



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Proyecto

**Evaluación de la fluctuación poblacional y la distribución espacial
de *Colias lesbia* y fauna benéfica en el cultivo de alfalfa.**

**Nombre del Alumno: Rodolfo Andrés Fiorimanti
DNI: 33.581.414**

**Director: Ing. Agr. Jorge Giuggia
Co-Director: Ing. Agr. Graciela Boito**

**Río Cuarto - Córdoba
Mayo 2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “Evaluación de la fluctuación poblacional y la distribución espacial de *Colias lesbia* y fauna benéfica en el cultivo de alfalfa.”

Autor: Rodolfo Andrés **Fiorimanti**
DNI: 33581414

Director: Ing. Agr. Jorge Giuggia
Co-Director: Ing. Agr. Graciela Boito

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Ing. Agr. Guillermo March _____

Ing. Agr. Marcelo Kearney _____

Ing. Agr. Jorge Giuggia _____

Fecha de Presentación: ____ / _____ / _____

Aprobado por Secretaría Académica: ____ / ____ / _____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

Aquello que parecía tan lejano ha llegado, sin dudas tantos esfuerzos y sacrificios dieron sus frutos, **la obtención de mi Título de Grado.**

Este logro no ha sido mérito individual, sino que lo debo a un conjunto de personas que, algunos desde cerca y otros desde muy lejos como el cielo me acompañaron y me siguen acompañando, por lo tanto aquí expongo un agradecimiento de manera muy especial.

Creando que es una manera humilde de tenerlos presente a todos ellos, le dedico mi Trabajo Final de Grado:

A mis padres por la educación recibida y los valores que me enseñaron, por apoyarme en mis objetivos y brindarme los recursos para realizar mis estudios.

A mis hermanos con los cuales compartimos momentos de estudios y vivencias inolvidables juntos.

A la abuela Irma y a la abuela “Chita”, siempre pendientes de sus nietos.

Al abuelo “Cito” y al abuelo Juan que ya no están, pero siguen presentes en mi corazón.

A la tía “Nina”, siempre te considere una abuela más y desde el cielo sé que estás conmigo.

A mis tíos, tías y primos presentes.

A Laura, la persona que conocí en este último tiempo y elijo para seguir un mismo camino.

A mis amigos del pueblo, Fernando, Fabricio, Matías y Gabriel con los que compartimos diferentes momentos juntos.

A los compañeros de la facultad, Nicolás Arnosio, Nicolás Salusso, Lucas Aguirre, Mariano Beltrame, Mauricio Busso y Manuel Capra; el famoso “grupo vip”.

Por último también quiero agradecer a los docentes que dedicando su tiempo, paciencia y conocimiento ayudaron y guiaron en la elaboración de este Trabajo Final de Grado.

ÍNDICE GENERAL

Carátula.....	I
Índice general.....	IV
Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	VI
Resumen.....	VII
Summary.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
II. MATERIALES y MÉTODOS.....	6
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
IV. CONCLUSIONES.....	17
V. BIBLIOGRAFÍA.....	18
VI. ANEXO.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Adulto y larva de <i>C. lesbia</i> en cultivo de alfalfa.....	2
Figura 2. Larvas en diferentes estadios, pupa y adultos de <i>C. lesbia</i>	2
Figura 3. Distribución espacial.....	5
Figura 4. Cultivo de alfalfa donde se realizó el monitoreo.....	6
Figura 5. Diseño del muestreo	7
Figura 6. Red de arrastre utilizada.....	8
Figura 7. Cámara de dióxido de carbono.....	8
Figura 8. Fluctuación poblacional de <i>C. lesbia</i>	9
Figura 9. Fluctuación poblacional de larvas <i>C. lesbia</i> mayores a 1cm en cada estación de muestreo.....	10
Figura 10. Fluctuación poblacional de organismos benéficos predadores de larvas y huevos, durante el período de muestreo.....	11
Figura 11. Fluctuación poblacional de organismos benéficos parasitoides de larvas, durante el periodo de muestreo.....	12
Figura 12. Fluctuación poblacional de organismos benéficos predadores y larvas de <i>C. lesbia</i> menores a 1cm, para el periodo de muestreo.....	12
Figura 13. Fluctuación poblacional de organismos benéficos parasitoides de larvas y larvas de <i>C. lesbia</i> , para el periodo de muestreo.....	13
Figura 14. Fluctuación poblacional de larvas de <i>C. lesbia</i> y organismos benéficos totales.....	13
Figura 15. <i>Orius</i> sp.(Izquierda), <i>Geocoris</i> sp.(derecha); Hemiptera.....	21
Figura 16. <i>Nabis</i> sp.; Hemiptera.....	21
Figura 17. <i>E. conexa</i> adulto (izquierda) y larva (derecha); Coleoptera.....	22
Figura 18. <i>H. convergens</i> ; Coleoptera.....	22
Figura 19. Arácnidos.....	22
Figura 20. Tachinidae; Diptera.....	23
Figura 21. Hymenopteros.....	23
Figura 22. Braconidae; Hymenoptera.....	24
Figura 23. <i>Chrysopa lannata lannata</i> ; Neuroptera.....	25
Figura 24. Syrphidae; Diptera.....	26

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Régimen térmico (°C).....	8
Tabla 2. Régimen hídrico (mm).....	8
Tabla 3. Organismos benéficos que efectúan control biológico de <i>C. lesbia</i>	10
Tabla 4. Distribución de la población de <i>C. lesbia</i> por fecha de monitoreo.....	14
Tabla 5. Distribución de la población de organismos benéficos predadores por fecha de monitoreo.....	15
Tabla 6. Distribución de la población de organismos benéficos parasitoides por fecha de monitoreo.....	16

RESUMEN

Evaluación de la fluctuación poblacional y la distribución espacial de *Colias lesbia* y fauna benéfica en el cultivo de alfalfa.

Colias lesbia, conocida vulgarmente como “isoca de la alfalfa” se caracteriza por estar presente todos los años en los meses de verano en el cultivo de alfalfa. Sus daños son variables de acuerdo con la intensidad de sus ataques. El cultivo de alfalfa también es reservorio de una gran cantidad y diversidad de organismos benéficos. En este sentido se propone el estudio de la evolución poblacional y distribución espacial de *C. lesbia* y organismos benéficos que resulta muy importante para la toma de decisiones a la hora de determinar el manejo de la plaga. Se determinaron las fluctuaciones poblacionales de *C. lesbia* y organismos benéficos a través de monitoreos semanales con red de arrastre. La distribución espacial se determinó a través del índice de agregación varianza-media (S^2/X). El cultivo de alfalfa permitió el desarrollo de una diversidad de fauna benéfica que actuó regulando la población de *C. lesbia* como se observó en las diferentes fluctuaciones poblacionales, lo cual no permitió que la plaga superara el umbral de daño económico, determinando una relación entre las poblacionales de *C. lesbia* y organismos benéficos tanto predadores como parasitoides. *C. lesbia* tuvo una distribución espacial regular en la mayoría del tiempo analizado y se observó una distribución agregada cuando la plaga alcanzó los picos poblacionales de acuerdo al índice de agregación utilizado. Los organismos benéficos presentaron una distribución regular durante todo el tiempo de análisis. El estudio de las poblaciones de organismos de interés agrícola y sus interacciones resulta importante en la toma de decisiones agronómicas sustentables para la protección de cultivos maximizando la producción de los agroecosistemas imprescindibles en la alimentación humana.

Palabras claves: *Colias lesbia*, organismos benéficos, diversidad, fluctuación poblacional, distribución espacial.

SUMMARY

Evaluation of the population dynamics and spatial distribution of *Colias lesbia* and beneficial organisms, in the alfalfa crop.

