMEN

Se estudió la colindancia de cultivos en 23 campos representativos de maíz, calabaza (primavera), papa y frijol (frío) en los municipios de Güira de Melena (provincia de Artemisa), Güines y Jaruco (provincia de Mayabeque) para determinar la incidencia de insectos fitófagos nocivos y de los depredadores, así como su relación con el manejo de la colindancia respecto a su diversidad y afinidad. Para los tres territorios los insectos nocivos evaluados fueron *Spodoptera frugiperda*, *Diaphania hyalinata* y *Thrips palmi*, mientras que los predadores fueron *Chrysopa* spp., *Coleomegilla cubensis*, *Orius insidiosus*, *Franklinthrips vespiformis*, *Zelus longipes*, morfoespecies de arañas (*Araneae*) y de sirfidos (*Diptera*). En los tres sistemas agrícolas estudiados predominó la colindancia tipo 3 (el 64 % de los campos vecinos con tres lados de diferentes cultivos) y tipo e (44,4 % de los campos vecinos con dos lados afines al cultivo del campo evaluado). Fueron más diversos los campos de Güira de Melena y Güines, y menos afines los de Güines y Jaruco. Con respecto a la época de siembra, prácticamente no hubo diferencias en la diversidad y la afinidad de la colindancia. En los campos de más afinidad con la colindancia (dos y un campo colindante del mismo cultivo) se manifestaron los fitófagos con los mayores índices, pero no se apreció efecto de la mayor diversidad. Para los depredadores no se encontró relación alguna en los dos tipos de colindancia. En los tres sistemas agrícolas evaluados predominan los campos de mayor diversidad y menor afinidad.

Palabras claves: Colindancia de cultivos, insectos nocivos, predadores

### ABSTRACT

Crops boundary was studied in 23 representative fields of corn, pumpkin (spring), potato and bean (cold), in municipalities Güira de Melena (Artemisa province), Güines and Jaruco (Mayabeque province), in order to determine the incidence of noxious phytophagous insects and predators, as well as their relationship with management of boundary on their diversity and affinity. Insects evaluated in the three territories were *Spodoptera frugiperda*, *Diaphania hyalinata* and *Thrips palmi*, predators were *Chrysopa* spp., *Coleomegilla cubensis*, *Orius insidiosus*, *Franklinthrips vespiformis*, *Zelus longipes*, spiders morfoespecies (*Araneae*) and sirfids (*Diptera*). Type 3 boundary prevailed in the three agricultural systems studied (64 % of the adjacent fields with three sides of different cultivations) and type e (44.4 % of adjacent fields with two sides similar to the evaluated field cultivation). Güira de Melena and Güines fields were more diverse, and Güines and Jaruco have less affinity. Related to time of seeding practically were not differences in the diversity and affinity of the boundary. Fields of more affinity with boundary (two and one adjacent field of the same cultivation) showed the biggest phytophagous indexes, but effect of the biggest diversity was not appreciated. None relationship were found for predators in both boundary types. In the three agricultural systems evaluated the fields of more diversity and smaller likeness prevail.

Key words: Crops boundary, noxious insects, predators

### INTRODUCCIÓN

El manejo de la colindancia o vecindad de los cultivos es una práctica fitosanitaria fundamental en los sistemas de producción agropecuaria, basada en tres aspectos esenciales: la diversidad de cultivos de los campos vecinos, la afinidad botánica de los cultivos entre un campo y sus vecinos y las diferencias en edades para los campos vecinos que son del mismo cultivo o familia botánica, entre otros aspectos que se relacionan con las interacciones de la biodiversidad nociva y funcional en los agroecosistemas.

En los policultivos y en las fincas integrales el diseño y planificación de los campos debe considerar estos efectos, en lo cual también se incluyen las fincas vecinas y se considera la dirección predominante de los vientos, entre otros aspectos que se relacionan con la inmigración de poblaciones de organismos nocivos, sea por su propio vuelo, por el viento o por las corrientes de agua, entre otras vías de dispersión [Vázquez, 2008; Vázquez *et al.*, 2012].

La diversificación de los agroecosistemas incrementa las oportunidades ambientales para los enemigos naturales y consecuentemente influye en el control biológico de las plagas, pues la amplia variedad de arreglos vegetacionales disponibles en forma de policultivos, sistemas diversificados de cultivo-malezas o cultivos de cobertura, conservan enemigos naturales que les aseguran a estas especies una serie de requisitos ecológicos, como son el acceso a los hospederos alternos, recursos alimenticios como polen y néctar, hábitats para la hibernación y microclimas apropiados para el desarrollo de sus poblaciones [Altieri y Nicholls, 2007].

Algunos factores relacionados con la regulación de las plagas en agroecosistemas diversos están dados por el incremento de las poblaciones de los parasitoides y los depredadores, favorecidos por una mayor disponibilidad de alimentos alternativos y de hábitats, la disminución en la colonización y la reproducción de las plagas, la inhibición de la alimentación mediante repelentes químicos de plantas no atractivas a las plagas, la prevención del movimiento y aumento de la emigración de las plagas, y la óptima sincronización entre los enemigos naturales y las plagas [Nicholls, 2010].

Price *et al.* (1980) expresaron que las interacciones en los agroecosistemas diversificados pueden ser muy complejas y suelen implicar diferentes niveles tróficos, varias especies de plantas, fitófagos y enemigos naturales, mientras que Vandermeer (1981) planteó lo que llamó el efecto de cultivo-trampa, es decir, cómo la presencia de un segundo cultivo en la proximidad de un cultivo principal puede atraer una especie fitófaga que de otra forma probablemente atacaría al cultivo principal.

