

Tesis propuesta para
Doctorado en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y
Museo- Universidad Nacional de La Plata



**BIODIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN ECOSISTEMAS
AGRÍCOLAS MINIFUNDISTAS DE LA PROVINCIA DE
SALTA (ARGENTINA) CON ÉNFASIS EN ARANEAE Y
HETEROPTERA DEPREDADORES**

POR

VERÓNICA INÉS OLIVO

Director: Dr. José A. Corronca

Co-directora: Dra. María del Carmen Coscarón

2011

A mi papá que me enseñó que
“la mejor defensa de la rosa no son las espinas, sino su belleza;
la ajan sólo las alimañas”.

AGRADECIMIENTOS

A José, mi director, por su guía y confianza en este y en tantos momentos de mi vida profesional. A Maru, que me acompañó con empeño y siempre me alentó a seguir adelante. A mis queridas chicas del box, que siempre me apoyaron en todo y a quienes volví locas con los más mínimos detalles. A mi familia que siempre estuvo a mi lado para alentarme, en especial mi mamuchi que siempre está y siempre está... y, por supuesto, a mis amores que me sostienen y contienen siempre.

También agradezco a la Universidad Nacional de Salta y al Consejo Nacional de Ciencia y Técnica por todo el apoyo obtenido para la realización de esta tesis.

BIODIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS MINIFUNDISTAS DE LA PROVINCIA DE SALTA (ARGENTINA) CON ÉNFASIS EN ARANEAE Y HETEROPTERA DEPREDAADORES

por

Verónica Inés Olivo

RESUMEN

La producción agrícola no debe ser considerada solamente como una cuestión puramente teórica; por el contrario, es un proceso condicionado por factores sociales, culturales, políticos y económicos. En relación con esto, la agroecología, como disciplina, ofrece los principios ecológicos básicos para el estudio y manejo de ecosistemas tanto productivos como preservadores de los recursos naturales y señala los principios básicos de la autorregulación y sustentabilidad, la preservación y el incremento de la biodiversidad de los agroecosistemas.

Del estudio de la estructura de los agroecosistemas y del análisis de sus mecanismos y características funcionales derivan las claves para la gestión de dichos agroecosistemas y el mantenimiento de su diversificación. La simplificación de la biodiversidad original es consecuencia directa de actividades humanas como la preparación del suelo para la siembra, el uso de herbicidas y plaguicidas, la utilización de una sola especie vegetal, entre otros. Como consecuencia, los agroecosistemas son ecológicamente inestables. Más aún, la estabilidad del sistema no es sinónimo de un estado estacionario, sino más bien dinámico y altamente fluctuante que permite al agroecosistema recobrase después de una perturbación. En otras palabras, promueve el establecimiento de un equilibrio ecológico dinámico que funciona sobre las bases de un uso sostenible de recursos. De esto se desprende que los servicios ambientales que brindan los ecosistemas naturales deben ser aprovechados en el diseño de los sistemas de producción, por cuanto el aumento de su biodiversidad es la base de un manejo agroecológico que brinda una serie de beneficios y minimiza varios problemas fitosanitarios.

El Valle de Lerma en la provincia de Salta está orientado a un cultivo tradicional intensivo de tabaco, complementado con hortalizas, forrajeras y, a veces, legumbres, dentro de un modelo de producción minifundista ampliamente distribuido por todo el valle. Los problemas básicos de la zona son: el ataque de plagas y enfermedades, altos insumos para controlarlas, aplicación

indiscriminada de agroquímicos, poco conocimiento de la importancia de la fauna benéfica asociada a los cultivos, escasa planificación para una adecuada rotación de cultivos, falta de aplicación de prácticas que eviten la erosión del suelo y la posibilidad de incorporar de manera más fácil sus productos en el mercado local. Además, como el modelo productivo minifundista se basa en cultivos agrícolas intensivos, éstos generan un importante impacto sobre el ambiente.

En esta tesis se consideró necesario analizar la diversidad de la artropodofauna y la dinámica de sus grupos funcionales en parcelas cultivadas de minifundios del Valle de Lerma, como un “todo”, a fin de conocer mejor su dinámica interna por cuanto ello nos permitirá planificar en el futuro, actividades tendientes a una producción agrícola sustentable en el tiempo. Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos: **a-** analizar la biodiversidad de artrópodos asociados a diferentes ecosistemas agrícolas minifundistas del Valle de Lerma) en términos de abundancia y riqueza de especies; **b-** determinar y comparar la diversidad de los ensamblajes de enemigos naturales, con énfasis en Araneae y Heteroptera depredadores, en minifundios con diferentes manejos y heterogeneidad ambiental (de monocultivos a policultivos) y en hábitats adyacentes diferentes en composición y estructura de la vegetación.

Los objetivos, hipótesis y resultados obtenidos en esta tesis están estructurados en diferentes capítulos. El capítulo 1, analiza la diversidad de artrópodos en minifundios como un todo; en el capítulo 2, se aborda la problemática de la biodiversidad de artrópodos asociada a monocultivos y policultivos temporales y cultivos perennes y, por último, el capítulo 3 analiza la biodiversidad de artrópodos en barreras rompevientos y su influencia sobre la fauna de las áreas cultivadas adyacentes en cada minifundio.

Este estudio fue llevado a cabo en cuatro fincas minifundistas del Valle de Lerma. Los muestreos quincenales se realizaron con G-Vac y trampas de caída para lograr mayor representatividad de los artrópodos epígeos y de la vegetación. Las muestras de campo fueron limpiadas en el laboratorio y los artrópodos, separados en familias y en morfoespecies; luego se generó una base de datos con imágenes digitalizadas de las mismas. Se analizan diferentes índices de diversidad que tienen en cuenta la riqueza, abundancia, equitatividad y dominancia y su variación a lo largo del tiempo; también, de manera comparada, la estructura de los gremios en cada área muestreada.

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que:

- La diversidad de artrópodos en minifundios del Valle de Lerma es muy alta y ésta depende del arreglo espacial de los cultivos y de su manejo a lo largo del tiempo.

- Cada diseño de cultivo tuvo asociado un complejo particular de especies de plagas y con éste, un complejo de especies de enemigos naturales que variaron con el manejo realizado por los productores y, el tipo de agroquímico utilizado junto con la heterogeneidad interna de los minifundios que jugaron a favor de la diversidad de artrópodos.

- Los enemigos naturales fueron mas diversos en las parcelas de policultivos, siendo este aumento más evidente en parcelas con policultivos de diferentes portes y arquitectura vegetal, más que por el número de especies vegetales. La utilización de un cultivo perenne en un minifundio (frutilla), influyó positivamente en la diversidad de los artrópodos y en especial de los enemigos naturales.

- También se comprobó que los hábitats adyacentes (barreras rompevientos), a las parcelas cultivadas presentaron mayor riqueza de especies, y compartieron un porcentaje alto o moderado de fauna de artrópodos que fue variando a lo largo del tiempo en virtud al manejo realizado por el productor sobre las parcelas cultivadas. Una mayor estructura vertical en la barrera rompevientos implicó una mayor diversidad de artrópodos y actuó como refugio para algunos artrópodos en ciertos momentos, especialmente posteriores a los disturbios registrados en las parcelas cultivadas, siempre y cuando su estructura permitiese contener a un elevado número de ellos.

- Con respecto a las arañas, se encontró que la diversidad de ellas estuvo directamente relacionada con la mayor heterogeneidad interna de cada minifundio (área cultivada y barrera); la estructura de sus gremios cambió a lo largo de la fenología de los cultivos y por el manejo realizado por el productor. Las aplicaciones de agroquímicos realizadas por los productores produjeron fluctuaciones en las abundancias y en los gremios, y dependiendo de la composición química de los mismos, estas variaciones fueron mayores o menores.

- La fauna de chinches heterópteras en las áreas cultivadas mostró valores de diversidad que estuvieron directamente relacionados con la estacionalidad y el tipo de cultivo implantado; mientras que las aplicaciones de agroquímicos produjeron fluctuaciones tanto de chinches fitófagas como depredadoras, provocando explosiones repentinas de poblaciones lygaeidos (*Nysius sp.*) y, en algunos casos de chinches depredadoras, siendo éstas mas diversas en las barreras que en sus respectivas áreas cultivadas.

ARTHROPOD BIODIVERSITY IN SMALLHOLDER AGROECOSYSTEMS IN THE PROVINCE OF SALTA (ARGENTINA) WITH FOCUS ON ARANEAE AND HETEROPTERA PREDATORS

by

Verónica Inés Olivo

ABSTRACT

The agricultural production is not only a purely theoretical issue but on the contrary, a process determined by social, cultural, political and economic factors. And that is the reason why the agroecology, as a discipline, offers the basic ecological principles for the research and handling of ecosystems, not only the productive ones but those which preserve the natural resources. This discipline also indicates the basics of the selfregulation and sustentability, the preservation and the increase of the biodiversity of the agroecosystems.

Upon the study of the structure of the agroecosystems and from the analysis of its mechanisms and functional characteristics, the keys for the management of agroecosystems and the maintenance of their diversification derive. The simplification of the original biodiversity is a direct consequence of human activities, such as the preparation of the soil for the sowing, the use of herbicides and pesticides, the utilization of one vegetable species alone, amongst others. As a consequence, the agroecosystems are ecologically unstable. System stability is not synonymous with a steady state, but rather dynamic and highly fluctuating allows the agroecosystem recover after disturbance. This promotes the establishment of a dynamic ecological balance that works on the basis of sustainable resource use. Thus, the environmental services offered by the natural ecosystems must be used in the design of the systems of production, since the increase of its biodiversity is the base of an agroecologist management that offers a series of benefits and minimizes several phytosanitary problems.

The *Valle de Lerma* in the province of Salta is orientated to a traditional intensive culture of tobacco, along with vegetables, fodder and, sometimes, legumes, framed in a smallholding model of production widely distributed in the whole valley. The basic problems of the zone are: the assault of plagues and diseases, high inputs to control them, indiscriminate application of agrochemical, little knowledge of the importance of the fauna associated with the cultures, scanty planning for a suitable rotation of cultures, lack of practices in order to avoid the soil erosion and

the possibility of entering soil products in the local market in an easier way. In addition, considering that the smallholding productive model is based on agricultural intensive cultures, they cause an important impact on the environment.

For this work the analysis of the diversity of the arthropods' fauna and the dynamics of its functional groups in cultivated plots of smallholdings of *Valle de Lerma* was considered necessary, as "a whole", in order to know better its internal dynamics since it will allow us to plan activities to an agricultural sustainable production in the future.

For that purpose, the following specific aims appeared: a- to analyze the biodiversity of arthropods associated with different agricultural ecosystems smallholders of *Valle de Lerma* in terms of abundance and richness of species; b – to determine and compare the diversity of the assemblies of natural enemies, emphatically in Araneae and Heteroptera predators, in smallholdings with different handlings and environmental heterogeneity (from monocultures to polycultures) and in adjacent habitats different in composition and vegetation structure.

The objectives, hypothesis and results obtained in this work are structured in different chapters. Chapter 1 analyses the arthropod diversity in smallholdings as a whole. Chapter 2 is about the arthropod biodiversity problem associated to temporary monocultures and polycultures and perennial cultures. Last, Chapter 3 analyses the arthropod biodiversity in field margins and its influence on cultivated areas in each smallholding fauna.

The work was made in four small holding of the *Valle de Lerma*, Salta (Argentina). Biweekly samples were taken with a pit-trapping method and a G-Vac. Each sample was separated from the rest of the collected arthropods, separated into families and morphoespecies. Each morphoespecies was assigned to a guild. Different diversity index were used to evaluate the arthropods fauna considering the species richness, equity, dominance and their variation during the time. The composition of the guild was analyzed on each study area.

The conclusions arising from the results obtained in this research are:

- The diversity of arthropods in smallholdings of *Valle de Lerma* is very diverse and depends on the spatial arrangement of the cultures and on their managing along the time.

- To each design of culture, a particular complex of species of plagues along with a complex of species of natural enemies -which changed the handling by the producers- were assigned. Also, the type of agrochemical used together with the internal heterogeneity of the smallholdings that played in favor of the diversity of arthropods.

- The natural enemies were more diverse in the plots of polycultures. The diversity increased even more in plots with polycultures of different size and vegetable architecture, more than for the number of vegetable species. The utilization of an everlasting culture in a smallholding (strawberry) influenced positively on the diversity of the arthropods and especially of the natural enemies.

- It was also verified that the adjacent habitats (field margins) presented a wider richness of species to the cultivated plots, and they shared a high or moderate percentage of arthropods fauna that was changing throughout the time because of the handling realized by the producer on the cultivated plots. A more vertical structure in the field margins involved a wider diversity of arthropods and acted as a refuge for some arthropods in certain moments, especially after the disturbances registered in the cultivated plots, provided that their structure could contain a high number of them.

- As regards the spiders, their diversity was found to be directly related to the internal heterogeneity of every smallholding (cultivated area and barrier); the structure of the guilds changed along with the phenology of the cultures and because of the handling by the producer. Agrochemical applications by the producers caused fluctuations in the abundances and in the guilds, and these variations were major or minor depending on the chemical composition.

- In the cultivated areas, the heteroptera fauna showed diversity values that were directly related to the seasonal variation and the type of well-established culture; whereas the agrochemical applications produced fluctuations of phytofagous heteroptera and predators as well. This caused sudden explosions of lygaeidos populations (*Nysius sp.*) and, in some cases of predators, they were more diverse in the barriers than in the respective cultivated areas.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
MATERIALES Y MÉTODOS	8
ÁREA DE ESTUDIO	8
ANÁLISIS DE DATOS	19
BIBLIOGRAFIA INTRODUCCIÓN Y MATERIALES Y MÉTODOS	21
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN	23
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	25
MATERIALES Y MÉTODOS	26
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	71
BIBLIOGRAFÍA	80
CAPÍTULO 2	
INTRODUCCIÓN	86
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	89
MATERIALES Y MÉTODOS	92
RESULTADOS	95
DISCUSIÓN	130
BIBLIOGRAFÍA	138
CAPÍTULO 3	
INTRODUCCIÓN	142
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	144
MATERIALES Y MÉTODOS	146
RESULTADOS	151

DISCUSIÓN	176
BIBLIOGRAFÍA	182
CONCLUSIONES	187
ANEXOS	
CAPÍTULO 1	190
CAPÍTULO 2	200
CAPÍTULO 3	203

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ubicación geográfica del Valle de Lerma.	8
Fig. 2 Variación de temperatura y precipitaciones de los meses muestreados.	9
Fig. 3 Imagen satelital de la ubicación geográfica de los minifundios estudiados.	12
Fig. 4 Fotos de trabajo de campo en los minifundios estudiados.	13
Fig. 5 Diseño de muestreo en el minifundio 1.	15
Fig. 6 Diseño de muestreo en el minifundio 2.	16
Fig. 7 Diseño de muestreo en el minifundio 3.	17
Fig. 8 Diseño de muestreo en el minifundio 4.	18
Fig. 1.1 Abundancias jerarquizadas de órdenes: a) Campo 1; b) Campo 2; c) Campo 3 y d) Campo 4.	30
Fig. 1.2 Curva de rango abundancia.	31
Fig. 1.3 Curva de acumulación de especies de los cuatro minifundios.	31
Fig. 1.4 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 1.	32
Fig. 1.5 Variación en porcentaje de gremios en los tres casos de minifundio 1.	33
Fig. 1.6 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices en los tres casos de minifundio 1.	34
Fig. 1.7 Variación temporal de gremios en tres casos de minifundio 1.	35
Fig. 1.8 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en 3 casos de minifundio 1.	36
Fig. 1.9 Composición de Araneae en cada caso del minifundio 1.	37
Fig. 1.10 Variación de gremios de Araneae en tres casos de minifundio 1.	38
Fig. 1.11 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en casos de minifundio 1.	39
Fig. 1.12 Variación de chinches depredadoras y fitófagas de Heteroptera en minifundio 1.	40
Fig. 1.13 Variación temporal de chinches fitófagas y depredadoras en tres casos de minifundio 1.	41
Fig. 1.14 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 2.	42
Fig. 1.15 Porcentaje de gremios en los tres casos de minifundio 2.	43
Fig. 1.16 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices temporal en los tres casos de minifundio 2.	44
Fig. 1.17 Variación temporal de gremios en tres casos de minifundio 2.	45
Fig. 1.18 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en tres casos de minifundio 2.	46
Fig. 1.19 Composición de gremios de Araneae en tres casos de minifundio 2.	46
Fig. 1.20 Variación temporal de gremios de Araneae en tres casos de minifundio 2.	47
Fig. 1.21 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en tres casos de minifundio 2.	48
Fig. 1.22 Comparación de porcentajes de chinches fitófagas y depredadoras en minifundio 2.	49
Fig. 1.23 Variación temporal de chinches fitófagas y depredadoras en minifundio 2.	50
Fig. 1.24 Variación de riqueza, abundancia e índices en dos casos de minifundio 3.	51
Fig. 1.25 Variación de los porcentajes de gremios en dos casos de minifundio 3.	52
Fig. 1.26 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices de los dos casos de minifundio 3.	52
Fig. 1.27 Variación temporal de gremios en los dos casos de minifundio 3.	53
Fig. 1.28 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en minifundio 3.	54
Fig. 1.29 Comparación de gremios de Araneae en dos casos de minifundio 3.	55
Fig. 1.30 Variación temporal de gremios de Araneae en dos casos de minifundio 3.	56
Fig. 1.31 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en minifundio 3.	57
Fig. 1.32 Comparación de chinches fitófagas y depredadoras en dos casos de minifundio 3.	58
Fig. 1.33 Variación temporal de chinches fitófagas y depredadores en minifundio 3.	58
Fig. 1.34 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 4.	59
Fig. 1.35 Variación de gremios en tres casos de minifundio 4.	60
Fig. 1.36 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 4.	62
Fig. 1.37 Variación temporal de gremios en tres casos de minifundio 4.	64
Fig. 1.38 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en tres casos de minifundio 4.	65
Fig. 1.39 Composición de gremios de Araneae en minifundio 4.	66
Fig. 1.40 Variación temporal de gremios de Araneae en los tres casos de minifundio 4.	67
Fig. 1.41 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en tres casos de minifundio 4.	68
Fig. 1.42 Variación de chinches fitófagas y depredadoras en minifundio 4.	69
Fig. 1.43 Variación temporal de chinches fitófagas y depredadoras en minifundio 4.	70
Fig. 2.1 Fotos de los monocultivos de zanahoria y zapallito en minifundio 1.	92
Fig. 2.2 Fotos de policultivos de minifundio 1.	93
Fig. 2.3 Fotos de parcelas de frutilla en minifundio 4.	93
Fig. 2.4 Abundancia jerarquizada de órdenes. a) monocultivo b) policultivo.	95
Fig. 2.5 Curva de acumulación de especies entre mono y policultivo.	96