C. lesbia, commonly known as "alfalfa worm" is characterized by being present every year in the summer months in growing alfalfa. Your damages are variable according to the intensity of their attacks. The alfalfa cultivation is reservoir also a great number and diversity of beneficial organisms. In this regard it is proposed the study of fluctuations population and distribution spatial *C. lesbia* and beneficial organisms that is very important for decision making in determining the management of the pest. Population fluctuations of *C. lesbia* and beneficial organisms were determined through weekly monitoring by trawl. The spatial distribution was determined using aggregation index variance -average (S^2 / X). The alfalfa allowed the development of a diversity of beneficial insects that act regulating the population of *C. lesbia* as observed in different population fluctuations, which did not allow the pest exceed the economic threshold, and was determined relationship between the population of *C.lesbia* and beneficial organisms as predators and parasitoids. *C. lesbia* had a regular spatial distribution in most of the analysis and aggregate distribution was observed when the pest population peaks were reached according to the index of aggregation used. Beneficial organisms showed an even distribution throughout the analysis time. The study of populations of organisms of agricultural interest and their interactions is important in making sustainable agronomic decisions for crop protection maximizing production of agroecosystems essential in the human diet.

Keywords: *Colias lesbia*, beneficial organisms, diversity, population dynamics, spatial distribution.

I. INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es un recurso fundamental para la producción agropecuaria en las regiones templadas del mundo. Su cultivo en Argentina ocupa aproximadamente cinco millones de hectáreas, de las cuales un millón se siembran en la provincia de Córdoba, donde esta forrajera es básica para la producción de leche y de carne. Además, juega un rol importante en la sustentabilidad de los sistemas de producción por su función de recuperación de fertilidad y estabilidad edáfica (Pordomingo, 1995).

Fue considerada a principios del siglo pasado la mejor especie forrajera, por su alta calidad y elevada producción. En la década del 70, perdió su posición de reina de las forrajeras ante la aparición del pulgón verde (*Acyrtosiphon pisum* (Harris)) y posteriormente el pulgón azul (*A. kondoi* (Shinji)), que destruyeron gran parte de los cultivos. En esa época, el INTA y empresas privadas intensificaron los trabajos de mejoramiento genético, por lo que hoy tenemos un importante desarrollo genético en este cultivo, que ha posibilitado recuperar su reconocimiento popular como forrajera. Actualmente existen cultivares en el mercado que ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas (Cangiano, 1998).

En Argentina, el 80 al 90 % del daño causado por insectos al cultivo de alfalfa se debe a cuatro grupo, orugas defoliadoras (*Colias lesbia* (Fab.)y *Spodoptera frugiperda* (Smith)), orugas cortadoras (*Agrotis malefida* (Guen.)y *Porosagrotis gypaetina* (Guen.)), pulgones (*A. Pisum*, *A. kondoi*) y gorgojos (*Pantomorus* spp.) (Curvetto y Ves Losada, 1980; Imwinkelried *et al.*, 1992a).

De las especies citadas la de mayor importancia es *C. lesbia*, conocida vulgarmente como “isoca de la alfalfa”, esta plaga está presente todos los años, durante el verano, en niveles que superan los umbrales de acción y cuyos daños son variables de acuerdo con la intensidad de sus ataques, siendo necesario en la mayoría de los casos aplicar medidas de control (Imwinkelried *et al.*, 1992b).

Los adultos de esta especie son de color amarillo-naranja o gris, con una serie de manchas negras en el borde de las alas anteriores (Figuras 1 y 2). En época de ataque se movilizan en gran número buscando cultivos con brotes jóvenes en los que depositan sus huevos. Cada hembra puede oviponer entre 200 y 300 huevos, los que colocan en forma aislada en la cara superior de las hojas. Las larvas se alimentan del follaje durante su desarrollo constituido por 5 estadios, creciendo con rapidez, de acuerdo a la temperatura, y completando ese estado en 2 a 3 semanas (Figura 2). Miden unos 30-35 mm de longitud máxima y son de color verde aterciopelado, con una banda blanca en los flancos. Una vez alcanzado su máximo desarrollo pasan al estado de pupa o crisálida, la que permanece sujeta

por un hilo de seda a un tallo. Este estado se completa en 5 a 7 días, luego de los cuales emergen mariposas adultas (Santoro de Crouzel *et al.*, 1968).



Figura 1: Adulto y larva de *C. lesbia* en cultivo de alfalfa.



Figura 2: Larvas en diferentes estadios, pupa y adultos de *C. lesbia*.

En la región Pampeana esta especie puede completar 7 a 8 generaciones por año, pero sólo 2 ó 3 alcanzan una alta población y provocan daños severos a las praderas debido a la gran cantidad de enemigos naturales que posee. Provoca daños desde diciembre hasta marzo, pudiendo prolongarse hasta abril si el otoño se presenta seco (Aragón, 1993).

El comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus varios componentes (cultivos, animales, árboles, suelos, etc.), de manera que las interacciones temporales y espaciales entre estos componentes se traduzcan en rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y

de relaciones tróficas entre plantas, insectos, patógenos, etc., que resalten sinergias tales como los mecanismos de control biológico (Altieri y Nicholls, 2000).

En ninguna otra situación son más evidentes, las consecuencias de la reducción de la biodiversidad, que en el manejo de plagas agrícolas. La inestabilidad de los agroecosistemas se manifiesta a través del incremento de los problemas de insectos plaga, ligados a la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural, disminuyendo la diversidad del hábitat local (Altieri y Nicholls, 2000).

Según lo expresa Margalef, (1968), “*el ecólogo ve en toda medida de diversidad una expresión de las posibilidades de construir sistemas de retroalimentación*”. Una diversidad más alta significa cadenas de alimentos más largas y más casos de simbiosis (mutualismo, parasitismo, comensalismo, etc.), así como mayores posibilidades de control de la retroalimentación negativa, que reduce oscilaciones y por consiguiente aumenta la estabilidad.

Los cultivos de alfalfa también son reservorios de una gran cantidad y diversidad de enemigos naturales de las plagas (Imwinkelried *et al.*, 1992a). La depredación y el parasitismo son interacciones entre dos poblaciones, que se traducen en efectos negativos sobre el desarrollo y la supervivencia de una de estas poblaciones (Odum, 1983).

En lo que respecta a “la oruga de la alfalfa”, su población está regulada por una serie de parásitos, predadores y patógenos. Los huevos pueden ser destruidos por la acción de predadores, como algunos coccinélidos (*Eriopis conexa*, *Coccinella ancoralis*, *Hippodamia convergens*, *Coleomegilla* sp.), hemípteros (*Geocoris* sp., *Podisus* spp., *Orius* sp., *Nabis* spp.) y también se cita a un ácaro predator del género *Balaustium* (Erythraeidae) (Childers y Rock, 1978). En la zona central de Argentina, el microhimenóptero *Trichogramma* spp., que parasita huevos, puede ser de gran eficiencia para el control de esta plaga. En las primeras generaciones de la plaga, el impacto de *Trichogramma* en el control de huevos de *C. lesbia* suele ser bajo, pero luego, en función de su gran adaptación y velocidad de desarrollo, puede llegar a reducir las poblaciones de las últimas generaciones (fines de verano y otoño), con una eficiencia del 70 al 90 % (Aragón, 1994).

Los estados larvales son parasitados por himenópteros (*Cotesia lesbiae*, familia Braconidae) y dípteros (*Euphorocera haywardii* y *Voria* sp., familia Tachinidae). También son destruidas por un complejo de predadores, que incluye no solo a las especies citadas en el control de huevos, sino también a larvas y adultos de carábidos (*Callosoma* sp.), arácnidos, tetigónidos, avispas predatoras (*Tetrastichus* sp., *Spilochalsis* sp.) y numerosas aves insectívoras. La avispa *C. lesbiae* puede tener gran importancia en el control de las primeras generaciones de *C. lesbia*, parasitando del 50 al 70% de las larvas del tercer estadio entre noviembre y diciembre; durante el verano, por el contrario, la acción de hiperparásitos, la falta de tiempo para completar su desarrollo por los cortes o el pastoreo efectuado cada 30-

35 días, y la gran velocidad de desarrollo de la plaga, reducen la eficiencia de este parasitoides (Aragón y Harcourt, 1975).

En este sentido, el estudio de la población de *C. lesbia* y la fauna benéfica presente en cultivos de alfalfa, es de suma importancia para la ayuda de toma de decisiones en el manejo de plagas tratando de evitar pérdidas de producción que estas ocasionan.

