



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

EFFECTO DE FRANJAS MARGINALES DE *Brassica campestris* L. EN REPOLLO SOBRE
Plutella xylostella (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) Y SUS ENEMIGOS NATURALES

Tesis sometida a consideración como requisito parcial para optar por el grado de Magister
Scientiae en Cultivos Intensivos

GUILLERMO IGNACIO PÉREZ

ESPERANZA, NOVIEMBRE 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

“Efecto de franjas marginales de *Brassica campestris* L. en repollo sobre *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales”.

Tesis sometida a consideración como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Cultivos Intensivos

Maestrando: Ing. Agr. Guillermo Ignacio Pérez

Directora: Dra. Ing. Agr. Isabel Bertolaccini

Co – directora: Dra. Ing. Agr. Cristina Arregui

Esperanza, Noviembre de 2013

RESUMEN

La diversidad vegetal en los sistemas agrícolas es considerada como un recurso importante para la conservación de la fauna benéfica, al proporcionarle presas o huéspedes, refugios, y fuentes alternativas de alimentos, como el néctar y el polen. Sin embargo, para muchos autores su efecto positivo todavía no ha podido ser evidenciado. *Plutella xylostella* es un insecto oligófago, multivoltino y cosmopolita, considerada plaga clave de la mayoría de los cultivos de la familia Brassicaceae, para cuyo control anualmente se destinan, a nivel mundial, cerca de 1 billón de US\$. En los últimos años, las fallas en los controles de esta plaga se han debido a la resistencia cruzada y múltiple a insecticidas de distintos grupos, incluso al *Bacillus thuringiensis*, razón por la cual se hace necesario la implementación de tácticas alternativas para su control, tales como el establecimiento e incremento de los enemigos naturales en los sistemas agrícolas. El objetivo del presente trabajo, fue determinar el efecto de franjas marginales de *Brassica campestris* en cultivos de repollo sobre la abundancia de la plaga y sus principales parasitoides en el cinturón hortícola santafesino. Para ello en un lote de producción comercial, se estableció, en trasplante de primavera y verano, una franja marginal de *B. campestris*. En el mismo se establecieron cuatro tratamientos: con franja marginal con y sin aplicaciones de agroquímicos, sin franja marginal con aplicaciones de agroquímicos y un testigo, sin franja marginal y sin aplicaciones de agroquímicos. De cada uno de ellos semanalmente se monitorearon los estados de larvas y pupas de *P. xylostella*, en cinco plantas de repollo, para tres distancias con respecto al borde donde se localizaba la franja de *B. campestris*. Los estados inmaduros fueron clasificados en larvas chicas, medianas y grandes, y pupas, que fueron criadas en laboratorio para determinar la emergencia del adulto del lepidóptero o la de sus parasitoides. Se determinó que: los principales parasitoides fueron *Cotesia plutellae*, en larvas chicas y medianas, y *Oomyzus sokolowskii* en larvas grandes y pupas. Los trasplantes de primavera tuvieron menor ataque de la plaga, debido a que las condiciones climáticas fueron menos favorables; las franjas marginales no tuvieron efecto significativo en el ataque de la plaga, en la cantidad de

“Efecto de franjas marginales de *Brassica campestris* L. en *Plutella xylostella*
(Lepidoptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales, en repollo”

los parasitoides ni en los parámetros reproductivos, peso y diámetro de las cabezas del repollo.

SUMMARY

The effectiveness of plant diversity in agricultural systems is considered as an important resource in wildlife conservation charity, by providing prey or hosts, shelters, and alternative food sources such as nectar and pollen, but for many authors positive effect have yet to be evidenced. *Plutella xylostella* is an insect oligophagous, multivoltine and cosmopolitan, considered key pest of most crops of the Brassicaceae family, to whose control is allocated annually, worldwide, nearly 1 billion dollars. In recent years, the flaws in the control of this pest have been due to cross and multiple resistance to insecticides of different mode of action, including *Bacillus thuringiensis*, which is why it is necessary to implement alternatives of control tactics such as the establishment and increase of natural enemies in agricultural systems. The aim of this study was to determine the effect of marginal strips of *B. campestris* in cabbage crops on the pest and its major parasitoids in Santa Fe province. For that, on a commercial production was established in the spring and summer transplants a marginal strip *B. campestris*. Lot settled in the four treatments, with marginal fringe, with and without application of agrochemicals, without marginal fringe agrochemical applications and a witness, without marginal fringe without sprays. Of each were monitored weekly larvae and pupae stage of *P. xylostella*, in five cabbage plants. The immature larvae were ranked small, medium, large, and pupae were reared in the laboratory to determine the lepidopteran adult emergence or emergence of parasitoids. It was determined that: the main parasitoids was *Cotesia plutellae* in small and medium larvae and *Oomyzus sokolowskii* in large larvae and pupae; spring transplants have less pest attack due to less favorable weather conditions, the marginal strips were not effect on the pest attack, in the amount of parasitoids and reproductive parameters

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que desinteresadamente colaboraron con su información, su tiempo y su paciencia para que pudiese realizar este trabajo y concluir el posgrado.

- ✓ A Dios y al Universo por haber conspirado para que las cosas se dieran, aunque a veces no entienda las decisiones de la vida, “siempre son sabias”...
- ✓ A mis padres Cristina y Juan, por su cariño y apoyo, fuente de inspiración y ejemplo de vida con su alta moral, decencia y su voluntad incansable.
- ✓ A mis sobrinas, Ana Paula y Josefina Maite, la luz de mis ojos y gran parte de la energía de mi vida. A mi hermana, Rocío, que la quiero mucho.
- ✓ A mi tía, María Mercedes, por su ayuda incondicional y su cariño.
- ✓ A mis amigos/as, por bancarme y acompañarme siempre, Hernancho, Licha, Maurinho, Manu, Andrea, Claudia, María, y a mis nuevos amigos del grupo “Callia”, en especial a Cecilia y a Rubén.
- ✓ A los directivos y docentes de la Maestría en Cultivos Intensivos (FCA – UNL), en especial a Norberto por brindarse siempre, y humildemente compartir su tiempo, conocimientos y experiencia con una excelente predisposición en todo momento, un excelente ser humano y profesional.
- ✓ A mi directora de tesis, Isabel, por guiarme, apoyarme y tenerme la paciencia para conducirme en la confección de esta tesis, compartiendo su tiempo, conocimientos y experiencia, una excelente ser humano y profesional.
- ✓ A Juan Carlos, por brindar el espacio físico para llevar a cabo los ensayos, su tiempo, conocimientos y experiencia con un gran desinterés, humildad y sencillez, un excelente ser humano y profesional.
- ✓ A mi co – directora, Cristina, por realizar las correcciones necesarias y puesta a punto de esta tesis.
- ✓ A Analía, por ayudarme a progresar y a alcanzar metas de vida y profesionales, que con paciencia, trabajo y tiempo, se dieron y se van dando. Más allá del tiempo y la distancia, gracias.

DEDICATORIA

- ✓ A mi abuela, Nelly Noemi, el ser que más quiero en esta vida, mi guía, mi ejemplo de vida, de trabajo, de perseverancia, de moral y de ética.

JUSTIFICACIÓN

La diversidad de los productores primarios ha sido considerada por muchos autores como un recurso importante en la conservación de los insectos benéficos en los sistemas agrícolas, al proporcionarles presas y/o huéspedes, refugios, y fuentes alternativas de alimentos ricas en hidratos de carbono y aminoácidos como lo son el néctar y el polen.

La biodiversidad, ya sea a través de policultivos, rotaciones, cultivos en cubierta, franjas enmalezadas, o franjas trampa, permiten a los enemigos naturales permanecer en el medio, cuando su presa o huésped se encuentra en un bajo nivel poblacional o ausente, y de este modo estar disponibles cuando las plagas aumentan su población en los cultivos.

La flora espontánea de los cultivos requiere una consideración especial, debido a la necesidad de realizar su manejo adecuado con el objetivo de favorecer el desarrollo de las especies útiles e impedir el desarrollo de aquellas que sólo albergan plagas o que compiten excesivamente con el cultivo o interfieren con las prácticas agronómicas. Según Alomar & Albajes (2005) para la selección de las plantas adventicias es necesario comparar su atracción y su idoneidad como refugio o fuente de alimento para los insectos auxiliares que más nos interesan, siendo importante determinar los mecanismos que permiten favorecer selectivamente determinados entomófagos.

La eficacia de la diversidad vegetal en el control de las plagas ha sido defendida por muchos autores (Srinivasan & Krishna-Moorthy, 1991; Nicholls, 2006; Altieri *et al.*, 2007; Bianchi *et al.*, 2008; Gardiner *et al.*, 2009), mientras que para otros su efecto positivo todavía no ha podido ser evidenciado (Silva-Krott *et al.*, 1995; Luther *et al.*, 1996; Bender *et al.*, 1999; Charleston & Kfir, 2000; Lavandero *et al.*, 2006), debido a que los recursos florales pueden tener efectos diferenciales según se trate de insectos herbívoros o de los enemigos naturales de los herbívoros. El néctar de muchas especies de plantas mejora la aptitud de los parasitoides, pero también puede aumentar el daño ocasionado por los herbívoros, ya sea como resultado de una mejora

en la capacidad de los herbívoros o de los niveles tróficos superiores (Lavandero *et al.*, 2006). Debido a las altas controversias sobre el efecto de la diversidad en la estabilidad de los sistemas, el propósito del presente trabajo fue evaluar el efecto que ejercen las franjas marginales de *B. campestris* versus el manejo convencional con plaguicidas en el daño que ejerce una plaga clave de los sistemas hortícolas, como es *P. xylostella*, y el control ejercido por sus principales parasitoides, en el cinturón hortícola santafesino.

ÍNDICE

Pag.