Un análisis integral del efecto de la colindancia resulta muy difícil, ya que pueden influir colateralmente

diversos factores, como son los vientos y la edad de los campos [Rosset, 1988], además del efecto de los campos colindantes y de los cercanos como fuentes de infestación, así como las ventajas de planificar siembras diversas, teniendo en cuenta su preferencia por las especies de insectos nocivas [Howell y Andrews, 1997].

En el presente artículo se informan los resultados de un estudio relacionado con dos tipos de colindancia y su relación con la incidencia de las plagas de insectos y los predadores en tres sistemas agrícolas convencionales en transición, localizados en las provincias de Artemisa y Mayabeque, como base para entender los mejores diseños que permitan reducir la incidencia de insectos nocivos en estos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante las épocas de siembra de primavera (mayo-julio de 1998) y frío (octubre de 1998, diciembre de 1999) en Güira de Melena (Artemisa), Güines y Jaruco (Mayabeque), que representan sistemas agrícolas con grados alto, medio y bajo nivel de utilización de plaguicidas químicos respectivamente, según información ofrecida por la DPSV (1999a,b).

Con el apoyo de las Estaciones de Protección de Plantas de los territorios estudiados se seleccionaron 23 campos de cultivos representativos de los diferentes tipos de agricultores y característicos de cada época de siembra (Tabla 1), a saber: maíz (*Zea mays* Lin.) y calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.) en primavera; papa (*Solanum tuberosum* Sw.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en frío. Todos los campos seleccionados eran típicos de sistemas de cultivo convencionales y recibían las atenciones establecidas, de acuerdo con las tecnologías disponibles.

Tabla 1. Campos evaluados en Jaruco y Güines (Mayabeque) y Güira de Melena (Artemisa), antigua provincia de La Habana

| Productor              | Cultivo  | Área del campo m <sup>2</sup> ) | Sistema de riego |
|------------------------|----------|---------------------------------|------------------|
| <b>Jaruco</b>          |          |                                 |                  |
| UBPC Ho Chi Min        | Calabaza | 248 270                         | Fregat           |
| UBPC Ho Chi Min        | Maíz     | 147 620                         | Fregat           |
| UBPC Ho Chi Min (F-9)  | Papa     | 114 000                         | Fregat           |
| UBPC Ho Chi Min (F-14) | Papa     | 121 000                         | Fregat           |

|                                          |          |         |                       |
|------------------------------------------|----------|---------|-----------------------|
| CPA Noelio Capote                        | Maíz     | 83 000  | Secano                |
| CPA Noelio Capote                        | Frijol   | 83 000  | Secano                |
| Granja autoconsumo CAI Camilo Cienfuegos | Frijol   | 84 000  | Secano                |
| René Manresa                             | Maíz     | 4100    | Secano                |
| René Manresa                             | Frijol   | 2500    | Secano                |
| <b>Güines</b>                            |          |         |                       |
| ECV Miguel Sonería                       | Calabaza | 127 000 | Volskchanka           |
| UBPC Hombres de Baraguá                  | Maíz     | 127 000 | Fregat                |
| UBPC Hombres de Baraguá                  | Papa     | 127 000 | Fregat                |
| UBPC Restituto Alonso                    | Frijol   | 114 000 | Fregat                |
| CPA Cuba-Bulgaria                        | Papa     | 102 000 | Fregat                |
| Autoconsumo IPA Venezuela                | Frijol   | 53 000  | Aniego                |
| Virgilio Rodríguez                       | Maíz     | 4000    | Secano                |
| <b>Güira de Melena</b>                   |          |         |                       |
| CPA Niceto Pérez                         | Calabaza | 536 800 | Fregat                |
| CPA Países Nórdicos                      | Maiz     | 134 200 | Fregat                |
| CPA Países Nórdicos                      | Papa     | 134 200 | Fregat                |
| CPA Países Nórdicos                      | Frijol   | 100 000 | Aniego                |
| Felipe Leal                              | Maíz     | 17 000  | Aspersores portátiles |
| Fernando González                        | Frijol   | 21 000  | Aniego                |
| Virgilio Leal                            | Papa     | 35 000  | Aspersores portátiles |

Cada campo se evaluó en tres momentos para lograr representatividad durante su ciclo: 1) al inicio del período de crecimiento; 2) al inicio de la floración-tuberización o fructificación-engrosamiento radicular; 3) durante el desarrollo del fruto. Los muestreos se efectuaron siguiendo las diagonales de los campos, en los que se revisaron 30 plantas al azar. Se evaluaron los insectos nocivos de mayor importancia en los cultivos estudia-

dos en ambas provincias (*Tabla 2*), según información de la DPSV (1999 a; 1999 b), para lo cual se utilizó el procedimiento descrito en las respectivas metodologías de señalización [Inisav, 1981 a; 1981 b]. En cada planta se realizó la identificación de las especies predadoras y el conteo de los individuos presentes (inmaduros y adultos) durante aproximadamente un minuto de observación.

**Tabla 2. Insectos nocivos e indicadores evaluados en cada cultivo estudiado. Artemisa y Mayabeque**

| <i>Cultivos</i>                                                         | <i>Órganos evaluados en la planta</i>          | <i>Especies de insectos evaluadas</i>                               | <i>Estados de desarrollo y valor obtenido</i> |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Maíz ( <i>Zea mays</i> )                                                | La planta completa, con énfasis en el cogollo  | <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) | Larvas (larvas/planta)                        |
| Calabaza ( <i>Cucurbita moschata</i> )                                  | Un brote por planta a partir de la cuarta hoja | <i>Diaphania hyalinata</i> Linn. (Lepidoptera: Pyralidae)           | Larvas (larvas/brote)                         |
| Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ), frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) | Tres hojas por planta, una en cada nivel       | <i>Thrips palmi</i> Karny (Thysanoptera: Thripidae)                 | Inmaduros y adultos (individuos/hoja)         |

Para caracterizar la colindancia de los campos se realizó un recorrido por los alrededores de cada campo evaluado, y se clasificó según la diversidad de los cultivos presentes en los campos vecinos en los cuatro lados que rodeaban al campo evaluado (*Tabla 3*) y la

afinidad de las especies o familias botánicas a las que pertenecían los cultivos vecinos con aquellas sembradas en el cultivo evaluado (*Tabla 4*), sistema que fue ideado para facilitar la diferenciación de la colindancia en los campos estudiados.