Para conocer el tamaño de las poblaciones es necesario realizar estimaciones mediante muestreos. El monitoreo es la labor destinada a estimar la abundancia y distribución de las plagas y sus enemigos naturales en el cultivo a través de muestreos periódicos (Robert *et al.*, 1988).

Existen varias técnicas de muestreo para estimar la actividad de las poblaciones de insectos según Morris, (1960); una de ellas son las estimaciones relativas en las cuales el número de capturas no puede ser expresado como una densidad por unidad de hábitat, solo permiten comparaciones en espacio-tiempo. Esta estimación se utiliza en estudios extensivos de la distribución de especies, de la riqueza de especies, en estudios medioambientales, estudios de patrones de actividad animal, y en la investigación de la constitución de poblaciones polimórficas.

Es fundamental que el periodo de muestreo esté sincronizado con el ciclo de vida del individuo a estudiar. Para insectos, el mejor momento para realizar el muestreo podría ser el más estrechamente relacionado con los daños causados (Burrage y Gyrisco, 1954), o si el propósito del estudio es calcular la necesidad de realizar un control, predecir el momento en el que la población llegue al umbral de daño económico. Entre los métodos para una estimación relativa de las poblaciones de insectos se encuentra la red de arrastre de 38 cm de diámetro, que se adapta para relevamiento de especies en el cultivo de alfalfa.

Respecto a la distribución de los individuos en el cultivo, se sabe que la misma responde a un conjunto de influencias, como búsqueda de nutrientes, condiciones físicas desfavorables, reacciones de competencia, entre otras. El modelo o distribución espacial se considera un atributo fundamental de los seres vivos y su conocimiento incide en la eficiencia de los planes de muestreo y el análisis e interpretación de los datos.

Existen tres tipos de distribución espacial: uniforme, al azar y agregada (Figura 3):

A. Distribución uniforme: en que los individuos se disponen a una cierta distancia unos de otros; se produce cuando el ambiente no es el idóneo por lo que aparecen fuertes relaciones intraespecíficas.

B. Distribución al azar: se observa en especies que tienen amplios límites de tolerancia por lo que no se tienden a reunir en grupos.

C. Distribución agregada: cuando los individuos se disponen en grupos muy densos pero separados de otros grupos también densos. Esta distribución es la más frecuente en

plagas agrícolas, pues permite una mayor protección, reproducción y dispersión de la especie (Vargas y Rodríguez, 2008).

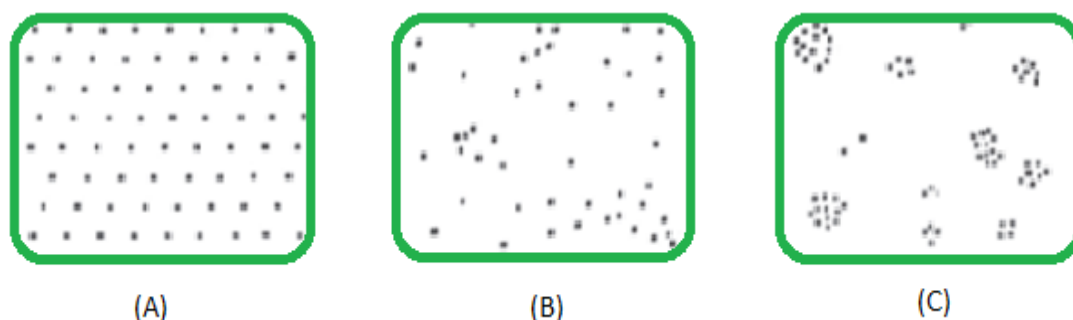


Figura 3: Distribución espacial uniforme (A); al azar (B); y agregada (C). (Fuente: Vargas y Rodríguez, 2008).

Aragón y Hourcourt (1975) al estudiar la distribución espacial de huevos de *C. lesbia* reportaron una distribución agregada de los mismos. De la misma manera Serra *et al* (2005), utilizando los métodos de Distribución de Poisson y Distribución binomial negativa arribaron a las mismas conclusiones.

En base a lo expuesto se propone la siguiente hipótesis:

HIPOTESIS:

El cultivo de alfalfa permite el desarrollo de una diversidad de fauna benéfica que actuaría regulando la población de *Colias lesbia*.

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la evolución poblacional y la distribución espacial de *Colias lesbia* y de organismos benéficos en el cultivo de alfalfa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la fluctuación de la población de larvas de *C. lesbia* en el cultivo de alfalfa.
- Determinar la fluctuación de las distintas poblaciones de organismos benéficos.
- Establecer la distribución espacial de las distintas poblaciones.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en un establecimiento agropecuario ubicado a 22 km al NE de la localidad de General Levalle (Córdoba) en un lote de producción de alfalfa para forraje, durante la campaña 2011/2012 (Figura 4). El cultivar implantado es Imperial G6 y fue sembrado el 1 de abril de 2010 a 23,3 cm entre líneas.



Figura 4: Cultivo de alfalfa donde se realizó el monitoreo. General Levalle. 2011-12

El establecimiento queda comprendido dentro de la Hoja 3363-32 “Colonia La Providencia”, correspondiente a la carta de suelo de la República Argentina.

El clima del área está definido por el dominio semi-seco, con tendencia al semi-húmedo, mesotérmico de las planicies, con notable deficiencia de agua. Por su régimen térmico se define como templado pampeano, con uniformidad en los valores de temperatura en toda la región geográfica de la Carta debido al relieve de llanura. Por su régimen hídrico se ubica en la región subhúmeda, pero muy próxima a la región semiárida (INTA, 2009).

El régimen térmico estacional indica que la primavera y el verano se unen para formar una sola estación bastante cálida; de igual modo otoño e invierno reunidos conforman el semestre no muy frío, configurando una distribución bimestral, similar a la que acontece con el régimen pluviométrico estacional (INTA, 2009).

El período donde se registran las mayores temperaturas mensuales se extiende desde noviembre a marzo, siendo frecuentes temperaturas cercanas o superiores a 40°C en el lapso de mediados de diciembre a mediados de febrero. El invierno es particularmente frío en el trimestre junio a agosto, con temperaturas mínimas cercanas a -10°C (Tabla 1 y 2) (INTA, 2009).

Tabla 1: Régimen térmico (°C)

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Temperatura media	23.8	22.5	19.9	15.9	12.6	9.0	8.7	10.4	13.1	16.6	19.9	22.5	16.2
Temperatura máxima	31.7	30.5	27.5	23.5	19.9	15.9	16	18.5	21.2	23.9	27.4	30.2	23.9
Temperatura mínima	16.6	15.7	13.8	9.9	6.9	3.7	3.2	3.9	6.1	9.9	12.9	15.5	9.7

(Fuente: Estación Laboulaye del S.M.N)

Tabla 2: Régimen hídrico (mm)

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Periodo 1976 - 2010	130.7	111.2	123.7	73.4	34.5	10.7	13.8	13.7	39.5	92.8	109.2	139.1	892
Año 2011	33	167	86	12	6	5	0	0	24	127	46	26	532
Año 2012	62	229	74	107	38	0	0	40	78	200	197	122	1147

(Fuente: propia del establecimiento)

Se determinaron cinco estaciones de muestreo siguiendo un esquema sistemático con diseño en X en el lote, donde se efectuaron 20 golpes de red en cada estación (Figura 5).

