IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE PLAGAS DE COL (*Brassica oleracea* var. capitata) Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN ACATZINGO, PUEBLA

IDENTIFICATION AND POPULATION FLUCTUATION OF CABBAGE PESTS (*Brassica oleracea* cv. capitata) AND THEIR NATURAL ENEMIES IN ACATZINGO, PUEBLA, MÉXICO

Benjamín **Barrios-Díaz**[1], Raquel **Alatorre-Rosas**[2], Humberta G. **Calyecac-Cortero**[2] y Néstor **Bautista-Martínez**[2]

[1]Escuela de Ingeniería Agrohidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. San Juan Acateno. Teziutlán, Puebla. 73800. (bnbrdz@yahoo.com). [2]Programa en Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

RESUMEN

En la región de Acatzingo, Estado de Puebla, en el ciclo primavera-verano de 2000, se identificaron las plagas de col, su abundancia estacional y sus enemigos naturales. Los insectos plaga asociados a este cultivo fueron *Plutella xylostella, Brevicoryne brassicae, Copitarsia consueta, Trichoplusia ni, Estigmene acraea, Murgantia histrionica, Lygus* sp., *Hylemya* sp., y *Liriomyza* sp. Las especies más abundantes fueron *B. brassicae* (49.65 insectos/planta), *P. xylostella* (4.5 insectos/planta) y *C. consueta* (0.48 insectos/planta). Fueron identificados los parasitoides *Diadegma insulare, Diaretiella rapae* y *Voria ruralis*, así como los depredadores *Hippodamia convergens, Allograpta* sp. y el entomopatógeno *Zoophthora radicans* como agentes naturales de control biológico.

Palabras clave: Cruciferae, depredadores, entomopatógenos, parasitoides, plagas.

ABSTRACT

During the spring-summer cycle of 2000, cabbage pests were identified in the region of Acatzingo, Puebla, as well as their seasonal abundance and natural enemies. The insect pests associated with this crop were: *Plutella xylostella, Brevicoryne brassicae, Copitarsia consueta, Trichoplusia ni, Estigmene acraea, Murgantia histrionica, Lygus* sp., *Hylemya* sp. and *Liriomyza* sp. The most abundant species were *B. brassicae* (49.65 insects/plant), *P. xylostella* (4.5 insects/plant) and *C. consueta* (0.48 insects/plant). The parasitoids *Diadegma insulare, Diaretiella rapae* and *Voria ruralis*, the predators *Hippodamia convergens, Allograpta* sp., and the entomopathogen *Zoophthora radicans*, were identified as natural agents of biological control.

Key words: Cruciferae, predators, entomopathogens, parasitoids, pests.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de crucíferas es altamente rentable (Alatorre 1999), por lo que en México se siembran alrededor de 50 mil ha, de las cuales 74.42% son de brócoli, 12.45% de col y 7.0% de coliflor (Bujanos, 2000). El Estado de Puebla es el principal productor de col en México con una superficie sembrada de 2704 ha, aproximadamente 43% del total nacional (SAGAR, 2000). En el Distrito de Tecamachalco, al cual pertenece al municipio de Acatzingo, Puebla, se cultivan cerca de 44 437 ha de hortalizas incluyendo la col. Sin embargo en esa zona, no se cuenta con información exacta sobre las especies de insectos plaga, de sus enemigos naturales (depredadores, parasitoides o entomopatógenos) ni de su fluctuación poblacional. La información básica de las especies de insectos en un agroecosistema y sus densidades poblacionales durante

Recibido: Noviembre, 2002. Aprobado: Enero, 2004.
Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 38: 239-248. 2004.

INTRODUCTION

The cultivation of crucifers is highly profitable (Alatorre, 1999). Consequently, in México, approximately 50 thousand ha of crucifers are sown, 74.42% of which correspond to broccoli, 12.45% to cabbage and 7.0% to cauliflower (Bujanos, 2000). The State of Puebla is the main producer of cabbage in México, with a cultivated surface of 2704 ha, which represents nearly 43% of the national total (SAGAR, 2000). In the Tecamachalco District, which includes the municipality of Acatzingo, Puebla, approximately 44 437 ha of vegetables are sown, including cabbage. However, in this zone, exact information is unavailable about the species of insect pests, their natural enemies (predators, parasitoids or entomopathogens) and their population fluctuation. The basic information of the insect species of an agroecosystem and their population densities during the period in which the crop is present, is indispensable for planning well-timed measures for controlling phytophagous pests, and for minimizing economic losses for the producer.

el tiempo en que el cultivo está en pie, es indispensable para planear medidas oportunas que controlen fitófagos, y minimicen pérdidas económicas al productor.

Por lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron identificar las principales plagas insectiles y a sus enemigos naturales en el cultivo de col (*Brassica oleracea* var. capitata) y calcular la fluctuación de la densidad poblacional de los insectos fitófagos desde la siembra hasta la cosecha de la col, en Acatzingo, Puebla.

Materiales y Métodos

Localización del experimento

El experimento se hizo en una huerta del municipio de Acatzingo, Puebla, ubicado entre 18º 56' 48'' a 19º 06' 18'' N y 92º 34'18'' a 97º 49'54'' O, a una altitud de 2144 m. El clima se clasifica (García, 1981) como C(W_0) (W), templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual entre 12 y 18 ºC; precipitación del mes más seco menor de 40 mm (Anónimo, 1987).

Establecimiento de la parcela de estudio

El 25 de febrero de 2000 se trasplantaron plántulas de col de la variedad San Juan (Takii Seeds Co.), libres de plagas y enfermedades, en una parcela de 1400 m^2. Las labores de cultivo fueron barbecho, rastra, surcado, fertilización, escarda, riegos, y control de enfermedades. No se aplicaron plaguicidas a los insectos presentes en la parcela.

Recolección de insectos

A partir de la fecha de trasplante se recolectaron semanalmente insectos plaga y sus posibles enemigos naturales mediante muestreo, que consistió en recolectar los insectos que se presentaron en las etapas fenológicas del cultivo. El tamaño de muestras a tomar para el registro de la cantidad y especies encontradas en cada planta se calculó empleando el programa SDS Ver. 1.0, (Mora-Aguilera *et al*., 2003). El programa grafica las medias y las desviaciones estándar con respecto al número de observaciones obtenidas para su cálculo; así el tamaño de muestra corresponde al número de observaciones en el cual la media se estabiliza.