**Tabla 3.** Clasificación de la colindancia respecto a la diversidad de los cultivos que rodeaban al evaluado

| <i>Tipo de diversidad</i> | <i>Composición de cultivos</i>                |
|---------------------------|-----------------------------------------------|
| 1                         | No difieren                                   |
| 2                         | Solamente dos cultivos colindantes diferentes |
| 3                         | Tres cultivos colindantes diferentes          |
| 4                         | Cuatro cultivos colindantes diferentes        |

**Tabla 4.** Clasificación de la colindancia respecto a la afinidad de las especies botánicas en los campos vecinos al cultivo evaluado

| <i>Tipo de afinidad</i> | <i>Número de campos colindantes afines</i> |
|-------------------------|--------------------------------------------|
| a                       | Cuatro                                     |
| b                       | Tres                                       |
| c                       | Dos                                        |
| d                       | Uno                                        |
| e                       | Ninguno                                    |

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de la colindancia en los sistemas agrícolas estudiados

Güines es el territorio que presenta el mayor número de campos con una alta diversidad de la colindancia, en relación con los cultivos que rodean a los campos evaluados (tipo 4), seguido por Güira de Melena con tres colindancias diferentes que rodean al campo evaluado (tipo 3), mientras que en Jaruco la diversidad de la colindancia es menor (tipo 2). Por otra parte, ninguno de los campos valorados fue del tipo 1 (*Tabla 5*).

Al comparar la afinidad de la colindancia de las especies o familias botánicas respecto al cultivo evaluado (*Tabla 5*), se observa cómo los sistemas agrícolas de Jaruco y Güines presentan el mayor número de campos con afinidad tipo *e*; en cambio, en Güira de Melena predominan los que tienen los tipos *d* y *c*, seguidos de Güines con tipos *c* y *d*. Hubo muy poca diferencia en la diversidad y la afinidad de las colindancias en las dos épocas de siembra.

**Tabla 5.** Síntesis de las características de la colindancia en los sistemas agrícolas estudiados. Valores de diversidad y afinidad expresados en porcentaje

| <i>Tipos de colindancias</i>       | <i>Territorios</i>     |             |                  |             |                  |             |
|------------------------------------|------------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|                                    | <i>Güira de Melena</i> |             | <i>Güines</i>    |             | <i>Jaruco</i>    |             |
|                                    | <i>Primavera</i>       | <i>Frío</i> | <i>Primavera</i> | <i>Frío</i> | <i>Primavera</i> | <i>Frío</i> |
| Total de campos evaluados          | 4                      | 4           | 5                | 4           | 6                | 5           |
| Diversidad de cultivos             |                        |             |                  |             |                  |             |
| 1                                  | 0                      | 0           | 0                | 0           | 0                | 0           |
| 2                                  | 0                      | 0           | 0                | 0           | 34               | 33          |
| 3                                  | 75                     | 75          | 40               | 40          | 66               | 66          |
| 4                                  | 25                     | 25          | 60               | 60          | 0                | 0           |
| Afinidad de las especies botánicas |                        |             |                  |             |                  |             |
| a                                  | 0                      | 0           | 0                | 0           | 0                | 0           |
| b                                  | 0                      | 0           | 0                | 0           | 0                | 0           |
| c                                  | 75                     | 25          | 20               | 75          | 40               | 40          |
| d                                  | 0                      | 75          | 20               | 75          | 0                | 0           |
| e                                  | 25                     | 0           | 60               | 0           | 60               | 60          |

Al analizar los resultados en los tres sistemas agrícolas evaluados (Tabla 5) se puede arribar a la conclusión de que predominan los campos de mayor diversidad (64 %, tipo 3) y menor afinidad (44,4 %, tipo c), lo que constituye una evidencia de que en estos sistemas se produce una transición hacia la diversificación de los cultivos anuales y temporales (policultivos), pues fue más diversa la colindancia en los campos de Güira de Melena y Güines, y menos afines en los de Güines y Jaruco.

Esto último resulta interesante, toda vez que en el período en que se realizó el estudio de estos cultivos, en Güira de Melena se sembraron cultivos temporales y anuales en 2447,6 ha, en Güines 1609,9 ha y en Jaruco 815,7 ha, que representaron el 71,9, el 67,1 y el 98 % respectivamente del total de la superficie sembrada en cultivos para dichos territorios [DPSV, 1999 a; 1999 b].

La transición de la producción agropecuaria en estos sistemas convencionales está en proceso de cambio, pero aún es insuficiente la diversificación de los cultivos. Güira de Melena, que tradicionalmente se ha caracterizado por ser un territorio de alta producción agrícola intensiva, y aunque manifiesta una mayor diversidad de la colindancia, aún no logra un buen manejo de la afinidad. Güines, que era una zona donde predominaba el cultivo de la caña de azúcar, no obstante tiene una mayor superficie sembrada de hortalizas, tubérculos, granos, plátano y otros cultivos, de manera que muestra una mayor tendencia hacia la diversificación respecto a la diversidad y la afinidad de la colindancia. Jaruco, aunque es un territorio donde predominan los monocultivos de la caña de azúcar y los pastos, al presentar zonas donde se siembran cultivos temporales y anuales constituyó el territorio más diverso respecto a la afinidad de la colindancia.