RESUMEN.....	I
SUMMARY.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
JUSTIFICACIÓN.....	VI
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Importancia de la biodiversidad vegetal en el MIP.....	5
1.2. Descripción de la plaga.....	8
1.3. Ciclo biológico de <i>P. xylostella</i>	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Generales.....	11
2.2. Específicos.....	11
3. HIPÓTESIS.....	12
3.1. Hipótesis Nula.....	12
3.2. Hipótesis Alternativa.....	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.1. Sitio del estudio. Caracterización climática y de suelos.....	13
4.2. Ensayos a campo.....	14
4.3. Observaciones en laboratorio.....	17
5. RESULTADOS.....	18

5.1. Análisis del efecto de las franjas marginales de <i>B. campestris</i> y de insecticidas, sobre la población de <i>P. xylostella</i> y sus enemigos naturales.....	18
5.2. Efecto de las franjas marginales versus los tratamientos químicos, sobre algunos parámetros productivos del repollo.....	20
5.3. Ensayos de laboratorio. Emergencia de parasitoides, según diferentes estadios de desarrollo de la plaga.....	21
6. DISCUSIÓN.....	22
6.1. Análisis del efecto de las franjas marginales de <i>B. campestris</i> y de insecticidas.	22
6.1.1. Sobre la población de <i>P. xylostella</i>	22
6.1.2. Sobre la población de los parasitoides de <i>P. xylostella</i>	23
6.2. Efecto de las franjas marginales versus los tratamientos químicos, sobre algunos parámetros productivos del repollo.....	24
6.3. Ensayos de laboratorio. Emergencia de parasitoides, según diferentes estadios de desarrollo de la plaga.....	24
6.4. Consideraciones finales.....	25
7. CONCLUSIONES.....	26
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Medias (\pm DE) de larvas chicas, medianas, grandes y pupas de <i>P. xylostella</i> , por tratamiento, en el trasplante de primavera del repollo.....	19
Tabla 2. Adultos de <i>C. plutellae</i> , <i>O. sokolowskii</i> y <i>P. xylostella</i> (medias \pm DE) en los diferentes tratamientos en el trasplante de primavera.....	19
Tabla 3. Medias (\pm DE) de larvas chicas, medianas, grandes y pupas de <i>P. xylostella</i> , por tratamiento, en el trasplante de verano del repollo.....	19
Tabla 4. Medias (\pm DE) de larvas chicas, medianas, grandes y pupas de <i>P. xylostella</i> , por distancias a la franja marginal. Trasplante de verano	20

Tabla 5. Medias (\pm DE) de <i>C. plutellae</i> , <i>O. sokolowskii</i> y de adultos de <i>P. xylostella</i> emergidos por distancias a la franja marginal. Trasplante de verano.....	20
Tabla 6. Medias (\pm DE) de los pesos (Kg) y diámetros (cm) de los repollos por tratamiento. Trasplante de primavera.....	21
Tabla 7. . Medias (\pm DE) de los pesos (Kg) y diámetros (cm) de los repollos por distancias a las franjas marginales. Trasplante de verano.....	21
Tabla 8. Medias (\pm DE) de individuos de <i>Cotesia</i> sp. y <i>Oomyzus</i> sp. en función de los estados de desarrollo <i>P. xylostella</i> atacados. Trasplante de primavera y de verano.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. Daños de <i>P. xylostella</i> en hojas de repollo.....	2
Figura 2. Adulto de <i>P. xylostella</i>	8
Figura 3. Huevos de <i>P. xylostella</i>	9
Figura 4. Daño en hojas.....	9
Figuras 5. Larva del 4° estadio de <i>P. xylostella</i>	10
Figura 6. Pupa de <i>P. xylostella</i>	10
Figura 7. Distribución de los tratamientos en el cultivo de repollo, con y sin franjas marginales de <i>B. campestris</i> , con y sin tratamiento con agroquímicos.....	15

1. INTRODUCCIÓN

La familia de las Brassicaceae (= Cruciferae) se compone de una amplia gama de plantas originarias de Europa y China (Phillips & Rix, 1993). Se cultivan en diversos hábitats que abarcan climas tropicales y templados (Shelton & Talekar, 1993) e incluyen plantas hortícolas como el brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), el coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*), el repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), las coles de Bruselas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*), los colirrábanos (*Brassica oleracea* L. var. *gangylodes*), el nabo (*Brassica rapa* var. *pekinensis*), la colza (*Brassica napus* L.) y plantas silvestres. La superficie sembrada mundialmente, con esta familia, ocupa 2,29 millones de hectáreas (FAO, 2012).

Una de las características de las Brassicaceae es que poseen compuestos secundarios que contienen azufre, los glucosinolatos, los cuales bajo hidrólisis enzimática liberan productos biológicamente activos como los isotiocianatos, nitrilos o el oxazolidine-2-thion. Estos compuestos determinan la especificidad de las plagas adaptadas a ellos.

Los factores limitantes de la producción de estos cultivos son numerosos, entre ellos se encuentran las plagas insectiles, para cuyo control normalmente se emplean productos de síntesis química, utilizando plaguicidas de amplio espectro. El uso continuo de estos productos puede ocasionar el resurgimiento de plagas secundarias y la resistencia a insecticidas, además de los perjuicios a los agentes de control biológico (Metcalf, 1994).

Las plantas cultivadas y silvestres de esta familia son atacadas por insectos tanto especialistas como generalistas (Hooks & Johnson, 2003), produciendo disminución en la calidad comercial y pérdidas en los rendimientos. Dentro de ellos, los más frecuentes a nivel mundial son los áfidos y los lepidópteros defoliadores. Entre los primeros, las especies más importantes son *Myzus persicae* Sulzer, *Brevicoryne brassicae* L. y *Lipaphis erysimi* Kalt., mientras que entre los segundos se encuentran herbívoros especialistas como *Pieris rapae* L. y *Plutella xylostella* L., siendo ésta última la más dañina a escala mundial (Shelton & Talekar, 1993).

Plutella xylostella es un insecto oligófago, multivoltino y cosmopolita (Lingappa *et al.*, 2004; Sarfraz & Keddie, 2005), esto último debido a que posee una gran capacidad para dispersarse y migrar (Shelton *et al.*, 1993b). Se la considera una plaga clave de la mayoría de las crucíferas para cuyo control anualmente se destinan, a nivel mundial, cerca de 1 billón de US\$ (Shelton & Talekar, 1993).

Chelliah & Srinivasan (1986) indicaron que esta plaga tiene una marcada preferencia por el coliflor y el repollo. En este último cultivo, el daño se concentra sobre el área foliar provocando perforaciones sobre las hojas exteriores (Fig. 1), perjudicando la calidad comercial y el rendimiento, aunque el daño más grave lo produce al atacar el ápice de crecimiento, deteniendo el desarrollo de la cabeza principal y dando origen a otras secundarias, a partir de yemas axilares, sin valor comercial. Por lo anterior, los ataques son más importantes en plantas jóvenes (Mustata, 1990). También se pueden alimentar de los cogollos de las plantas jóvenes limitando el crecimiento de éstas. En brócoli y coliflor, el daño es indirecto ya que las larvas se alimentan de las hojas y no del producto comercial de las cabezas florales. Algunas veces las larvas y la pupa, cuyo capullo es de difícil extracción, se esconden en las cabezas de brócoli y hacen que las mismas puedan ser descartadas del mercado, especialmente de exportación, ya que disminuyen la calidad del producto procesado.

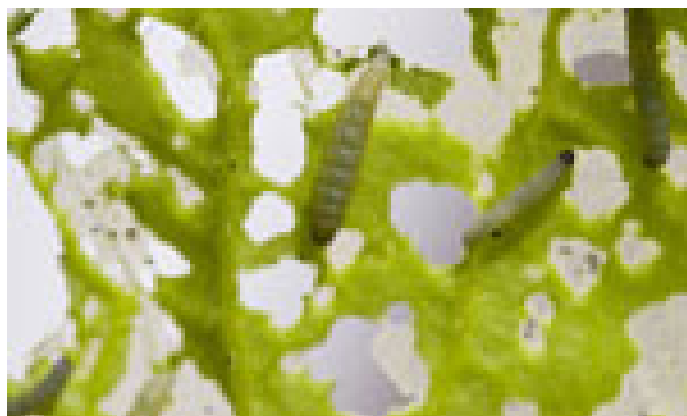


Figura 1. Daños de *P. xylostella* en hojas de repollo. (Fuente: FCA, UNL).

En nuestro país se registró la presencia de esta plaga en la mayor parte del territorio nacional. En la Pampa Húmeda con el incremento del área sembrada con

colza, como consecuencia del creciente aumento de la demanda mundial de biocombustibles (Preciado Patiño, 2007), se determinó que es la principal plaga (Montero *et al.*, 2007).

En los últimos años, las fallas en los controles de esta plaga se han debido a la resistencia a insecticidas de distintos grupos, tales como los organofosforados, piretroides, benzoilfenil ureas, carbofurán y microbianos, como el *Bacillus thuringiensis* Berliner (Shelton *et al.*, 1993a), y también resistencia cruzada (Cheng, 1985) por lo que es necesario tener en cuenta otras tácticas de manejo, dentro del marco de un programa de manejo integrado de plagas (MIP).

De acuerdo a Kogan (1998), el MIP es un sistema de apoyo a la decisión, para la selección y el uso de tácticas de control de plagas, solas o armoniosamente coordinadas, basadas sobre el análisis de costo/beneficio, que tienen en cuenta el interés y el impacto sobre los productores, la sociedad y el ambiente.

Uno de los métodos de control comprendidos en el MIP es el químico, siendo el más frecuentemente usado por los productores. Dentro de él existen alternativas de insecticidas con menor impacto como los reguladores de crecimiento o aquellos en base a extractos vegetales (neem), observándose buenos resultados (Saucke *et al.*, 2000; Haseeb *et al.*, 2004); todos ellos son selectivos de los artrópodos benéficos. Sin embargo, existe el problema de encontrar insecticidas registrados para los cultivos hortícolas que sean compatibles con los agentes de biocontrol (parasitoides, predadores, etc.) (Haseeb *et al.*, 2005).

Otra alternativa al uso de agroquímicos para el control de las plagas, es el control cultural, que comprende técnicas tales como los cultivos intercalares, el riego por aspersión, cultivos trampa, la rotación y, el uso de resistencia genética, entre otros.

También el control biológico (CB) es uno de los pilares sobre el cual se asienta el MIP. Molinari (2005) lo define como la utilización de enemigos naturales para reducir el daño causado por organismos nocivos, dentro de los cuales se encuentran los parasitoides, predadores y entomopatógenos. La acción de los organismos

benéficos naturalmente presentes en el medio constituye el Control Biológico Natural (CBN).

Cuando el CBN no es suficiente, es necesaria la intervención del hombre y en esto consiste el Control Biológico Aplicado (CBA), que orienta su acción en tres principios:

- La conservación de organismos benéficos nativos.
- El incremento artificial de enemigos naturales.
- La introducción de especies benéficas exóticas.

Entre los beneficios del CB se pueden mencionar: el bajo costo, la tendencia a ser permanente, no dejar residuos tóxicos, no causar resistencia; no producir desequilibrios en el ecosistema, evitar o reducir el empleo de plaguicidas químicos y, además contribuir a resguardar los sistemas agrícolas.