Las plantas seleccionadas se revisaron y los insectos recolectados se colocaron, separando por morfotipos, en frascos de plástico con tapa de malla y alimentados (hojas de col frescas en el caso de larvas de lepidópteros) para su transporte y cuidado en el laboratorio. Otros insectos se colocaron directamente en frascos con alcohol etílico al 70%. Para lepidópteros se registró el estado de desarrollo y el ínstar de las larvas; en los pulgones se anotó si eran alados, ápteros o si estaban momificados por estar parasitados. También se registró el número de insectos depredadores en las plantas, tales como larvas y adultos de coccinélidos, larvas de sírfidos, entre otros.

Thus, the objectives of this research were to identify the main insect pests, along with their natural enemies, in the cabbage crop (*Brassica oleracea* var. captitata), and to estimate the fluctuation of the population density of the phytophagous insects from planting to harvest of the cabbage in Acatzingo, Puebla.

Materials and Methods

Location of the experiment

The experiment was carried out in a garden of the municipality of Acatzingo, Puebla, located between 18º 56' 48'' and 19º 06' 18'' N, and 92º 34' 18'' and 97º 49' 54'' W, at an altitude of 2144 m. The climate is classified (García, 1981) as C(W0) (W), temperate subhumid with rain in summer, and an average annual temperature between 12 and 18 ºC; precipitation during the driest month less than 40 mm (Anonymous, 1987).

Establishment of the experimental plot

On February 25, 2000, cabbage seedlings of the San Juan (Takii Seeds Co.) variety were transplanted, free of pests and diseases, in a 1400 m^2 plot. The cultivation work included tillage, harrowing, furrowing, fertilization, weeding, irrigation, and disease control. Pesticides were not applied to the insects found in the crop.

Collection of insects

After transplanting, insect pests were collected on a weekly basis, along with their possible natural enemies. The sampling method consisted of collecting the insects which appeared throughout the phenological stages of the crop. The size of the samples to be taken for recording the quantity and species found on each plant was calculated by means of the SDS program Ver. 1.0 (Mora-Aguilera *et al*., 2003). The program graphs the means and standard deviations with respect to the number of observations obtained for their calculation; thus, the size of the sample corresponds to the number of observations from which the mean is established.

The selected plants were inspected and the collected insects were placed, separated according to morphotypes, into plastic jars with a mesh cover, and fed (fresh cabbage leaves in the case of lepidopterae larvae), for the purpose of transportation and care in the laboratory. Other insects were directly placed in jars with 70% ethylic alcohol. For lepidopterae, the development stage and larval instar were recorded, whereas for aphids, recorded data included whether they were winged, apterous, or mummified due to parasites. In addition, record was made of the number of predatory insects on the plants, such as larvae and adult coccinelidae, sirphid larvae, and others.

Laboratory

The insects collected in the field were taken to the insect pathology laboratory of the Instituto de Fitosanidad of the Colegio

Laboratorio

Los insectos recolectados en campo fueron llevados al laboratorio de Patología de Insectos del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados (IFIT-CP), y se colocaron en frascos de plástico con tapa de malla para permitir que los parasitoides completaran su desarrollo y emergieran. Las larvas se alimentaron con hojas de col fresca. Los pulgones momificados se confinaron en un frasco de plástico con tapa de malla. Las larvas infectadas por entomopatógenos se colocaron sobre cajas Petri y en refrigeración a 4 ºC, para posteriormente aislar e identificar al posible agente causal de la enfermedad.

Identificación

La determinación de los insectos plaga fue realizada por Bautista[3]. La identificación exacta de los parasitoides y depredadores fue realizada por Ramírez[4] y López[5]. La identificación del entomopatógeno la realizó Alatorre[6].

Resultados y Discusión

Identificación de insectos plaga

Los insectos fitófagos que se encontraron asociados al cultivo de col (*B. oleracea* cv. capitata) en Acatzingo, durante el ciclo primavera-verano de 2000, fueron palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), gusano del corazón de la col (*Copitarsia consueta*), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), gusano peludo (*Estigmene acraea*), pulgón cenizo de la col (*Brevicoryne brassicae*), chinche arlequín (*Murgantia histrionica*), chinche ligus (*Lygus* sp.), mosca de la raíz (*Hylemya* sp.) y minador de la hoja (*Liriomyza* sp.). Estos insectos están en la mayoría de las áreas productoras de col de México (Bujanos, 2000) ocasionando daños y pérdidas variables, dependiendo de la zona y las condiciones de cultivo de cada región.

Durante el período de estudio, las plagas más importantes por el grado de infestación y el nivel de daño fueron: palomilla dorso de diamante, a la mitad del ciclo del cultivo cuando se inició la formación de la cabeza de la col, con un máximo de 4.5 larvas promedio por planta (LPP); el pulgón cenizo de la col, dos semanas después del transplante y poco antes del final del ciclo de cultivo, con una densidad de 49.65 insectos/planta; el gusano del corazón de la col en el inicio de la formación de la cabeza y al final del ciclo, con 0.48 LPP. También se detectó la mosca de la raíz (*Hylemia* sp.) en raíces

de Postgraduados (IFIT-CP), and were placed in plastic jars with a mesh cover in order to allow the parasitoids to complete their development and emerge. The larvae were fed fresh cabbage leaves. The mummified aphids were confined to a plastic jar with a mesh cover. The larvae infected with entomopathogens were placed in Petri cases in refrigeration at 4 ºC; later, the possible causal agent of the disease would be isolated and identified.

Identification

The determination of the insect pests was made by Bautista[3]. The exact identification of the parasitoids and predators was carried out by Ramírez[4] and López[5], and the identification of the entomopathogen by Alatorre[6].