Los resultados antes expuestos son de gran importancia, porque precisamente las provincias de Artemisa y Mayabeque (antes provincia de La Habana) se consideran representativas del modelo de la agricultura convencional en el país, que se implementó entre los años sesenta y noventa del pasado siglo, mediante el empleo de tecnologías intensivas especializadas y dependientes de insumos externos permitió aumentar la productividad de la tierra y el trabajo; sin embargo, posteriores estudios demostraron que dicho modelo resultó ineficiente, en términos biológicos y económicos, y nocivo al medio ambiente [Vázquez, 2006; Funes, 2009], pues acarreó severas consecuencias económicas,

ecológicas y sociales. Entre las más importantes se encuentran la erosión del suelo de moderada a severa, la compactación del suelo con su consecuente infertilidad, la pérdida de la biodiversidad y la deforestación de las tierras agrícolas [Citma, 1997].

Existen múltiples argumentos científicos que demuestran cómo la diversidad de los cultivos en los sistemas agrícolas favorece la estabilidad de los sistemas de producción, al proveer canales alternativos para el flujo de la energía, los nutrientes y la biodiversidad [Altieri y Nicholls, 2007], además de la ventaja de que, al haber mayor número de especies en una comunidad, existen menos nichos vacíos, y por tanto menos oportunidades de invasión para especies nuevas [Southwood y Way, 1970], entre otras ventajas.

### **Comportamiento de las principales plagas y los predadores para los diferentes tipos de colindancias**

En los campos evaluados las especies de predadores que se encontraron fueron *Chrysopa* spp. (Neuroptera: Chrysopidae) en papa, calabaza y frijol; *Coleomegilla cubensis* (Coleoptera: Coccinellidae) en calabaza; *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) en maíz, frijol, calabaza, papa; *Franklinthrips vespiformis* (Thysanoptera: Aeolothripidae) en calabaza; sirfidos (Diptera: Syrphidae) en papa, frijol, calabaza; *Zelus longipes* (Hemiptera: Reduviidae) en maíz, calabaza, todos informados en el país como reguladores naturales de las plagas estudiadas [Vázquez *et al.*, 2008].

Como se observa más adelante, estos tuvieron una mayor incidencia en los campos de maíz, pues en el resto de los cultivos evaluados se manifestaron a niveles muy bajos, resultado que refuerza los argumentos a favor del maíz como cultivo colindante y en barreras, debido a que favorece la diversidad y actividad de reguladores naturales [Rojas *et al.*, 2000; Veitía *et al.*, 2004].

Al analizar la incidencia de *S. frugiperda* en los campos de maíz evaluados se aprecia que prácticamente no hubo relación con la diversidad de cultivos de los campos colindantes, pues la plaga se manifestó en índices altos en campos con dos, tres y cuatro campos colindantes diferentes en los tres territorios, comportamiento que se puede deber a que en los campos estudiados el maíz se sembró en unicultivo, lo que aumenta la capacidad de localización de los campos de maíz por los adultos de esta plaga [Ryder, 1968]; en cambio, se aprecia cierto efecto de la afinidad, pues los campos más infestados tenían al menos una

colindancia de campos sembrados con maíz, excepto el 18 de Güines (Gn4d), que manifestó alto índice y no tenía campos colindantes de maíz; pero es posible algún efecto de arvenses o de los patios de las viviendas que pudieran tributar poblaciones al campo de maíz evaluado, ya que este campo prácticamente no estuvo rodeado de cultivos, sino de vegetación seminatural y caseríos (Fig. 1).

La ocurrencia de predadores fue mayor en el campo 26 de Güira de Melena (Gr3e) (Fig. 1), con predominio de crisópidos sobre los demás entomófagos. Este campo de maíz tenía la característica de no presentar colindancia de maíz y tener dos de sus lados colindantes con campos de yuca (*Manihot esculenta*), lo que demuestra que estos agricultores hacen un manejo correcto de

la colindancia al no incluir maíz y propiciar el cultivo de la yuca en los campos vecinos que, según Vázquez *et al.* (2008), favorece la actividad de los reguladores naturales.

En general, la incidencia de los predadores en el cultivo del maíz fue mayor en los campos de Güira de Melena, seguida de Güines y finalmente Jaruco (Fig. 1), y se observó que la mayor incidencia en el territorio de Güira de Melena se relaciona con campos de tres cultivos colindantes diferentes, y ninguno o dos campos colindantes afines al de maíz, lo que sugiere hubo influencia de la mayor diversidad de la colindancia; además, este fue el territorio de mayor diversidad de cultivos colindantes en la época de primavera.

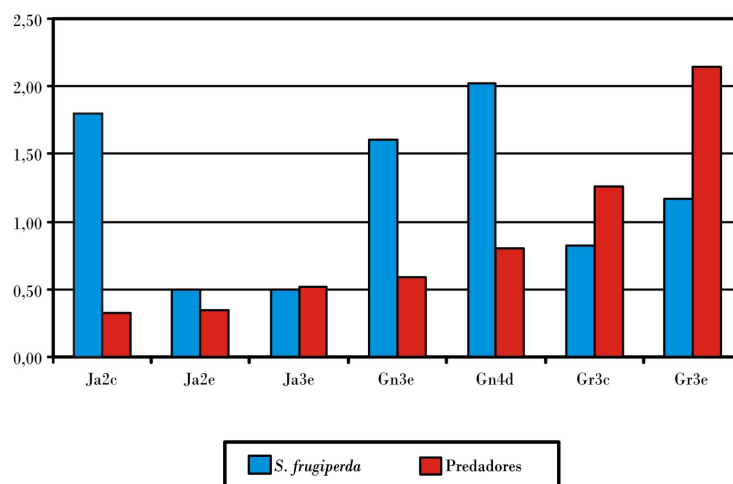


Figura 1. Análisis comparativo de la incidencia de *S. frugiperda* (larvas/planta) y los predadores (individuos/planta) en siete campos de maíz. Época de primavera 1998. Ja (Jaruco), Gn (Güines), Gr (Güira de Melena). Para siglas de colindancia ver Tablas 3 y 4.