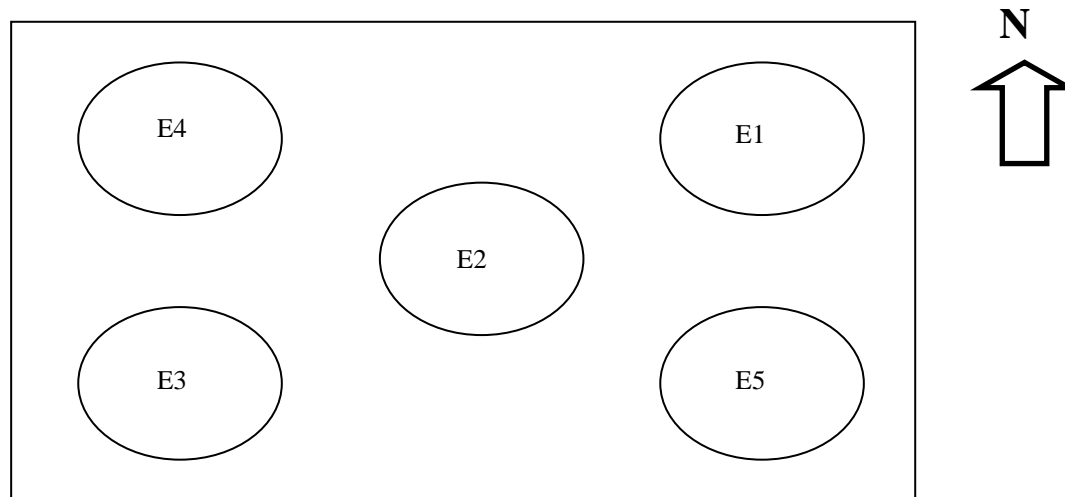


Figura 5: Diseño del muestreo estación 1 (E1); estación 2 (E2); estación 3 (E3); estación 4 (E4); y estación 5 (E5).

El monitoreo de la plaga y la fauna benéfica se realizó con frecuencia semanal desde inicios del mes de diciembre de 2011 hasta fines del mes de abril de 2012, utilizando una red de arrastre de 38 cm de diámetro (Figura 6).

Los insectos y arácnidos capturados fueron tratados con dióxido de carbono (Figura 7), facilitando su acondicionamiento para su posterior identificación y cuantificación, actividad que se llevó a cabo en el laboratorio de Zoología de la FAV-UNRC.

Para la identificación de los artrópodos capturados se utilizó una lupa de 20X y las claves taxonómicas disponibles para llegar a nivel de familia o especie (Gallo *et al.*, 1978).

Con los datos obtenidos de cada estación de muestreo, para la plaga y organismos benéficos se obtienen la correspondiente varianza (S^2) y media (\bar{X}) de la muestra y se obtiene el índice de agregación $VM = S^2/\bar{X}$. Cuando el valor de este índice se aproxima a 1 significa que la disposición espacial es aleatoria; si el índice es menor a 1 la distribución es uniforme o regular, y por último, si el índice es mayor a 1 la distribución es agregada (March *et al.*, 2013).



Figura 6: Red de arrastre utilizada.



Figura 7: Cámara de dióxido de carbono

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los datos obtenidos del recuento de individuos de *C. lesbia* se puede ver una similitud en la tendencia de las curvas de larvas mayores y menores a 1 cm; observando una fluctuación de la población en donde se pueden identificar cinco picos poblacionales, los cuales corresponderían a cinco generaciones (Figura 8). Estos resultados coinciden con estudios de Aragón (1993) que observó varias generaciones de la plaga y los mayores daños en el cultivo fueron durante los meses de diciembre a marzo. Los valores promedio de las cinco estaciones que registraron estos picos fueron de 0,31; 0,26; 1,94; 5,9 y 0,23 individuos mayores a 1cm por golpe de red, que son los que se tienen en cuenta para determinar los umbrales de control. La generación que alcanza el mayor número de individuos (5,9 orugas / golpe de red) se produjo alrededor de inicio del mes de marzo con el cultivo en un estado de desarrollo mayor a 30 cm, lo que lleva a decidir no realizar ningún manejo para su control.

Por otra parte la presencia de *C. lesbia* en el cultivo de alfalfa coincide en parte con lo expuesto por Imwinkelried (1992b) aunque en este análisis la plaga no llegó a los niveles de umbrales de daño económico.

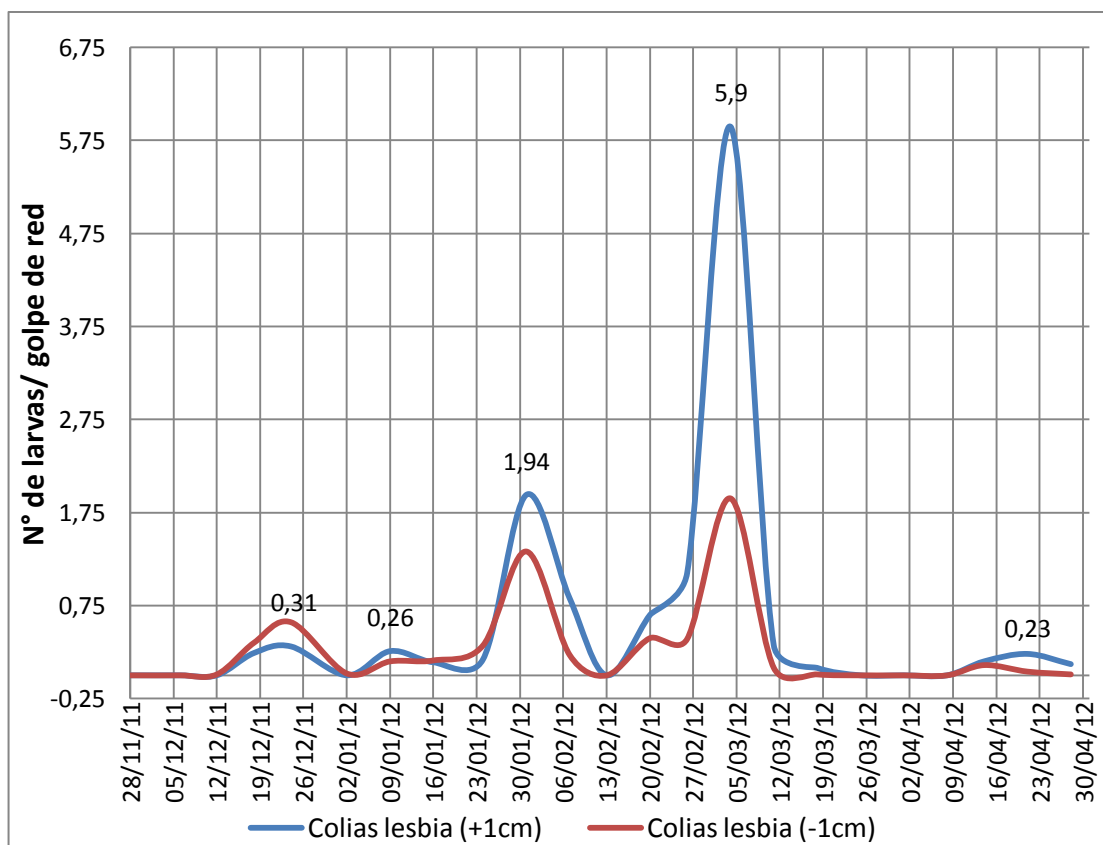


Figura 8: Fluctuación poblacional de *Colias lesbia* para el periodo comprendido desde el 28 de noviembre de 2011 hasta el 28 de abril de 2012. Se destacan larvas mayores a 1cm y larvas menores a 1cm.

Al graficar la fluctuación poblacional de larvas mayores a 1cm por cada estación de muestreo, se comprueba que la fluctuación poblacional sigue un mismo patrón, en el cual los picos poblacionales ocurren en el mismo momento en cada una de ellas (Figura 9).