Fig. 2.6 Curva de rango abundancia de mono y policultivo.	97
Fig. 2.7 a) Variación de riqueza y abundancia en mono y policultivo; b) Índices de diversidad en mono y policultivo.	98
Fig. 2.8 Porcentajes de gremios: a) Monocultivo; b) Policultivo.	99
Fig. 2.9 Curva de acumulación de especies de arañas en mono y policultivo.	100
Fig. 2.10 Gremios de arañas en mono y policultivo.	100
Fig. 2.11 Curva de acumulación de especies de chinches en mono y policultivo.	101
Fig. 2.12 Chinches fitófagas y depredadoras en mono y policultivo de Campo 1.	102
Fig. 2.13 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de monocultivo.	103
Fig. 2.14 Curvas de acumulación de especies en caso de monocultivo 1 (CM1), caso de monocultivo 2 (CM2) y caso de monocultivo 3 (CM3).	103
Fig. 2.15 Variación de gremios en tres casos de monocultivo de minifundio 1.	104
Fig. 2.16 Variación de gremios en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	105
Fig. 2.17 Variación de riqueza, abundancia e índices de arañas en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	106
Fig. 2.18 Gremios de arañas en los casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	107
Fig. 2.19 Variación temporal de gremios de arañas en los tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	108
Fig. 2.20 Variación de riqueza, abundancia e índices de chinches en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	109
Fig. 2.21 Chinches fitófagos y depredadoras en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	110
Fig. 2.22 Fluctuaciones de chinches fitófagas y depredadoras en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.	111
Fig. 2.23 Variación de riqueza, abundancia e índices en 3 casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	112
Fig. 2.24 Curvas de acumulación de especies de en policultivos. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	112
Fig. 2.25 Variación de gremios en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	113
Fig. 2.26 Variación de gremios en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	114
Fig. 2.27 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	115
Fig. 2.28 Variación de gremios de Araneae en los tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	116
Fig. 2.29 Variación de gremios de arañas en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	117
Fig. 2.30 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	118
Fig. 2.31 Chinches fitófagas y depredadoras en tres casos de policultivo en minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	119
Fig. 2.32 Fluctuaciones de chinches depredadoras y fitófagas en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.	119
Fig. 2.33 a) Variación de riqueza y abundancia en parcelas de frutilla de distintas edades; b) Variación de índices en parcelas de frutilla de distintas edades. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	120
Fig. 2.34 Curvas de acumulación de especies en PFR1 y PFR2. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	121
Fig. 2.35 Variación de gremios en las dos parcelas de frutilla de minifundio 4. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	122
Fig. 2.36 Variación de gremios en frutilla a) Parcela PFR1; b) Parcela PFR2.	123
Fig. 2.37 Variación de riqueza, abundancia e índices de arañas en las parcelas de frutilla. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	124
Fig. 2.38 Variación de gremios de arañas en las parcelas de frutilla. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	125
Fig. 2.39 Variación de gremios de arañas a) Parcela PFR1; b) Parcela PFR2.	126

Fig. 2.40 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en las parcelas de frutilla de minifundio 4. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	127
Fig. 2.41 Chinchas fitófagas y depredadoras en frutilla. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.	128
Fig. 2.42 Variación de chinchas fitófagas y depredadoras en PFR1.	129
Fig. 2.43 Variación de chinchas fitófagas y depredadoras en PFR2.	129
Fig. 3.1 Barreras rompevientos de los tres minifundios analizados.	147
Fig. 3.2 Esquema de análisis de patrones de movimiento de Campo 2.	149
Fig. 3.3 Esquema de análisis de patrones de movimiento Campo 3.	150
Fig. 3.4 Esquema de análisis de patrones de movimiento Campo 4.	150
Fig. 3.5 Curvas de acumulación de especies entre barreras y áreas cultivadas: a) Campo 2; b) Campo 3; c) Campo 4.	152
Fig. 3.6 Abundancias jerarquizadas de órdenes en las barreras y áreas cultivadas de cada minifundio: a) área cultivada Campo 2; b) Barrera Campo 2; c) área cultivada Campo 3; d) Barrera Campo 3; e) área cultivada Campo 4; d) barrera Campo 4.	153
Fig. 3.7 Porcentajes de gremios en áreas cultivadas y barreras.	155
Fig. 3.8 Variación de riqueza y similitud en barrera y área cultivada Campo 2.	156
Fig. 3.9 Variación de riqueza y similitud en barrera y área cultivada Campo 3.	157
Fig. 3.10 Variación de riqueza y similitud en barrera y área cultivada Campo 4.	157
Fig. 3.11 Variación de gemios en Campo 2: a) área cultivada; b) barrera.	158
Fig. 3.12 Variación de gemios en Campo 3: a) área cultivada; b) barrera.	160
Fig. 3.13 Variación de gemios en Campo 4: a) área cultivada; b) barrera.	161
Fig. 3.13 c Comparación de la variación de <i>Myzus persicae</i> en barrera y área cultivada de Campo 4.	162
Fig. 3.14 Curvas de acumulación de especies de arañas entre barreras y áreas cultivadas: a) Campo 2; b) Campo 3; c) Campo 4.	163
Fig. 3.15 Variación de gremios de arañas en barrera y área cultivada Campo 2.	164
Fig. 3.16 Variación de gremios de arañas en barrera y área cultivada en Campo 3.	165
Fig. 3.17 Variación de gremios de arañas en barrera y área cultivada en Campo 4.	166
Fig. 3.18 Curvas de acumulación de especies de Heteroptera en barreras y áreas cultivadas: a) Campo 2; b) Campo 3; c) Campo 4.	167
Fig. 3.19 Comparación de Heteroptera fitófagas y depredadores en barreras y áreas cultivadas.	168
Fig. 3.20 Familias de Heteroptera en barreras y áreas cultivadas.	169
Fig. 3.21 Variaciones de chinchas depredadoras y fitófagas en Campo 2: a) área cultivada; b) barrera.	170
Fig. 3.22 Variaciones de chinchas depredadoras y fitófagas en Campo 3: a) área cultivada; b) barrera.	170
Fig. 3.23 Variaciones de chinchas depredadoras y fitófagas en Campo 4: a) área cultivada; b) barrera.	170

INTRODUCCIÓN

La agricultura es un componente esencial del bienestar de la sociedad. Ocupa el 40% de la superficie terrestre, consume el 70% de los recursos hídricos mundiales y contribuye a la ordenación de la biodiversidad en los planos genético, de las especies y del ecosistema (COAG, 2007). Además, en cada punto de la producción, la agricultura influye y, a su vez, recibe la influencia de los ecosistemas, la biodiversidad, el clima y la economía. En consecuencia, la producción agrícola dejó de ser una cuestión puramente teórica y es vista como un proceso condicionado por factores sociales, culturales, políticos y económicos. Y, en consecuencia, la agroecología, como disciplina, ofrece los principios ecológicos básicos para el estudio y manejo de ecosistemas tanto productivos como preservadores de los recursos naturales, al tiempo que señala los principios básicos de la autorregulación y sustentabilidad, la preservación y el incremento de la biodiversidad de los agroecosistemas. En este sentido, la agricultura sustentable generalmente se refiere a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo. Esto requiere que el sistema agrícola sea considerado como un ecosistema (de aquí el término agroecosistema), debido a que la agricultura y la investigación deberían no sólo estar orientados a la búsqueda de altos rendimientos de un producto en particular, sino también a la optimización del sistema como un todo. Es decir, se trata de ver más allá de la producción económica y considerar la sustentabilidad y estabilidad ecológica.

Del estudio de la estructura de los agroecosistemas y del análisis de sus mecanismos y características funcionales, derivan las claves para la gestión de dichos agroecosistemas y el mantenimiento de su diversificación. En efecto, sabemos que la

transformación de los ecosistemas naturales para la instalación de agroecosistemas determina una simplificación de la biodiversidad original. Esta simplificación es consecuencia directa de actividades humanas como la preparación del suelo para la siembra, el uso de herbicidas y plaguicidas (que pueden afectar organismos que no resultan perjudiciales para el sistema productivo), la utilización de una sola especie vegetal (monocultivo), entre otros. Como consecuencia, los agroecosistemas son ecológicamente inestables, es decir que, sin la intervención humana, no persisten y comienza un proceso de cambio en la composición vegetal denominado “sucesión”, en un tiempo que variará según el sistema. De esto se desprende que los servicios ambientales que brindan los ecosistemas naturales deben ser aprovechados en el diseño de los sistemas de producción, por cuanto el aumento de su biodiversidad es la base de un manejo agroecológico que brinda una serie de beneficios y minimiza ciertos problemas. Las múltiples interacciones entre distintos componentes bióticos de un sistema pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos en el control biológico de las plagas y en la regeneración o aumento de la fertilidad del suelo y su conservación. Dentro de la biodiversidad hay dos tipos de componentes: el primero es *la biodiversidad planificada o productiva*, que incluye los cultivos y animales del agroecosistema elegidos por el productor; el segundo componente es *la biodiversidad asociada*, que incluye la flora y fauna del suelo, herbívoros, descomponedores y depredadores que provienen desde los ambientes circundantes (Vandermeer & Perfecto, 1995). Ahora bien, esta incorporación de la biodiversidad a un agroecosistema puede lograrse de diversas maneras: incrementando la variabilidad genética del cultivo, a través de siembra de variedades diferentes de una misma especie, por la mezcla de especies, mediante disposiciones espaciales discontinuas o rotaciones tanto de especies como de sistemas, entre otros.

En cuanto al manejo de plagas, una de las principales innovaciones es el tratamiento de los principales factores que influyen en el *status* de plaga para un insecto como ser el clima, el hábitat, el alimento y los enemigos naturales (Olfert *et al.*, 2002). Las plagas juegan un importante papel por los daños y consecuente disminución de las

cosechas, por el deterioro de los productos ya cosechados, por los costos que significan contener su acción y, además, por el alto costo ecológico que generan los métodos convencionales de control. En otras palabras, las plagas agrícolas constituyen un problema económico, ecológico y social de importancia que debe ser cuidadosamente considerado. A pesar de la inestabilidad temporal, los cultivos anuales son hábitats terrestres en los cuales los depredadores pueden ejercer la más fuerte regulación de las poblaciones de herbívoros y donde ellos pueden causar los más altos niveles de daño en las plantas, cuando los depredadores fallan en su control. El escaso conocimiento de la importancia relativa de los agentes de control y de sus interacciones con los herbívoros (Sunderland *et al.*, 1997; Fagan *et al.*, 1998; Lang, 2003), no ha permitido predecir de manera suficientemente clara el brote de una plaga (Schmidt *et al.*, 2003), a pesar de existir en la bibliografía numerosos ejemplos que la diversificación de los sistemas de cultivos reduce las poblaciones de herbívoros y que, en general, mientras más diverso es el agroecosistema y mayor el tiempo en que su diversidad permanece inalterada, más son los eslabones internos que ayudan a fomentar una mayor estabilidad de la comunidad de insectos.

En la Argentina existen diferentes tipos de productores agrícolas: los pequeños, medianos y grandes productores. Los grandes productores realizan una mayor inversión y han logrado una modernización y reestructuración de las actividades agrícolas, incorporando nuevas tecnologías para incrementar su productividad. En cambio, los pequeños y medianos productores son los más desfavorecidos, ya que no pueden incorporar nuevas tecnologías, poseen menos hectáreas, su capital es escaso, satisfacen el mercado interno y logran menor productividad. Los minifundios están relacionados con la pobreza rural en la Argentina por su estructura agraria. Este tipo de producción es típica de más de la mitad de las explotaciones agropecuarias en las economías regionales. Es una agricultura de subsistencia que realizan los pequeños productores para satisfacer sus necesidades básicas y, en algunos casos, para el autoconsumo. Sus actividades se basan en el trabajo y no en el capital, ya que producen para consumir y no para obtener grandes

ganancias; utilizan mano de obra familiar, tienen escasos recursos, pocas hectáreas y bajo volumen de producción.

Dentro de este contexto, la provincia de Salta presenta una gran diversidad de ambientes naturales que posibilitan la diversificación de la producción, principalmente agrícola y, al mismo tiempo, determinan especializaciones zonales, sobre la base de los cultivos, tipos de implantación predominante en el uso de suelo, etc. En este marco, el Valle de Lerma es un área orientada a un tradicional cultivo intensivo, el de tabaco, complementado con hortalizas, forrajeras y, a veces, legumbres; dentro de un modelo de producción minifundista ampliamente distribuido por todo el valle y que destina las hortalizas cultivadas al consumo urbano, y las forrajeras, a la ganadería extensiva e intensiva (Pereira *et al.*, 2001). Los minifundistas de la zona del Valle de Lerma tienen problemas básicos, como ser: el ataque de plagas y enfermedades, altos insumos para controlarlas, aplicación indiscriminada de agroquímicos, poco conocimiento de la importancia de la fauna benéfica asociada a los cultivos, escasa planificación para una adecuada rotación de cultivos, falta de aplicación de prácticas que eviten la erosión del suelo y posibiliten incorporar, de manera más fácil, sus productos en el mercado local. Además, como el modelo productivo minifundista se basa en cultivos agrícolas intensivos, éstos generan un importante impacto sobre el ambiente. De esto se desprende que es necesario y de vital importancia hacer un uso sostenible de los recursos naturales en el tiempo y buscar estrategias de conservación de la diversidad biológica silvestre asociada; en otras palabras realizar una gestión sostenible del ambiente rural.

Por todo lo anteriormente mencionado, hemos considerado necesario analizar la diversidad de la artropodofauna en parcelas cultivadas de minifundios del Valle de Lerma, Salta, como un “todo”, con miras a conocer aún más su dinámica interna y que nos permitirá planificar, a futuro, actividades tendientes a una producción agrícola sustentable en el tiempo. Para ello hemos trabajado también con el concepto de grupo funcional que es muy atractivo para realizar estudios de ecología aplicada, ya que tiene la ventaja de que las especies pueden ser consideradas a nivel morfoespecífico y agrupadas de acuerdo a

sus hábitos alimenticios (Simberloff & Dayan, 1991). Körner (1993) define al “*grupo funcional*” como “los elementos que mantienen en común un conjunto de rasgos estructurales y/o procesos en cualquier nivel de organización”. Existen razones para suponer que estos grupos cumplen funciones importantes en la naturaleza y que su dinámica interna está en relación con la estabilidad de los sistemas naturales (Debandi, 1999). Estas especies, además, al compartir un mismo recurso alimenticio, pueden verse afectadas de igual forma ante un determinado disturbio, lo que puede ser utilizado para generalizar el efecto observado en una especie sobre las demás de ese grupo funcional (Severinghaus, 1981). Por otra parte, dentro de un grupo funcional, podemos esperar que exista una diferenciación en las respuestas individuales de cada especie frente a cambios en los factores ambientales. Así, las especies resultan iguales para una función, pero difieren en su respuesta individual al ambiente. Además se ha sugerido que la diversidad, dentro y entre grupos funcionales, incrementa la resiliencia de un sistema natural debido al mantenimiento del flujo de energía y nutrientes cuando los integrantes de una función clave son dañados o eliminados (Silver *et al.*, 1996).

Los estudios llevados a cabo en esta tesis en minifundios han sido útiles para evaluar la real importancia de las especies consideradas plagas y también de la diversidad, abundancia y variación estacional de la fauna benéfica (depredadores y parasitoides). Asimismo nos permitió comprender la relación entre los grupos funcionales en las parcelas cultivadas y las barreras rompevientos, y cómo estas últimas pueden servir de refugio para la fauna de artrópodos que, por disturbios en las áreas cultivadas, emigraron a estas áreas adyacentes.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la biodiversidad asociada a campos minifundistas, con miras a su utilización en la conservación del control biológico en establecimientos de pequeños productores del NOA.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la biodiversidad de artrópodos asociados a diferentes ecosistemas agrícolas minifundistas del Valle de Lerma, Salta (Argentina) en términos de abundancia y riqueza de especies.
- Determinar y comparar la diversidad de los ensamblajes de enemigos naturales, con énfasis en Araneae y Heteroptera depredadores, en minifundios con diferentes manejos y heterogeneidad ambiental (de monocultivos a policultivos) y en hábitats adyacentes diferentes en composición y estructura de vegetación.

Para cumplir con los objetivos propuestos, esta tesis está estructurada en tres capítulos en los que se analiza cada uno de los aspectos planteados en los objetivos. Así, si el objetivo planteado en el primer capítulo es analizar la biodiversidad de artrópodos asociados a diferentes ecosistemas agrícolas minifundistas del Valle de Lerma, en Salta (Argentina) en términos de abundancia y riqueza de especies a lo largo de un año, se busca comprobar la hipótesis de que ***la diversidad de artrópodos varía en un mismo minifundio, dependiendo del arreglo espacial de los cultivos y su manejo a lo largo del tiempo.***

Por otro lado, en el capítulo 2 se aborda la problemática de la biodiversidad de artrópodos asociada a monocultivos y policultivos temporales y anuales del Valle de Lerma. Para ello, los objetivos de estudio planteados en este capítulo incluyen:

- ✓ Analizar la diversidad de artrópodos en parcelas cultivadas con monocultivos y otras con policultivos en minifundios del Valle de Lerma, Salta (Argentina), en términos de abundancia y riqueza de especies.
- ✓ Comparar la diversidad y los ensamblajes de artrópodos y de enemigos naturales de insectos plagas en estas parcelas cultivadas, con énfasis en las arañas y chinches heterópteras y en relación con la rotación de los mismos a lo largo del tiempo.
- ✓ Analizar la dinámica de la diversidad de artrópodos en parcelas con un monocultivo perenne, pero con diferentes edades de siembra y producción.

Se plantearon testear las siguientes hipótesis de trabajo:

- ✓ ***Parcelas con policultivos poseen una mayor diversidad de enemigos naturales que parcelas con monocultivos.***
- ✓ ***La rotación de cultivos en el tiempo produce un incremento de la biodiversidad de artrópodos y un alto recambio de especies, haciéndose más evidente cuando ellas se efectúan en parcelas con policultivos con una combinación de plantas de diferente porte.***
- ✓ ***Un cultivo con producción bi-anual posee una comunidad de artrópodos más diversa en su segundo año de producción.***

Por último, en el capítulo 3 se analiza la biodiversidad de artrópodos en barreras rompevientos y su influencia sobre la fauna de las áreas cultivadas adyacentes en cada minifundio. Aquí, el objetivo central es determinar y comparar la diversidad de los artrópodos y los ensamblajes de enemigos naturales, con énfasis en Araneae y Heteroptera depredadores, en parcelas cultivadas en los minifundios estudiados y en sus hábitats adyacentes, representados por barreras rompevientos. Con ello se busca probar la siguiente hipótesis: ***las barreras rompevientos presentes en los minifundios poseen una mayor diversidad de artrópodos, especialmente benéficos y, además, en determinados momentos del año, se constituyen como áreas de refugio para los mismos.***

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en cuatro fincas minifundistas del Valle de Lerma (Fig. 1), en las localidades de Vaqueros y Cerrillos que se encuentran a 12km al Norte (24° 43'S, 65°25'O) y a 18km al Sur de la ciudad de Salta (24° 53'S, 65° 28'O), respectivamente.