En la misma época de primavera se analizó la colindancia de los campos de calabaza, donde se aprecia que la mayor incidencia de *D. hyalinata* se presentó en Güira de Melena, la que disminuyó considerablemente en Güines y Jaruco (Fig. 2). La alta incidencia en el campo de calabaza de Güira de Melena (Gr3c) (4 larvas/brote) pudiera estar influenciada porque dicho campo tenía dos campos vecinos con calabaza, aunque en Jaruco también fue así, sin embargo, la incidencia fue la menor. El campo de Güines (Gn4e) no tenía ningún campo colindante de calabaza, y aunque la incidencia fue ligeramente superior a Jaruco, es solo de 1 larva/brote.

Estos resultados pudieran estar influenciados por el limitado efecto de las otras plantas (campos colin-

dantes) sobre esta especie, ya que es específica de las cucurbitáceas y sus reguladores naturales también [Pozo, 2000]. Por otra parte, pudo existir algún efecto de los plaguicidas que se aplicaron en los tres campos, aunque menos en Jaruco, que pudieron influir sobre la actividad de los parasitoides de *D. hyalinata* que no fueron evaluados, y que según Pozo (2000) es parasitada por varias especies de himenópteros que son eficientes, pero muy sensibles a insecticidas.

La incidencia de los predadores fue muy baja, lo que también pudiera deberse al efecto de las aplicaciones de plaguicidas sobre estos entomófagos o porque la calabaza estaba en unicultivo, pues cuando este cultivo se asocia con maíz la actividad de los reguladores naturales se incrementa [Vázquez *et al.*, 2008].

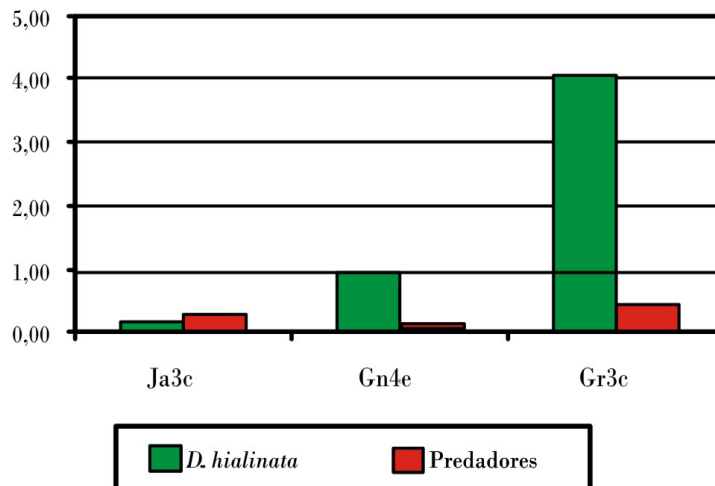


Figura 2. Análisis comparativo de la ocurrencia de *D. hyalinata* (larvas/brote) y los predadores (individuos/brote) en tres campos de calabaza. Época de primavera 1998. Ja (Jaruco), Gn (Güines), Gr (Güira de Melena). Para siglas de colindancia ver Tablas 3 y 4.

Para *T. palmi* su incidencia es mayor en los campos de papa de Güira de Melena (Fig. 3), y los de frijol de Güira de Melena y Güines, en comparación con los de Jaruco, donde los niveles poblacionales de la plaga fueron muy inferiores (Fig. 4).

En los campos de papa evaluados la afinidad botánica con los cultivos de los campos colindantes fueron de

tipo c, con la excepción del último campo de Güira de Melena, que fue de tipo d, y la diversidad en todos los casos fue del tipo 3, resultados que quizás se deban a algún aspecto en el manejo de dichos campos que no logramos conocer, pues debe considerarse que este estudio se realizó bajo condiciones de producción convencional.

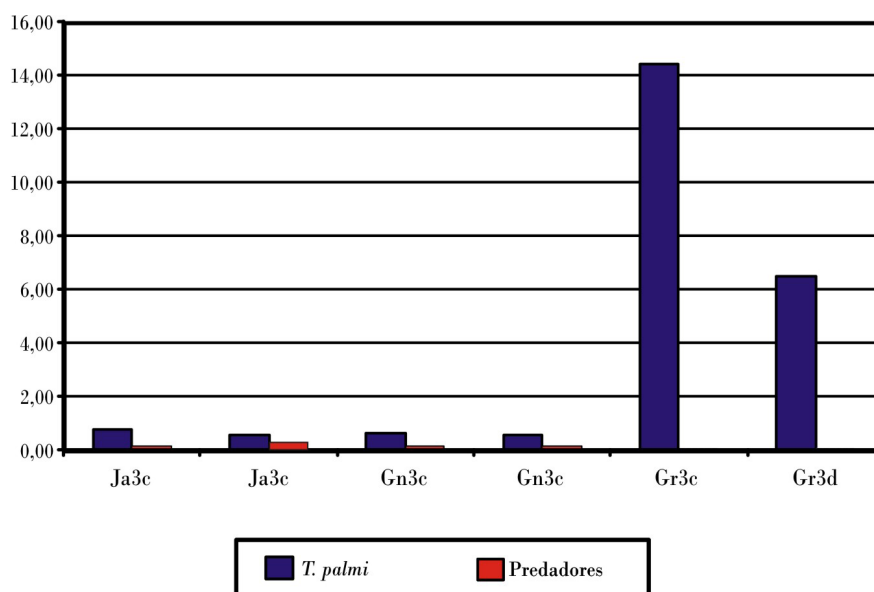


Figura 3. Análisis comparativo de la ocurrencia de *T. palmi* (individuos/planta) y los predadores (individuos/planta) en seis campos de papa. Época de frío. 1998-1999. Ja (Jaruco), Gn (Güines), Gr (Güira de Melena). Para siglas de colindancia ver Tablas 3 y 4.