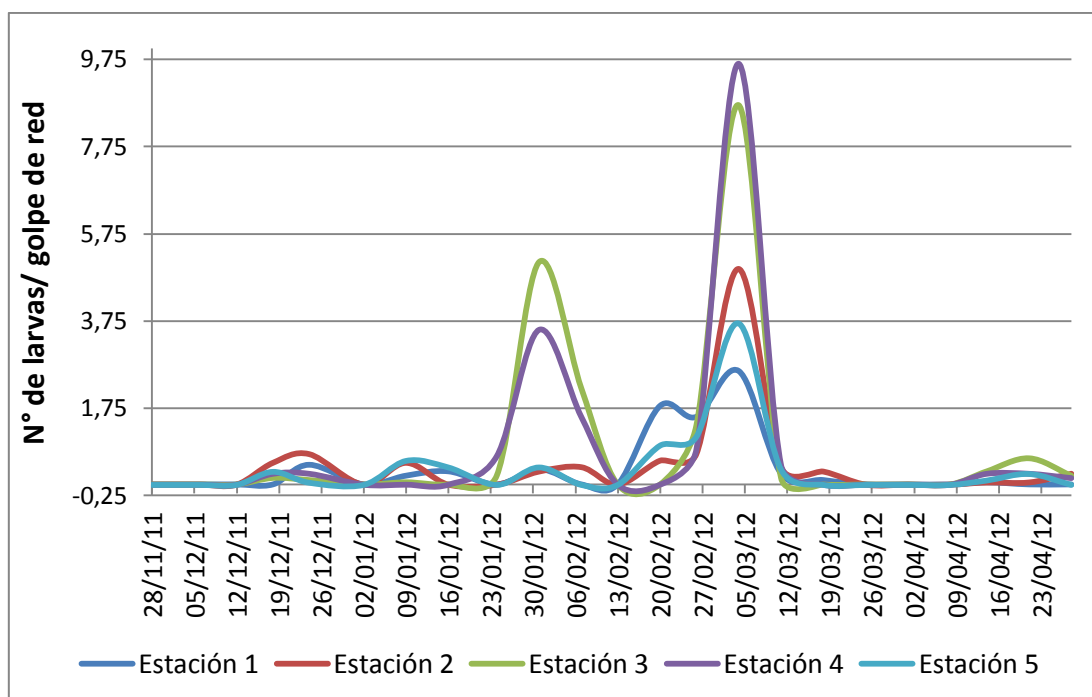


Figura 9: Fluctuación poblacional de larvas *C. lesbia* mayores a 1cm en cada estación de muestreo.

Según se observa en la tabla 3, al analizar los resultados obtenidos del relevamiento de organismos benéficos, dentro de la clase Insecta se destacó la presencia de especies pertenecientes a cuatro órdenes: Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Hymenoptera. Dentro del orden Coleoptera se encontraron las especies *Eriopis conexa* e *Hippodamia convergens*; en el orden Hemiptera los géneros *Geocoris* sp., *Orius* sp. y *Nabis* sp.; en el orden Diptera individuos de la familia Tachinidae; y en el orden Hymenoptera individuos de la familia Braconidae. También se observaron otros artrópodos correspondientes a la Clase Arachnida.

Tabla 3: Organismos benéficos que efectúan control biológico de *C. lesbia*.

Clase	Orden	Organismo benéfico	Forma de control Biológico
Insecta	Coleoptera	<i>E. conexa</i>	Predador de huevos y larvas chicas
		<i>H. convergens</i>	
	Hemiptera	<i>Geocoris</i> sp.	
		<i>Orius</i> sp.	
		<i>Nabis</i> sp.	
Diptera	Familia Tachinidae	Parasitoide de larvas	
Hymenoptera	Familia Braconidae		
Arachnida		Arañas	Predador de larvas chicas y medianas

La presencia de numerosos organismos benéficos en el cultivo de alfalfa que muestran estos datos, coincide con lo expresado por Imwinkelried (1992a).

Como se observa en la figura 10, hay una mayor presencia de poblaciones de organismos predadores al principio del periodo de muestreo, tal es el caso de *Geocoris* sp. y *E. conexa*. En el caso específico de individuos de *O. insidiosus*, las poblaciones se incrementan hacia el final de dicho período, mientras que otros grupos tuvieron una presencia constante en el tiempo, como lo fueron representantes del género *Nabis* y los arácnidos. También se puede observar que el género *Nabis* fue el más abundante, mientras que los menores registros poblacionales los presentó la especie *H. convergens*.

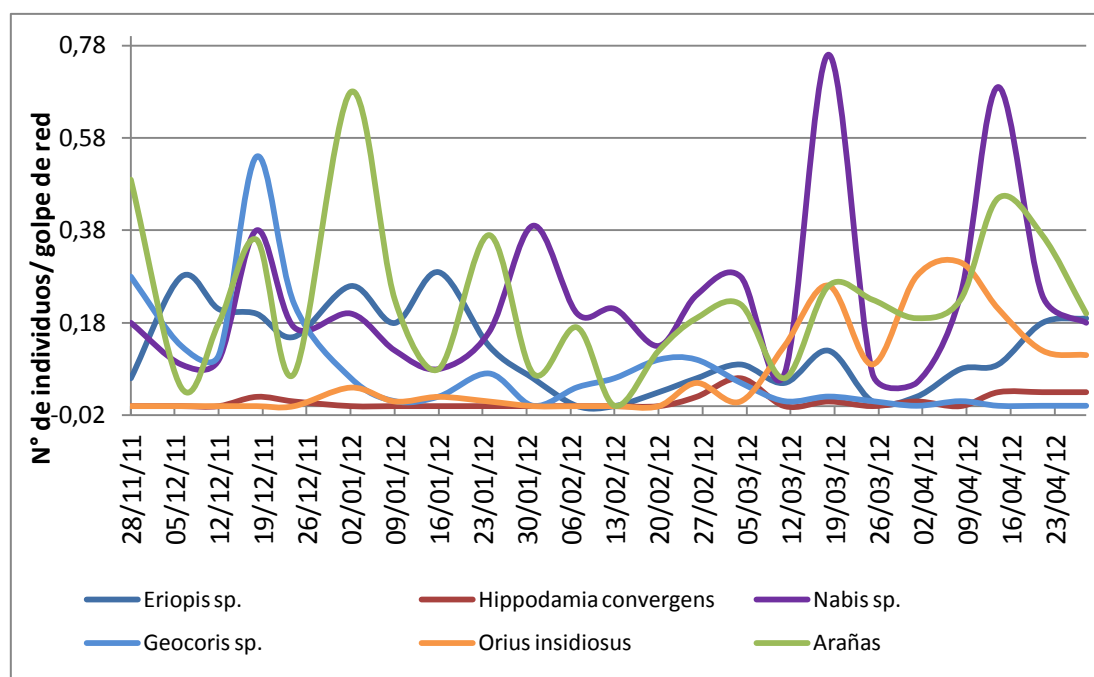


Figura 10: Fluctuación poblacional de organismos benéficos predadores de larvas y huevos, durante el período de muestreo (Valores promedios de las 5 estaciones de muestreo).

Al analizar las poblaciones de organismos benéficos que se comportan como parasitoides, se puede comprobar que los niveles poblacionales de los Díptera de la familia Tachinidae fueron mayores al inicio de los muestreos, y luego se mantienen bajos hasta finalizar el muestreo (Figura 11). En cuanto a la poblaciones de los Hymenoptera de la familia Braconidae se observa su mayor pico poblacional al comienzo del periodo de análisis, luego disminuye a niveles poblacionales muy bajos, observándose un pico poblacional a finales del mes de marzo que no superó los registros alcanzados al inicio de los muestreos.

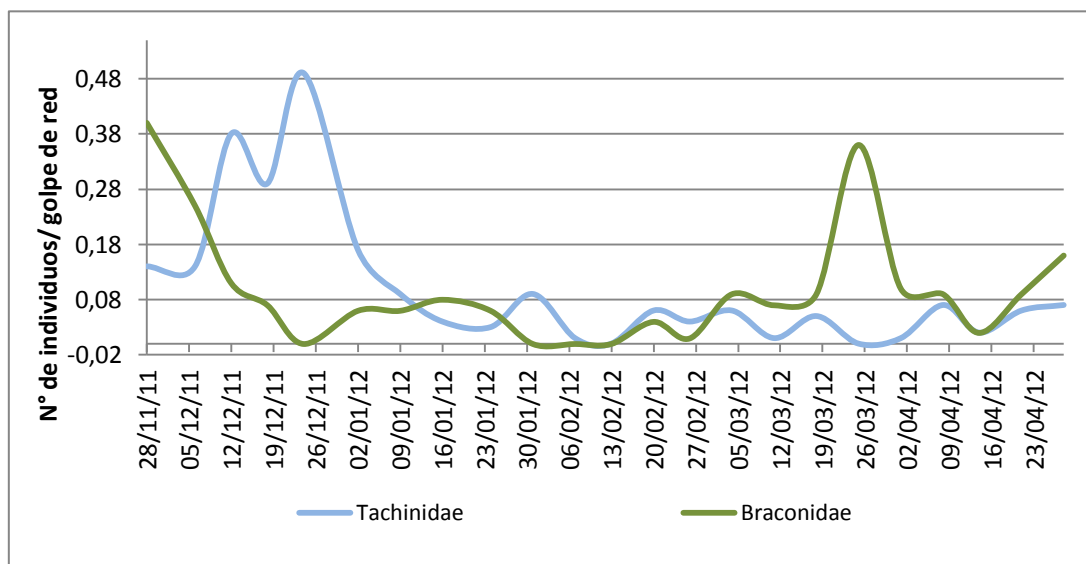


Figura 11: Fluctuación poblacional de organismos benéficos parasitoides de larvas, durante el periodo de muestreo (Valores promedio de las 5 estaciones de muestreo).