La zona central de la provincia de Salta está representada por los departamentos: Capital, Cerrillos, Chicoana, La Viña, Guachipas, Rosario de Lerma, La Caldera y General Güemes. Gran parte de ella se extiende a lo largo del Valle del Lerma, fosa de hundimiento cubierta con sedimentos modernos que, por encontrarse al Este de la Cordillera Oriental, presenta un registro anual de precipitaciones superior al de los Valles Calchaquíes. El Valle de Lerma es una depresión intermontana alargada en sentido meridiano, ubicada en la provincia de Salta, en el Noroeste de la República Argentina. La superficie del vaso del Valle es de 2.400km² aproximadamente y con coordenadas extremas que van desde 24° 30' y 25° 38'S y 65° 22' y 65 37'O. La extensión máxima en sentido Norte – Sur es de 120km, mientras que el ancho alcanza 25km en el tramo central; en el Norte de la depresión se encuentra la ciudad de Salta, capital de la provincia (Baudino, 1996).

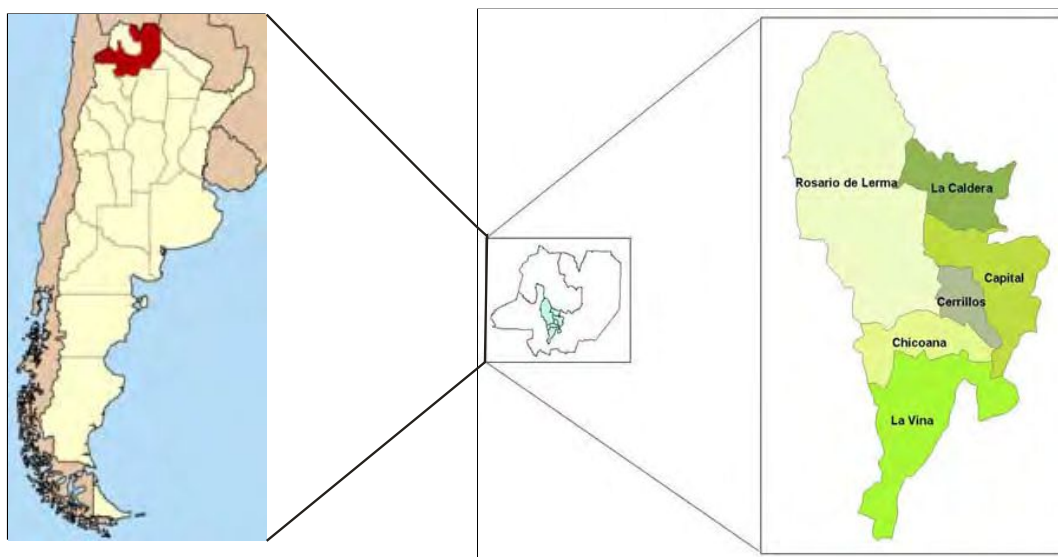


Fig. 1 Ubicación geográfica del Valle de Lerma.

El clima del área de estudio corresponde a un tipo sub-húmedo, mesotérmico, con pequeños déficits de humedad en la estación seca. El régimen de precipitaciones muestra dos estaciones: una lluviosa (noviembre-abril) y otra seca (mayo-octubre).

El siguiente gráfico (Fig. 2) muestra la variación de temperatura y precipitaciones registrados por la central meteorológica del INTA, ubicado en la localidad de Cerrillos, durante el período de muestreo de esta tesis (Abril 2004 a abril 2005).

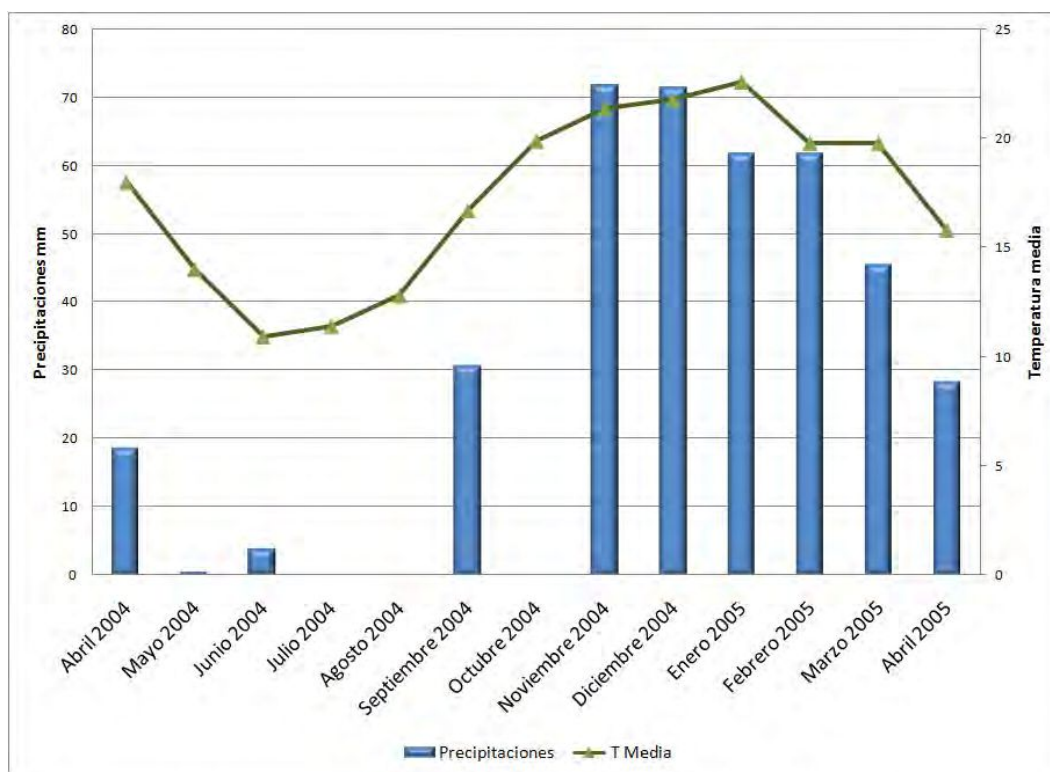


Fig. 2 Variación de temperatura y precipitaciones de los meses muestreados.

La elección de los cuatro minifundios se realizó teniendo en cuenta las siguientes características: tamaño de los minifundios no mayor a 5 ha., con producción netamente hortícola y que se encuentren lo suficientemente separadas para que sean representativas del área en estudio, y que en lo posible cuenten con barreras rompevientos con diferentes estructuras y disposición.

El minifundio 1 estudiado (Campo 1) era un campo arrendado por el productor ubicado en el centro de la localidad de Cerrillos y con una extensión aproximada de 3 ha. Se encontraba rodeado por zonas urbanas y cultivos de tabaco. Este minifundio se encontraba en medio de área urbana, rodeado por algunos campos dispersos en el paisaje destinados a la producción de tabaco, sobre la ruta principal del pueblo. Los años anteriores al estudio, este minifundio fue arrendado por el mismo productor y manejado de manera convencional implicando la aplicación de diferentes agroquímicos. Los cultivos implantados siguieron una rotación más teniendo en cuenta el precio de los cultivos en el mercado que siguiendo prácticas agrícolas que reduzcan el impacto de las plagas o el mejoramiento del efecto de los depredadores sobre ellas. Por lo que muchas veces, al no hacer una adecuada rotación de cultivos, el productor llegaba a obtener ganancias reducidas. Actualmente en este predio se construyó una vivienda y no se dedica más a la producción hortícola.

En este campo se delimitaron dos parcelas de estudio siguiendo el diseño planteado por el productor; una, con un arreglo espacial de cultivos en bandas y otra, con monocultivos: en ambos casos, los cultivos fueron rotando a lo largo del año. El período muestreado en este campo abarcó desde abril de 2004 hasta abril de 2005.

El minifundio 2 (Campo 2), con una extensión aproximada de 5 ha, se ubicaba en la localidad de Vaqueros; rodeado por vegetación natural y zona urbana en creciente incremento, pero menor que la de la localidad de Cerrillos. Aquí también el productor era arrendatario y tenía poco conocimiento sobre cómo realizar un manejo adecuado de los cultivos, los que fueron implantados de acuerdo al precio en el mercado y la posibilidad de venderlos en el mismo municipio. El productor no tenía inconvenientes de realizar aplicaciones de plaguicidas, en muchas veces muy tóxicos con el objeto de controlar lo que él pensaba que estaba produciendo pérdidas en sus cultivos. Debido a su personalidad, era muy difícil poder conocer mucho sobre la historia de los terrenos que arrendaba y la sucesión de cultivos en el tiempo y sus manejos. Por otro lado, debido a las escasas ganancias que logró en el año que se efectivizó este estudio, obtó por dejar la

actividad. Actualmente este predio está transformado en viviendas. Allí, los muestreos se realizaron en los meses de junio a diciembre 2004; el diseño del campo presentaba dos parcelas, cada una de ellas con un cultivo y separadas por una importante barrera central de vegetación natural correspondiente al Chaco Serrano salteño.

El minifundio 3 (Campo 3), al igual que los anteriores era arrendado. Se ubicaba en la localidad de Cerrillos, con una extensión aproximada de 3 ha., y estaba rodeado por cultivos de tabaco y hortalizas. En los años anteriores al estudio, el campo fue siempre cultivado con diferentes hortalizas con un manejo de rotación y de diseño de parcelas en bandas que se mantuvieron también en el momento del estudio. Las aplicaciones de plaguicidas se hacían según el criterio del arrendatario y de los problemas fitosanitarios que se le presentaban. Presentaba dos parcelas bien diferenciadas, una con un policultivo que, posteriormente, fue sustituido por un único cultivo; la segunda parcela, con cultivos dispuestos en franjas que fueron rotados en el tiempo. Al igual que en el caso anterior, presentaba una barrera rompevientos, pero con una disposición lateral a las parcelas cultivadas y en forma de L. Su estructura era muy simple y estaba representada por arbustos bajos y cañas de bambú. El período muestreado en este campo abarcó desde diciembre 2004 hasta abril de 2005.

El minifundio 4 (Campo 4) se encuentra en la localidad de Vaqueros, rodeado por cultivos de tabaco y zona urbana. Es un campo manejado por su dueño que hace más de diez años que se dedica a la producción de frutilla, principalmente, y combina ese cultivo con el de distintas hortalizas. Históricamente es un campo manejado de manera convencional, aunque el productor en algunos momentos, por sugerencia de profesionales de la universidad hizo ciertas experiencias con insecticidas botánicos y mantenía un área de compostaje permanente. El productor cambiaba la variedad de frutilla de acuerdo a demanda del mercado. Al finalizar el estudio, el productor incorporó un invernáculo en el minifundio para producción de flores.

Este minifundio tiene una extensión aproximada de 3 ha. y casi un 75% del área cultivable estuvo representada por dos parcelas de frutilla y otras parcelas con una variada rotación de cultivos y épocas en barbecho. El diseño de la barrera rompeviento

tenía forma de L, lateral a las parcelas cultivadas y con vegetación boscosa y herbácea típica del Chaco Serrano. El período muestreado en este campo abarcó desde abril 2004 hasta abril de 2005.

Los minifundios 1, 2 y 3 poseían riego por surcos mientras que el minifundio 4 tenía, debido a los camellones donde se desarrollaba el cultivo de frutilla, riego automatizado por goteo.



Fig. 3 Imagen satelital de la ubicación geográfica de los minifundios estudiados.

Muestreo: Se muestrearon quincenalmente los cuatro minifundios del Valle de Lerma (Salta, Argentina), desde mayo de 2004 hasta abril de 2005, salvo las excepciones arriba mencionadas. Los muestreos fueron realizados con dos tipos de métodos que son complementarios, un G-Vac, para recolectar los artrópodos de la parte aérea de las plantas y trampas de caída (pit-fall), para capturar la fauna epígea. El número de muestras tomadas en cada parcela fue proporcional a la superficie de la misma. En cada punto de muestreo se colocó una trampa pit-fall de 10.5cm de diámetro con líquido conservante

(etilenglicol: agua en solución 1:10, con gotas de detergente) y se tomó una muestra con un G-Vac McCulloch, representada por la succión de un metro lineal por el término de un minuto.



Fig. 4 Fotos de trabajo de campo en los minifundios estudiados.

Todas las muestras fueron consideradas como independientes, rotuladas e identificadas de acuerdo al método y el área de muestreo. El material recolectado en los campos fue mantenido en cámaras refrigeradas hasta su traslado al laboratorio donde fue adecuadamente fijado con alcohol etílico al 70°, separado e identificado, en una primera etapa, a nivel de morfoespecies utilizando una base de imágenes digitales generadas por el software Taxis 3.5 (Meyke, 1999-2004). Los datos obtenidos fueron plasmados en

planillas electrónicas donde se registraron datos del método de colecta, fecha y número de ejemplares recolectados. Posteriormente, el material fue clasificado en órdenes y familias y separados en grupos funcionales (fitófagos, depredadores, parasitoides, formadores de suelo y otros), para su posterior análisis. Las arañas fueron agrupadas en gremios según Uetz (1999), mientras que las chinches fueron consideradas, según su dieta, en depredadoras o fitófagas.

El diseño de muestreo utilizado en las parcelas cultivadas de cada minifundio se representa en las siguientes figuras:

Minifundio 1: se delimitaron dos parcelas, en la parcela A (la de mayor extensión de 2,5 ha. aproximadamente) con un arreglo espacial de cultivos en bandas rotados a lo largo del año, se tomaron 35 puntos siguiendo una W. En la parcela B (1 ha.), con monocultivos que cambiaron durante el año, se tomaron 11 puntos en un diseño en V (Fig. 1). La rotación de los cultivos en la parcela A fue: perejil (*Petroselinum crispum*), lechuga (*Lactuca scariola*) y remolacha (*Beta vulgaris* var. *esculenta*)/ perejil, papa (*Solanum tuberosum*) y chaucha (*Phaseolus vulgaris*)/ perejil, remolacha y lechuga. La rotación en la parcela B fue: zanahoria (*Daucus carota*)/zanahoria/zapallito (*Curcubita maxima*). Las dos parcelas se encontraban separadas por una acequia.

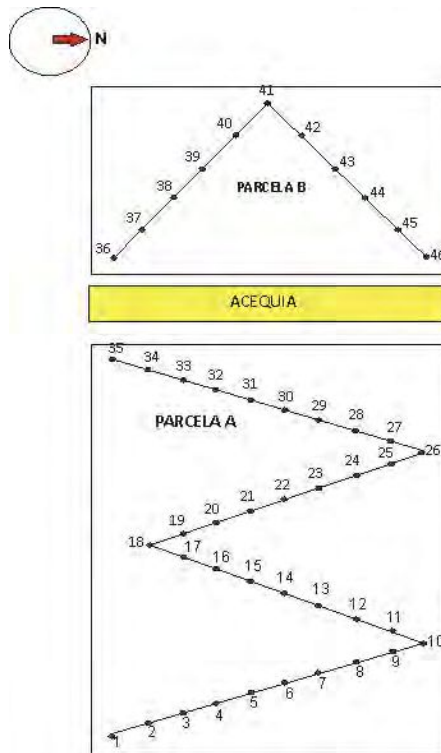


Fig. 5 Diseño de muestreo en el minifundio 1.

Minifundio 2: se delimitaron dos parcelas de estudio de similares tamaños (2,5 ha.) con cultivos y una barrera rompeviento. La parcela A fue sembrada primero con papa que luego fue arada sucesivamente; la parcela B, con un cultivo de haba (*Vicia faba*) que, posteriormente fue abandonado cubriéndose de malezas. La barrera entre las dos parcelas cultivadas se caracterizaba por poseer una importante estructura arbórea, sin estrato herbáceo y abundante hojarasca; en la misma se tomaron 10 muestras con cada método de muestreo (Fig. 2).

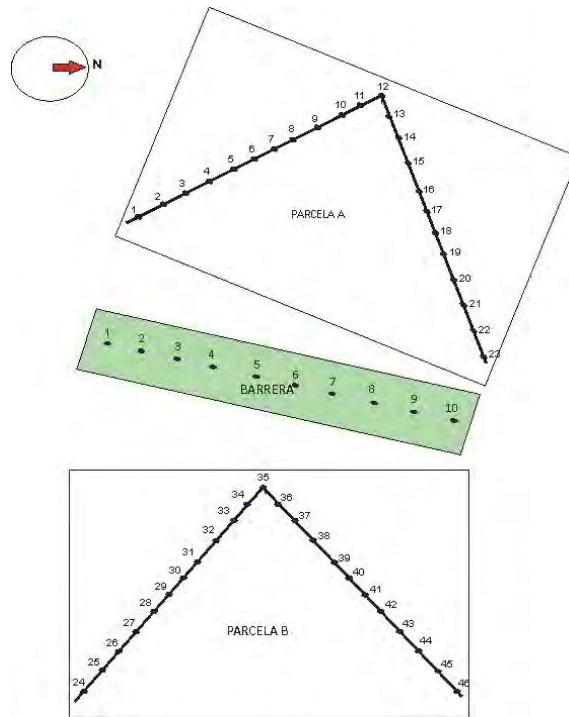


Fig. 6 Diseño de muestreo en el minifundio 2.

Minifundio 3: presentaba dos parcelas de distinto tamaño; la parcela A (de 1 ha.), donde se tomaron 17 puntos de muestreo (Fig. 3) con la siguiente rotación: perejil (*Petroselinum crispum*), lechuga (*Lactuca scariola*), acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) y remolacha (*Beta vulgaris var. esculenta*); en la parcela B (2 ha. aproximadamente), se consideraron 32 puntos de muestreos y se registró la siguiente rotación de policultivos: acelga, remolacha y perejil y, posteriormente, un monocultivo de zanahoria. La barrera rompevientos presentaba una disposición lateral a los cultivos en forma de L, con una estructura de vegetación muy simple, sólo estrato herbáceo; en ella se consideraron 10 puntos de muestreo.