Results and Discussion

Identification of insect pests

The phytophagous insects which were found associated with the cabbage crop (*B. oleracea* cv. capitata) in Acatzingo during the 2000 spring-summer cycle were: diamondback moth (*Plutella xylostella*), cabbage heartworm (*Copitarsia consueta*), cabbage looper (*Trichoplusia ni*), saltmarsh moth (*Estigmene acraea*), cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*), harlequin bug (*Murgantia histrionica*), lygus bug (*Lygus* sp.), rootfly (*Hylemya* sp.) and leaf borer (*Liriomyza* sp.). These insects are found in most of the cabbage producing areas of México (Bujanos, 2000), causing variable losses and damage, depending on the zone and growing conditions of each region.

During the period of study, the most important pests, due to the degree of infestation and level of damage were: diamondback moth, at the middle of the crop cycle, when the formation of the cabbage head had begun, with a maximum of 4.5 average larvae per plant (LPP); the cabbage aphid, two weeks after transplanting and slightly before the end of the crop cycle, with a density of 49.65 insects per plant; the cabbage heartworm, at the start of head formation and at the end of the cycle, with 0.48 LPP. In addition, the rootfly (*Hylemia* sp.) was detected in wild turnip roots (*Raphanus raphanistrum*), a weed growing in the experimental plot; later it was found in 10% of the experimental cabbage plants, initiating its attack during the vegetative growth stage (30 d after transplanting) and until just before the formation of the cabbage head. The cabbage looper was present in low population levels (less than 1.0 insects/plant), as were

[3] Bautista, M. N. Profesor Investigador del Área de Entomología Agrícola del IFIT-CP.
[4] Ramírez, A. S. Profesor Investigador del Departamento de Parasitología Agrícola, UACH.
[5] López, M. V. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
[6] Alatorre, R. R. Profesor Investigador del Área de Patología de Insectos del IFIT-CP.

de nabo silvestre (*Raphanus raphanistrum*), una maleza en la parcela de estudio; luego se presentó en 10% de las plantas de col del experimento, iniciando su ataque durante la etapa de crecimiento vegetativo (30 d después del transplante) y hasta antes de la etapa de formación de la cabeza de la col. El gusano falso medidor de la col se presentó en bajas poblaciones (menos de 1.0 insectos/planta), al igual que la chinche ligus, la chinche arlequín, gusano peludo y el minador de la hoja. Según Ramírez (1996)[7], en Chapingo, Estado de México, *Pieris rapae* y *C. consueta*, ocasionaron mayores daños en plantas de col que *P. xylostella* y *T. ni*. El pulgón de la col inicialmente tuvo un nivel bajo pero posteriormente alcanzó densidades elevadas, mientras que *L. aripa*, *Diabrotica undecimpunctata*, *Lygus* sp., *Epitrix* sp. y *E. acraea* se presentaron ocasionalmente a través del ciclo de cultivo.

En la región productiva del Estado de Guanajuato, México, las principales plagas en col son palomilla dorso de diamante, gusano falso medidor, pulgón de la col, gusano importado de la col, gusano de la col, gusano del corazón de la col, diabróticas, chinche arlequín y chinche ligus (Bujanos, 2000). Lo anterior coincide con lo encontrado en la zona de estudio, aunque durante el periodo de evaluación no se detectó la presencia de gusano importado (*Artogeia rapae*) que es abundante en otras épocas del año.

Identificación de parasitoides, depredadores y entomopatógenos

Palomilla dorso de diamante

Se identificó a *Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae) cuyo parasitismo alcanzó hasta 18.43%. En Costa Rica se encontró 7.6 a 16% de parasitismo por *D. insularis* (Carballo *et al*., 1987), y en México se presenta durante todo el año, con un índice entre 10 y 30%, aun con una frecuencia regular de aplicaciones de insecticidas(Bujanos, 2000). Además, *D. insulare* fue el entomófago más abundante en dos localidades productoras de brócoli de Querétaro y se comporta como factor clave de mortalidad de *P. xylostella* (Martínez *et al*., 2002).

Sobre larvas de *P. xylostella* se identificó al hongo entomopatógeno *Zoophthora radicans* infectando 35 y 60% de larvas durante julio de 2000 y 2001. En ese mes las abundantes lluvias propiciaron una humedad relativa mayor de 75% que, probablemente, favoreció el desarrollo del entomopatógeno. Este hongo, de acuerdo con Pell *et al.* (2001), es reconocido mundialmente por su alta patogenicidad contra especies de los órdenes Homoptera, Hemiptera, Diptera y Lepidoptera.

the lygus bug, the harlequin bug, the saltmarsh moth larvae and the leaf borer. According to Ramírez (1996)[7], in Chapingo, State of México, *Pieris rapae* and *C. consueta* caused more damage in cabbage plants than *P. xylostella* and *T. ni*. Initially, the cabbage aphid presented a low population level, but later reached high densities, whereas *L. aripa*, *Diabrotica undecimpunctata*, *Lygus* sp., *Epitirx* sp. and *E. acraea* were occasionally present during the crop cycle.

In the productive region of the State of Guanajuato, México, the principal pests in cabbage are: diamondback moth, cabbage looper, cabbage aphid, imported cabbage worm, cabbage worm, cabbage heartworm, leaf beetle, harlequin bug and lygus bug (Bujanos, 2000). The above agrees with what was found in the zone of study, although during the evaluation period the presence of imported cabbage worm (*Artogeia rapae*) was not detected, which is abundant during other periods of the year.

Identification of parasitoids, predators and entomopathogens

Diamondback moth

An identification was made of *Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), whose parasitism reached as high as 18.43%. In Costa Rica, 7.6 to 16% parasitism was found for *D. insularis* (Carballo *et al*., 1987), and in México it is present throughout the year, whith an index between 10 and 30%, even with a regular frequency of insecticide applications (Bujanos, 2000). Furthermore, *D. insulare* was the most abundant entomophagous species in two broccoli producing locations of Queretaro, and is a key factor in the mortality of *P. xylostella* (Martínez *et al*., 2002).

The entomopathogenic fungus *Zoophthora radicans* was identified on *P. xylostella* larvae, infecting 35 and 60% of the larvae during July of 2000 and 2001. During that month the large rainfall caused a relative humidity greater than 75%, which probably favored the development of the entomopathogen. According to Pell *et al.* (2001), this fungus is recognized world wide for its high degree of pathogenicity against species of the orders Homoptera, Hemiptera, Diptera and Lepidoptera.