Cuando se comparan los niveles poblacionales de organismos benéficos predadores con los niveles poblacionales de larvas de *C. lesbia* menores a 1cm sobre las cuales éstos estarían ejerciendo un efecto de control (Figura 12), se puede ver que luego de que los niveles poblacionales de predadores disminuyen se producen los mayores picos poblacionales de la plaga, mientras que cuando se recuperan los niveles de predadores, la plaga se mantiene en niveles poblacionales bajos coincidiendo con lo expresado por Aragón y Harcourt (1975).

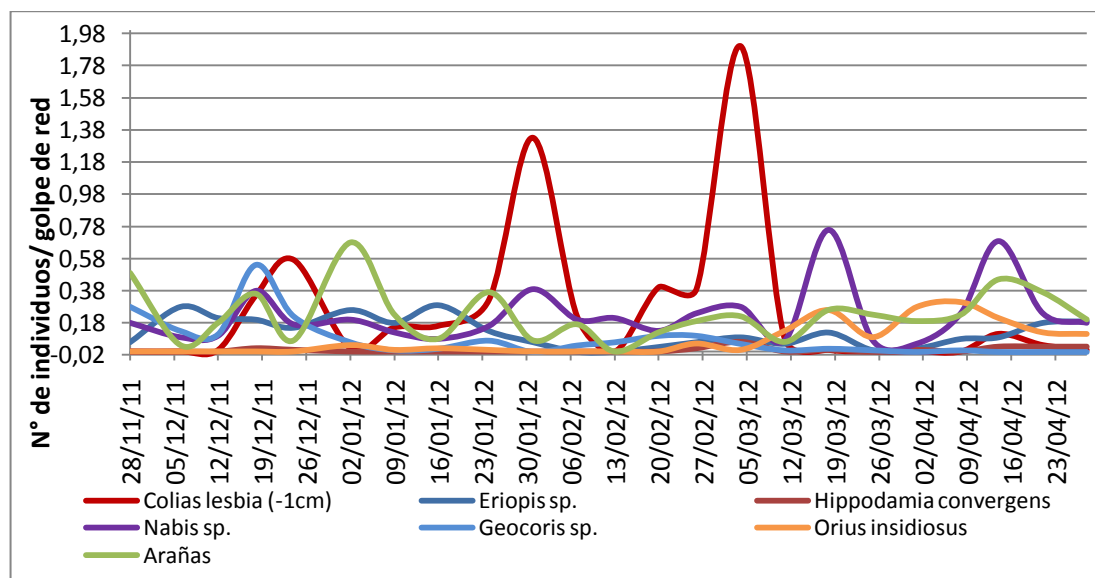


Figura 12: Fluctuación poblacional de organismos benéficos predadores y larvas de *C. lesbia* menores a 1cm, para el periodo de muestreo.

Igualmente al comparar los niveles poblacionales de organismos parasitoides y larvas de *C. lesbia* mayores y menores a 1 cm sobre las cuales estarían ejerciendo un efecto de control, se puede observar una tendencia similar a los organismos predadores

registrándose los menores niveles poblacionales de estos parásitos cuando la plaga alcanza los mayores picos poblacionales (Figura 13).

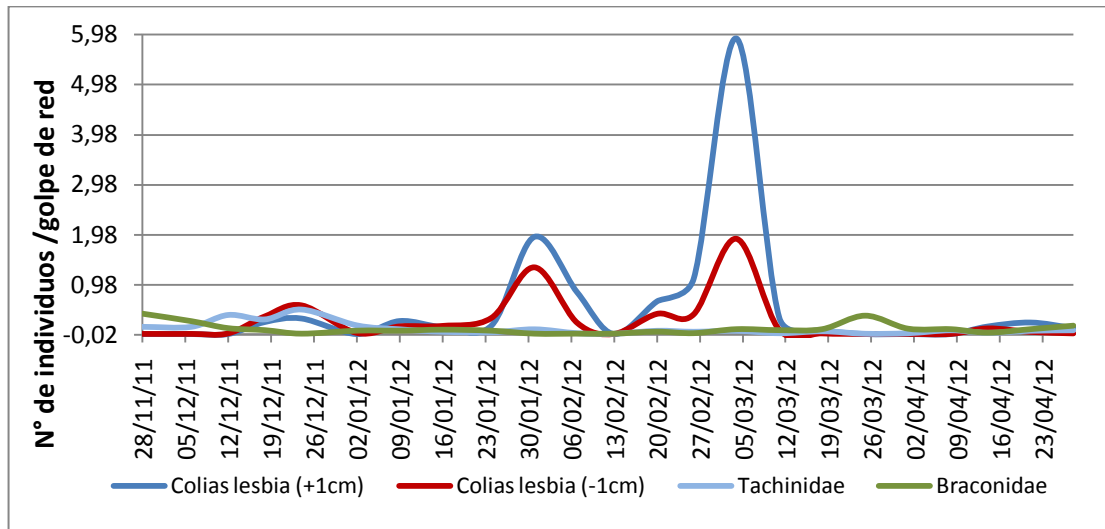


Figura 13: Fluctuación poblacional de organismos benéficos parasitoides de larvas y larvas de *C. lesbia*, para el periodo de muestreo.

Cuando se compara la evolución en el tiempo de la fluctuación poblacional de larvas de *C. lesbia* y de organismos benéficos totales, se observa que al comienzo y al final del periodo de muestreo la suma de organismos benéficos alcanza picos de 2,68 y 1,65 individuos por golpe de red respectivamente, lo cual coincide con la expresión que las primeras y últimas generaciones de la plaga no realizan mayores daños porque sus poblaciones son mantenidas a niveles menores a 0,75 individuos por golpe de red por estos organismos. Lo contrario ocurre desde fines de enero a mediados de marzo, cuando la población de *C. lesbia* es más importante y ocasiona los mayores daños (Figura 14).

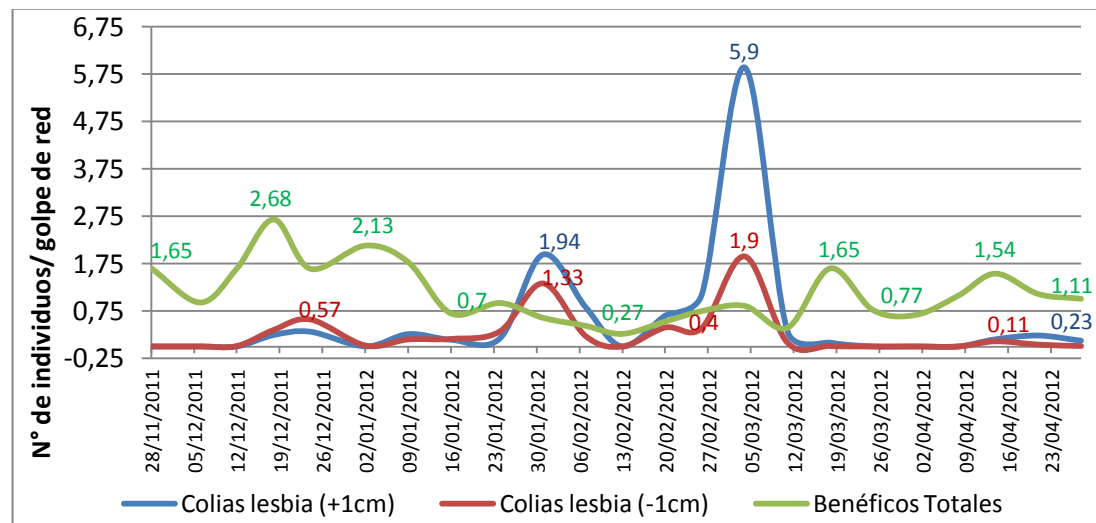


Figura 14: Fluctuación poblacional de larvas de *C. lesbia* y organismos benéficos totales (Valores de organismos benéficos corresponden a la suma del promedio de las 5 estaciones de muestreo).