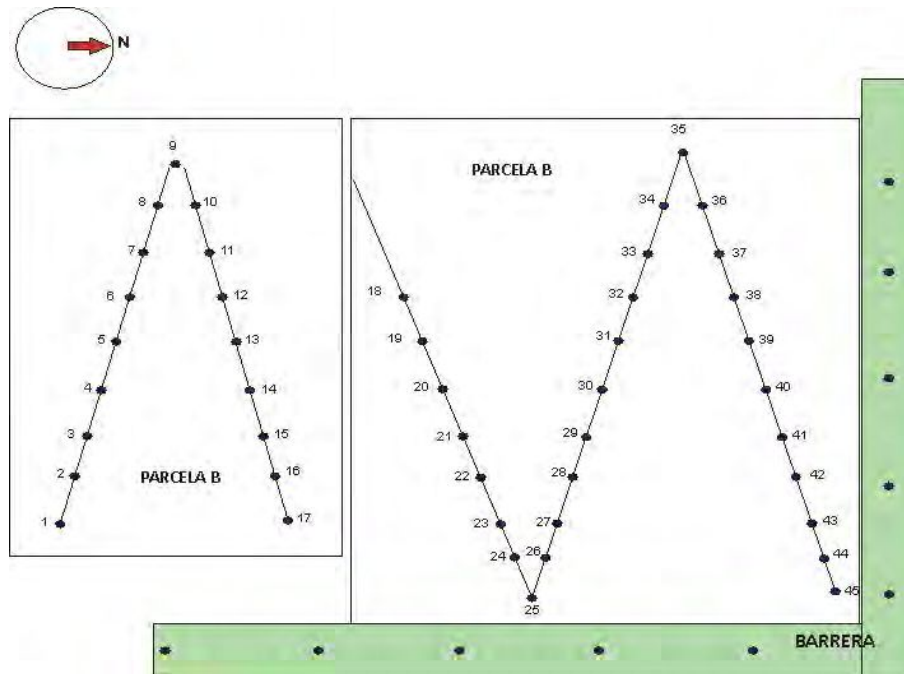


Fig. 7 Diseño de muestreo en el minifundio 3.

Minifundio 4: presentó cuatro parcelas cultivadas bien definidas (Fig. 4): parcela A (diez puntos de muestreos/ 0,7 ha.) con la siguiente rotación de cultivos y labranzas: barbecho/maíz (*Zea mays*)/malezas/arado de la parcela; parcela B, (nueve puntos de muestreo), con la siguiente rotación: camellones de frutilla (*Fragaria sp.*) abandonados/arveja (*Pisum sativum*)/arado de la parcela y barbecho; parcela C: representada por camellones con frutilla de segundo año de producción (nueve puntos de muestreo); esta parcela fue arada en enero y se dejó en barbecho; y por último, la parcela D con frutilla recién implantada (nueve puntos de muestreo). El diseño de la barrera rompevientos era en forma de L, lateral a los cultivos; su vegetación presentaba los siguientes estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; en ella también se tomaron diez puntos de muestreos con cada técnica.

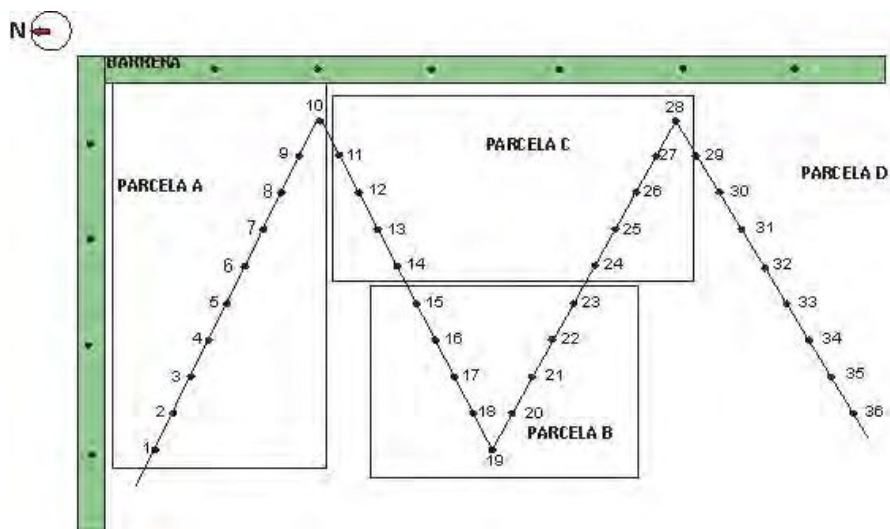


Fig. 8 Diseño de muestreo en el minifundio 4.

Durante el período de estudio, los productores realizaron aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes en los minifundios según su criterio; fueron registradas las fechas de aplicaciones y el producto aplicado (tabla 1).

Tabla 1 Aplicaciones realizadas en los minifundios.

CAMPO 1	
30-Jun-04	APLICACIÓN DE GUANO DE GALLINA EN PARCELA A
23-Aug-04	FURADÁN
20-Sep-04	FURADÁN
22-Nov-04	FURADÁN
CAMPO 2	
20-Sep-04	PARATHIÓN
CAMPO 3	
31-Ene-05	CIPERMETRINA, FURACINA Y ANTIHONGOS
28-Feb-05	CIPERMETRINA Y HERBICIDA
CAMPO 4	
17-May-04	FERTILIZANTE Y FLUCAMIL
30-Jun-04	CIPERMETRINA Y AZUFRE
26-Jul-04	AVERMECTINA
23-Aug-04	CIPERMETRINA Y AZUFRE
20-Sep-04	AZUFRE
17-Ene-05	HERBICIDA SIN IDENTIFICACION

Análisis de datos:

Composición de comunidad de artrópodos y riqueza de especies

Para estudiar la diversidad de artrópodos en los minifundios, se realizó el análisis por parcela, por cultivo, temporal por parcela, entre parcelas y a lo largo del año, entre barreras rompevientos y cultivos, y, finalmente, entre minifundios con diferentes heterogeneidades a lo largo del tiempo.

Para ello se generaron gráficas de abundancia jerarquizada (curvas de Whittaker) y de variación total de la abundancia de artrópodos en todos los casos estudiados. Debido a que la riqueza de especies es una medida natural y simple para describir la comunidad y la diversidad regional (Magurran, 1988) y es también un elemento fundamental para comparar entre sitios, se generaron curvas de acumulación de especies basadas en muestras para cada caso, usando el programa EstimateS 7.0 (Colwell, 2004).

La heterogeneidad fue medida, en esta tesis, de manera cualitativa y en relación con la diversidad de “parches” y la complejidad de sus relaciones espaciales: es alta cuando hay parches de muchos tipos diferentes y baja cuando domina un tipo de sistema (Fernandez Ales & Leiva Morales, 2003). En cada capítulo, se da una explicación a priori de la heterogeneidad de cada minifundio estudiado.

Índices de diversidad y similitud

Para comparar la diversidad de la comunidad de artrópodos se utilizaron medidas simples y comunes de diversidad como ser: la riqueza de especies (S), la abundancia total (n), el índice de diversidad de Shannon (H'), el índice de dominancia de Simpson (D) (Magurran, 2004; Krebs, 1999), los que fueron graficados comparativamente. Los intervalos de confianza para cada uno de estos índices fueron obtenidos por el procedimiento de bootstrap (Krebs, 1999) y fueron realizados usando el programa Past vers1.18 (Hammer *et al.*, 2003). Se aplicó el índice de Jaccard y el índice de similitud de Bray-Curtis para comparar la composición de especies de los grupos tratados entre diferentes hábitats. Para analizar el grado de asociación o similitud entre los sitios estudiados, se utilizó la técnica ecológica de clasificación (Southwood, 1978) que permitió

investigar la similitud de los sitios estudiados y establecer los principales agrupamientos; para ello se utilizó el paquete BiodiversityPro (McAllence, 1999).

Grupos funcionales y su variación temporal: Con el objeto de analizar la estructura, diversidad y variación temporal de los grupos funcionales que interactuaron durante el período estudiado, se consideraron los siguientes grupos funcionales: fitófagos, depredadores, parasitoides, formadores de suelo (algunos ácaros, diplópodos, isópodos, etc.) y otros (incluyendo omnívoros, hormigas y polinizadores). Para la asignación de las especies a grupos funcionales, se realizó una búsqueda bibliográfica de los hábitos alimenticios de las especies recolectadas o de la familia a la que pertenecen. Las variaciones de los grupos funcionales a lo largo del tiempo fueron representadas en gráficas donde se destacan los disturbios producidos por las actividades antrópicas.

En el caso de las arañas se las separó en gremios según lo propuesto por Uetz (1999) (ver tabla 2 en anexo).

Para la clasificación de chinches en fitófagas y depredadoras, se observó la forma del aparato bucal y se realizó una búsqueda bibliográfica de los hábitos alimenticios de las especies identificadas a nivel de familia.

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN Y MATERIALES Y MÉTODOS

- ✓ Baudino, G. (1996) Hidrogeología del Valle de Lerma. Provincia de Salta. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta. Argentina.
- ✓ COAG (2007) El medio ambiente y la agricultura- Tema 6 del programa provisional del Comité de Agricultura, Roma 25 a 28 de abril de 2007. http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/62-ambiente_y_agricultura.pdf
- ✓ Colwell, R. (2004) Estimate S. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0 b1. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- ✓ Debandi, G. (1999) Dinámica de la comunidad de artrópodos asociados a Larrea (Zigophyllaceae). Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 196 pp.
- ✓ Fagan, W.F., Hakim, A.L, Ariawan, H. & S. Yuliyantiningih, (1998) Interactions between biological control effort and insecticide applications in tropical rice agroecosystems: the potential role of intraguild predation. *Biological Control*, 13: 121-126.
- ✓ Fernández Alés R. & M. J. Leiva Morales (2003) *Ecología para la agricultura*. Ediciones Mundi-Prensa. 223 pp.
- ✓ Hammer, O., D. A. T. Harper & P. D. Ryan (2003) PAST (Paleontological Statistics) version. 1.18. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- ✓ Körner, C. H. (1993) Scaling from species to vegetation: the usefulness of functional groups. En: Schulze, E.D. & H.A. Mooney (eds.) *Biodiversity and Ecosystem function*. Springer, Berlin, pp. 117-140.
- ✓ Krebs, C.J. (1999) *Ecological methodology*. Second edition. Addison Wesley, Longman, Inc., Menlo Park, California, USA. 620 pp.
- ✓ Lang, A. (2003) Intraguild interference and biocontrol effects of generalist predators in a winter wheat field. *Oecologia*, 134: 144-153.
- ✓ Magurran, A. (1988) *Diversidad Ecológica y su medición*. Ed. Vedral, Barcelona, 200pp.
- ✓ Magurran, A. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. USA, 256 pp.
- ✓ McAllece, N. (1999) BiodiversityPro. PRO. Ver.2.0.0. The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science. www.sams.ac.uk/dml/projects/benthic/bdpro.
- ✓ Meyke, E. (1999-2004) TAXIS 3.5-Taxonomical Information System. www.bio-tools-net.
- ✓ Olfert, O., G.D. Johnson, S.A. Brandt & A. G. Thomas (2002) Use of artropod diversity and abundance to evaluate cropping systems. *Agronomy Journal*, 94: 210-216.
- ✓ Pereira, S.G., I.E. Roldán & M. A. Nardi (2001) Los productores familiares en la provincia de Salta a fines de la década de los '80. Aproximación metodológica a su

- caracterización a partir de datos secundarios. 8° Encuentro de Geógrafos de América Latina. 15 pp.
- ✓ Schmidt, M. H., A. Lauer, T. Purtauf, C. Thies, M. Schaefer & T. Tschardt (2003) Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science*, 270: 1905–1909.
 - ✓ Severinghaus, W.D. (1981) Guild theory develops as a mechanism for assessing environmental impact. *Environmental Management*, 5: 187-190.
 - ✓ Silver, W.L., S. Brown & A.E. Lugo (1996) Effects of changes in biodiversity on ecosystem function in tropical forest. *Conservation Biology*, 10(1): 17-24.
 - ✓ Simberloff, D. & T. Dayan (1991) The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 22: 115-143.
 - ✓ Southwood, T.R.E. (1978) *Ecological Methods with particular references to the study of insects population*. 2nd Ed. Chapman & Hall, New York. 524 pp.
 - ✓ Sunderland, K.D., J.A. Axelsen, K. Dromph, J. Freier, N. Hemptinne, H. Holst, P.J.M. Mols, M. K. Petersen, W. Powell, P. Ruggle, H. Triltsch & L. Winder (1997) Pest control by a community of natural enemies. In W. Powell, ed. *Arthropods natural enemies in arable land*. III. The individual, the population and the community. *Acta Jutlandica*, 72: 271-326.
 - ✓ Uetz, G. W. (1999) Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*, 27:270–280.
 - ✓ Vandermeer, J. & I. Perfecto (1995) *Breakfast of Biodiversity*. Food First Books Oakland CA.

CAPÍTULO 1

DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN AGROECOSISTEMAS MINIFUNDISTAS

INTRODUCCIÓN

El paisaje agrícola es altamente dinámico debido a que las actividades humanas causan frecuentemente disturbios en las tierras cultivadas; además, la estructura del hábitat de los agroecosistemas cambia de manera amplia a lo largo del período del cultivo y posterior cosecha (Thorbeck *et al.*, 2003). La actividad agropecuaria implica la artificialización de ecosistemas naturales y la simplificación de procesos ecológicos, lo que origina cambios en la composición, la estructura y la función del agroecosistema (Altieri, 1998). Tales impactos provocados por la actividad humana dependen de su lógica y magnitud y provocan efectos dañinos sobre los recursos naturales cuando éstos sobrepasan las capacidades propias de la naturaleza de regenerar, reponer y reciclar (Reijntes *et al.*, 1992).

Las prácticas agrícolas, incluyendo las aplicaciones de insecticidas, actúan como disturbios que reducen las poblaciones de enemigos naturales y la riqueza de especies (Los & Allen, 1983; Booij & Noorlander, 1988; Croft, 1990). Esta modificación de los complejos de enemigos naturales tiende a reducir el control de plagas (Edwards *et al.*, 1979; Brust *et al.*, 1986). Por ello, es crítico en el desarrollo de un manejo ecológico de las plagas (Landis *et al.*, 2000) entender los impactos de las prácticas agrícolas más comunes y la complejidad del hábitat sobre los enemigos naturales. En efecto, se ha demostrado que la riqueza de especies decrece con el uso intensivo del campo, por el número y tipo de cultivos y por el uso de plaguicidas, etc. (Marc *et al.*, 1999).

El arreglo espacial de los elementos que componen la unidad productiva y la estructura de estos, afecta la dinámica de los organismos vivos; por esta razón es necesario y de gran utilidad entender las relaciones que estos generan dentro del campo cultivado. La complejidad del hábitat (considerada como *la heterogeneidad en el arreglo de la estructura física de un hábitat*) puede ser útil para predecir patrones en la comunidad de grupos de taxa muy diversos como los artrópodos (Lassau & Hochuli, 2005), por cuanto se ha encontrado que las

comunidades de artrópodos terrestres están positivamente asociadas con la complejidad del hábitat (Gardner *et al.*, 1995, Humphries *et al.*, 1995; Lassau & Hochuli, 2005). Los artrópodos son un componente dominante de la estructura trófica de los herbívoros, carnívoros y detritívoros en la mayoría de los ecosistemas terrestres y varias hipótesis sostienen que la abundancia de estos está influenciada por la diversidad de las plantas (Perner *et al.*, 2005). En consecuencia, la manipulación de la calidad del hábitat y la disponibilidad de alimento son probablemente dos medios de incrementar la efectividad y el número de enemigos naturales en los agroecosistemas (Sunderland *et al.*, 1997). Efectivamente, al reemplazar los sistemas simples por sistemas diversos, o agregar diversidad a los sistemas existentes, es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad por las siguientes razones: proveen huéspedes/presas alternativas en momentos de escasez de la plaga; proveen alimentación alternativa (polen y néctar) para parasitoides y depredadores adultos y porque mantienen poblaciones aceptables de la plaga por períodos extendidos, asegurando la sobrevivencia continua de los insectos benéficos (Altieri & Nicholls, 2000).

La restauración de la diversidad agrícola en el tiempo y en el espacio se puede lograr mediante el uso de rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, cultivos intercalados, etc. La diversificación en la forma de policultivos reduce la abundancia de insectos plagas al afectar directamente a herbívoros y al estimular la abundancia de los enemigos naturales. También la interseembra de diversas especies de vegetales ayuda a proveer hábitats para los enemigos naturales de los insectos y de plantas hospedantes alternativas para las plagas. Además se puede establecer un hospedante distractor, protegiendo del daño a otro más susceptible o económicamente más valioso. La gran diversidad de cultivos que se pueden asociar en policultivos contribuye a prevenir la concentración de plagas en los individuos. En sistemas de monocultivos, los herbívoros experimentan mayor colonización, mayor reproducción, menor interrupción de búsqueda de cultivo y menor mortalidad por enemigos naturales por lo que el efecto de las plagas es mayor.

En síntesis, los agroecosistemas son ambientes en constante cambio debido a las diferentes prácticas que se llevan a cabo para mantener la productividad. En ellos, los

productores aplican sus conocimientos y su racionalidad para tomar decisiones de manejo y resulta interesante el poder evaluar si ellas fueron adecuadas en los momentos en que fueron aplicadas. Para esto es necesario conocer y comprender la dinámica y la estructura de la comunidad de artrópodos que habitan en los agroecosistemas. Su análisis desde una visión holística, nos permite acercarnos más a la realidad del minifundio con datos comparables en el tiempo y comprender las interacciones existentes. Además nos permitirá plantearles y/o aconsejarles a los productores mejores estrategias de manejo del minifundio a fin de lograr sustentabilidad en el tiempo, sobre la base de datos empíricos realizados en los predios.

OBJETIVO E HIPÓTESIS

El objetivo de este capítulo es analizar la biodiversidad de artrópodos asociados a diferentes ecosistemas agrícolas minifundistas del Valle de Lerma, Salta (Argentina) en términos de abundancia y riqueza de especies a lo largo de un año.

La hipótesis planteada es que ***la diversidad de artrópodos varía en un mismo minifundio, dependiendo del arreglo espacial de los cultivos y su manejo a lo largo del tiempo.***

Según lo expresado en la introducción, las predicciones para este capítulo son:

- ✓ Los minifundios que muestren mayor heterogeneidad de cultivos y presenten un área seminatural en sus diseños tendrán mayor diversidad. Por ello, entre los minifundios que se analizan, se considera que el minifundio 4 es el que presenta mayor heterogeneidad ambiental, seguido, en orden descendente por el minifundio 3, el 2 y, por último, el 1.
- ✓ Por otro lado, podría pensarse que la diversidad de artrópodos debería ser mayor en el minifundio que haya sufrido un menor número de disturbios antrópicos (aplicación de agroquímicos, arados, etc.), siendo el minifundio 4 el más disturbado durante este estudio y el minifundio 2 el menos perturbado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para probar esta hipótesis se consideraron los cuatro minifundios muestreados a lo largo del tiempo. Cada uno de ellos fue separado en diferentes casos de estudio, según el diseño que el campo poseía a lo largo del tiempo. La tabla 1.1 resume los diseños y manejos aplicados en cada minifundio.