Cabbage looper

The gregarious endoparasite *Voria ruralis* Fallen (Diptera:Tachinidae) was identified on larvae of the fourth instar of *T. ni*, although level of parasitism was low (less than 3%), due to the fact that the population of

[7] Ramírez, V. M. 1996. Entomofauna asociada al cultivo de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) bajo diferentes niveles de fertilización en el área de Chapingo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.

Gusano falso medidor de la col

Fue identificado el endoparásito gregario *Voria ruralis* Fallen (Diptera:Tachinidae) sobre larvas del cuarto ínstar de *T. ni*, aunque se registró un bajo nivel de parasitismo (menor de 3%) debido a que la población del insecto plaga también fue baja. Sin embargo, este endoparasitoide es común en la mayoría de las zonas productoras de crucíferas de México, por ejemplo en el Bajío se reportó un parasitismo 35 a 60% (Bujanos, 2000). En Chapingo se observó una baja población de *T. ni* debido a la acción de *V. ruralis* (Ramírez 1996)[7]. Además, Oatman (1966) reportó un parasitismo del 26% de varias especies de taquínidos sobre larvas de *T. ni*. En otro estudio, 90% de larvas de falso medidor estaban parasitadas por *Litomastix truncatella* y *V. ruralis* principalmente (Oatman y Platner, 1972).

Pulgón de la col

Sobre esta especie se encontró al parasitoide *Diaretiella rapae* McIntosh (Hymenoptera:Braconidae); con parasitismo máximo de 14.08%, en la segunda quincena de marzo a la mitad del ciclo de cultivo. En Chapingo, el parasitismo máximo de *D. rapae* sobre esta especie fue 27.30% (López, 1990[8]) en el Bajío, en plantaciones de col de primavera y otoño, el parasitismo por este bracónido alcanzó 70% (Hernández *et al*., 1990).

Se identificaron dos depredadores de *B. brassicae*, en la quinta fecha de evaluación (15-03-00) y hasta la decimosexta fecha (12-05-00); el primero y más abundante fue la catarinita *Hippodamia convergens* (Coleoptera:Coccinellidae) y un sírfido del género *Allograpta*. Esto coincide con López (1990)[8], quien reportó tres tipos de depredadores sobre pulgón de la col: Coccinélidos del género *Hippodamia*, un sírfido del género *Allograpta* y arañas. Similar a lo ocurrido con los parasitoides, su efecto en la disminución de la población fue mínimo; al respecto De la Sierra (1987)[9] señala que los depredadores, al igual que los parasitoides, son insuficientes para suprimir o reducir la población de pulgones en brócoli.

Fluctuación poblacional de insectos fitófagos

Pulgón de la col

La población del pulgón *B. brassicae* fue ligeramente elevada (20.68 insectos/planta) inmediatamente

the insect pest also was low. However, this endoparasite is common in most of the crucifer producing zones of México; for example, 35 to 60% parasitism was reported in the Bajío (Bujanos, 2000). In Chapingo, a low population of *T. ni* was observed due to the action of *V. ruralis* (Ramírez, 1996)7. Furthermore, Oatman (1966) reported 26% parasitism of various species of tachinidae on *T. ni* larvae. In another study, 90% of the cabbage looper larvae were infected with parasites, principally *Litomastix truncatella* and *V. ruralis* (Oatman and Platner, 1972).

Cabbage aphid

The parasitoid *Diaretiella rapae* McIntosh (Hymenoptera: Braconidae) was found on this species; with a maximum level of parasitism of 14.08%, in the second two week period of March at the middle of the crop cycle. In Chapingo, the maximum level of parasitism of *D. rapae* on this species was 27.30% (López, 19908). In the Bajío, in spring and autumn cabbage plantings, parasitism of this braconid reached 70% (Hernández *et al.*, 1990).

Two predators of *B. brassicae* were identified on the fifth evaluation date (03-15-00) and until the sixteenth date (05-12-00); the first and most abundant was the lady bug *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and a sirphid of the genus *Allograpta*. This agrees with López (1990)[8], who reported three types of predators on cabbage aphids: Coccinelidae of the genus Hippodamia, a sirphid, of the genus *Allograpta*, and spiders. As with the parasitoids, its effect on population reduction was minimal; to this respect, De la Sierra (1987)[9] points out that the predators, like the parasitoids, are insufficient to suppress or reduce the aphid population in broccoli.

Population fluctuation of phytophagous insects

Cabbage aphid

The population of the aphid *B. brassicae* was slightly elevated (20.68 insect/plant) immediately after transplanting, even though the seedling from the production greenhouse was apparently free of aphids. This could be a result of the immigration of aphids from neighboring plots to the experimental field, due to the fact that crucifers are grown in the region all year round. Furthermore, the insect can survive on weeds of the

[8] López, A. B. 1990. Dinámica poblacional de *Brevicoryne brassicae* (L) (Homoptera: Aphididae) en brócoli en Chapingo, México. Tesis de Maestría. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 82 p.

[9] De la Sierra, M. E. 1987. Identificación, fluctuación y control de pulgones (Homoptera:Aphididae) asociados al brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Villagrán, Gto. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Querétaro. Querétaro, Querétaro.

después del transplante, a pesar de que la plántula procedente del invernadero de producción estaba aparentemente libre de plagas. Esto pudo deberse a la inmigración de pulgones de parcelas aledañas a la parcela de estudio, debido a que durante todo el año se siembran crucíferas en la región. Además, de manera natural ocurren arvenses de la familia de las crucíferas como nabo silvestre (*R. raphanistrum*) y mostacilla (*Eruca sativa*), sobre las cuales el insecto puede sobrevivir (Alatorre y Guzmán, 2000).

Una semana después del trasplante, en etapa de establecimiento de la plántula, el número de pulgones promedio por planta (PUPP) fue 20.68. Inicialmente se observaron pulgones alados migrantes y una abundante cantidad de ninfas de los íntares I y II; posteriormente la composición de la población fue de ninfas de todos los ínstares, adultos ápteros y alados (Figuras 1 y 2).