El control natural puede ser ejercido a través de factores de mortalidad natural, como el clima y la ausencia o escasez del alimento, o por medio de los agentes de control biológico, entre ellos los entomopatógenos, los predadores y los parasitoides.

La alta incidencia de *P. xylostella* es parcialmente explicada por la ausencia de enemigos naturales efectivos (Lim, 1986). Según Sarfraz *et al.* (2005b) mencionan a que ciertas hormigas, moscas, hemípteros, escarabajos, arañas, crisopas y aves, actúan como predadores generalistas, aunque no son considerados factores importantes en la regulación poblacional de esta plaga.

Los parasitoides se caracterizan por realizar todo su desarrollo dentro o sobre un único huésped, durante la fase juvenil, mientras que los adultos son de vida libre, alimentándose de néctar de flores, polen, agua del rocío, melados, y cobijándose en la vegetación silvestre (Molinari, 2005). A escala mundial han sido registradas 135 especies que atacan varios estados del ciclo de *P. xylostella* (Delvare, 2004). Los más comunes comprenden seis especies que atacan huevos, 38 especies a larvas y 13 a pupas (Shelton & Talekar, 1993), pero sólo unos pocos predominan, difiriendo en su grado de control.

La mayoría de los parasitoides de *P. xylostella* pertenecen al orden Hymenoptera y algunos del orden Diptera, familia Tachinidae (Castelo Branco *et al.*, 2001). Entre los himenópteros se encuentran especies que atacan huevos de los géneros *Trichogramma* spp. y *Trichogrammatoidea* spp. (Trichogrammatidae) con una contribución mínima al control, mientras que los que atacan a las larvas poseen el mayor potencial, siendo tres los géneros principales: *Diadegma* spp. (Ichneumonidae), *Apanteles (Cotesia)* spp. (Braconidae) y *Microplitis* spp. (Braconidae). Por último, se encuentran los que atacan a las pupas, tales como *Diadromus* spp. (Ichneumonidae) y *Oomyzus* spp. (Eulophidae) (Lim, 1986). Bertolaccini *et al.* (2010), mencionan que en el cinturón hortícola del centro-oeste de Santa Fe los géneros: *Oomyzus* spp., *Cotesia* spp. y *Diadegma* spp., son responsables del 36,9; 19,1 y 14,4 % respectivamente de la mortalidad en la población de *P. xylostella*.

1.1. Importancia de la biodiversidad vegetal en el MIP

La simplificación de la biodiversidad en los agroecosistemas, da como resultado un sistema artificial, que requiere la constante intervención humana, impidiendo que las especies puedan alcanzar un equilibrio. En contraposición, en los sistemas naturales la regulación interna es una función de la biodiversidad vegetal (Swift & Anderson, 1993).

En los sistemas agrícolas la diversidad juega un rol importante en el restablecimiento del balance ecológico, de manera de alcanzar una producción sustentable, ya que promueve los procesos de renovación y brinda servicios ecológicos (Altieri & Nicholls, 2000). Al reemplazar los sistemas simples por diversos o agregar diversidad a los ya existentes, es posible ejercer cambios en el hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad, debido a que:

- Proveen de huéspedes/presas alternativas en momentos de escasez de la plaga,
- Proveen alimentación alternativa (polen y néctar) para los parasitoides y depredadores adultos,

- Mantienen poblaciones aceptables de la plaga por períodos extendidos a manera de asegurar la sobrevivencia continua de los insectos benéficos (Altieri & Nicholls, 2000).

Las investigaciones recientes tienden a la conservación biológica mediante técnicas de manipulación de los hábitats para satisfacer los requisitos de los enemigos naturales en los agroecosistemas (Berndt *et al.*, 2002) y para mejorar el éxito de los intentos de control biológico clásico (Gurr & Wratten, 1999). En estos principios se basa el Manejo Agroecológico de Plagas que consiste en el manejo de los organismos perjudiciales con enfoque de sistema, mediante la integración de componentes sociales, económicos, medioambientales y tecnológicos al nivel del sistema agrario y del sistema de producción. Se sustenta en la Agroecología (Vázquez Moreno, 2006).

Las vías por las que se puede aumentar la diversidad vegetal son variadas, entre ellas se pueden mencionar a los policultivos, los cultivos de cobertura, el manejo de los bordes enmalezados, las rotaciones, los cultivos trampas, el manejo de la vegetación en los hábitats no cultivados, etc. Las hipótesis de los cultivos trampa, de acuerdo con Vandermeer (1989), se basa en que éstos atraen más a las plagas, siendo menos probable que ataquen al cultivo principal. En estos cultivos, las plagas deben mostrar una clara preferencia para alimentarse u oviponer por ciertas características de las plantas, o por un cultivar determinado, o por diferentes etapas de la fenología (Hokkanen, 1991). Sin embargo, el uso de franjas marginales para aumentar la biodiversidad, no asegura un buen control de *P. xylostella* ya que depende de otros factores, como la adecuada elección de la especie y su distribución espacio-temporal. Estos factores son los que determinarán la eficacia. Por lo anterior, la diversidad “*per se*” puede no ser útil en agricultura, sino que se trata de establecer una diversidad vegetal cuyo valor haya sido probado (Nasca, 1994; Norris, 2005).

Se han realizado varios estudios utilizando franjas de *Brassica juncea* L. (Czern), en cultivos de coles. Srinivasan & Krishna-Moorthy (1991) informaron un nivel significativamente menor de larvas de *P. xylostella*, mientras que Luther *et al.* (1996) concluyeron que las densidades de larvas y pupas de la plaga fueron similares en la col

plantada en monocultivo y con *B. juncea*. Resultados dispares han sido obtenidos por otros autores (Silva-Krott *et al.*, 1995; Bender *et al.*, 1999; Charleston & Kfir, 2000).

Tanto las franjas enmalezadas como las franjas trampa actúan sobre factores que definen la atracción de *P. xylostella*, como son los estímulos químicos (olfatorios/gustativos) que actúan a través de la percepción de compuestos volátiles. De igual modo, estas señales químicas servirían para orientar a los enemigos naturales hacia esta plaga. También los factores físicos, tales como la presencia de tricomas y ceras sobre la superficie de las hojas, influyen en la elección de las plantas por parte de la hembra para oviponer (Ebrahimi *et al.*, 2008; Sarfraz *et al.*, 2005b; Salas *et al.*, 1993).

En base a lo mencionado la manipulación de la biodiversidad vegetal, se basa en que las plantas que no son del cultivo principal, sirvan para camuflar los estímulos percibidos por *P. xylostella*, además de actuar como refugio, sitios de reproducción/oviposición y como fuente de alimentos para sus enemigos naturales (Altieri, 1993; Wratten *et al.*, 2003). Un ejemplo de ello son las asociaciones repollo-tomate y repollo-zanahoria, con las cuales se observó la disminución de la población de *P. xylostella* y el aumento en la cantidad de sus enemigos naturales y el porcentaje de parasitismo de la plaga (Varela Ochoa, 1991).

Existen diversos trabajos, tanto a campo como en laboratorio, que demuestran la eficacia de la presencia de flores de plantas, silvestres o cultivadas, sobre los parasitoides de *P. xylostella* en donde la longevidad y fecundidad de los mismos se vio incrementada (Idris & Grafius, 1995; Wratten *et al.*, 2002; Carrillo *et al.*, 2006; Johanowicz & Mitchell, 2000).

Southwood & Way (1970) señalaron que, en general, el nivel de diversidad de insectos en los agroecosistemas depende de cuatro características principales: a) la diversidad de vegetación en y alrededor de los cultivos; b) la duración de los cultivos; c) la intensidad del manejo y, d) el aislamiento del agroecosistema con respecto a la vegetación natural. En general, una mayor diversidad de plantas implica una mayor diversidad de herbívoros, y por lo tanto de predadores y parasitoides, creándose cadenas tróficas complejas (Nicholls & Altieri, 2002). Varios estudios han demostrado

que es posible estabilizar las comunidades de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño de arreglos espaciales y temporales de la vegetación que mantiene las poblaciones de enemigos naturales o que tienen un efecto disuasivo directo sobre los herbívoros (Perrin, 1980; Risch *et al.*, 1983).

1.2. Descripción de la plaga

Adulto

El adulto de *P. xylostella* es un microlepidóptero con una envergadura alar que varía entre 8 a 15 mm, de color café grisáceo. Vulgarmente es conocida como la “polilla del repollo”, “polilla de la col”, y en inglés como “diamondback moth” o “palomita del dorso de diamante”, debido a que el adulto se reconoce por tener tres marcas triangulares a lo largo del margen interno de las alas que, cuando están en posición de descanso se juntan formando tres diamantes a lo largo del dorso de la polilla (Fig. 2). Se caracterizan porque son más activas y visibles al atardecer.



Figura 2. Adulto de *P. xylostella* (Fuente: FCA, UNL)

Huevos

Los huevos son ovales, un poco alargados, muy pequeños (de 0,5 a 0,25 mm), ensanchados en la base y con una coloración amarilla pálida (Fig. 3). Las hembras realizan las oviposiciones en forma aislada o en pequeños grupos, prefiriendo el envés de las hojas jóvenes. La eclosión de los huevos depende, principalmente, de la temperatura.



Figura 3. Huevos de *P. xylostella*. (Fuente: FCA, UNL).

Larvas

Esta plaga posee cuatro estadios larvales, las que se caracterizan porque al ser molestadas se retuercen y se dejan caer, y quedan suspendida de la planta por un hilo de seda. Por lo general la larva del primer y segundo estadio se alimentan minando las hojas, mientras que las de los estadios 3 y 4 consumen la lámina foliar (Arias Rivas, 2000), pero respetando las nervaduras y la epidermis superior (Fig. 4).



Figura 4. Daño en hojas. (Fuente FCA, UNL).

El tamaño varía de 10 a 12 mm. de largo cuando están bien desarrolladas. Su coloración varía desde amarillo claro cuando recién nacen a verde oscuro cuándo están bien desarrolladas (Fig. 5).



Figura 5. Larva del 4° estadio de *P. xylostella*.(Fuente FCA, UNL)

Pupa

La pupa es fusiforme, de 8 mm. de longitud, de coloración verde clara o amarilla, que más tarde se oscurece; la cual se encuentra dentro de un capullo de seda blanco (Fig. 6), que se adhiere a las diferentes partes de las plantas.



Figura 6. Pupa de *P. Xylostella*. (Fuente: FCA, UNL).

1.3. Ciclo biológico de *P. xylostella*

P. xylostella es una plaga cosmopolita y de amplia distribución mundial, muy importante en los trópicos y sub-trópicos, y posee hábitos migratorios (Pastrana, 2004; Sarfraz *et al.*, 2006), en respuesta a la duración del fotoperíodo.