Tabla 1.1 Resumen de los diseños de campos en cada caso estudiado y sus manejos.

CAMPO 1		
CASO 1 (5-MAYO A 30-JUNIO-04)		MANEJO
PARCELA A	PEREJIL/LECHUGA/REMOLACHA	16/6 COSECHA DE LECHUGA Y CORTADO DE PEREJIL 30/6 APLICACIÓN DE GUANO DE GALLINA
PARCELA B	ZANAHORIA	
CASO 2 (30-JUNIO-04 A 22-DICIEMBRE-04)		MANEJO
PARCELA A	PEREJIL/CHAUCHA Y PAPA	23/8 FURADÁN 20/9 FURADÁN 22/12 COSECHA DE ZANAHORIA Y PAPA
PARCELA B	ZANAHORIA	
CASO 3 (22-DIC-04 A 28-MARZO-05)		MANEJO
PARCELA A	REMOLACHA/LECHUGA/PEREJIL	31/01 ARADO PARCIAL 28/3 ARADO DE LA PARCELA B
PARCELA B	ZAPALLITO	

CAMPO 2		
CASO 1 (8-JULIO-04 A 9-AGOSTO-04)		MANEJO
PARCELA A	ARADO	SIN MANEJO
PARCELA B	HABA	
BARRERA	5 M DE ANCHO, ESTRATO LEÑOSO, HOJARASCA	
CASO 2 (9-AGOSTO-04 A 21-OCTUBRE-04)		MANEJO
PARCELA A	PAPA	20/9 PARATHIÓN
PARCELA B	HABA	
BARRERA	IDEM	
CASO 3 (21-OCTUBRE -04 A 22-DICIEMBRE-05)		MANEJO
PARCELA A	PAPA	8/11 ARADO PARCIAL PB
PARCELA B	ABANDONADA CON MALEZAS	
BARRERA	IDEM	

CAMPO 3		
CASO 1 (17-ENERO-05 A 15-FEBRERO-05)		MANEJO
UNICA PARCELA	PEREJIL/REMOLACHA/ ACELGA /LECHUGA	17/1 COSECHA DE ACELGA 31/1 CIPERMETRINA, FURACINA Y ANTIHONGOS
BARRERA	1 M DE ANCHO, SOLO ESTRATO HERBÁCEO	SIN MANEJO
CASO 2 (15-FEBRERO-05 A 12-ABRIL-05)		MANEJO
PARCELA A	ACELGA/REMOLACHA/PEREJIL	15/2 CIPERMETRINA Y HERBICIDA
PARCELA B	ZANAHORIA	
BARRERA	IDEM	

CAMPO 4		
CASO 1 (5-MAYO-04 A 16-JUNIO-04)		MANEJO
AREA CULTIVADA	PARCELA: A+ B BARBECHO PARCELA C: FRUTILLA DE 2 AÑOS PARCELA D: FRUTILLA DE 1 AÑO	5/5 FERTILIZANTE Y FLUCAMIL
BARRERA	MAS DE 3 METROS CON ESTRATO HERBACEO Y ARBÓREO	SIN MANEJO
CASO 2 (16-JUNIO-04 A 8-NOVIEMBRE-04)		MANEJO
AREA CULTIVADA	PARCELA A: BARBECHO PARCELA C: FRUTILLA DE 2 AÑOS PARCELA D: FRUTILLA DE 1 AÑO PARCELA B: ARVEJA	8/7 AZUFRE Y CIPERMETRINA 9/8 AVERMECTINA 24/8 AZUFRE Y CIPERMETRINA 21/9 AZUFRE
BARRERA	MAS DE 3 METROS CON ESTRATO HERBACEO Y ARBÓREO	SIN MANEJO
CASO 3 (8-NOVIEMBRE-04 A 12-ABRIL-05)		MANEJO
AREA CULTIVADA	PARCELA A: MAIZ PARCELA D: FRUTILLA DE 1 AÑO PARCELA B+ C: BARBECHO	10/2 HERBICIDA
BARRERA	IDEM CON ALGUNAS MODIFICACIONES	10/2 PARTE HERBACEA ARADA Y HERBICIDA

Análisis de datos:

Para analizar la diversidad se realizaron curvas de Wittaker y curvas de variación temporal de la abundancia con respecto a los disturbios. La diversidad se evaluó por diferentes índices que fueron graficados a lo largo del tiempo, al igual que la variación de los grupos funcionales, de los gremios de arañas y de heterópteros (ver detalle en Materiales y métodos generales pág. 7).

RESULTADOS

Composición de la comunidad de artrópodos y riqueza de especies

Durante el estudio se recolectaron un total de 284.300 individuos que se distribuyeron, incluyendo inmaduros, de la siguiente manera:

	ABUNDANCIA	RIQUEZA
CAMPO 1	107.295	581
CAMPO 2	36.267	517
CAMPO 3	16.983	466
CAMPO 4	123.755	713

La tabla 1.2 muestra de manera resumida la distribución de riqueza de especies y la abundancia de cada orden de artrópodo registrado (Ver Tabla 1.2 en Anexo Capítulo 1, tabla con familias y riquezas de especies completa).

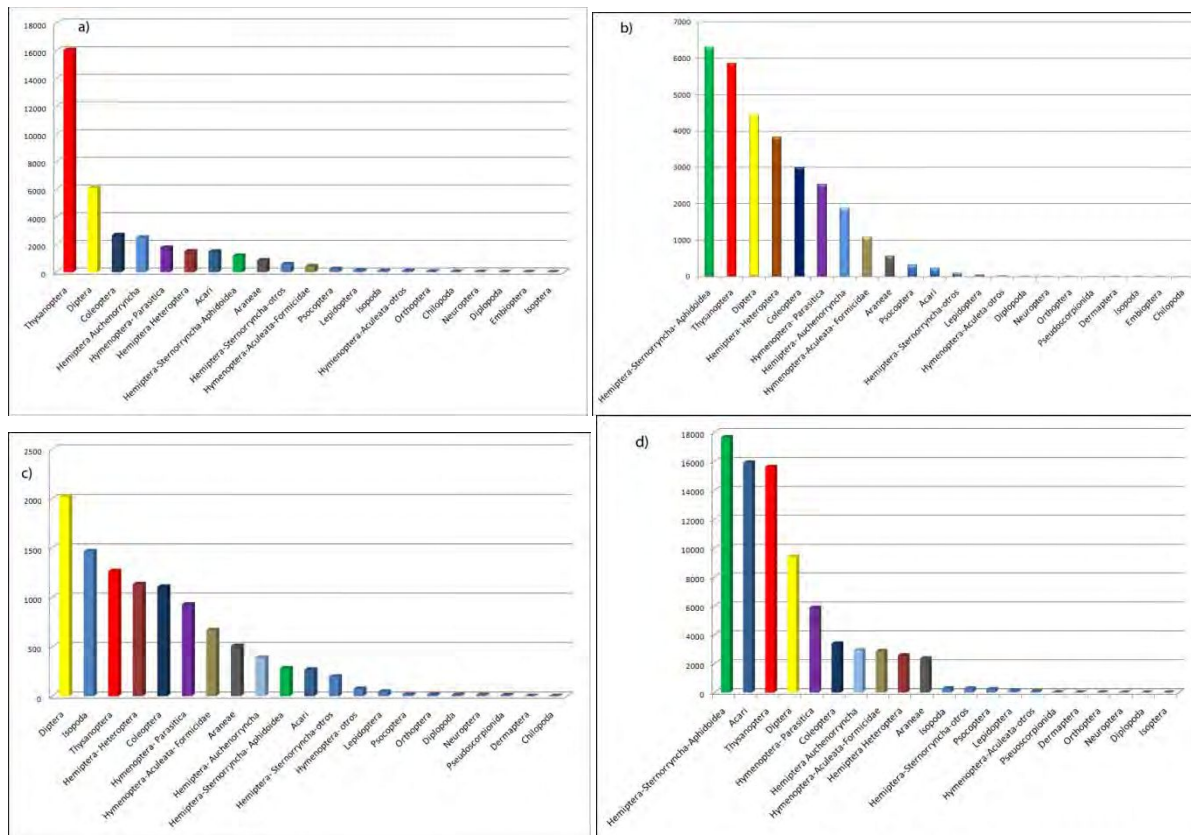
TABLA 1.2 Distribución de riqueza de especies y abundancias de cada orden de artrópodo registrado

	CAMPO 1		CAMPO 2		CAMPO 3		CAMPO 4	
	S	n	S	n	S	n	S	n
Acari	10	1.485	13	239	8	269	18	15.923
Araneae	86	852	73	564	78	510	126	2.357
Pseudoscorpionida	0	0	2	3	2	11	1	21
Collembola	6	66.865	6	3.684	5	6.084	6	38.286
Orthoptera	5	43	2	5	5	18	3	11
Isoptera	1	1	0	0	0	0	1	1
Dermaptera	0	0	1	3	1	3	2	13
Hemiptera- Auchenorrhyncha	74	2.265	65	1.874	48	391	81	2.910
Hemiptera- Heteroptera	65	4.971	56	3.836	43	1.135	62	2.576
Hemiptera- Sternorrhyncha-pulgones	7	1.193	7	6.302	6	283	7	17.668
Hemiptera- Sternorrhyncha-otros	1	577	1	98	1	199	1	278
Psocoptera	3	233	2	318	2	21	3	230
Thysanoptera	17	16.055	11	5.849	9	1.266	25	15.608
Embioptera	1	5	1	1	0	0	0	0
Neuroptera	4	27	1	8	2	13	4	8
Coleoptera	93	2.676	91	2.995	94	1.108	121	3.387
Diptera	82	6.074	65	4.429	58	2.020	94	9.398

Lepidoptera	8	127	5	42	8	46	9	147
Hymenoptera- Aculeata- Formicidae	17	433	17	1.080	15	670	17	2.868
Hymenoptera- Aculeata- otros	16	93	10	17	13	75	19	85
Hymenoptera- Parasitica	80	1.773	85	2.525	65	929	109	5.856
Isopoda	3	94	1	3	1	1.468	3	291
Chilopoda	1	30	1	1	1	3	0	0
Diplopoda	1	6	1	9	1	14	1	3
TOTAL	581	105.878	517	33.885	466	16.536	713	117.925
Inmaduros		1.417		2.382		447		5.830

Las abundancias jerarquizadas se representaron en las figuras 1.1 a, b, c, d y e y muestran que cada minifundio tuvo una composición propia y diferencial de artrópodos posiblemente relacionado con el tipo de cultivos presentes en cada uno de ellos. Así se puede expresar en líneas generales que los grupos más abundantes fueron:

- ✓ En el Campo 1 (C1) (Fig 1.1 a), Thysanoptera fue el más abundante, seguido por Diptera y Coleoptera.
- ✓ En Campo 2 (C2) (Fig 1.1 b), Hemiptera-Sternorrhyncha (Aphidoidea), seguido por Thysanoptera, Diptera y Hemiptera Heteroptera.
- ✓ En Campo 3 (C3) (Fig. 1.1 c), los dípteros fueron los más abundantes, seguido por Isopoda, Thysanoptera, Hemiptera-Heteroptera y Coleoptera.
- ✓ En Campo 4 (C4) (Fig. 1.1 d), Hemiptera-Sternorrhyncha (Aphidoidea), luego Acari, Thysanoptera, Diptera e Hymenoptera-Parasítica.



Del análisis de las curvas de Wittaker (Fig. 1.2) se puede destacar que cada minifundio tiene diferentes especies dominantes, de ese modo en Campo 1 fueron muy abundantes tres especies de Thysanoptera: *Caliothrips phaseoli*, *Thrips* sp. M13 y *Thrips* sp. M6 (Thripidae); en Campo 2, *Myzus persicae* (Aphididae), *Thrips* sp. M13, *Nysius* sp. (Lygaeidae) y *Caliothrips phaseoli*; en Campo 3, díptero M12 (Drosophilidae), *Armadillidium vulgare* (Isopoda), *Heliiothrips* sp., *Nysius* sp. y *Caliothrips phaseoli*; mientras que en Campo 4: *Myzus persicae*, *Caliothrips phaseoli* y *Tetranychus urticae* (Tetranychidae).

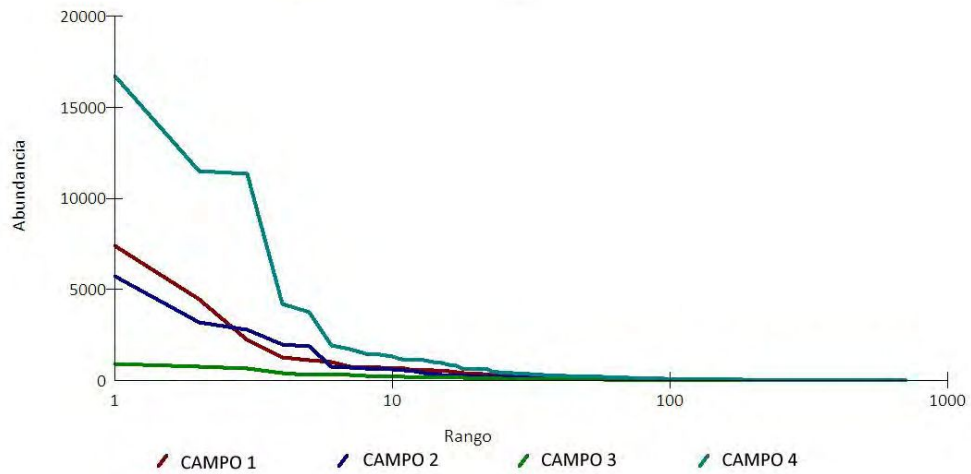


Fig. 1.2 Curva de rango abundancia.

Al comparar la riqueza de especies por medio de curvas de acumulación de especies por muestras (Fig. 1.3), se observa que a un mismo valor de significación, el campo 4 presentó la mayor riqueza, seguido por el campo 3, el campo 2 y, por último, el campo 1.

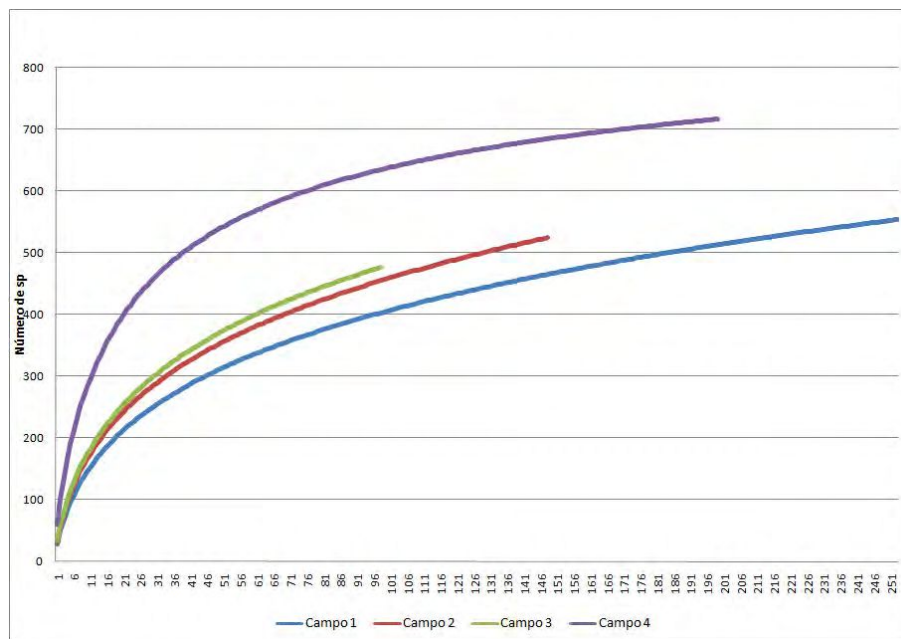


Fig. 1.3 Curva de acumulación de especies de los cuatro minifundios.

Análisis de la comunidad de artrópodos, Araneae y Heteroptera por diseños en cada minifundio

A- MINIFUNDIO 1:

Se recolectaron unos 35.768 individuos distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=4.625$, $S=271$; caso 2: $n=25.792$, $S=406$ y caso 3: $n=5.351$, $S=331$. En la figura 1.4 se observa cómo los distintos diseños (casos) del campo 1 afectaron la riqueza y diversidad de la artropodofauna del minifundio. Los resultados muestran que todas las abundancias dieron diferencias significativas entre los tres casos de diseño; la riqueza no presentó diferencia significativa sólo entre el caso 2 y 3. En cuanto a los índices de Shannon y Simpson sólo se obtuvieron diferencias significativas entre los casos 2 y 3 (ver Tabla 1.3, en anexo capítulo 1).

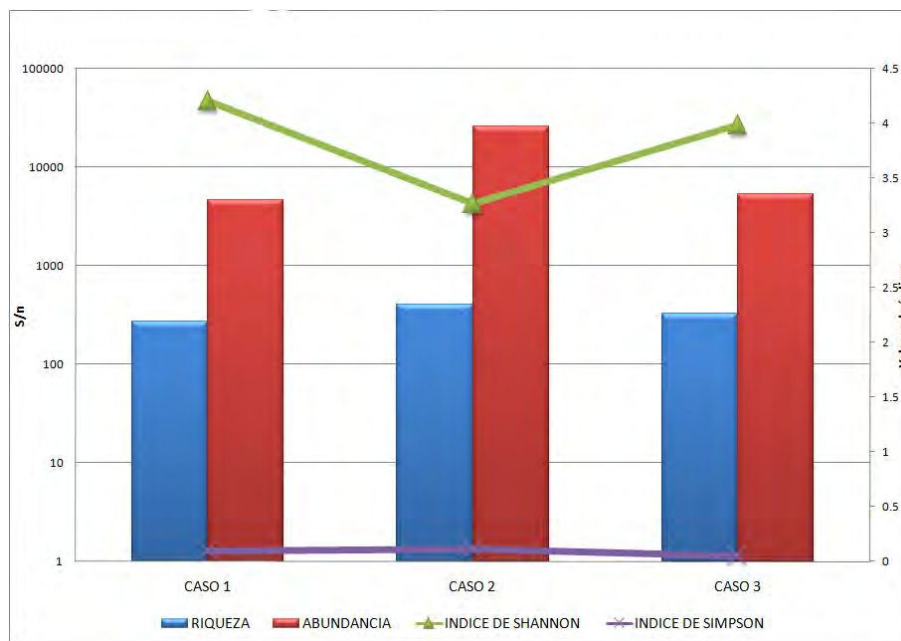


Fig. 1.4 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 1.

De los casos analizados, 1 y 3 comparten un 44% de las especies de artrópodos registrados ($BC=0,44086$) y que ellos con el caso 2 sólo comparten el 23% de las especies ($BC=0.22927$).