En la segunda fecha de muestreo se observó una ligera disminución del número de pulgones por planta (promedio, 16.92); luego aumentó hasta 30.92 PUPP en la novena fecha de muestreo. El aumento en la población pudo deberse al incremento de la temperatura y a la mayor cantidad de área foliar de las plantas. Después de la novena fecha de muestreo disminuyó la población de pulgones, de 30.92 a 7.52 PUPP en la décima segunda fecha de muestreo. Esto se pudo deber al incremento en el porcentaje de parasitismo desde la séptima fecha de evaluación. La disminución también coincidió con el incremento en la precipitación pluvial en la región de Tecamachalco de acuerdo con los datos de la Estación Meteorológica del Campo Experimental del INIFAP de Tecamachalco, Puebla; lo mismo fue reportado por López (1990)[8].

La población de pulgones se incrementó de manera considerable a partir de la duodécima fecha de evaluación (16-04-00), debido muy probablemente al incremento de la temperatura, a la disminución de la precipitación pluvial y del porcentaje de parasitismo. En la décima cuarta fecha de muestreo se registró la mayor densidad de población de pulgones (casi 50 PUPP); luego hubo un brusco descenso en la población, lo cual coincide con la etapa de cosecha del cultivo.

La baja cantidad de pulgones sobre las plantas de col en el área de estudio coincide con lo reportado por Hernández *et al*. (1990), que en plantaciones de invierno en Guanajuato había más de 240 PUPP, y en las plantaciones de primavera y otoño 20 PUPP de *B. brassicae*.

Pulgones alados. Durante el ciclo de cultivo, el promedio de pulgones alados fue 4.5 PUPP (Figura 2), el cual es relativamente bajo en comparación con el de los ápteros. Sin embargo, considerando su capacidad reproductiva (López, 1990)[8], esta cantidad fue suficiente para que los ápteros y ninfas alcanzaran niveles más

crucifer family such as wild turnip (*R. raphanistrum*) and wild mustard) *Eruca sativa*), which occur naturally in cultivated fields (Alatorre and Guzmán, 2000).

A week after transplanting, in the establishment stage of the seedling, the average number of aphids per plant (PUPP) was 20.68. Initially, migrating winged aphids were observed and an abundant quantity of nymphs of instars I and II; later the population was composed of nymphs of all of the instars, apterous and winged adults (Figures 1 and 2).

On the second date of sampling, a slight reduction was observed in the number of aphids per plant (average, 16.92); then it increased to 30.92 PUPP on the ninth date of sampling. The increase in population could have been the result of the rise in temperature and the greater amount of foliar area of the plants. After the ninth date of sampling, the aphid population decreased, from 30.92

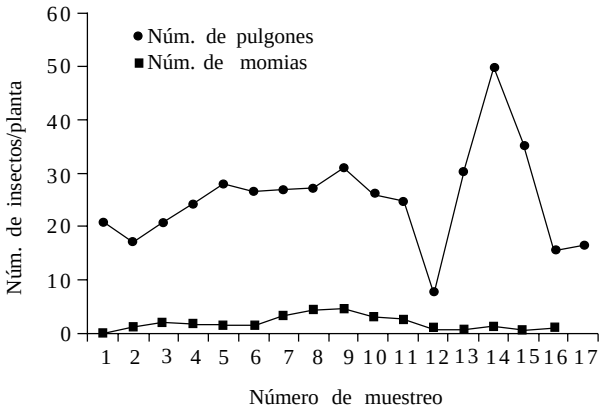

Figura 1. Número promedio de pulgones y momias de *Brevicorynae brassicae* por planta de col.
Figure 1. Average number of aphids and mummies of *Brevicorynae brassicae* per cabbage plant.

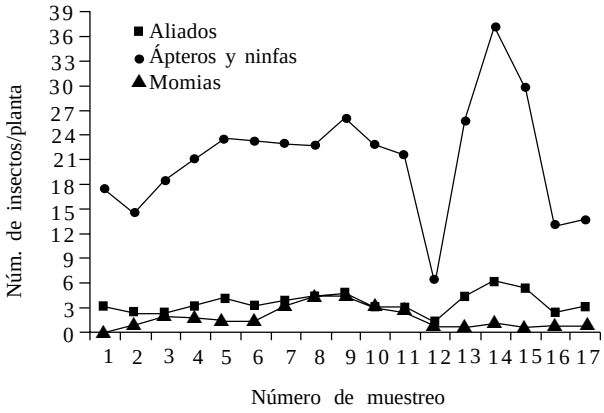

Figura 2. Pulgones alados, ápteros, ninfas y momias de *Brevicorynae brassicae.*
Figure 2. Winged aphids, apters, nymphs and mummies of *Brevicorynae brassicae.*

altos de población. Ramírez (1996)[7] señala que este insecto inicialmente se presenta en bajas cantidades y en pocas plantas, pero conforme se desarrolla el cultivo la población se incrementa rápidamente debido a que se reproduce partenogenéticamente.

El mayor registro de pulgones alados fue 6.35 PUPP en la décimo cuarta fecha de muestreo, justo antes de la cosecha; en la última fecha de evaluación se registraron 3.10 PUPP, debido a que la población tiene que migrar, obligada por la disminución de tejido vegetal tierno y suculento. Al respecto, De la Sierra (1987)[9] anota que el pulgón de la col coloniza primero las hojas jóvenes y al final las hojas más viejas.

Pulgones ápteros y ninfas. La tendencia general de esta población de pulgones (Figura 3) fue muy similar a la observada para el promedio total de pulgones por planta mostrada en la Figura 2. En las primeras nueve semanas después del transplante se incrementó esta población, ya que de 14.42 en la segunda semana pasó a 26.05 PUPP en la novena. Después disminuyó la población a 6.37 PUPP en la décimosegunda fecha, pero en la décimocuarta evaluación se incrementó la población (37.10 PUPP, pico poblacional) aunque al final hubo un descenso drástico. Esto coincide con lo reportado por Hernández *et al*. (1990) de que en invierno las poblaciones son elevadas y en primavera y otoño disminuyen.

Palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella*

Población de larvas y pupas. Una semana después del transplante de col, la población de *P. xylostella* fue baja (0.075 larvas en promedio por planta, LPP) en el primer conteo (Figura 3). A partir de la segunda y hasta la quinta fecha de muestreo, la población fluctuó de 0.15 a 0.47

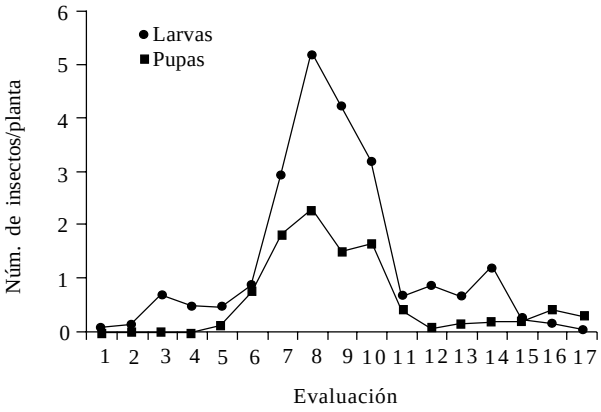

Figura 3. Promedio, por planta de col, de larvas y pupas de *Plutella xylostella*.

Figure 3. Average number of *Plutella xylostella* larvae and pupae per cabbage plant.

to 7.52 PUPP on the twelfth date of sampling. This could have been due to the increase in percentage of parasitism after the seventh evaluation date. This reduction also coincided with the increase in rainfall in the Tecamachalco region according to the data of the Meteorological Station of the experimental field of INIFAP in Tecamachalco, Puebla; the same was reported by López (1990)[8].

The aphid population increased considerably after the twelfth evaluation date (04-16-00), probably due to the increase in temperature, the reduction in rainfall and in parasitism percentage. On the fourteenth sampling date, the highest density of aphid population was registered (almost 50 PUPP); then there was an abrupt decrease in population, which coincides with the harvest stage of the crop.

The low quantity of aphids on the cabbage plants in the area of study agrees with what was reported by Hernández *et al.* (1990), that in winter plantings in Guanajuato there were more than 240 PUPP, whereas in the spring and autumn plantings there were 20 PUPP of *B. brassicae*.

Winged aphids. During the crop cycle, the average number of winged aphids was 4.5 PUPP (Figure 2), which is relatively low compared with the number of apterous aphids. However, considering their reproductive capacity, (López, 1990)8, this quantity was sufficient for the apterous insects and nymphs to reach higher population levels. Ramírez (1996) points out that this insect initially appears in small quantities and in few plants, but as the crop develops, the population increases rapidly due to the fact that it reproduces parthenogenetically.

The highest quantity of winged aphids recorded was 6.35 PUPP on the fourteenth sampling date, just before the harvest; on the last evaluation date 3.10 PUPP were recorded, due to the fact that the population had to migrate, because of the reduced availability of tender, succulent plant tissue. To this respect, De la Sierra (1987)9 reports that the cabbage aphid first colonizes the young leaves and lastly, the older leaves.

Apterous aphids and nymphs. The general tendency of this aphid population (Figure 3) was very similar to that observed for the total average of aphids per plant shown in Figure 2. During the first nine weeks after transplanting, this population increased from 14.42 in the second week to 26.05 PUPP in the ninth. Afterwards, the population dropped to 6.37 PUPP on the twelfth date, but on the fourteenth evaluation, the population increased (37.10 PUPP, population peak), although there was a drastic decrease at the end. This agrees with what was reported by Hernández *et al.* (1990), that populations are high in winter and decrease in spring and fall.

LPP; posteriormente hubo un incremento notable y alcanzó el pico máximo poblacional (5.50 LLP) en la octava fecha de evaluación, la cual coincidió con el inició de la etapa de formación de cabeza (22/03/00). Después descendió la población a 0.67 LPP y, casi al final del ciclo de cultivo, hubo 0.60 LPP. El número de insectos promedio registrados en esta investigación fue relativamente elevado si se compara con el umbral económico aplicado en la región del Bajío que es de 0.3 larvas/planta (Bujanos, 2000).

Estos resultados coinciden con los de Carballo *et al*. (1987) y Barrantes y Rodríguez (1996) quienes mencionan que la población de larvas de esta plaga es baja antes de los 40 d después del transplante y se incrementa cuando se inicia la etapa de formación de cabeza de col, con una densidad de 4.5 LPP. Además, los mismos autores reportan que la población se incrementa aún más en períodos de poca precipitación, temperaturas elevadas y sin control alguno. Ello coincide con el presente estudio porque en ese período hubo un incremento de la temperatura media y escasa precipitación, lo cual probablemente contribuyó al aumento de la población del insecto.

En Chapingo, *P. xylostella* se presentó cuando se inició la formación de la cabeza, alcanzando su pico máximo en enero y luego descendió hacia el final del ciclo, tal como ocurrió en el presente estudio (Ramírez, 1996)[6]. En Irapuato, Guanajuato, se presentaron picos máximos de población de larvas de *P. xylostella* de 3.0, 2.5,14.0 y 3.0 LPP desde marzo hasta septiembre, cuando las poblaciones disminuyeron de manera notable (Salas-Araiza y Salazar-Solís, 1988).

La máxima población de pupas de *P. xylostella* fue 2.3 por planta (PPP) en la octava evaluación Durante las primeras cuatro evaluaciones no se detectaron pupas en la plantación, lo cual se explica porque en este período la población en general fue muy baja. Esto coincide con lo reportado por Barrantes y Rodríguez (1996), que durante los primeros 52 d después del transplante no detectaron pupas en el cultivo de col en Costa Rica. Sin embargo, a diferencia de estos autores, en el presente estudio no aumentó el número de PPP al avanzar la edad del cultivo, ya que ellos contabilizaron hasta 12.5 PPP, 20 d antes de la cosecha. Como se observa en la Figura 3, después de la octava fecha disminuye de la población de pupas que, al final, fue 0.3 PPP. Esta situación posiblemente se debió a que como para pupar las larvas generalmente prefieren lugares seguros, muchas de estas lo hicieron en la axila de la hoja, dificultando su observación.