El número de generaciones anuales depende de las condiciones ambientales cuyo número puede variar de 4 a 20. No posee diapausa invernal (Wakisaka *et al.*, 1990) aunque su ciclo durante las épocas de bajas temperaturas se alarga.

2. OBJETIVOS

Se plantearon los siguientes objetivos:

2.1. General

- Determinar el efecto de franjas marginales de *B. campestris* en dos épocas de trasplante de repollo sobre la población de *P. xylostella* y sus enemigos naturales.

2.2. Específicos

- Determinar el momento oportuno de trasplante de repollo, frente al ataque de *P. xylostella*.
- Comparar el efecto de las franjas marginales de *B. campestris*, versus el manejo con insecticidas sobre la población de *P. xylostella* y sus enemigos naturales, en dos épocas de trasplante: primavera y verano.
- Determinar el efecto de diferentes distancias en el cultivo, desde la franja marginal de *B. campestris*, sobre la población de *P. xylostella* y sus enemigos naturales.
- Comparar el efecto de las franjas marginales versus los tratamientos químicos, sobre algunos parámetros productivos del repollo.
- Determinar el momento de ataque de los principales parasitoides de la plaga.

3. HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS NULA

- Las épocas de trasplante primaveral y estival, no influyen en la población de *P. xylostella* y de sus enemigos naturales.
- Las franjas marginales de *B. campestris* no ejercen efecto sobre la población de *P. xylostella*, en sus parasitoides ni en los parámetros productivos de los cultivos de *B. oleracea* var. *capitata*.

3.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVAS

- Las épocas de trasplante primaveral y estival, tienen influencia en la población de *P. xylostella* y de sus enemigos naturales.
- Las franjas marginales de *B. campestris* contribuyen a disminuir la densidad poblacional de *P. xylostella*, poseen un efecto atractivo en sus parasitoides, influyendo favorablemente en los cultivos de *B. oleracea* var. *capitata*.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Sitio del estudio. Caracterización climática y de suelos

La zona bajo estudio corresponde a la región centro-este de la provincia de Santa Fe, donde los suelos pertenecen a la serie Esperanza. Los mismos poseen una alta aptitud agropecuaria (Argiudol típico) son bien a moderadamente drenados, profundos y tienen una ligera limitación en los perfiles desarrollados en paisajes más planos, donde incrementa el contenido de arcilla del horizonte Bt, disminuyendo ligeramente la permeabilidad. Presentan un horizonte A de 27 cm de espesor, seguido de un BA de 13 cm, donde se incrementa gradualmente el contenido de arcilla pero sin llegar a valores demasiado elevados. Estos horizontes están bien estructurados, con buenos contenidos de materia orgánica que le confieren buenas condiciones de fertilidad, que frecuentemente pueden ser perdidas cuando son roturados excesivamente sin prácticas conservacionistas. El horizonte superficial presenta estructura granular a bloques subangulares, finos y débiles, con textura franco-arcillo-limosa, con valores de MO de 2,0 % y de pH de 5,6 (INTA, 1991).

El clima de la región centro de la provincia de Santa Fe, incluyendo los departamentos Las Colonias, Castellanos y la Capital, corresponde al tipo Cfa (templado húmedo sin estación seca con veranos muy calurosos), según la clasificación de Köppen (Conde, 2000). La temperatura media anual de la región centro es de 18,3°C, siendo julio (11,5°C) y enero (24,8°C) los meses más frío y más cálido, respectivamente (Cáceres, 1980). Las heladas ocurren entre los meses de mayo y septiembre, con una frecuencia e intensidad que aumenta gradualmente con la latitud haciéndose más notoria en el mes de Julio. La fecha media de primera y última helada de la región es el 12 de junio y 30 de agosto, respectivamente (García *et al.*, 2008).

La precipitación media anual varía entre 975 mm (Oeste) y 1.200 mm (Este). Los menores registros hídricos ocurren en los meses de invierno y el 50,0% del valor anual se concentra en los meses de verano (INTA, 1991). La humedad relativa media normal anual es de 73,0% y el viento predominante es del sector noreste con una velocidad media anual de 13,8 km.h⁻¹ (SMN, 2000).

Los ensayos a campo se realizaron, durante las campañas agrícolas 2011 y 2012, en una explotación comercial ubicada en el cinturón hortícola de la ciudad de Santa Fe (31º 25' S; 60º 50' W).

4.2. Ensayos a campo

Los monitoreos se llevaron a cabo en un cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) cultivar Globe Master, en dos épocas de trasplante, una en la primavera y la otra en verano, que es cuando se producen grandes ataques de *P. xylostella*.

En la primera de ellas, la siembra en invernadero se realizó el 15/09/2010, mientras que en la segunda el 16/01/2012. El trasplante a campo se realizó el 26/10/2010 y 25/02/2012, para los trasplantes primaverales y estivales, respectivamente. En ambos casos, las parcelas de muestreo estuvieron en lotes de 70 m de largo y 12 m de ancho, trasplantados a una distancia de 70 cm entre surcos y 60 cm entre plantas.

Se establecieron 4 tratamientos, cada uno tuvo un largo de 17,5 m y un ancho de 17 surcos, con una sola repetición por tratamiento. En dos de los tratamientos, y en correspondencia con el cultivo y con iguales momentos de siembra y trasplante se estableció una franja marginal de *B. campestris* sobre uno de los bordes de la parcela de muestreo. Las franjas marginales para los tratamientos correspondientes, tuvieron un largo 17,5 m de largo cada una y de tres surcos de ancho.

Los 4 tratamientos fueron:

- A) Testigo: sin insecticidas ni franja marginal,
- B) Sin insecticidas con franja marginal,
- C) Con insecticidas con franja marginal, y
- D) Con insecticidas sin franja marginal.

Para determinar el efecto de la franja marginal de *B. campestris* sobre la población de *P. xylostella* y sus parasitoides en el repollo, se analizaron tres distancias

del cultivo: 1^{ra} y 2^{da} fila del cultivo respecto de la franja marginal, 4^{ta} y 5^{ta} fila, y 9^{na} y 10^{ma} fila. La disposición de los tratamientos a campo se detallan en la Fig. 7.

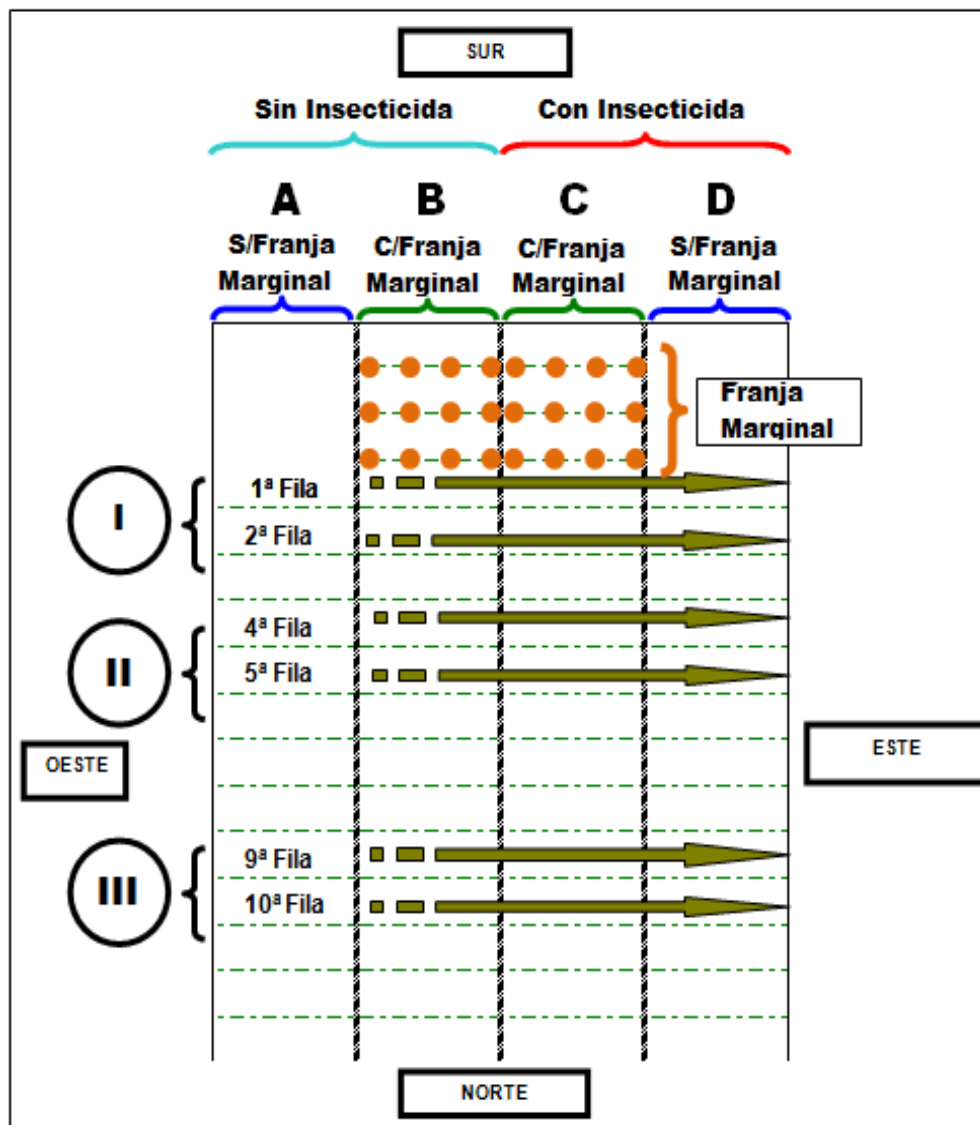


Fig. 7. Distribución de los tratamientos en el cultivo de repollo, con y sin franjas marginales de *B. campestris*, con y sin tratamiento con agroquímicos.

Los plaguicidas que se utilizaron en el cultivo para los tratamientos C y D, como así también en los 3 surcos de la franja marginal correspondiente al tratamiento C, fueron los que comúnmente se aplican en los cultivos de repollo del cinturón hortícola santafesino y consistieron en aplicaciones de fungicidas e insecticidas. Se utilizaron en

dosis comerciales (en gramos de producto formulado/ l de agua), de imidacloprid 2 g/l, clorpirifos 1,5 g/l, cipermetrina 1,5 g/l, lambdacialotrina 1,5 g/l, novalurón 1 g/l, oxicloruro de Cu 3 g/l y zineb 2,5 g/l. Las aplicaciones para el trasplante de primavera se realizaron con una frecuencia quincenal cuando el nivel de infestación de plagas insectiles lo requerían y alternando los principios activos imidacloprid, clorpirifos, cipermetrina y lambdacialotrina. Por otro lado, para el trasplante de verano las fechas de aplicaciones fueron: 09/03 (lambdacialotrina), 16/03 (novalurón), 22/03 (lambdacialotrina), 29/03 (clorpirifos), 12/04 (novalurón) y 10/05 (clorpirifos), destacándose el empleo del novalurón que posee actividad selectiva sobre los enemigos naturales. El desmalezado se realizó mediante carpidas quincenales.