Estos resultados coinciden con lo expresado por Odum (1983), según el cual la depredación y el parasitismo son interacciones entre dos poblaciones, que se traducen en efectos negativos sobre el desarrollo y la supervivencia de una de estas poblaciones.

Como se observa en los datos expuestos es importante destacar las relaciones entre organismos plagas y benéficos que se establecen en los agroecosistemas, en particular en lo respecta al cultivo de alfalfa. Esto reafirma lo expresado por Margalef (1968), “*el ecólogo ve en toda medida de diversidad una expresión de las posibilidades de construir sistemas de retroalimentación*” y a la importancia del cuidado de la biodiversidad indicado por los autores Altieri y Nicholls (2000).

Al analizar los datos con la finalidad de establecer las distribuciones espaciales de la plaga se observa que la distribución de la población de larvas de *C. lesbia* mayores y menores a 1cm en el tiempo, de acuerdo al índice VM calculado, muestra un comportamiento de distribución regular en la mayoría de los muestreos realizados (Tabla 4).

Tabla 4: Distribución de la población de *C. lesbia* por fecha de monitoreo; distribución espacial regular(R), azar (A), y agregada (AG).

Monitoreo	Fecha	<i>Colias lesbia</i> (+1cm) Índice S ² /X		<i>Colias lesbia</i> (-1cm) Índice S ² /X	
1	28/11/2011				
2	06/12/2011				
3	12/12/2011			0,05	R
4	18/12/2011	0,14	R	0,07	R
5	24/12/2011	0,23	R	1,29	AG
6	02/01/2012			0,10	R
7	09/01/2012	0,25	R	0,30	R
8	16/01/2012	0,27	R	0,31	R
9	24/01/2012	0,47	R	0,49	R
10	31/01/2012	2,60	AG	2,26	AG
11	07/02/2012	1,19	AG	0,30	R
12	13/02/2012				
13	20/02/2012	0,86	R	0,51	R
14	26/02/2012	0,12	R	0,19	R
15	04/03/2012	1,63	AG	0,61	R
16	11/03/2012	0,05	R	0,08	R
17	18/03/2012	0,21	R	0,05	R
18	25/03/2012				
19	01/04/2012				
20	08/04/2012				
21	14/04/2012	0,09	R	0,16	R
22	21/04/2012	0,24	R	0,08	R
23	28/04/2012	0,11	R	0,05	R

El patrón de distribución de tipo agregado se encontró en algunas fechas de monitoreo de larvas de *C. lesbia* en coincidencia con los picos poblacionales alcanzados por la plaga.

Los resultados obtenidos sobre el modelo de distribución de la plaga, no coinciden con lo obtenido por Aragón y Hourcourt (1975) y Serra *et al* (2005). La diferencia puede otorgarse a que estos autores trabajaron con distribución de huevos de *C. lesbia* y utilizaron índices diferentes al que se usó en este trabajo.

Por otro lado es factible que los factores determinantes de la distribución espacial respondan a diferentes relaciones según el estadio considerado en las plagas (atrayeres de oviposición y atrayeres de alimentación).

Cuando se analiza la distribución de la población de organismos benéficos predadores a través del tiempo, se observa que estos organismos tuvieron una distribución regular al igual que la población de la plaga (Tabla 5).

Tabla 5: Distribución de la población de organismos benéficos predadores por fecha de monitoreo; distribución espacial regular(R), azar (A), y agregada (AG).

Monitoreo	<i>Eriopis</i> sp. Índice S ² /X		<i>H.</i> <i>convergens</i> Índice S ² /X		Arañas Índice S ² /X		<i>Nabis</i> sp. Índice S ² /X		<i>Geocoris</i> sp. Índice S ² /X		<i>O.</i> <i>insidiosus</i> Índice S ² /X	
		R		R		R		R		R		R
28/11/11	0,03	R			0,19	R	0,04	R	0,04	R		
06/12/11	0,47	R			0,11	R	0,08	R	0,08	R		
12/12/11	0,06	R			0,07	R	0,14	R	0,08	R		
18/12/11	0,03	R	0,04	R	0,01	R	0,03	R	0,16	R		
24/12/11	0,11	R	0,05	R	0,03	R	0,13	R	0,06	R		
02/01/12	0,09	R			0,57	R	0,08	R	0,03	R	0,04	R
09/01/12	0,20	R			0,62	R	0,04	R	0,05	R	0,05	R
16/01/12	0,31	R			0,17	R	0,07	R	0,04	R	0,04	R
24/01/12	0,08	R			0,10	R	0,13	R	0,05	R	0,05	R
31/01/12	0,05	R			0,17	R	0,46	R				
07/02/12					0,17	R	0,26	R	0,04	R		
13/02/12							0,18	R	0,13	R		
20/02/12	0,03	R			0,05	R	0,08	R	0,04	R		
26/02/12	0,03	R	0,04	R	0,08	R	0,02	R	0,09	R	0,10	R
04/03/12	0,05	R	0,05	R	0,09	R	0,01	R	0,08	R	0,05	R
11/03/12	0,08	R			0,07	R	0,01	R	0,05	R	0,04	R
18/03/12	0,05	R	0,05	R	0,02	R	0,12	R	0,10	R	0,14	R
25/03/12	0,05	R			0,01	R	0,10	R	0,05	R	0,12	R
01/04/12	0,10	R	0,05	R	0,09	R	0,08	R			0,12	R
08/04/12	0,06	R			0,05	R	0,07	R	0,05	R	0,04	R
14/04/12	0,12	R	0,07	R	0,04	R	0,19	R			0,12	R
21/04/12	0,04	R	0,07	R	0,06	R	0,14	R			0,03	R
28/04/12	0,18	R	0,07	R	0,06	R	0,06	R			0,07	R

Lo mismo ocurre con la distribución de la población de organismos parasitoides en el tiempo (Tabla 6). Se observa una distribución regular de estos organismos durante el periodo de análisis según lo indica este índice.

Tabla 6: Distribución de la población de organismos benéficos parasitoides por fecha de monitoreo; distribución espacial regular(R), azar (A), y agregada (AG).

Monitoreo	Tachinidae		Braconidae	
	Índice S ² /X		Índice S ² /X	
28/11/11	0,23	R	0,24	R
06/12/11	0,02	R	0,12	R
12/12/11	0,03	R	0,18	R
18/12/11	0,01	R	0,01	R
24/12/11	0,16	R		
02/01/12	0,06	R	0,20	R
09/01/12	0,05	R	0,07	R
16/01/12	0,01	R	0,29	R
24/01/12	0,07	R	0,07	R
31/01/12	0,12	R		
07/02/12	0,05	R		
13/02/12				
20/02/12	0,03	R	0,20	R
26/02/12	0,04	R	0,05	R
04/03/12	0,13	R	0,03	R
11/03/12	0,05	R	0,05	R
18/03/12	0,03	R	0,08	R
25/03/12			0,07	R
01/04/12	0,05	R	0,01	R
08/04/12	0,05	R	0,06	R
14/04/12	0,04	R	0,04	R
21/04/12	0,03	R	0,02	R
28/04/12	0,23	R	0,15	R

Es posible que la distribución espacial regular de organismos benéficos este influenciada por factores de búsqueda de alimento, competencia y la capacidad de movilidad que tienen estos individuos. Vargas y Rodríguez (2008) atribuyen estos factores al tipo de distribución espacial.

IV. CONCLUSIONES

El cultivo de alfalfa permitió el desarrollo de una gran diversidad de fauna benéfica que actuó regulando la población de *C. lesbia* como se observó en las diferentes fluctuaciones poblacionales, lo cual no permitió que la plaga superara el umbral de daño económico.