Gusano del corazón de la col *Copitarsia consueta*

Este insecto se presentó a partir de la séptima fecha de muestreo (17/03/00), aproximadamente cuando se inició

Diamondback moth *Plutella xylostella*

Population of larvae and pupae. A week after transplanting the cabbage, the population of *P. xylostella* was low in the first count (0.075 average larvae/plant, LPP) (Figure 3). From the second to the fifth sampling date, the population fluctuated between 0.15 and 0.47 LPP; later there was a notable increase, reaching its maximum peak of population (5.50 LLP) on the eighth evaluation date, which coincided with the beginning of the head formation stage (03/22/00). Then, the population dropped to 0.67 LPP, and close to the end of the crop cycle, to 0.60 LPP. The average number of insects recorded in this study was relatively high when compared to the threshold applied in the Bajío region, which is 0.3 larvae/plant (Bujanos, 2000).

These results agree with those of Carballo *et al*. (1987) and Barrantes and Rodríguez (1996), who mention that the larvae population of this pest is low prior to 40 d after transplanting, and increases at the start of the formation stage of the cabbage head, with a density of 4.5 LPP. Furthermore, the same authors report that the population increases even more in periods of low rainfall, high temperatures and no control. This agrees with the present research, because during the period of study there was an increase in the mean temperature and little precipitation, which probably contributed to the increase in the population of the insect.

In Chapingo, *P. xylostella* appeared when the formation of the cabbage head began, reaching its maximum peak in January, and dropping toward the end of the cycle, as it occurred in the present study (Ramírez, 1996)[6]. In Irapuato, Guanajuato, maximum population peaks of *P. xylostella* larvae of 3.0, 2.5, 14.0 and 3.0 LPP appeared from March until September, when the populations dropped considerably (Salas-Araiza and Salazar-Solís, 1988).

The maximum population of *P. xylostella* pupae was 2.3 per plant (PPP) in the eighth evaluation. In the first four evaluations, no pupae were detected in the crop, which is explainable, since the population in general was very low during this period. This agrees with what was reported by Barrantes and Rodríguez (1996), that during the first 52 d after transplanting, no pupae were detected in the cabbage crop in Costa Rica. However, contrary to what was reported by the aforementioned authors, who counted as many as 12.5 PPP 20 d before harvesting, in the present study the number of PPP did not increase with the development of the crop. As can be observed in Figure 3, after the eighth evaluation date, the pupae population drops, and at the end was 0.3 PPP. This situation could have been due to the fact that to pupate, the larvae generally prefer safe places; therefore, many of them did so on the leaf axil, which made their observation difficult.

la etapa de formación de cabeza (Figura 4). Desde esa fecha la población se incrementó significativamente, hasta alcanzar su pico máximo (0.37 LPP) en la última evaluación (20/05/00). Inicialmente se presenta una LPP de col y permanece constante hasta la formación de la cabeza; luego se incrementa la población alcanzando su pico máximo (6 a 8 LPP) durante la madurez del cultivo (Ramírez, 1996)[7]. El número de LPP de gusano del corazón de la col fue comparativamente bajo, ya que en otras épocas de recolección en la zona de estudio se ha encontrado 90% de infestación y se ha registrado hasta 6 LPP.

Osorio (1994, citado por Abrego, 1994)[10] señala que a partir del tercer instar las larvas de esta plaga son de hábitos solitarios y caníbales, por lo que este comportamiento limita inicialmente el incremento de la plaga, debido a que la planta tiene poca área foliar, pero al final del cultivo, y con una mayor biomasa disponible, la población del insecto se incrementa. Además, *C. consueta* presenta dos generaciones por ciclo, y al final de éste emerge la segunda generación y se incrementa la población.

Plagas en las etapas fenológicas de la col

En la Figura 5 se relacionan las etapas fenológicas del cultivo con la presencia de las principales plagas asociadas con el cultivo en la región de estudio.

Conclusiones

En la región de Acatzingo, Puebla, durante el ciclo primavera-verano 2000, se encontraron asociados constantemente al cultivo de col siete especies de insectos fitófagos y cinco especies sólo de forma ocasional. *B. brassicae* y *P. xylostella* fueron los más abundantes y se presentaron durante casi todo el ciclo de cultivo.

Aunque en la región se realizan aplicaciones de insecticidas de amplio espectro, en la parcela de estudio se identificaron parasitoides específicos de las dos plagas más abundantes y también para *T. ni*, así como un depredador polífago. Además, se encontró un hongo entomopatógeno infectando larvas de *P. xylostella*.

Literatura Citada

Alatorre, R. R. 1999. Los insecticidas microbianos en el manejo integrado de plagas insectiles. *In*: Plagas y Enfermedades de las Hortalizas en México. Anaya R. S. y J. Romero N. (eds). Editorial Trillas. México, D.F. pp: 356-364.

Alatorre, R. R., y A. Guzmán F. 2000. Uso de entomopatógenos para el control de insectos, caso *Brevicoryne brassicae*. *In*:

Cabbage heartworm *Copitarsia consueta*

This insect appeared on the seventh sampling date (03/17/00), approximately at the start of the head formation stage (Figure 4). From this date on, the population increased significantly, reaching its maximum peak (0.37 LPP) during the last evaluation (05/20/00). Initially, a LPP appears in the cabbage which remains constant until the formation of the head; then the population increases, reaching its maximum peak (6 to 8 LPP) during the mature phase of the crop (Ramírez, 1996)7. The number of LPP of cabbage heartworm was comparatively low, given that in other collection periods in the zone of study 90% infestation has been found, and as many as 6 LPP have been recorded.

Osorio (1994, cited by Abrego, 1994)[10] points out that in the third instar, the larvae of this pest present solitary and cannibalistic habits, which initially limits the increase of the pest, given that the plant has little foliar area, but toward the end of the crop cycle, with a greater available biomass, the population of the insect increases. Furthermore, *C. consueta* presents two generations per cycle, at the end of which the second generation emerges, thus increasing the population.

Pests in the phenological stages of the cabbage

In Figure 5, the phenological stages of cabbage are related to the presence of the principal pests associated with the crop in the area of study.