Los monitoreos consistieron en el recuento y recolección semanal de los estados inmaduros de larvas, prepupas y pupas de *P. xylostella*. Se iniciaron a los 30 días posteriores al trasplante, con el fin de permitir las infestaciones de la plaga y se continuaron semanalmente hasta la cosecha, que se realizó el 22/01/2011 y el 19/05/2012 para la primera y la segunda época, respectivamente.

Durante ambas épocas de trasplante, para cada tratamiento y para cada distancia a la franja marginal, se eligieron al azar en forma de zig – zag para las filas adyacentes de cada distancia, 5 plantas del cultivo, en las cuales se registraron completamente todas las hojas (en el haz y en el envés), y la cabeza en formación del repollo sin tratar de dañarla. Además, se incluyeron en el trasplante realizado en verano, el registro de 5 plantas completas de *B. campestris* para los tratamientos B y C; las mismas también fueron elegidas al azar en forma de zig – zag entre los tres surcos de las franjas marginales.

El total de plantas muestreadas del cultivo fue en ambos años de 840, y para el trasplante realizado en verano se sumaron 70 plantas de la franja marginal de *B. campestris*.

Para determinar el efecto de la plaga en el rendimiento, se tomaron 10 plantas de cada tratamiento previo a la cosecha, y para cada distancia a la franja marginal, utilizando la misma metodología de elección de las plantas que para el muestreo, las

cuales se pesaron mediante una balanza de campo digital, y a las que se les tomó el diámetro.

4.3. Observaciones en laboratorio

Todos los individuos recolectados fueron colocados, agrupados e identificados por tratamiento y distancia desde la franja marginal, en frascos de plástico de boca ancha, con trozos de hojas de repollo o de *B. campestris*, dependiendo del lugar de donde fueron recolectados, y fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias (U.N.L.). Las larvas fueron clasificadas en: larvas chicas (Lc), medianas (Lm) y grandes (Lg), de acuerdo al estadio de desarrollo larval. Para ello se consideraron Lc a las de 1° y 2° estadio; Lm a las de 3° y Lg cuando se encontraron en el 4° estadio. También se registraron las prepupas y las pupas (P). El objetivo de esta clasificación fue determinar el momento de ataque de cada parasitoide.

Cada individuo fue colocado, individualmente, con su correspondiente etiqueta identificatoria, en cajas de Petri de 5 cm de diámetro. Las larvas fueron criadas entre dos trozos de repollo de 2 x 2 cm, del híbrido de repollo Globe Master, que además de proporcionarles alimento, evitó la muerte por desecación. En el fondo de cada caja de Petri se colocó papel de filtro para facilitar su limpieza. Cada dos días, las cajas se limpiaron y los trozos de las hojas de repollo fueron renovadas por otras frescas, hasta que las larvas empuparon y nacieron los adultos de *P. xylostella* o murieron por acción de parasitoides.

Una vez completados los estados inmaduros, se registraron en planillas los nacimientos, ya sea de los adultos de *P. xylostella* o de sus parasitoides.

Los adultos de los parasitoides emergidos fueron colocados en frascos herméticos con alcohol al 70% hasta su identificación. Para ello se utilizaron las claves de identificación de Gauld & Bolton (1996); Azidah *et al.* (2000) y Burks (2003).

El efecto de las franjas marginales y de los tratamientos químicos en la población de *P. xylostella* y sus parasitoides se determinó mediante ANOVA utilizando

el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011). Las medias se compararon mediante el test de Tukey, con un nivel de significación del 1 %.

5. RESULTADOS

5.1. Análisis del efecto de las franjas marginales de *B. campestris* y de insecticidas, sobre la población de *P. xylostella* y sus enemigos naturales.

En el repollo que tuvo trasplante primaveral se recolectaron 768 individuos correspondientes a todos los estados inmaduros de *P. xylostella*, mientras que para el estival, los recolectados fueron 1416, indicando un incremento del 45,8%.

En el trasplante de repollo realizado en la primavera no se registraron diferencias significativas de densidad de plaga entre los tratamientos, para ninguno de los estados de desarrollo (Tabla 1). El mayor número de larvas chicas y medianas se registró en el tratamiento Testigo ($F_{3, 419}=1,85$; $P=0,1377$; $F_{3, 419}=1,49$; $P=0,2156$). En los tratamientos con insecticida (sin y con franja marginal) y en el tratamiento con franja marginal/sin insecticida, tuvieron 13,3; 24,0; y 42,2% menos de larvas chicas que el Testigo, respectivamente (Tabla 1). Las larvas grandes ($F_{3, 419}=0,09$; $P=0,9632$) y las pupas ($F_{3, 419}=2,19$; $P=0,0888$) fueron más numerosas en los tratamientos con insecticida (con o sin franja marginal) (Tabla 1).

Cuando se analiza la emergencia de los adultos de *P. xylostella* y de los parasitoides que emergieron de la plaga en el trasplante realizado en primavera, no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2).

La mayor cantidad de parasitismo por *C. plutellae* se obtuvo en el tratamiento con insecticida sin franja marginal. Los resultados coinciden en cuanto a los adultos de *P. xylostella*, que presentó en ese tratamiento una cantidad 58,0% mayor que el Testigo, donde se registró la menor emergencia de adultos de la plaga (Tabla 2). En *O. sokolowskii* el tratamiento con mayor cantidad de parasitismo fue el de franja marginal/ con insecticida (Tabla 2).

“Efecto de franjas marginales de *Brassica campestris* L. en *Plutella xylostella*
(Lepidoptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales, en repollo”

Tabla 1. Medias (\pm DE) de larvas chicas, medianas, grandes y pupas de *P. xylostella*, por tratamiento, en el trasplante de primavera del repollo.

Tratamientos***	Estados inmaduros*			
	Lc**	Lm**	Lg**	P**
Testigo	0,83 \pm 1,68 a	0,38 \pm 0,82 a	0,14 \pm 0,38 a	0,54 \pm 0,88 a
CBC/ S Ins.	0,48 \pm 0,96 a	0,25 \pm 0,58 a	0,12 \pm 0,38 a	0,66 \pm 0,89 a
CBC/ C Ins.	0,63 \pm 1,25 a	0,24 \pm 0,60 a	0,15 \pm 0,39 a	0,82 \pm 1,20 a
SBC/ C Ins.	0,72 \pm 1,52 a	0,37 \pm 0,84 a	0,14 \pm 0,53 a	0,84 \pm 1,08 a

* Lc= larvas chicas; Lm= larvas medianas; Lg= larvas grandes; P= pupa.

** Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre si. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

*** CBC/S Ins= Con *Brassica campestris*, sin insecticida; CBC/ C Ins= Con *Brassica campestris*, con insecticida; SBC/ C Ins= Sin *Brassica campestris*, con insecticida.

Tabla 2. Adultos de *C. plutellae*, *O. sokolowskii* y *P. xylostella* (medias \pm DE) en los diferentes tratamientos en el trasplante de primavera.

Tratamientos **	<i>C. plutellae</i> *	<i>O. sokolowskii</i> *	Ad. <i>P. xylostella</i> *
Testigo	0,13 \pm 0,46 a	0,95 \pm 1,61 a	0,18 \pm 0,54 a
CBC/ S Ins.	0,04 \pm 0,19 a	0,71 \pm 1,30 a	0,30 \pm 0,80 a
CBC/ C Ins.	0,01 \pm 0,11 a	1,08 \pm 1,80 a	0,40 \pm 0,89 a
SBC/ C Ins.	0,18 \pm 0,68 a	0,92 \pm 1,56 a	0,43 \pm 1,65 a

* Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre sí. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

** CBC/S Ins= Con *Brassica campestris*, sin insecticida; CBC/ C Ins= Con *Brassica campestris*, con insecticida; SBC/ C Ins= Sin *Brassica campestris*, con insecticida.

En el trasplante realizado en el verano, se hallaron diferencias significativas cuando se aplicaron insecticidas (Tabla 3). Se puede ver que el mayor número de larvas chicas se observó en las parcelas con insecticidas ($F_{3; 489}=1,37$; $P=0,0324$) (Tabla 1). En los otros estadios no varió significativamente el número de larvas en función de estos tratamientos.

Tabla 3. Medias (\pm DE) de larvas chicas, medianas, grandes y pupas de *P. xylostella*, por tratamiento, en el trasplante de verano del repollo.

Tratamientos	Estados inmaduros*			
	Lc**	Lm**	Lg**	P**
Sin Insecticidas	0.78 \pm 0.047b	0.35 \pm 0.047a	0.19 \pm 0.047a	0.86 \pm 0.047a
Con Insecticidas	0.93 \pm 0.047a	0.43 \pm 0.047a	0.19 \pm 0.047a	0.75 \pm 0.047a

* Lc= larvas chicas; Lm= larvas medianas; Lg= larvas grandes; P= pupa.

** Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre sí. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

“Efecto de franjas marginales de *Brassica campestris* L. en *Plutella xylostella*
(Lepidoptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales, en repollo”

Para la segunda época de trasplante, se observaron diferencias significativas entre las larvas chicas ($F_{2; 419}=5,46$; $P=0,0046$) y en las pupas ($F_{2; 419}=8,69$; $P=0,0002$) con respecto a las distancias del cultivo a las franjas marginales (Tabla 4). En las larvas chicas y en las pupas, se puede ver que la cantidad es menor en los surcos más alejados de la franja marginal.

Tabla 4. Medias (\pm DE) de larvas chicas, medianas, grandes y pupas de *P. xylostella*, por distancias a la franja marginal. Trasplante de verano.

Trasplante de verano				
Distancias ***	Lc**	Lm**	Lg**	P**
1 – 2	1,56 \pm 2,42 ab	0,64 \pm 1,20 a	0,11 \pm 0,36 a	1,50 \pm 1,83 a
4 – 5	1,84 \pm 2,70 a	0,48 \pm 0,96 a	0,28 \pm 0,60 a	1,06 \pm 1,40 ab
9 – 10	1,09 \pm 1,35 b	0,43 \pm 0,74 a	0,25 \pm 0,54 a	0,87 \pm 1,20 b

* Lc= larvas chicas; Lm= larvas medianas; Lg= larvas grandes; P= pupa.

** Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre si. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

*** Distancias (filas) con respecto a la franja marginal.

Respecto de la evolución de los adultos de parasitoides y de la plaga, en las siembras primaverales, no se hallaron diferencias significativas. En el trasplante de verano, sólo se hallaron diferencias significativas en el número medio de individuos de *O. sokolowskii* ($F_{2; 335}= 8,38$; $P= 0,0003$) emergidos en la distancia más lejana a la franja con *B. campestris*. La emergencia de los adultos de la plaga aumentó 4% en la distancia intermedia y se mantuvo en la más lejana, con respecto a los lomos más cercanos a la franja marginal (Tabla 5).

Tabla 5. Medias (\pm DE) de *C. plutellae*, *O. sokolowskii* y de adultos de *P. xylostella* emergidos por distancias a la franja marginal. Trasplante de verano.

Distancias**	<i>C. plutellae</i> *	<i>O. sokolowskii</i> *	Ad. <i>P. xylostella</i> *
1 – 2	0,06 \pm 0,31 a	1,58 \pm 3,09 a	1,23 \pm 1,87 a
4 – 5	0,10 \pm 0,42 a	1,05 \pm 1,70 ab	1,30 \pm 2,51 a
9 – 10	0,06 \pm 0,31 a	0,64 \pm 1,21 b	1,25 \pm 1,71 a

* Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre sí. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

** Distancias (surcos) con respecto a la franja marginal.

5.2. Efecto de las franjas marginales versus los tratamientos químicos, sobre algunos parámetros productivos del repollo.

Para el trasplante de primavera, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, en el peso ($F_{3; 119}=0,76$; $P=0,5170$) ni en el diámetro de las cabezas de repollo ($F_{3; 119}= 0,66$; $P= 0,5773$ (Tabla 6).

Tabla 6. Medias (\pm DE) de los pesos (Kg) y diámetros (cm) de los repollos por tratamiento. Trasplante de primavera.

Trasplante de primavera		
Tratamientos **	Peso *	Diámetros *
Testigo	1,10 \pm 0,50 a	42,64 \pm 8,30 a
CBC/ S Ins.	1,10 \pm 0,45 a	42,67 \pm 6,82 a
CBC/ C Ins.	1,22 \pm 0,53 a	44,25 \pm 8,00 a
SBc/ C Ins.	1,26 \pm 0,57 a	44,90 \pm 7,53 a

* Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre sí. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

** CBC/S Ins= Con *Brassica campestris*, sin insecticida; CBC/C Ins= Con *Brassica campestris*, con insecticida; SBc/C Ins= Sin *Brassica campestris*, con insecticida.

Para el transplante de verano no se observaron diferencias significativas en el peso o el diámetro del repollo por efecto de tratamientos. Sin embargo, la distancia a las franjas marginales afectó el peso del repollo. En la distancia más lejana a la franja marginal es donde se observó el menor peso de repollo ($F_{2; 119}=5,11$; $P=0,0075$) (Tabla 7).

Tabla 7. Medias (\pm DE) de los pesos (Kg) y diámetros (cm) de los repollos por distancias a las franjas marginales. Trasplante de verano.

Distancias **	Peso *	Diámetro*
1-2	1,14 \pm 0,41 ab	51,78 \pm 6,95 a
4-5	1,35 \pm 0,32 a	54,00 \pm 6,08 a
9-10	1,04 \pm 0,56 b	50,63 \pm 10,40 a

* Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre si. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

** Distancias (filas) con respecto a la franja marginal.

5.3. Ensayos de laboratorio. Emergencia de parasitoides, según diferentes estadios de desarrollo de la plaga.

“Efecto de franjas marginales de *Brassica campestris* L. en *Plutella xylostella*
(Lepidoptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales, en repollo”

Para los trasplantes de primavera y verano, hubo diferencias significativas en la preferencia de los parasitoides. En el caso de *C. plutellae* ($F_{3; 335}=7,06$; $P=0,0001$), el ataque disminuyó con la edad de la plaga, mientras que en *O. sokolowskii* ($F_{3; 335}=21,69$; $P<0,0001$) tuvo una clara preferencia para el estado de pupa (Tabla 8).

Tabla 8. Medias (\pm DE) de individuos de *Cotesia* sp. y *Oomyzus* sp. en función de los estados de desarrollo *P. xylostella* atacados. Trasplante de primavera y de verano.

Trasplante de primavera		
Estadios**	<i>C. plutellae</i>*	<i>O. sokolowskii</i>*
Lc	0,26 \pm 0,75 a	0,65 \pm 1,49 a
Lm	0,08 \pm 0,35 ab	0,71 \pm 1,38 a
Lg	0,01 \pm 0,11 b	0,31 \pm 0,64 a
P	0,00 \pm 0,00 b	1,99 \pm 1,97 b
Trasplante de verano		
Lc	0,21 \pm 0,56 a	0,52 \pm 0,98 a
Lm	0,08 \pm 0,39 ab	0,57 \pm 0,88 a
Lg	0,00 \pm 0,00 b	0,21 \pm 0,47 a
P	0,00 \pm 0,00 b	3,06 \pm 3,45 b

* Letras iguales dentro de las columnas no difieren estadísticamente entre si. Test de Tukey ($\alpha \leq 0,01$).

**Lc=larvas chicas; Lm=larvas medianas; Lg=larvas grandes; P=pupas.

6. DISCUSIÓN

6.1. Análisis del efecto de las franjas marginales de *B. campestris* y de insecticidas.

6.1.1. Sobre la población de *P. xylostella*

Los tratamientos no influyeron en la cantidad de *P. xylostella* en el repollo trasplantado en primavera y en verano, teniendo en cuenta que esta plaga es muy móvil entre las diferentes áreas de los cultivos (Honda *et al.*, 1992; Saito *et al.*, 1998), y que, desde hace más de 50 años, esta plaga se volvió una de las más difíciles de controlar a nivel mundial porque ha desarrollado resistencia a distintas clases de insecticidas (Caprio & Tabashnik, 1992; Shelton *et al.*, 2000; Sarfraz & Keddie, 2005) podrían explicar los resultados hallados.

Considerando que junto a los factores ambientales del cinturón hortícola santafesino, las prácticas culturales utilizadas por los productores, tales como las siembras sucesivas de crucíferas durante prácticamente todo el año y la falta de eliminación de los residuos de cosecha, favorecen las posibilidades de multiplicación continua de la plaga. Los productores de la zona, con el fin de reducir los daños de *P. xylostella*, optan por el método de aplicaciones de insecticidas, con frecuencia semanal, que en otras partes de Latinoamérica y del mundo han demostrado ser ineficaces (Castelo Branco *et al.*, 2003). Castelo Branco & Medeiros (2001), mencionan que aplicaciones de insecticidas, de hasta tres veces por semana no logran reducir la población. Estos hechos explicarían la ineficiencia de las aplicaciones de los agroquímicos.

6.1.2. Sobre la población de los parasitoides de *P. xylostella*.

En el trasplante de primavera no hubo diferencias en los tratamientos con respecto a la población de parasitoides.

En el trasplante de verano, el único parasitoide que presentó el efecto esperado de las franjas marginales fue *O. sokolowskii*, disminuyendo su población en el cultivo en forma inversa a la distancia. Las tasas de parasitismo aumentan con la temperatura (Wang *et al.*, 1999), coincidiendo con la abundancia hallada en los trasplantes de verano. Por otra parte, las plantas con flores, tales como *B. campestris*, podrían haber servido como fuente alimenticia de los adultos, mejorando la tasa de parasitismo (Lee *et al.*, 2006). Winkler & Wäckers (2010) hallaron iguales resultados cuando estudiaron el efecto de franjas marginales de *Anathum graveolens* L. en lotes de repollo de Bruselas. Estos autores concluyeron que, si bien aumentó el número de parasitoides, su efecto no se tradujo en el aumento en el parasitismo de *P. xylostella*, concluyendo que las altas tasas de migración del enemigo natural pudieron haber diluido el efecto de los tratamientos. En nuestro caso la distancia establecida, de 2 metros entre las franjas marginales y las parcelas de repollo, pudo ser escasa para evitar que las avispas, que se alimentan de néctar, se dispersen a otras zonas.

Con respecto a las distancias del cultivo a las franjas marginales, los mayores recuentos de *O. sokolowskii*, parasitoide larval-pupal, coinciden con los menores recuentos de las larvas grandes de la plaga. Nakamura & Noda (2001) mencionan que este parasitoide prefiere los estadios larvales más avanzados. Silva-Krott *et al.* (1995) encontraron que este comportamiento resulta ventajoso para la especie, debido al aumento de la descendencia y de la longevidad, ya que la selección de huéspedes de mayor tamaño les permite vivir más tiempo.

Los resultados hallados en verano muestran que la aplicación de insecticidas en las franjas marginales no tuvo consecuencias en el parasitismo de la plaga; coincidiendo con los resultados hallados por Babari *et al.* (2005), cuando estudiaron franjas marginales de *B. rapa* en el cultivo de *B. napus*. Estos autores concluyeron que el parasitoide de crisomélido por ellos estudiados (*Tersilochus obscurator*) Aub. (Hymenoptera: Ichneumonidae) no se vio afectado por los tratamientos químicos debido a que su población fue muy abundante.

6.2. Efecto de las franjas marginales versus los tratamientos químicos, sobre algunos parámetros productivos del repollo.

Los daños de *P. xylostella* pueden reducir tanto la calidad como el número de plantas de los cultivos de repollo, impactando en los ingresos del productor. En nuestro estudio, el peso de las cabezas se vio afectado por los tratamientos en forma significativa sólo en el verano respecto de las franjas marginales siendo menor en la distancia mayor (Tabla 7).