Cuando se analizan los grupos funcionales de cada caso (Fig. 1.5), también se observaron variaciones de los mismos. Tanto en el caso 1 como en el 3, los fitófagos representaron el 66% del total de los artrópodos; mientras que en el caso 2 (que presentó el mayor número de aplicaciones de insecticidas), el 84% del total de artrópodos recolectados fueron fitófagos. Con respecto a los depredadores, el caso 1 presentó un 12%, seguido por el caso 3 con un 9 % y, en último lugar, el caso 2 con un 5%. Los parasitoides, en todos los casos, se mantuvieron en niveles muy bajos (caso 1: 7%, caso 2 y 3: 5%); evidenciándose que la aplicación de agroquímicos afectó en mayor medida a los enemigos naturales que a los fitófagos.

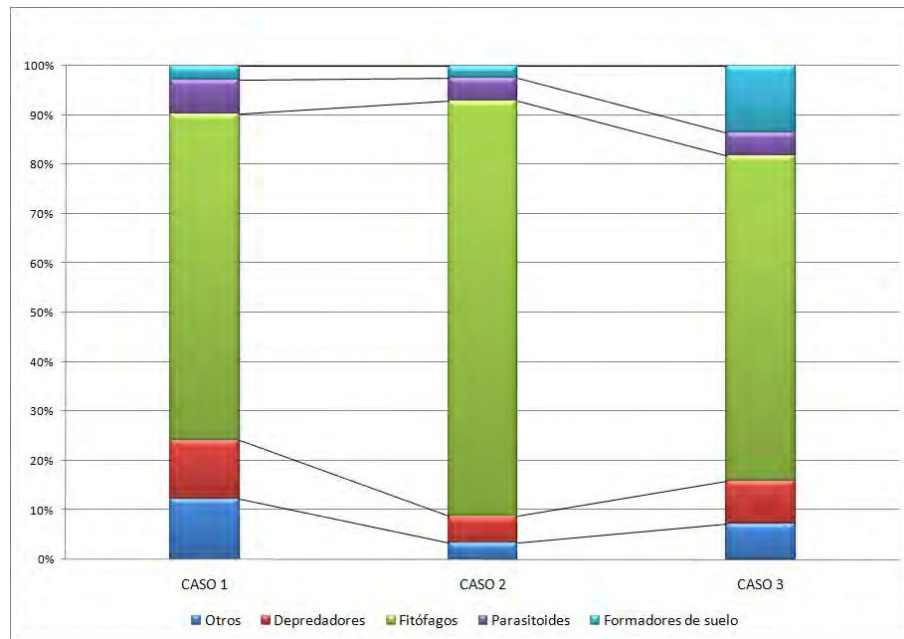


Fig. 1.5 Variación en porcentaje de gremios en los tres casos de minifundio 1.

La variación de la riqueza, de la abundancia y los índices de diversidad en los tres casos a lo largo del tiempo se muestra en la Fig. 1.6. El manejo realizado por el productor en el minifundio repercutió sobre la riqueza y la abundancia de artrópodos, en especial a partir de

agosto (inicio de las aplicaciones). A partir de ese momento se notó un dominio de ciertas especies de fitófagos que se registró en las variaciones de los valores de los índices de Simpson y en los de Shannon (Tabla 1.4, ver Anexo Capítulo 1).

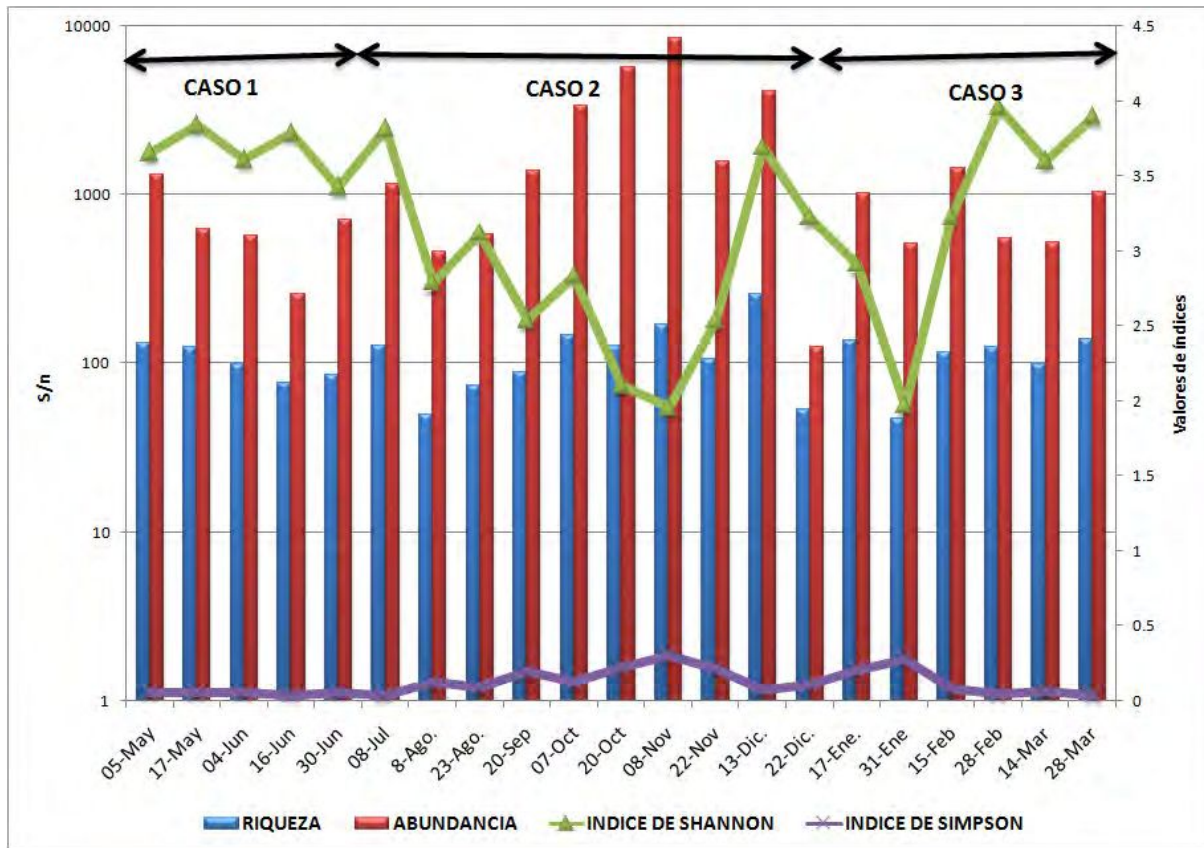


Fig. 1.6 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices en los tres casos de minifundio 1.

Los grupos funcionales también variaron a lo largo de los muestreos de cada caso y sus fluctuaciones se muestran en la Fig. 1.7. Al igual que en el caso de la riqueza y de la abundancia, todos los gremios mostraron variaciones relacionadas con el manejo del campo, siendo los enemigos naturales los más afectados por el manejo en todos los casos. La aplicación de furadán produjo posteriores incrementos de fitófagos que tuvieron que ser controlados con nuevas aplicaciones y los incrementos a finales de diciembre se redujeron por el efecto del

arado parcial de las parcelas cultivadas. En todos los casos se observó que los enemigos naturales estuvieron en porcentajes muy bajos y se mostraron muy susceptibles no sólo a la aplicación de agroquímicos sino también a las prácticas mecánicas realizadas en el minifundio, lo que impidió su recuperación, y así poder ejercer un control sobre los fitófagos.

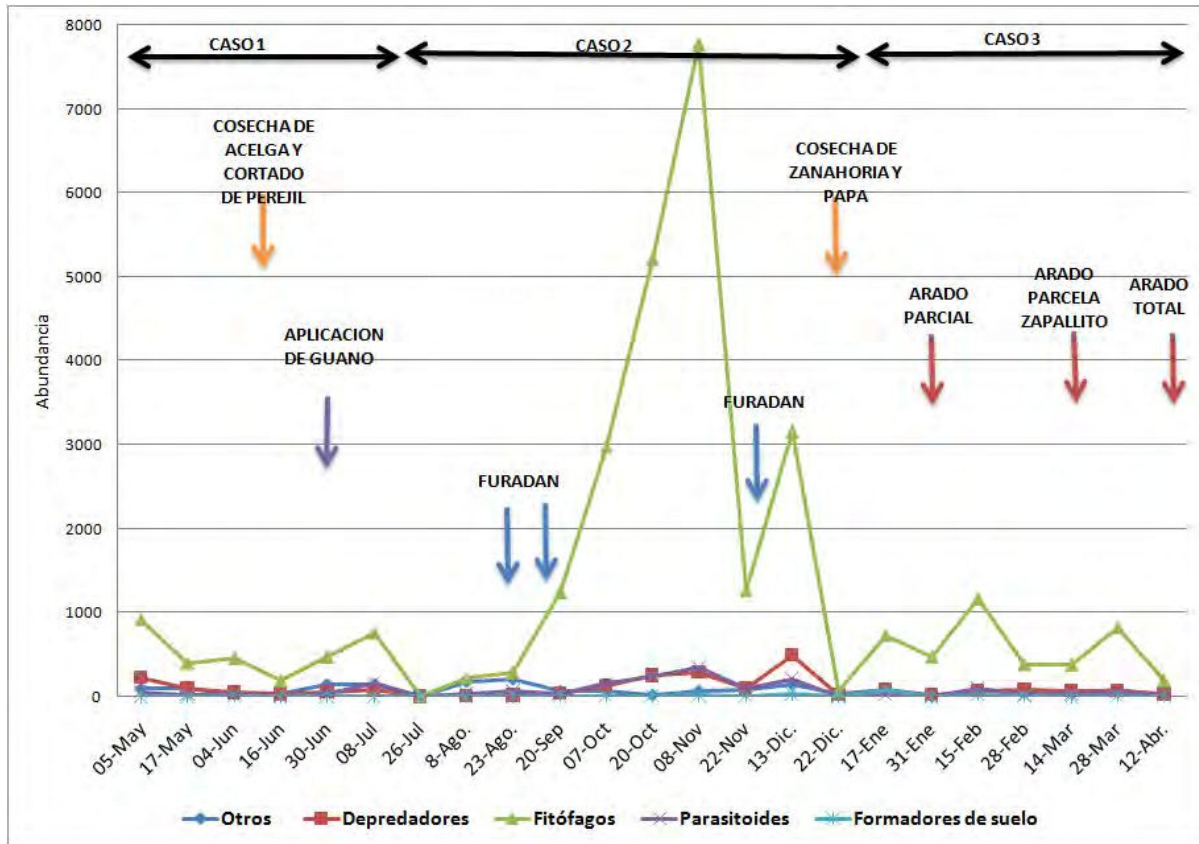


Fig. 1.7 Variación temporal de gremios en tres casos de minifundio 1.

En este minifundio se recolectaron un total de 852 arañas correspondientes a 76 especies, distribuidas de la siguiente manera: caso 1: n=224, S=51; caso 2: n=365, S=61 y caso 3: n=263, S=56. La Fig. 1.8 muestra los valores de riqueza, abundancia e índices de diversidad para

cada caso, sólo los valores de abundancia entre los tres casos y el índice de Simpson entre caso 1 y 2 mostraron diferencias significativas (Tabla 1.5, ver Anexo Capítulo 1).

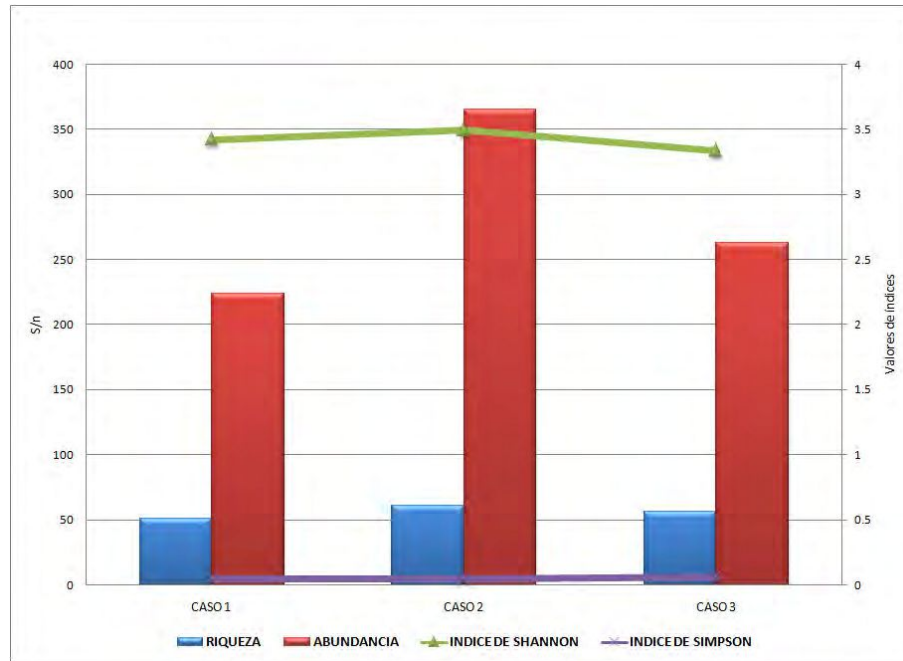


Fig. 1.8 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en 3 casos de minifundio 1.

La composición y porcentaje de las arañas de cada caso de diseño, se muestran en la Fig. 1.9 y se observó que las distintas heterogeneidades analizadas produjeron cambios en la composición de estas; siendo en el caso 1, las cazadoras sobre telas las mejor representadas con un 24% del total de las arañas, seguidas en orden descendente por vagabundas sobre vegetación con un 22% y vagabundas sobre suelo con un 21%. En el caso 2, se comprobó un cambio de composición, ya que el 36% del total correspondieron a cazadoras al acecho; mientras que en el caso 3, el 35% correspondió a vagabundas sobre vegetación seguidas por cazadoras al acecho (26%), vagabundas sobre suelo (15%) y vagabundas sobre tallos (8%).

La Fig. 1.10 muestra la variación temporal de los gremios de arañas en cada caso de diseño del minifundio. Se observó que las aplicaciones de furadán afectaron a los distintos gremios de arañas, al igual que el manejo mecánico realizado por el productor; pero los valores de abundancia no se vieron tan afectados como con el control químico.

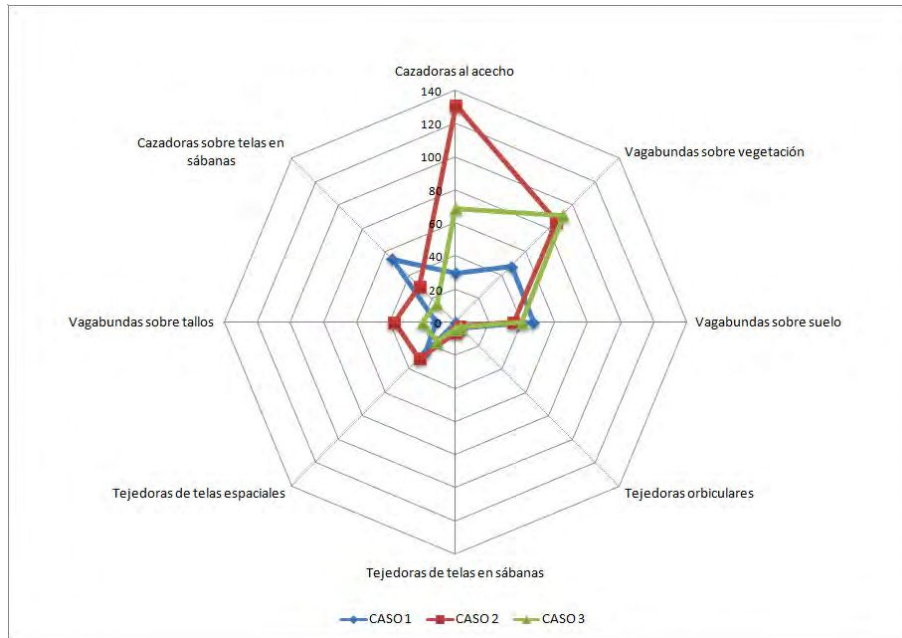


Fig. 1.9 Composición de Araneae en cada caso del minifundio 1.

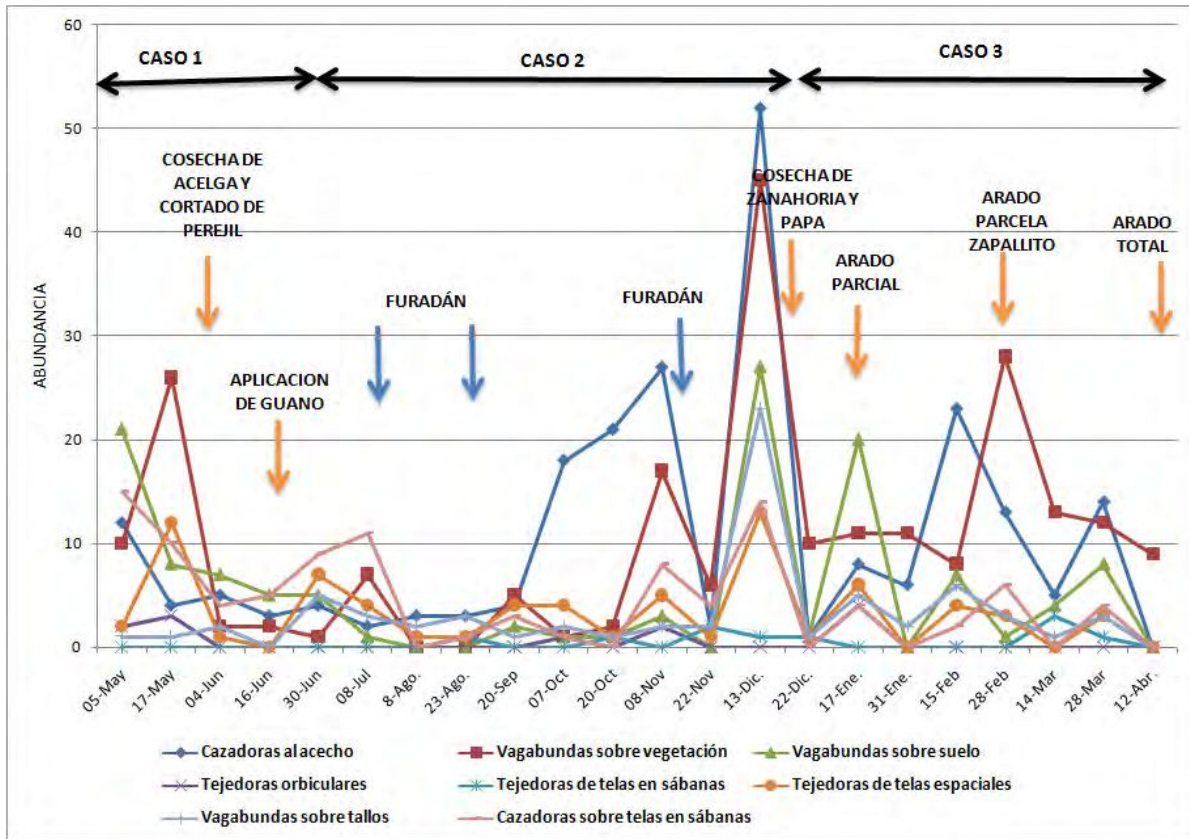


Fig. 1.10 Variación de gremios de Araneae en tres casos de minifundio 1.