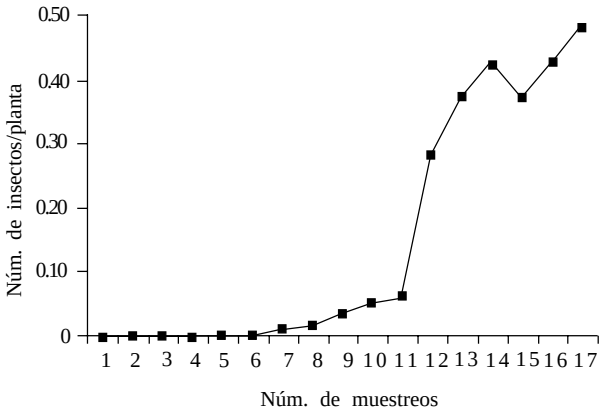

Figura 4. Incremento poblacional de larvas de *Copitarsia consueta* en el cultivo de la col en Acatzingo, Puebla, durante el periodo primavera-verano 2000.

Figure 4. Populational increase of *Copitarsia consueta* larvae in cabbage crop of Acatzingo, Puebla, during the 2000 spring-summer period.

[10] Abrego, G. L. 1994. Ciclo de vida, curva de oviposición y comportamiento de *Hyposoter* sp. (Hymenoptera:Ichneumonidae) sobre *Copitarsia consueta* Walker (Lepidoptera:Noctuidae). Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 74 p.

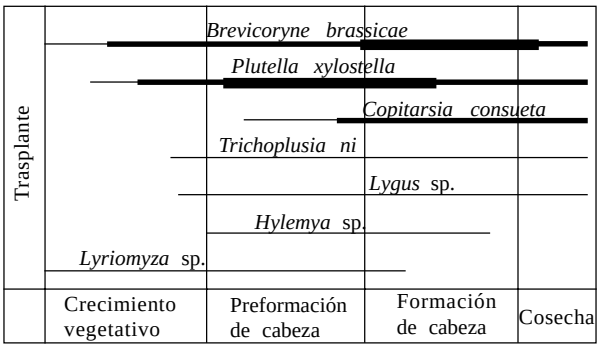

Figura 5. Incidencia de plagas en las distintas etapas fenológicas de la col durante el ciclo primavera-verano en 2000, en Acatzingo, Puebla.

Figure 5. Incidence of pests in the different phonological stages of the cabbage during the 2000 spring-summer cycle in Acatzingo, Puebla.

CONCLUSIONS

In the region of Acatzingo, Puebla, during the 2000 spring-summer cycle, seven species of phytophagous insects were found constantly associated with cabbage, and five species were found occasionally. *B. brassicae* and *P. xylostella* were the most abundant, and were present throughout almost all of the crop cycle.

Although wide spectrum insecticides were applied in the region, specific parasitoids of the two most abundant pests and *T. ni* were identified in the experimental plot, along with a polyphagous predator. In addition, an entomopathenogenic fungus was found infecting *P. xylostella* larvae.

—End of the English version—

Temas Selectos en Fitosanidad y Producción de Hortalizas. Bautista, M. N., A. D. Suárez V. y O. Morales G. (eds). Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo Texcoco, México. pp: 83-90.

Anónimo. 1987. Los municipios de Puebla. Colección Enciclopédica de los Municipios de México. Secretaría de Gobernación. México. 589 p.

Barrantes, A. J. A., y C. L. Rodríguez. 1996. Abundancia estacional y daño de *Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera:Plutellidae) y el cultivo del repollo, durante la época seca en Alfaro Ruíz Alajuela, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas Costa Rica 39: 17-24.

Bujanos, M. R. 2000. Manejo integrado de plagas en crucíferas. *In*: Temas Selectos en Fitosanidad de Hortalizas. Bautista, M. N., A. D. Suárez V. y O. Morales G. (eds.). Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo Texcoco, México. pp: 47-61.

Carballo, V. M., M. Hernández, J. R. Quezada, y R. Solano. 1987. Variación en la incidencia de *Plutella xylostella* en repollo y su parasitoide (*Diadegma insularis*) bajo diferentes tratamientos de insecticidas y malezas. *In*: V Congreso de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala. pp: 15-17.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Ofset Larios, S. A. México, D. F. 456 p.

Hernández, B. A., J. Vera G., y B. Alvarado. 1990. Dinámica poblacional de pulgones en brócoli en el Valle del Bajío. Memorias del XXV Congreso Nacional de Entomología. Oaxaca, Oaxaca. pp: 140.

Martínez, C. M., J. L. Leyva, J. Cibrián-Tovar, and R. Bujanos-Muñiz. 2002. Parasitoid diversity and impact on populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) on *Brassica* crops in central México. BioControl 47: 23-31.

Mora-Aguilera, G., N. Ruiz-García, K. Osada-Velázquez, J. González, y A. Marinelli. 2003. Sistemas computarizados en la Epidemiología: II. SDS Ver. 1 y su aplicación en muestreo. *In*: Memorias del XXIX Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos Parasitólogos. pp: 78-86.

Oatman, E. R. 1966. An ecological study of cabbage looper and imported cabbageworm population on cruciferous crops in southern California. J. Econ. Entomol. 59: 1134-1139.

Oatman, E. R., and G. R. Platner. 1972. An ecological study of lepidopterous pest affecting lettuce in coast southern California. Environ. Entomol. 1: 202-204.

Pell, J. K., J. Eilenberg, A. E. Hajest, and D. C. Steinkraus. 2001. Biology, ecology and pest management potential of enthomophthorales. *In*: Fungi as Biocontrol Agents, Progress Problems and Potential. Butt, T. M., C. W. Jackson and N. Magan (eds.). CABI. Publishing. pp: 71-153.

SAGAR. 2000. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos de 1998 por Cultivo. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de Estadística Agropecuaria. México, D. F. pp: 246-251.

Salas-Araiza, M. D., y E. Salazar-Solís. 1998. Parasitismo natural de lepidópteros plagas de brócoli en el Bajío, México. Manejo Integrado de Plagas, Costa Rica 50: 34-41.