En cambio, para el frijol tanto Güines como Güira de Melena tuvieron afinidad tipo *c* y *d*, y estos fueron los campos más infestados, mientras que en Jaruco, donde no hubo campos colindantes de frijol (afinidad tipo *e*), la incidencia fue muy inferior a los restantes, observándose un marcado efecto de la diversidad botánica de la colindancia sobre la incidencia de *T. palmi* en este cultivo;

por otra parte, la diversidad fue del tipo 3 y 4 y no muestra relación alguna con los índices de la plaga. Estos resultados, aunque promisorios, muestran la utilidad de diversificar el manejo de la colindancia en cultivos tan sensibles a esta plaga como el frijol, aspecto comprobado por los estudios realizados en estos sistemas por Vázquez y Rodríguez (1999).

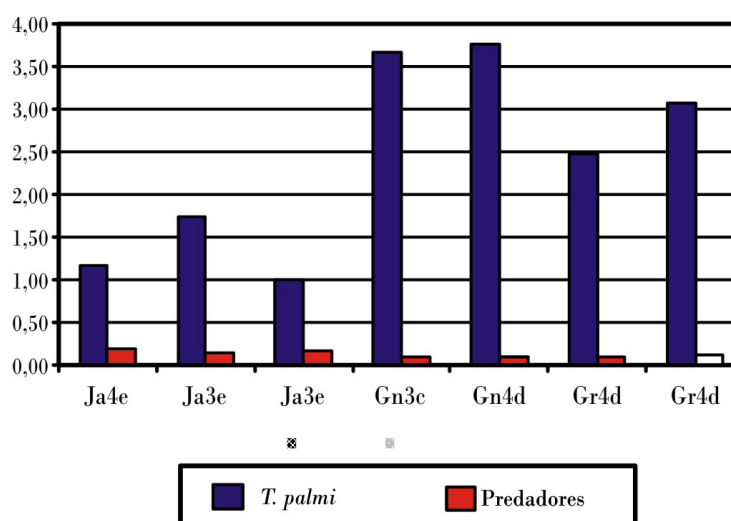


Figura 4. Análisis comparativo de la ocurrencia de *T. palmi* (individuos/planta) y los predadores (individuos/planta) en siete campos de frijol. Época de frío. 1998-1999. La Habana. Ja (Jaruco), Gn (Güines), Gr (Güira de Melena). Para siglas de colindancia ver Tablas 3 y 4.

Los cultivos de frijol y papa generalmente se siembran en grandes extensiones, y los niveles de aplicación de insecticidas y fungicidas en estos sistemas agrícolas aún son elevados, pues cuando se analizan los volúmenes totales de producto comercial aplicados en esos años, en el caso de los insecticidas sintéticos los mayores valores se alcanzaron en la campaña de frío (14 061,0 kg en Güira de Melena; 6054,6 kg en Güines y 1055,2 kg en Jaruco), mientras que durante la campaña de primavera estos fueron inferiores (5053,1 kg en Güira de Melena; 3012,2 kg en Güines y 731,6 kg en Jaruco). En el caso de los fungicidas, para la campaña de frío también los valores fueron los más elevados (69 105,8 kg en Güira de Melena; 27 641 kg en Güines y 10 418,1 kg en Jaruco), mientras que en primavera las cifras son muy bajas (3795,2 kg en Güira de Melena; 2621,8 kg en Güines y 957,4 kg en Jaruco) [DPSV, 1999 a; 1999 b], situación que mantiene una presión tóxica sobre los reguladores naturales de las plagas.

En síntesis, se encontró una mayor incidencia de las plagas en los campos con afinidad de la colindancia tipos *c* y *d* (dos y un campo del mismo cultivo, respectivamente), a saber: *S. frugiperda* en maíz (Ja2c, Gn4d), *D. hyalinata* en cucurbitáceas (Gr3c), *T. palmi* en papa (Gr3c) y frijol (Gn3c, Gn4d); en cambio, respecto a la diversidad de los campos colindantes predominaron los del tipo 3 y 4 (tres y cuatro campos colindantes diferentes), lo que muestra una tendencia hacia el mayor efecto de la afinidad.

Estos resultados, aunque no pueden considerarse concluyentes por requerir aún de estudios más detallados, sí constituyen una evidencia de que estos sistemas se transforman hacia una diversificación de cultivos, a pesar de que existen factores tecnológicos que contribuyen a los incrementos poblacionales de las especies nocivas, a la vez que no favorecen el desarrollo y la actividad de las benéficas, todo lo cual es propio de los procesos de transición de la agricultura

convencional, como es el caso de los tres sistemas agrícolas estudiados.