La comunidad de Heteroptera estuvo representada por 1.462 individuos pertenecientes a 42 especies, distribuidas de la siguiente manera: caso 1: $n=128$; $S=15$, caso 2: $n=537$; $S=32$ Y caso 3: $n=804$; $S=23$. La Fig. 1.11 muestra los valores de riqueza, abundancia e índices de diversidad (Tabla 1.6, ver Anexo Capítulo 1) y el descenso del valor de Shannon y aumento de Simpson, se explican por el aumento de dos especies fitófagas plagas, un mirmido M59 y *Nysius* sp. (Lygaeidae).

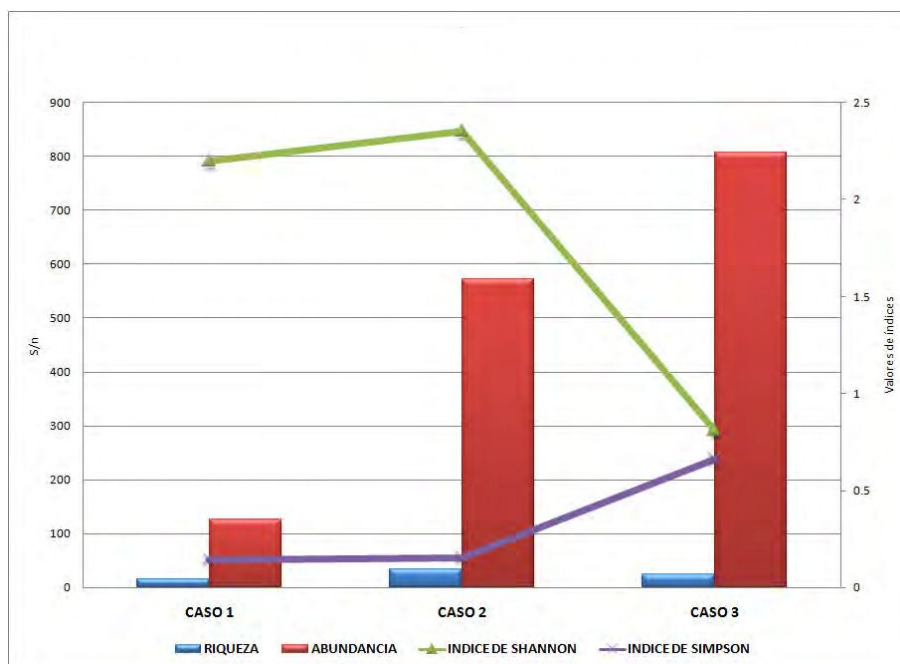


Fig. 1.11 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en casos de minifundio 1.

Las familias de Heteroptera encontradas en cada caso presentaron un ensamblaje particular. En el caso 1, estuvieron representadas nueve familias, siendo las más abundantes en orden descendente Miridae (n=78), seguido por Berytidae (n=19) y Anthocoridae (n=12). En el caso 2, se registraron 13 familias, siendo las más abundantes: Anthocoridae (n=178), Miridae (n=162), Geocoridae (n=94), Lygaeidae (n=55) y Rhopalidae (n=23). En el caso 3, nueve familias estuvieron presentes, distribuidas de la siguiente manera: Miridae (n=726), Lygaeidae (n=57) y Anthocoridae (n=7).

Cuando se analizó a las chinches según su rol biológico (depredadoras vs. fitófagas) en cada caso de estudio, se observó tres situaciones muy distintas (Fig. 1.12). El caso 3 presentó el mayor porcentaje de fitófagas, con un 97% (debido a dos especies, un mírido M59 y *Nysius* sp.) contra un 3% de depredadoras. En el caso 1, esa relación fue de un 63% de fitófagas contra un 37% de depredadoras; y el caso 2, a diferencia de los anteriores, fue el que presentó una

relación inversa entre los gremios de chinches, con un 54% de chinches depredadoras vs 46% de fitófagas.

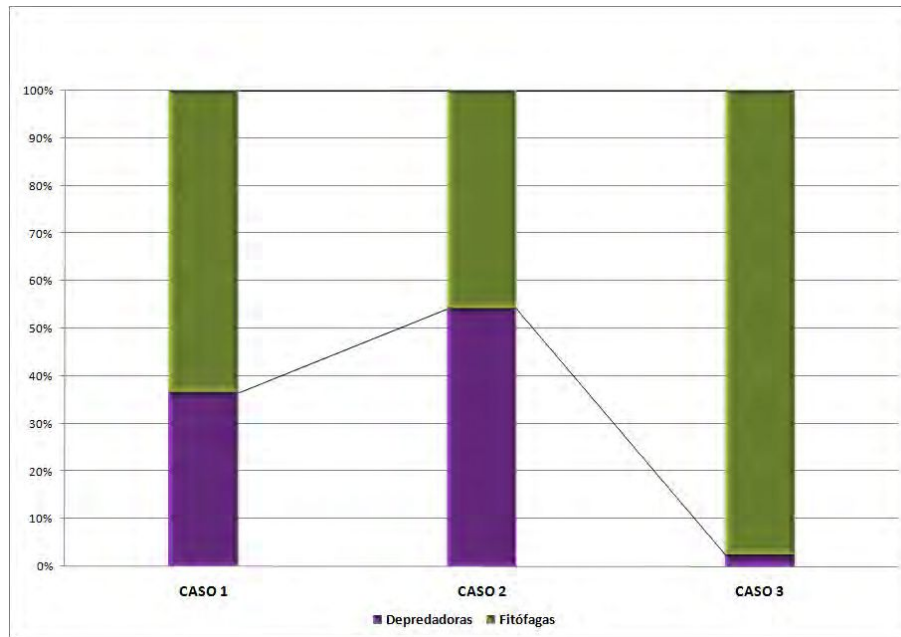


Fig. 1.12 Variación de chinches depredadoras y fitófagas de Heteroptera en minifundio 1.

La Fig. 1.13 muestra la variación de chinches fitófagas y depredadoras de manera temporal. En el caso 1, se observaron dos picos de fitófagos, dados principalmente por una especie de mírido M59, mientras que los depredadores incrementaron en número y superaron a los fitófagos a partir del muestreo del 16 de junio. En el caso 2, se registraron dos incrementos de fitófagos, dados principalmente por *Nysius* sp. (Lygaeidae) y M59 (Miridae), ambos picos se produjeron luego de la aplicación de Furadán (insecticida sistémico y de contacto). Los depredadores también tuvieron incrementos en su abundancia, uno posterior al primer aumento de míridos y otro acompañando la abundancia de *Nysius* sp. Estos aumentos en abundancias de chinches depredadoras se debieron a la especie *Orius insidiosus* (Anthocoridae). En el último caso, se observó un número muy bajo de depredadores a lo largo del tiempo, y los fitófagos presentaron dos incrementos bien definidos producidos por el mírido M59 y, en menor medida, por *Nysius* sp.

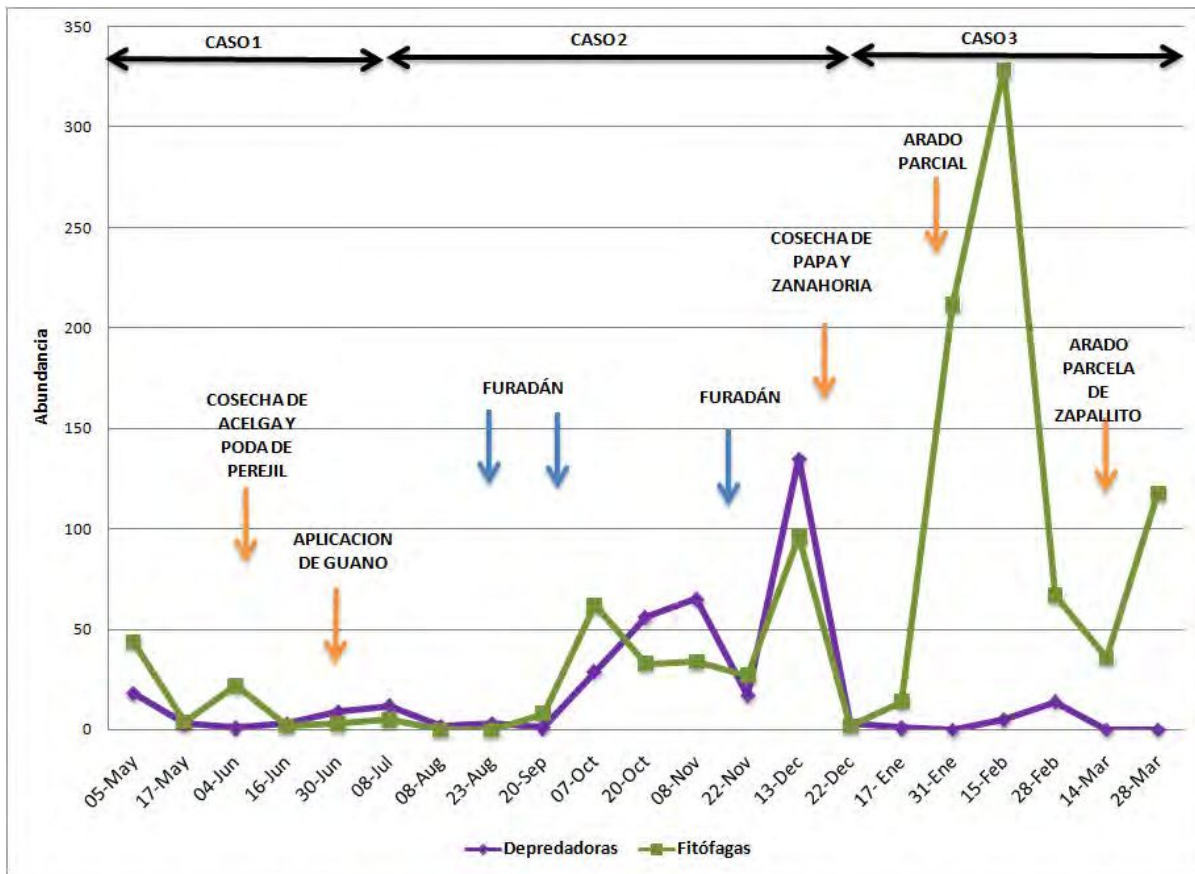


Fig. 1.13 Variación temporal de chinches fitófagas y depredadoras en tres casos de minifundio 1 (se marca con flechas el manejo realizado por el productor).

B- MINIFUNDIO 2

En este minifundio de la localidad de Vaqueros se recolectaron un total de 30.203 individuos distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=1.196$, $S=120$; caso 2: $n=14.563$, $S=327$ y caso 3: $n=14.444$, $S=422$. La Fig. 1.14 muestra la comparación de riqueza, abundancia e índices

de Shannon y Simpson para cada caso de diseño. Todos los valores presentaron diferencias significativas, salvo el valor de Shannon entre los casos 1 y 2 (Tabla 1.7 ver Anexo Capítulo 1).

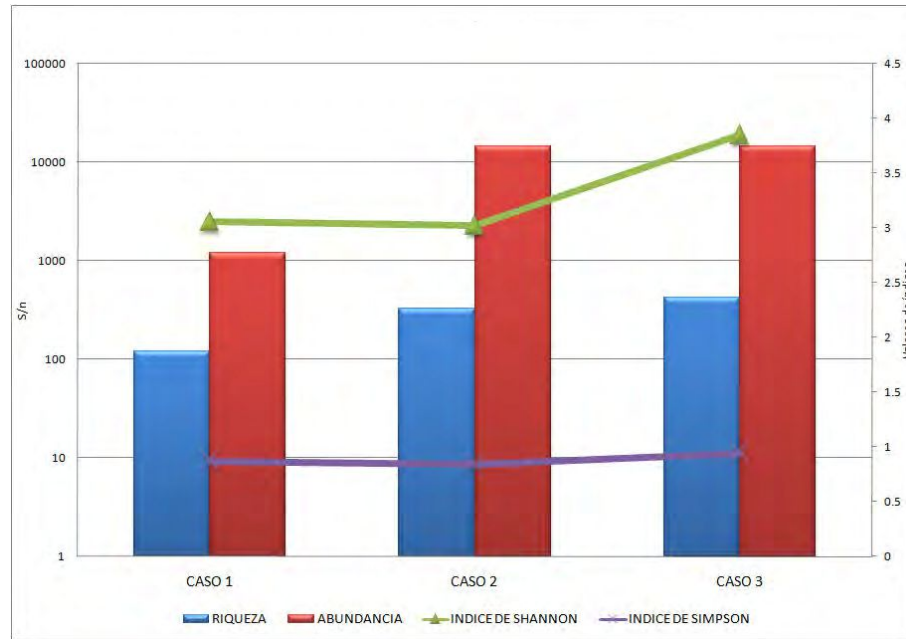


Fig. 1.14 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 2.

Los valores de Bray Curtis mostraron que los casos 2 y 3 compartieron el 44% de las especies ($BC=0.44851$), el caso 1 con 2 un 14% ($BC=0.14214$) y el caso 1 con el 3, sólo un 10% ($BC=0.10243$).

La Fig. 1.15 muestra que la composición de los grupos funcionales en el minifundio cambió a lo largo del tiempo, siendo los fitófagos más abundantes en el caso 2 (82%); el menor valor se obtuvo en el caso 3 (74%), luego de la aplicación de insecticidas. En el caso 2, por esa razón, los enemigos naturales estuvieron representados por un porcentaje menor que en el caso 1, con un 12% (depredadores 4% y parasitoides 8%). Los enemigos naturales no se pudieron recuperar en el caso 3.

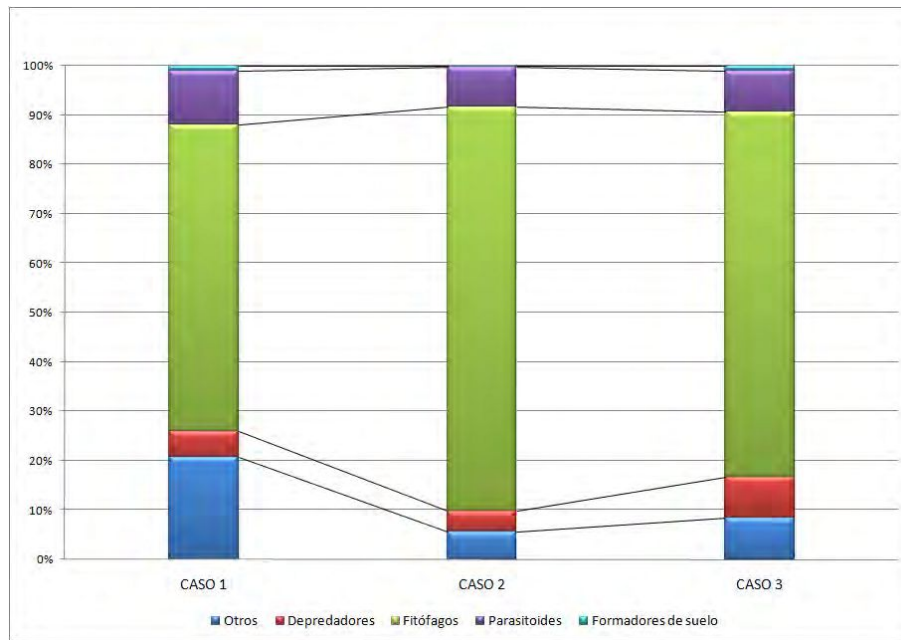


Fig. 1.15 Porcentaje de gremios en los tres casos de minifundio 2.

La variación a lo largo del tiempo de las abundancias, riquezas de especies e índices de diversidad de cada caso de estudio del minifundio 2 se muestran en la Fig. 1.16, observándose una variación de aquellos, la que fue marcada después de la aplicación de un organofosforado (Parathión) que produjo una fuerte reducción de la riqueza de especies y la abundancia relativa. Si bien los disturbios mecánicos también afectaron los valores analizados, sus efectos no fueron tan fuertes como lo fue la aplicación de Parathión (Tabla 1.8, ver Anexo Capítulo 1).

La variación temporal de los gremios en cada caso se muestran en la Fig. 1.17, y se observó que los mismos fluctuaron según el manejo realizado por el productor, con una eliminación de los gremios estudiados, los que posteriormente se recuperaron, en particular los fitófagos, cuando los efectos de insecticida comenzaron a desaparecer. A partir del arado parcial, el 8 de noviembre, se vieron afectados principalmente los fitófagos, debido a la disminución de los recursos disponibles. Los enemigos naturales se mantuvieron, durante el

período estudiado, en proporciones muy bajas, y aún más durante los efectos del organofosforado.

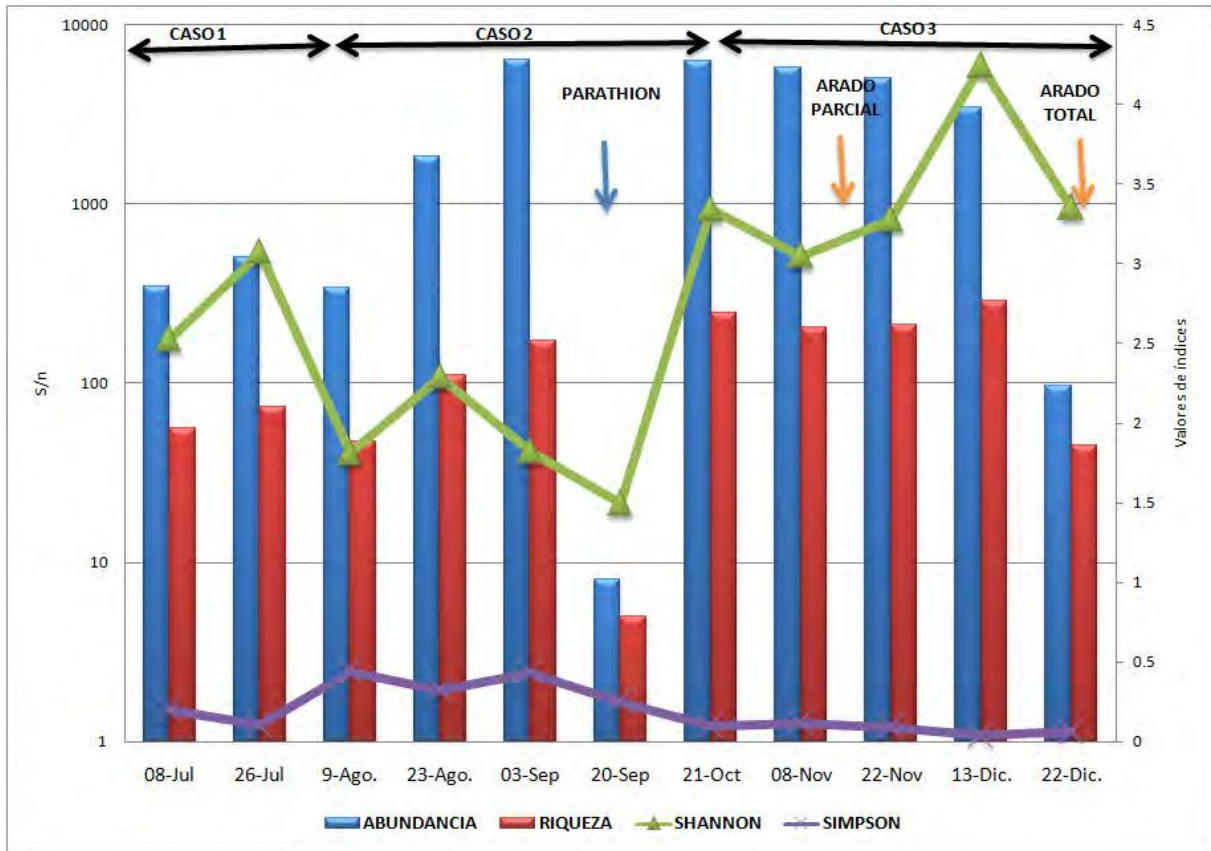


Fig. 1.16 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices temporal en los tres casos de minifundio 2.