C. lesbia tuvo una distribución espacial regular en la mayoría del tiempo analizado y se observó una distribución agregada cuando la plaga alcanzó los picos poblacionales.

Todos los organismos benéficos presentaron una distribución regular durante todo el tiempo de análisis.

El estudio de las poblaciones de organismos de interés agrícola y sus interacciones resulta crucial en la toma de decisiones agronómicas sustentables para la protección de cultivos maximizando la producción de los agroecosistemas imprescindibles en la alimentación humana.

Sería de suma importancia el tratado de estos temas en estudios futuros.

V. BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M. y NICHOLLS, 2000. **AGROECOLOGIA: Bases científicas para una agricultura sustentable**. Ed. Nordan- Comunidad, Uruguay.

ARAGON, J.R. y D.G. HARCOURT. 1975. Distribución espacial de los huevos y larvas de *Colias lesbia* en alfalfa. RIA Serie 5: *Patología Vegetal* 12 (4): 205-215

ARAGON, J.R. 1993. **Desarrollo e implementación del manejo integrado de plagas de la alfalfa**. INTA-EEP. Marcos Juárez (Arg.). Informe plan de trabajo. 5p (Inédito)

ARAGON, J.R. 1994. Enemigos naturales de la oruga de la alfalfa (*Colias lesbia*) en Córdoba, Argentina. In: **4º SINCOBIOL**. Simposio Control Biológico. EMBRAPA IC PACT, Perlotas, RS. Gramados, RS, Brasil. 15-20/5/94, p.213.

BURRAGE, H. B. y G. G. GRYSKO. 1954. **Distribution of third instar larvae of the European chafer and their efficiency of various sampling units for estimating their population**. J. Econ. Entomol. 47(6): 1009-1014.

CANGIANO, C. 1998. **Alfalfa reina de las forrajeras**. INTA EEA Balcarce. En: http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_1_Alfalfa%5C586_ag_000003al%5B1%5D.htm
Consultado: 21-04-2011

CHILDERS, C.C. y G.C. ROCK. 1978. *Observations on the occurrence and feeding habits of Balaustium pumani (Acari: Erythraeidae) in North Carolina apple orchards*. Internat.J.7: 63-68.

CURVETTO, R. y J.C. VES LOSADA. 1980. **Estimación de las poblaciones de *Colias lesbia* (Fab.) en estado de pupa**. Revista de investigaciones agropecuarias. Serie 5: *Patología Vegetal* (Argentina) 15 (4): 593-599.

GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R. P. LIMA CARVALHO; G. CASADEI DE BATISTA; E. BERTI FILHO; J.R. POSTALI PARRA; R.A. ZUCCHI; S. BATISTA ALVES. 1978. **Manual de Entomología Agrícola**. Ed. Agronómica Ceres. Sao Paulo. 531p.

INWILKELRIED J.M.; R. ALBERCHT; C. SALTO; R. ZHEURER y A. GALETTO. 1992a. **Implementación para una estrategia para el control integrado de plagas de la alfalfa en un área restringida de la provincia de Santa Fe.** INTA EEA Rafaela. Agronomía. Inf. Para Ext. N° 151, 4p.

INWILKELRIED J.M.; R. ALBERCHT y C. SALTO. 1992b. **Evaluación de insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* para el control de *Colias lesbia* (F).** INTA EEA Rafaela. Agronomía. Inf. Para Extensión N° 152, 5 p.

MARCH G.J.; C.M. ODDINO y A.D. MARINELLI. 2013. **Introducción a la Epidemiología Agrícola.** Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap.7.p:83-84.

MARGALEF, R. 1968. En: **Ecología.** Nueva Editorial Interamericana, México. Tercera edición. Cap. 6. p: 166-168.

MORRIS, R. F. 1960. **Sampling insect populations.** Ann. Rev. Entomol. 5: 243-264

ODUM, E.P. 1983. **Ecología.** Nueva Editorial Interamericana, México. Tercera edición. Cap. 7. p: 244-245.

PORDOMINGO, A. J., 1995. **Consideraciones económicas sobre la alfalfa.** (Cap. 12). En: *La alfalfa en la Argentina.* INTA. Agro Cuyo. Edit. San Juan. 287 p.

ROBERT, Y.; C. A. DEDRYVER y J. S. PIERRE. 1988. **Sampling Techniques.** In A. K. Minks and P. Harrewijn (eds), **Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control.** Vol. 2B, Amsterdam, Elsevier Science Publishers. p. 1-17.

SANTORO de CROUZEL, I., R.J. SALAVIN y D.R. de BASUALDUA. 1968. Estudio morfológico en estados larvales de *Colias lesbia* (F.) *RIA serie 5: Patología Vegetal* 5 (10): 113-138.

SERRA, G. V.; N. LA PORTA; V. MAZZUFERI y S. AVALOS. 2005. **Distribución espacial de huevos de *Colias lesbia* (Lepidoptera: Pieridae) en lotes de alfalfa en la región central de Córdoba.** Agriscientia, vol. xxii (2): 79-85.

En: <http://www.agriscientia.unc.edu.ar/volumenes/pdf/v22n02a06.pdf> Consultado: 08/03/2013

VARGAS, R. y S. RODRÍGEZ. 2008. **Manejo de plagas en paltos y cítricos**. Cap. 7: *Dinamica de poblaciones*.
En: http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_07.pdf.
Consultado: 06/12/2012

INTA. 2009. **Carta de Suelo de la República Argentina**. Convenio Secretaría de Ambiente- INTA. Hoja 3363-32 "Colonia la Providencia". Escala 1:50000. Versión Digital.

VI. ANEXO

Predadores de huevos y larvas

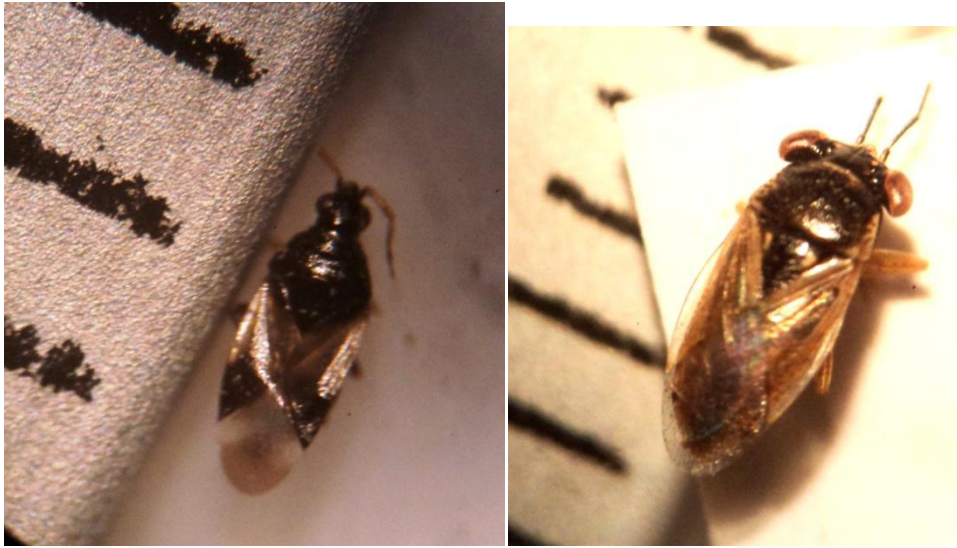


Figura 15: *Orius* sp.(Izquierda), *Geocoris* sp.(derecha); Hemiptera.



Figura 16: *Nabis* sp.; Hemiptera.



Figura 17: *E. conexa* adulto (izquierda) y larva (derecha); Coleoptera.



Figura 18: *H. convergens*; Coleoptera.



Figura 19: Arácnidos

Parasitoides de larvas



Figura 20: Tachinidae; Diptera.



Figura 21: Hymenopteros.



Figura 22: Braconidae; Hymenoptera.

Organismos benéficos predadores



Figura 23: *Chrysopa lannata lannata*; Neuroptera.



Figura 24: Syrphidae; Diptera.