En los últimos años se ha documentado ampliamente la necesidad de prestar mayor atención a los efectos de la diversidad sobre la estabilidad de la biodiversidad [Landis *et al.*, 2000] y la ocurrencia de los organismos nocivos y sus enemigos naturales en los agroecosistemas [Nicholls *et al.*, 2001], así como favorecer interacciones que contribuyan a los servicios ecológicos de la biodiversidad funcional [Altieri, 2010; Nicholls, 2010], incluidas las conexiones entre sistemas de producción y ecosistemas naturales [Perfecto *et al.*, 2009], y precisamente en los resultados; aunque hay una tendencia hacia la diversificación, aún no se logra la estabilidad en las relaciones funcionales entre fitófagos y entomófagos debido a los efectos degradativos de la biodiversidad que se han acumulado en estos territorios con la práctica de la agricultura convencional.

Esto fue analizado por Herzog y Funderburk (1991), quienes se refirieron a la heterogeneidad de los recursos, pues los herbívoros deben localizar y escoger especies de plantas hospedantes entre un mosaico de otras menos adecuadas e inaceptables; al mismo tiempo deben lidiar con las diferencias de la calidad nutricional que puede haber entre los individuos de las especies de plantas apropiadas. Por ello, las diferencias en la abundancia y la dispersión de plantas hospedantes en el campo, la variación fenológica y espacial de la calidad entre los individuos de una población de plantas, la naturaleza del entorno o la vegetación entremezclada y la gama de la variación en estos factores respecto a la movilidad del herbívoro pueden afectar la capacidad del fitófago para hallar la planta y quedarse sobre ella.

De cualquier manera, aunque los resultados pueden ser analizados únicamente para el contexto donde fue realizado el estudio, resulta importante entender que los diseños y manejos que se realicen en sistemas de policultivos requieren de un entendimiento de las relaciones entre las plantas y sus funciones (cultivos, barreras, arvenses, otras) y la biota asociada (fitófagos, entomófagos u otros), aunque, como se muestra más adelante, ha resultado que refuerzan la práctica tradicional de asociar e intercalar esta planta a diversos cultivos.

Estos argumentos demuestran la función de la planta de maíz en la reducción de insectos plagas y en el incremento de sus enemigos naturales, pues el uso del maíz como cultivo en mosaicos, asociado, intercalado en franjas y en barreras alrededores de los campos se

ha demostrado que por sus características biofísicas tiene los aportes entomológicos de: a) contribuir al microclima del campo, principalmente porque atenúa las corrientes superficiales de aire, retiene la humedad y reduce la incidencia directa de las radiaciones solares sobre la superficie del suelo, condiciones que tienen efectos sobre la biodiversidad asociada al cultivo; b) actuar eficientemente como barrera física de poblaciones inmigrantes de adultos de insectos; c) ser sitio de refugio de insectos benéficos ante los efectos de los plaguicidas, las prácticas culturales, las corrientes de aire y las radiaciones solares; d) ser reservorio de poblaciones de enemigos naturales en diferentes huéspedes que habitan en el maíz, principalmente en el cogollo de la planta, que se considera es uno de los principales reservorios de entomófagos; e) contribuir al desarrollo de poblaciones de hormigas en el suelo; f) contribuir al manejo ecológico de las arvenses [Ryder, 1968; Vázquez, 2004; Vázquez *et al.*, 2008; Veitía *et al.*, 2004].

Se ha comprobado que las barreras de maíz al cultivo de la habichuela (*Vigna* spp.) funciona como sitio de refugio y alimentación de numerosas especies de enemigos naturales de insectos fitófagos, al hospedar a *Cycloneda sanguinea limbifer*, *Orius insidiosus*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Paragus* sp., *Polistes cubensis*, *Condyllostylus* sp., *Hyperaspis bigeminata*, tres especies de taquínidos y *Apis mellifera* como polinizador [Matienzo, 2005].

Igualmente se agrega que en las barreras de maíz al cultivo de la berenjena (*Solanum melongena*) han sido registradas las especies *Cycloneda sanguinea limbifer*, *Polistes cubensis*, *Orius* sp., *Scymnus* sp., una especie de Syrphidae y dos de especies de Tachinidae no identificadas (Diptera) asociadas a los fitófagos *Peregrinus maidis* y *Ropalosiphum maidis*.

Respecto a *S. frugiperda*, principal plaga del maíz en Cuba, las investigaciones realizadas por Mederos (2002) comprobaron que en maíz monocultivo hay una tendencia a mayor afectación por esta plaga que en el asocio frijol-maíz, sobre todo en las siembras de enero.

Informaciones compiladas en Cuba sobre asociaciones de maíz con la calabaza, sus flores sirven de alimento a los adultos de entomófagos de *Spodoptera frugiperda* en maíz y *Diaphania hyalinata* en calabaza; por otra parte, el maíz contribuye el incremento de las poblaciones de enemigos naturales de *Bemisia tabaci*, *Liriomyza trifolii* y *Thrips palmi* en calabaza. Cuando se asocia con frijol, contribuye al incremento de hormigas depredadoras y de parasitoides de *Spodoptera*

*frugiperda* en maíz y de los fitófagos del frijol; además, se incrementan los predadores de *Thrips palmi* en papa, principalmente *Orius insidiosus* y *Frankliniella vespiformis* [Pérez y Vázquez, 2001; Ryder, 1968; Veitía *et al.*, 2004].

## CONCLUSIONES

- La clasificación de la colindancia respecto a la diversidad de cultivos en los campos vecinos y su afinidad botánica en relación con el campo evaluado constituye una herramienta útil para estudiar la incidencia de plagas y sus reguladores naturales en los policultivos.
- En los tres sistemas agrícolas estudiados se produce una transición hacia la diversificación de cultivos, expresada en la afinidad y diversidad de la colindancia, y se obtiene que fue más diversa la colindancia en Güira de Melena y Güines, y menos afines en Güines y Jaruco, aunque este cambio aún es insuficiente para reducir la incidencia de plagas y aumentar la actividad de los predadores.
- Los mayores niveles de predadores se presentaron en los campos de maíz y en los que colindaban con yuca, lo que demuestra las potencialidades de estas plantas en la conservación de enemigos naturales.