6.3. Ensayos de laboratorio. Emergencia de parasitoides, según diferentes estadios de desarrollo de la plaga.

Los dos parasitoides hallados fueron *O. sokolowskii* y *C. plutellae*, actuando en forma conjunta. La especie nombrada en primer término fue la más abundante. Tanto la plaga como los parasitoides estudiados sobreviven y se desarrollan en las crucíferas silvestres (Johanowicz & Mitchell, 2000; Perfecto & Vet, 2003; Kahuthia-Gathu *et al.*, 2008; Kathutia-Gatu *et al.*, 2009). Los resultados sugieren que *B. campestris*, que es

una adventicia frecuente en los sistemas agrícolas y en las zonas marginales de los cultivos, puede contribuir al desarrollo de los parasitoides, al proporcionarles refugio y alimentos alternativos, reduciendo el riesgo de extinción local después de la aplicación de plaguicidas o de la cosecha. Sin embargo, también pueden ser una fuente de *P. xylostella* y su presencia cerca de campos con crucíferas cultivadas podrían llevar a un aumento poblacional. A iguales conclusiones llegaron Kahuthia-Gathu *et al.* (2009), al estudiar el efecto de varias especies de brasicas silvestres, en zonas donde hubo presencia de especies cultivadas. *Cotesia plutellae*, a diferencia de *O sokolowskii*, se presentó con menores recuentos, pero atacando las larvas chicas y medianas de *P. xylostella*, resultados que coinciden con los hallados por Lim (1986), Nakamura & Noda (2001), Lingappa *et al.* (2004) y Sarfraz *et al.* (2005a).

6.4. Consideraciones finales

Es difícil determinar, a partir de los resultados hallados en este estudio, así como de los obtenidos por otros autores, si las franjas marginales pueden aumentar el efecto del control biológico de *P. xylostella*. Se requieren estudios complementarios para poder aseverar este efecto. Las teorías que apoyan a la biodiversidad constituyen simples relaciones ecológicas y predicen que puede ser un factor importante que rige la estabilidad, la productividad, la dinámica de los nutrientes, entre otros, en los sistemas. Sin embargo Tilman (1999) menciona que no es necesariamente el único factor y que ni siquiera es la mayor fuerza que interviene en los mencionados procesos, sino que la composición de especies, la productividad, la perturbación, el clima, y los factores edáficos puede ser tan o más importante que la diversidad. Tilman (1999) no disminuye la importancia de su papel, sino que lo pone en perspectiva, ya que considera que es una medida de la probabilidad de tener determinadas especies en un sistema y que depende de la variación de los atributos que ellas poseen dentro del mismo.

Para nuestra zona es necesario continuar con los trabajos relacionados a la diversidad vegetal en los sistemas hortícolas, a fin de determinar el efecto, positivo o

negativo, que pudieran ejercer sobre las poblaciones de los insectos plagas y de sus enemigos naturales, ya que el impacto de los recursos florales es una relación directa.

Estudios realizados demuestran que el comportamiento de *P. xylostella* frente a diferentes insecticidas depende de las cepas provenientes de diferentes regiones. Es necesario continuar los estudios para determinar fehacientemente la posibilidad de resistencia en las poblaciones locales de esta plaga. Las poblaciones de esta plaga no han sido estudiadas aún en nuestro país con respecto a este asunto, razón por la cual, a partir de este estudio, se concluye que deben estudiarse el comportamiento de la población local de la plaga frente a la acción de los agroquímicos permitidos para los cultivos hortícolas del país.

7. CONCLUSIONES

- La época de trasplante estival presentó mayor población de *P. xylostella* y de *Oomyzuz* sp.
- Las franjas marginales y los tratamientos químicos no tuvieron efecto significativo en el ataque de la plaga, ni en el peso y el diámetro de las cabezas del repollo.
- *Oomyzus sokolowskii* fue el parasitoide más abundante, quien prefiere parasitar larvas grandes y pupas, mientras *C. plutellae*, especie menos abundante, ataca larvas de menor tamaño.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALOMAR, O. & R. ALBAJES. 2005. Control Biológico de Plagas: Biodiversidad Funcional y Gestión del Agroecosistema N° 1. Disponible online: [online] Disponible en la World Wide Web en http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/4643/Biodiversidad_Funcional.pdf?sequence=1. Acceso: 25 marzo 2013.
- ALTIERI, M. 1993. Sustainability and the rural poor: A Latin American perspective (pp. 193-209). En: Food for the future: Conditions and contradictions of sustainability. P. Allen (Ed.) John Wiley and Sons, New York.
- ALTIERI, M. A. & C. I. NICHOLLS. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª edición. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental 4. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Méjico D. F. 233 pp.
- ALTIERI, M. A.; L. PONTI & C. I. NICHOLLS. 2007. El manejo de las plagas a través de la diversificación de las plantas. Leisa Revista de agroecología. 9-12.
- ARIAS RIVAS, P. R. 2000. Evaluación de tres plaguicidas en diferentes dosificaciones para el control de la palomita dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*), con uso de nivel crítico de aplicación en Barcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 62 pp.
- AZIDAH, A. A.; M. G. FITTON & D. L. QUICKE. 2000. Identification of the *Diadegma* species (Hymenoptera: Ichneumonidae, Campopleginae) attacking the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Bulletin of Entomology Research. 90(5):375-389.
- BARARI, H.; S. M. COOK; S. J. CLARK & I. H. WILLIAMS. 2005. Effect of a turnip rape (*Brassica rapa*) trap crop on stem-mining pests and their parasitoids in winter oilseed rape (*Brassica napus*). BioControl. 50: 69-86.

- BENDER, D. A.; W. P. MORRISON & R. E. FRISBIE. 1999. Intercropping cabbage & Indian mustard for potential control of lepidopterous and other insects. *HortScienc.* 34: 275-279.
- BERNDT, L. A.; S. D. WRATTEN & P. HASSAN. 2002. Effects of buckwheat flowers on leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) parasitoids in a New Zealand vineyard. *Agricultural and Forest Entomology.* 4: 39-45.
- BERTOLACCINI, I.; D. SÁNCHEZ & C. ARREGUI. 2010. Incidencia de algunos factores naturales de mortalidad de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), en el área centro-este de Santa Fe, Argentina. *Horticultura Argentina.* 29(68): 20-24
- BIANCHI, F. J. J.; P. W. GOEDHART & J. M. BAVECO. 2008. Enhanced pest control in cabbage crops near forest in The Netherlands. *Landscape Ecology.* 23 (5): 595-602.
- BURKS, R. A. 2003. Key to the Nearctic genera of Eulophidae, subfamilies: Entedoninae, Euderinae, and Eulophinae (Hymenoptera: Chalcidoidea). University of California, Riverside. Disponible on line: <http://cache.ucr.edu/~heraty/Eulophidae/index.html>. (Acceso: 4 octubre 2010).
- CACERES, L. M. 1980. Caracterización climática de la provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección general de suelos y agua. Departamento de Aguas. 55158. C 14.
- CAPRIO, M.A. & B. E. TABASHNIK. 1992. Gene flow accelerates local adaptation among finit populations: simulating the evolution of insecticide resistance. *Journal of Economic Entomology.* 85: 611-620.
- CARRILLO, D.; M. S. SERRANO & E. TORRADO-LEÓN. 2006. Efecto de plantas nectaríferas sobre la reproducción de *Diadegma aff insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitoide de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Revista Colombiana de Entomologia.* 32(1): 18-23.

- CASTELO BRANCO, M. & M. A. MEDEIROS. 2001. Impacto de inseticidas sobre parasitoides da traça-das-crucíferas em repolho, no Distrito Federal. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 36 1: 7-13.
- CASTELO BRANCO, M.; F. H. FRANÇA; M. A. MEDEIROS & J. G. T. LEAL. 2001. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. Horticultura Brasileira. 19: 60-63.
- CASTELO BRANCO, M.; F. H. FRANÇA; L. A. PONTES & P. S. T. AMARAL. 2003. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações da traça-das crucíferas de algumas áreas do Brasil. Horticultura Brasileira. 21 (3): 549-552.
- CHARLESTON, D. S. & R. KFIR. 2000. The possibility of using Indian Mustard, *Brassica juncea*, as a trap crop for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in South Africa. Crop Protection. 19: 455-460.
- CHELLIAH, S. & K. SRINIVASAN. 1986. Bioecology and management of diamondback moth in India: 63-76. In: TALEKAR, N. S. & T. D. GRIGGS (eds.) Diamondback moth management. Proceedings, 1st International Workshop, Tainan, Taiwan.
- CHENG, E. Y. 1985. Problems of control of insecticide-resistant *Plutella xylostella*. Journal of Pesticide Science. 23: 177-188.
- CONDE, J. 2000. Mapa climático de Köppen. Editoriales y opinión prensa internacional. Disponible on line: <http://www.terra.es/personal/jesusconde> (Acceso: 02 mayo 2011).
- DELVARE, G. 2004. The taxonomic status and role of Hymenoptera in biological control of DBM, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). In: SARFRAZ, M.; A. B. KEDDIE & L. M. DOSDALL. 2005. Biocontrol Science and Technology. 15(8): 763-789.
- DI RIENZO, J. A.; F. CASANOVES; M. G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA, & C. W. ROBLEDO. 2011. Infostat. Universidad Nacional de Córdoba.
- EBRAHIMI, N; A. A. TALEBI; Y. FATHIPOUR & A. A. ZAMANI. 2008. Host plants effect on preference, development and reproduction of *Plutella xylostella* (L.)

- (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory conditions. *Advances in Environmental Biology*. 2(3): 108-114.
- FAO. 2012. U. N. Food Agricultura Organizations. FAOSTAT database. [online] Disponible en la World Wide Web en at [http://mongabay.com/commodities/data/category/1-Production/1-Crops/358-Cabbages+and+other+brassicac/31-Area+Harvested+\(Ha\)#IMalsvCP4SRp1kqQ.99](http://mongabay.com/commodities/data/category/1-Production/1-Crops/358-Cabbages+and+other+brassicac/31-Area+Harvested+(Ha)#IMalsvCP4SRp1kqQ.99). Acceso: 31 julio 2013.
- GARCIA, M. S.; P. E. LEVA & S. E. VALTORTA. 2008. Caracterización del régimen agroclimático de heladas para la provincia de Santa Fe durante el período 1979-2004. *Revista de la Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía*. 28 (1): 53-62.
- GARDINER, M. M.; D. A. LANDIS; C. GRATTON; C. D. DIFONZO; M. O'NEAL; J. M. CHACON; M. T. WAYO; N. P. SCHMIDT; E. E. MUELLER & G. E. HEIMPEL 2009. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications*. 19(1): 143-154.
- GAULD, I. & B. BOLTON (Eds.).1996. *The Hymenoptera*. Oxford University Press. 332 pp.
- GURR, G. M. & S. D. WRATTEN. 1999. Integrated biological control: a proposal for enhancing success in biological control. *International Journal of Pest Management*. 45(2): 81-84.
- HASEEB, M.; T. LIU & W. A. JONES. 2004. Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. *BioControl*. 49: 33-46.
- HASEEB, M.; H. AMANO & T. LIU. 2005. Effects of selected insecticides on *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Insect Science*. 12: 163-170.
- HOKKANEN, H. M. T. 1991. Trap cropping in pest management. *Annual Review of Entomology*. 36: 119-138.