## REFERENCIAS

- Altieri, M. A.; C. I. Nicholls: *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Perspectivas agroecológicas*. Icaria Editorial, Barcelona, 2007.
- Altieri, M. A.: «El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos», *Ideas* no. 21, Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010, pp. 77-104.
- Citma: Estrategia nacional ambiental de la República de Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, 1997.
- DPSV: «Estrategia fitosanitaria para la campaña de frío 1998-1999», Dirección Provincial de Sanidad Vegetal, Delegación de la Agricultura, La Habana, 1999 a.
- DPSV: «Estrategia fitosanitaria para la campaña de primavera de 1999», Dirección Provincial de Sanidad Vegetal, Delegación de la Agricultura, La Habana, 1999 b.
- Funes, F. R.: *Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba*. Estación Experimental Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Cuba, 2009.
- Herzog, D. C.; J. E. Funderburk: «Ecological Bases for Habitat Management and Pest Cultural Control», *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice*, John Wiley and Sons, EE. UU., 1991, pp. 217-250.
- Howell, H. N.; K. L. Andrews: «Utilización de prácticas culturales en el manejo integrado de plagas», *Manejo Integrado de Plagas* 4: 1-16, Costa Rica, 1997.
- Inisav: *III Reunión Nacional Metodologías de Señalización y Pronóstico*, t. I, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, 1981 a.
- Inisav: *III Reunión Nacional Metodologías de Señalización y Pronóstico*, t. II, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, 1981 b.
- Landis, D. A.; S. D. Wratten; G. A. Gurr: «Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture», *Ann. Rev. Entomol.* 45: 175-201, EE. UU., 2000.
- Matienzo, Yariel: «Conservación de artrópodos benéficos en un sistema de producción agrícola urbano», tesis en opción al título de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, Universidad Agraria de La Habana, 2005.
- Mederos, D.: «Evaluación de organismos asociados e indicadores productivos en el sistema frijol-maíz con diferentes manejos del enmalezamiento», tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana, 2002.
- Nicholls, C. I.; M. P. Parrella; M. A. Altieri: «Effects of A Vegetational Corridor on the Abundance and Dispersal of Insect Biodiversity Within a Northern Californian Organic Vineyard», *Landscape Ecology* 16: 133-146, EE. UU., 2001.
- Nicholls, C.: «Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo del hábitat para control biológico de plagas», *Ideas* no. 21, Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010, pp. 203-225.
- Pérez, N.; L. L. Vázquez: «Manejo ecológico de plagas», *Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible*, Ed. Actaf, La Habana, 2001, pp. 191-223.
- Perfecto, I.; J. Vandermeer; A. Wright: *Nature's Matrix: Linking Agriculture, Conservation and Food Sovereignty*, Ed. Earthscan, Londres, 2009.
- Pozo, E.: «*Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) en la región central de Cuba. Bionomía y métodos de lucha», tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Central de Las Villas, resumen de tesis, 2000.
- Price, P. W.; C. E. Bouton; P. Gross; B. A. McPherson; J. N. Thompson; A. E. Weise: «Interactions Among Three Trophic Levels: Influence of Plants on Interaction Between Insect Herbivores and Natural Enemies», *Ann. Rev. Ecol.* 11: 41-60, EE. UU., 1980.
- Rojas, J.; J. Gómez; E. León; M. Méndez: «Enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en dos agroecosistemas de maíz», *Centro Agrícola* 27 (4): 33-35, Cuba, 2000.
- Rosset, P.: «Aprovechamiento de la ecología y el comportamiento de los insectos mediante las técnicas de control cultural en el manejo integrado de plagas», *Manejo Integrado de Plagas* 10: 1-12, Costa Rica, 1988.
- Ryder, W. D.: «Reduced Incidence of Damage of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in Alternating Eight-Row Strips of Maize and Sunflower Compared with Maize Alone», *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 2: 233-243, 1968.
- Southwood, T. R. E.; M. J. Way: «Ecological Background to Pest Management», *Concepts of Pest Managements*, N. C. State University, Raleigh, 1970, pp. 6-28.
- Vandermeer, J.: «The Interference Production Principle: an Ecological Theory for Agriculture», *BioScience* 31: 361-364, 1981.
- Vázquez, L. L.; E. Rodríguez: «Plantas hospedantes de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en Cuba», *Fitosanidad* 3 (3): 37-40, La Habana, 1999.
- Vázquez, L. L.: *El manejo agroecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias*, Ed. Actaf-Entre Pueblos-Inisav, La Habana, 2004.
- Vázquez, L. L.: «La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas», *Fitosanidad* 10 (3): 221-241, La Habana, 2006.
- Vázquez, L. L.: *Manejo integrado de plagas. Preguntas y respuestas para técnicos y agricultores*. Ed. Nuevo Milenio, La Habana, 2008.
- Vázquez, L. L.; Y. Matienzo; M. Veitía; J. Alfonso: *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*, Ed. Cidisav, La Habana, 2008.
- Vázquez, L. L.; Y. Matienzo; J. Alfonso; M. Veitía; E. Paredes; E. Fernández: «Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos», *Agricultura Organica* 18 (3): 14-18, Cuba, 2012.
- Veitía, Marlene; E. Paredes; S. Pérez; L. L. Vázquez: «Diagnóstico de la usanza de los policultivos por los agricultores del municipio de Alquizar, La Habana y su percepción sobre los efectos fitosanitarios», V Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, Palacio de Convenciones, La Habana. Mayo, 2004.