- HONDA, K.; Y. MIYAHARA & K. KEGASAWA. 1992. Seasonal abundance and the possibility of spring immigration of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Yponomeutidae), in Morioka City, Northern Japan. *Applied Entomology and Zoology*. 27: 517-525.
- HOOKS, C. R. R. & M. W. JOHNSON. 2003. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection*. 22: 223–238.
- IDRIS, A. & E. GRAFIUS. 1995. Wildflowers as nectar sources for *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Environmental Entomology*. 24: 1726-1735.
- INTA. 1991. Carta de suelo de la República Argentina, hojas 3160-26 y 25, Esperanza-Pilar. Imprenta E.E.A. INTA Rafaela. Santa Fe 135 pp.
- JOHANOWICZ, D. L. J. & E. R. MITCHELL. 2000. Effects of sweet alyssum flowers on the longevity of the parasitoid wasps *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) and *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Florida Entomologist*. 83(1): 41-47.
- KAHUTHIA-GATHU, R.; B. LÖHR & H.M. POEHLING. 2008. Effect of common wild crucifer species of Kenya on fitness of two exotic diamondback moth parasitoids, *Cotesia plutellae* and *Diadegma semiclausum*. *Crop Protection*. 27: 1477-1484.
- KAHUTHIA-GATHU, R.; B. LÖHR; H. M. POEHLING & P. K. MBUGUA. 2009. Diversity, distribution and role of wild crucifers in major cabbage and kale growing areas of Kenya. *Bulletin of Entomological Research*. 99(3):287-97.
- KOGAN, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*. 43: 243-70.
- LAVANDERO, B.; S. D. WRATTEN; R. K. DIDHAM & G. GURR. 2006. Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword?. *Basic and applied Ecology*. 7 (3): 236-243.

- LEE, J.; D. ANDOW & G. E. HEIMPEL. 2006. Influence of floral resources on sugar feeding and nutrient dynamics of a parasitoid in the field. *Ecological Entomology*. 31: 470-480
- LIM, G. S. 1986. Biological control of diamondback moth. In: TALEKAR, N. S. & T.D. GRIGGS. Diamondback moth management, Proceedings 1st. International Workshop. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan. 159-171.
- LINGAPPA, S.; K. BASAVANAGOUD; K. A. KULKARNI; R.S. PATIL & D. N. KAMBREKAR. 2004. Threat to vegetable production by diamondback moth and its management strategies. *Disease Management of Fruits and Vegetables*. 1: 357-396.
- LUTHER, G. C.; H. R. VALENZUELA & J. DE FRANK. 1996. Impact of cruciferous trap crops on Lepidoptera pests of cabbage in Hawaii. *Environmental Entomology Journal*. 25: 39-47.
- METCALF, R. L. 1994. Insecticides in pest management. In: HOOKS, C. R. R. & M. W. JOHNSON. 2003. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection*. 22: 223-238.
- MOLINARI, A. M. 2005. Control Biológico. Especies entomófagas en cultivos agrícolas. 1^º Edición, INTA. Oliveros. 80 pp.
- MONTERO, G. A.; L. VIGNAROLI; S. CAVAGLIA & M. LIETTI. 2007. Colza, algo nuevo en la región. *Agromensajes*. 22: 11-12.
- MUSTATA, G. 1990. Role of parasitoid complex in limiting the population of diamondback moth in Moldavia, Romania. In: TALEKAR, N. S. Diamondback moth and other crucifer pests, Proceedings 2nd International Workshop. Asian Vegetable Research and Development Center, Tainan, Taiwan, 203-212.
- NAKAMURA, A. & T. NODA. 2001. Host-age effects on oviposition behavior and development of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Applied of Entomology and Zoology*. 36 (3): 367-372.

- NASCA, A. J. 1994. Introducción al manejo integrado de problemas fitosanitarios. Parte 1: agroecología. Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria N° 12. pp. 133.
- NICHOLLS, C.. 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. Publicaciones Universidad de Murcia (Eds.). (1) 12 pp.
- NICHOLLS, C. & M. ALTIERI. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 65: 50-64.
- NORRIS, R. F. 2005. Symposium: ecological bases of interactions between weeds and organisms in other pest categories. Weed Science. 53: 909-913.
- PASTRANA, J. A. 2004. Los Lepidópteros Argentinos. Sociedad Entomológica Argentina Ediciones. San Miguel de Tucumán, Argentina. 334 pp.
- PERFECTO, I. & L. E. M. VET. 2003. Effect of a nonhost plant on the location behavior of two parasitoids: The tritrophic system of *Cotesia* spp. (Hymenoptera: Braconidae), *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae), and *Brassica oleraceae*. Environmental Entomology. 32(1): 163-174.
- PERRIN, R. M. 1980. The role of environmental diversity in crop protection effects of temporal and spatial diversity in agroecosystems on phytophagous insects, diseases, weeds and natural enemies. Journal of Environmental, Protection and Ecology. 2 (2): 77-114.
- PHILLIPS, R. & M. RIX. 1993. The random house book of vegetables. Random House Inc., New York, 270 pp.
- PRECIADO PATIÑO, J. 2007. Colza, la cenicienta invernal. [online] Disponible en la World Wide Web en: <http://www.infocampo.com.ar/agricultura/8478-colza-la-cenicienta-invernal/>. Acceso: 25-junio-2013.

- RISCH, S. J.; D. ANDOW & M. A. ALTIERI. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology*. 12: 625-629.
- SAITO, O.; S. MIZUSHIMA.; S. OKUYAMA; T. HANADA; H. TORIKURA; K. HACHIYA & K. SATO. 1998. Biology of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), in Hokkaido. *Research Bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station*. 167: 69-110.
- SALAS, M. D.; B. MENDOZA; E. SALAZAR & V. M. RIVERA. 1993. Supervivencia y reproducción de la palomilla dorso de diamante en crucíferas. *Turrialba*. 43(4): 242-246.
- SARFRAZ, M. & B. A. KEDDIE. 2005. Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidae). *Journal of Applied Entomology*. 129: 149-157.
- SARFRAZ M.; L. M. DOSDALL & B. A. KEDDIE. 2005a. Evidence for behavioural resistance by the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Journal of Entomology and Nematology*. 129(6): 340-341.
- SARFRAZ, M.; A. B. KEDDIE & L. DOSDALL. 2005b. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology*. 15(8): 763-789.
- SARFRAZ, M.; L. M. DOSDALL & B. A. KEDDIE. 2006. Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. *Crop Protection*. 25 (7): 625-639.
- SAUCKE, H.; F. DORI & H. SCHMUTTERER. 2000. Biological and integrated control of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and *Crocidolomia pavonana* (Lep., Pyralidae) in brassica crops in Papua New Guine. *Biocontrol Science and Technology*. 10: 595-606.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 2013. [online] Disponible en la World Wide Web en: <http://www.smn.gov.ar>. Acceso: 2 febrero 2013.

- SHELTON, A. M. & N. S. TALEKAR. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review Entomology*. 38: 275-301.
- SHELTON, A.M.; J. L. ROBERTSON; J. D. TANG; C. J. PEREZ; S. D. EIGENBRODE; H. K. PREISLER; W. T. WILSEY & R. J. COOLEY. 1993a. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera, Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field. *Journal of Economic Entomology*. 86: 697-705.
- SHELTON, A. M.; J. A. WYMAN; N. L. CUSHING, K. APFELBECK & T. J. DENNEHY. 1993b. Insecticide resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America. *Journal of Economic Entomology*. 86: 11-19.
- SHELTON, A. M.; F. V. SANCES; J. HAWLEY; J. D. TANG.; M. BOUNE; D. JUNGERS; H. L. COLLINS & J. FARIAS. 2000. Assessment of insecticide resistance after the outbreak of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in California in 1997. *Journal of Economic Entomology*. 93: 931-936.
- SILVA-KROTT, I. U.; P. SINGH; T. S. LALI & R. MUNIAPPAN. 1995. Development of a trap cropping system for cabbage in Guam. *Pest Management Horticultural Ecosystem*. 1: 27-35.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & M. J. WAY. 1970. Ecological background to pest management. In: SRINIVASAN, K. & P.N. KRISHNA-MOORTHY. 1991. Indian mustard as a trap crop for management of major lepidopterous pests on cabbage. *Tropical Pest Management*, 37: 26-32.
- SRINIVASAN, K. & P.N. KRISHNA-MOORTHY. 1991. Indian mustard as a trap crop for management of major lepidopterous pests on cabbage. *Trop. Pest Mgt.* 37:26-32.
- SWIFT, M. J & J. M. ANDERSON. 1993. Biodiversity and ecosystem function in agroecosystems. En: ALTIERI, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74: 19-31.
- TALEKAR, N. S. & A. M. SHELTON. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*. 38: 275-301.

- TILMAN, D. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology*, 80(5): 1455-1474.
- VANDERMEER, J. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge. In: ÅSMAN, K. 2002. Trap cropping effect on oviposition behavior of the leek moth *Acrolepiopsis assectella* and the diamondback moth *Plutella xylostella*. *Entomologia Experimentalist et Applicata*. 105: 153-64.
- VARELA OCHOA, G. 1991. Policultivos (Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria) y la incidencia de *Plutella xylostella* y sus enemigos naturales en el repollo. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, pp. 122.
- VÁZQUEZ MORENO, L. 2006. Conferencia ofrecida en el XV Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). San José de Las Lajas, La Habana, Cuba. 7 al 10 de noviembre de 2006.
- WAKISAKA, S.; R. TSUKUDA & F. NAKASUJI. 1990. Effects of natural enemies, rainfall, temperature host plants on survival and reproduction of diamondback moth. Diamondback moth and other crucifer pest. In: Proceedings of the 2nd. International workshop. Taiwan. 1: 15-26.
- WANG, X-G; S-S LIU; S-J GUO & W-C LIN. 1999. Effects of host stages and temperature on population parameters of *Oomyzus sokolowskii*, a larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella*. *BioControl*. 44: 391-402.
- WINKLER, K. & F. L. WÄCKERS. 2010. Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. *BioControl*. 55:719-727.
- WRATTEN, S.; L. BERNDT; G. GURR; J. TYLIANAKIS; P. FERNANDO & R. DIDHAM. 2002. Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. Honolulu, Hawaii, USA, January 14-18.

WRATTEN, S. D.; B. I. LAVANDERO; J. TYLIANAKIS; D. VATTALA; T. ÇILGI & R. SEDCOLE.
2003. Effects of flowers on parasitoid longevity and fecundity. *New Zealand Plant
Protection*. 56: 239-245.