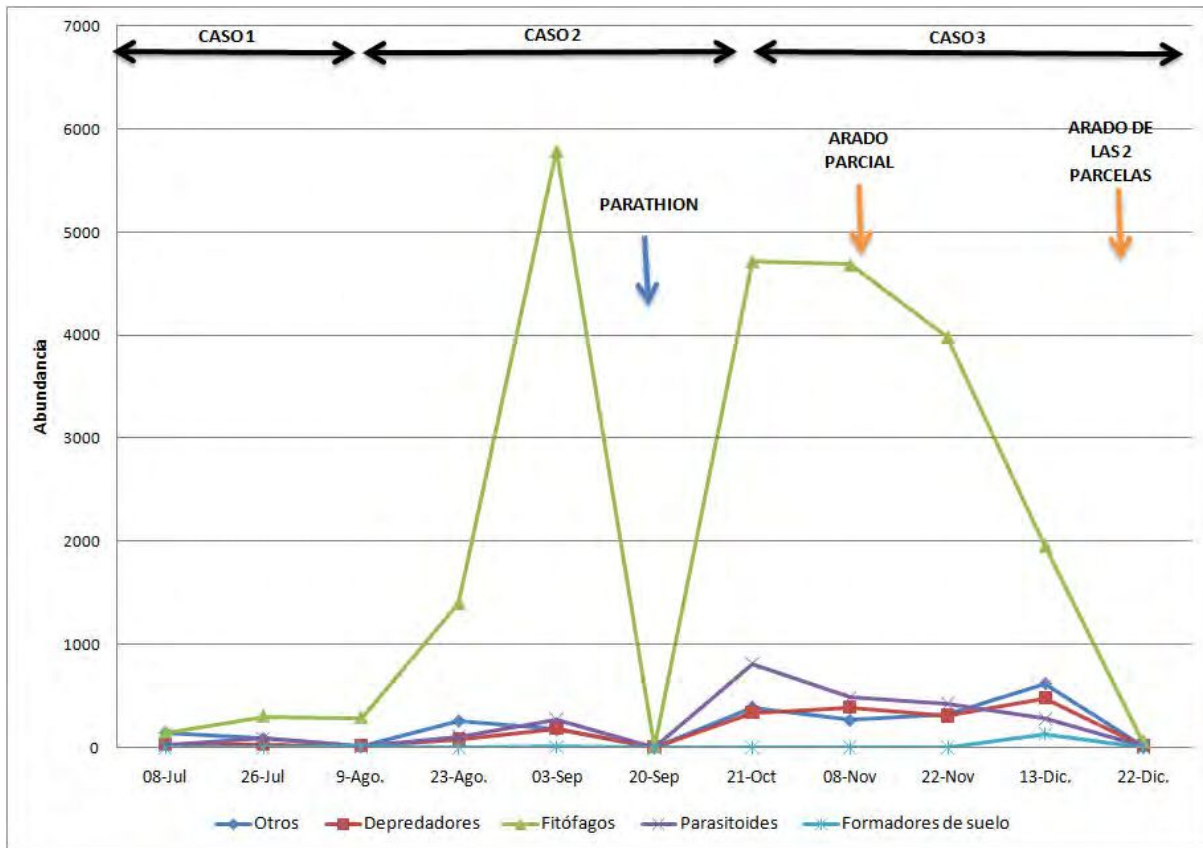


Fig. 1.17 Variación temporal de gremios en tres casos de minifundio 2.

Las arañas de este minifundio estuvieron representadas por un total de 564 individuos, distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=42$ $S=22$, caso 2: $n=147$ $S=48$ y caso 3: $n=375$ $S=56$; estos valores y los índices de diversidad se muestran en la Fig. 1.18 (Tabla 1.9, ver Anexo Capítulo 1).

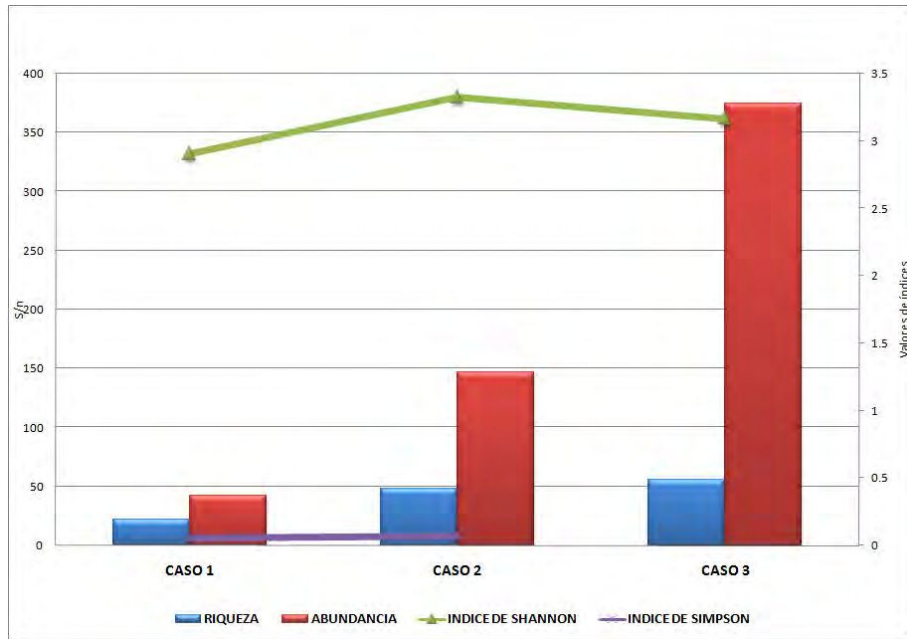


Fig. 1.18 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en tres casos de minifundio 2.

La composición y porcentaje de las arañas de cada caso de diseño se muestran en la Fig. 1.19, y se observa, en todos los casos, un alto predominio de los gremios de arañas que no tejen telas, siendo las vagabundas sobre vegetación las mejor representadas en los tres casos.

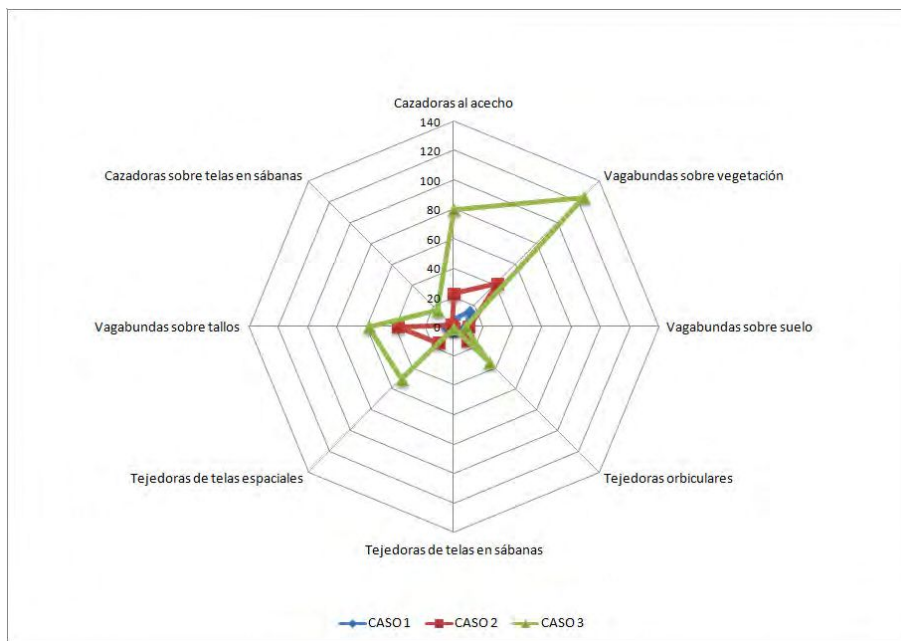


Fig. 1.19 Composición de gremios de Araneae en tres casos de minifundio 2.

Cuando se analizó la variación temporal de los gremios de arañas en los tres casos de diseño estudiados (Fig. 1.20), se pudo observar lo ya explicado arriba para los artrópodos con respecto a la aplicación de insecticida, la que produjo la mortalidad de las arañas en el minifundio. Posteriormente, las arañas se recuperaron pero cabe destacar que las prácticas agrícolas aplicadas a finales del período estudiado también afectaron a las arañas, pero de manera diferencial a los distintos gremios.

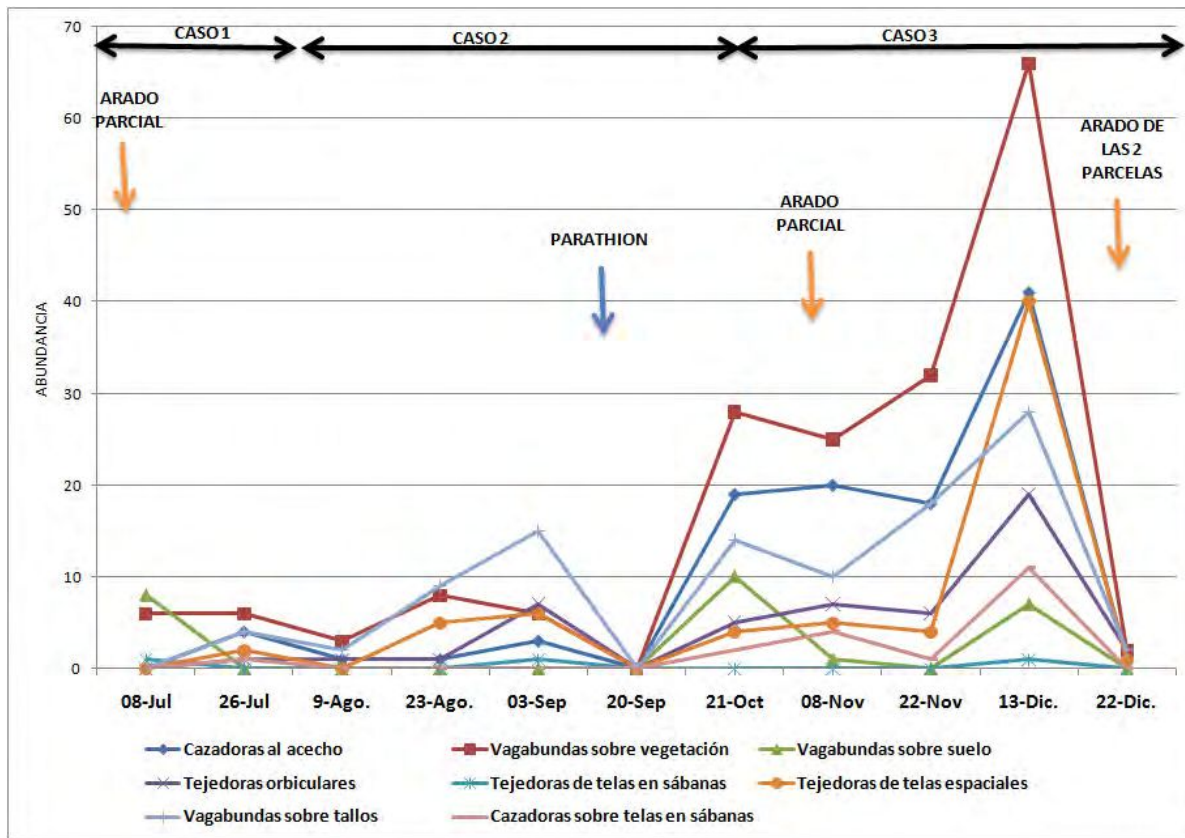


Fig. 1.20 Variación temporal de gremios de Araneae en tres casos de minifundio 2.

En este minifundio se recolectaron 3.836 chinches distribuidas de la siguiente manera: caso 1: n=8, S=7; caso 2: n=1.242, S=30 y caso 3: n=2.586 y S=50. La Fig. 1.21 muestra los valores de riqueza de especies, abundancia e índices de diversidad para cada caso analizado. Todos los

valores presentaron diferencias significativas, salvo la riqueza entre caso 1 y 2 (Tabla 1.10, ver Anexo Capítulo 1).

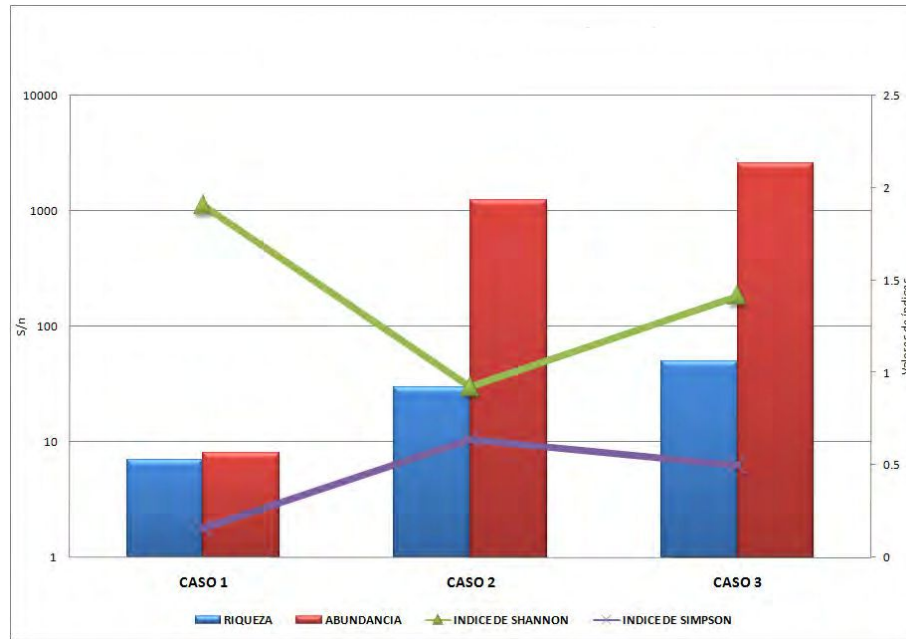


Fig. 1.21 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en tres casos de minifundio 2.

La composición de las familias de Heteroptera mostró diferencias entre cada uno de los casos. En el 1, las únicas familias registradas fueron Cydnidae, Pentatomidae y Tingidae; mientras que en los restantes casos la composición de familias fue más diversa, pero hubo un marcado predominio de Lygaeidae con un 80% en el caso 2 y un 71% en el caso 3. Siguiendo en abundancia a esta familia, en el caso 2, se registraron Anthocoridae (11%) y Miridae (5%); en cambio, en el caso 3 lo fueron Geocoridae (11%) y Miridae (9%). La mayor abundancia de chinches se recolectó en el caso 3, posiblemente relacionada no sólo con el diseño del minifundio, sino también por corresponder a la estación más cálida. Cuando se analizó, en cada

caso, la relación de chinches fitófagas vs depredadoras, los porcentajes del caso 2 y 3 fueron similares, representando las fitófagas el 85% vs las depredadoras el 15% (Fig. 1.22).

La Fig. 1.23 muestra la variación de los gremios en los tres casos del minifundio. Las chinches fitófagas fueron muy afectadas por las prácticas aplicadas en él, ya que incrementaron marcadamente su abundancia luego de la aplicación del organofosforado, seguida por la de los depredadores que muestran un pequeño retraso temporal; el arado de las parcelas afectó más a los fitófagos. Los dos incrementos de abundancia de chinches fitófagas correspondieron a *Nysius* sp., mientras que *Orius insidiosus* fue el depredador más importante al principio, mientras que *Geocoris* sp. (Geocoridae) lo fue al final de los muestreos.

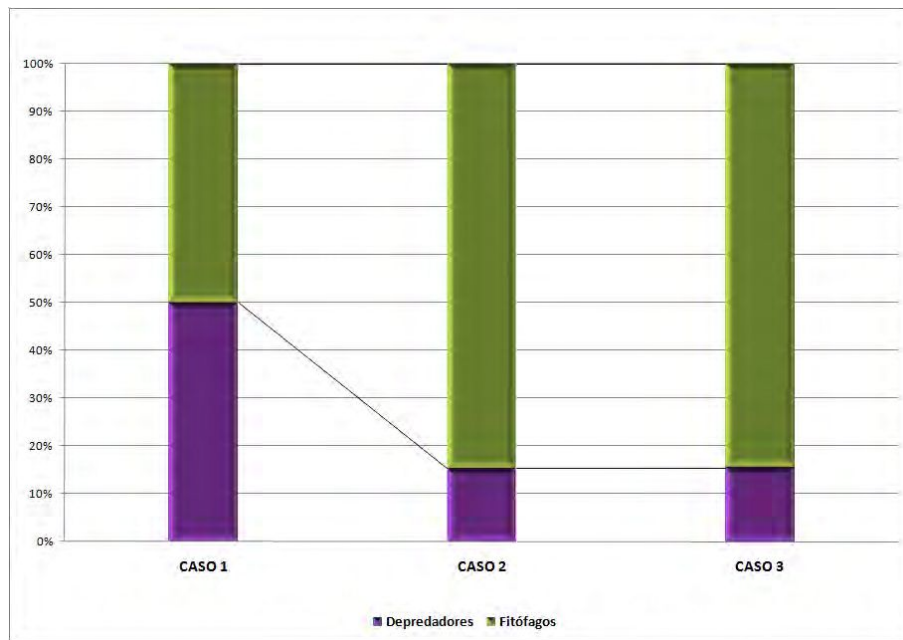


Fig. 1.22 Comparación de porcentajes de chinches fitófagas y depredadoras en minifundio 2.

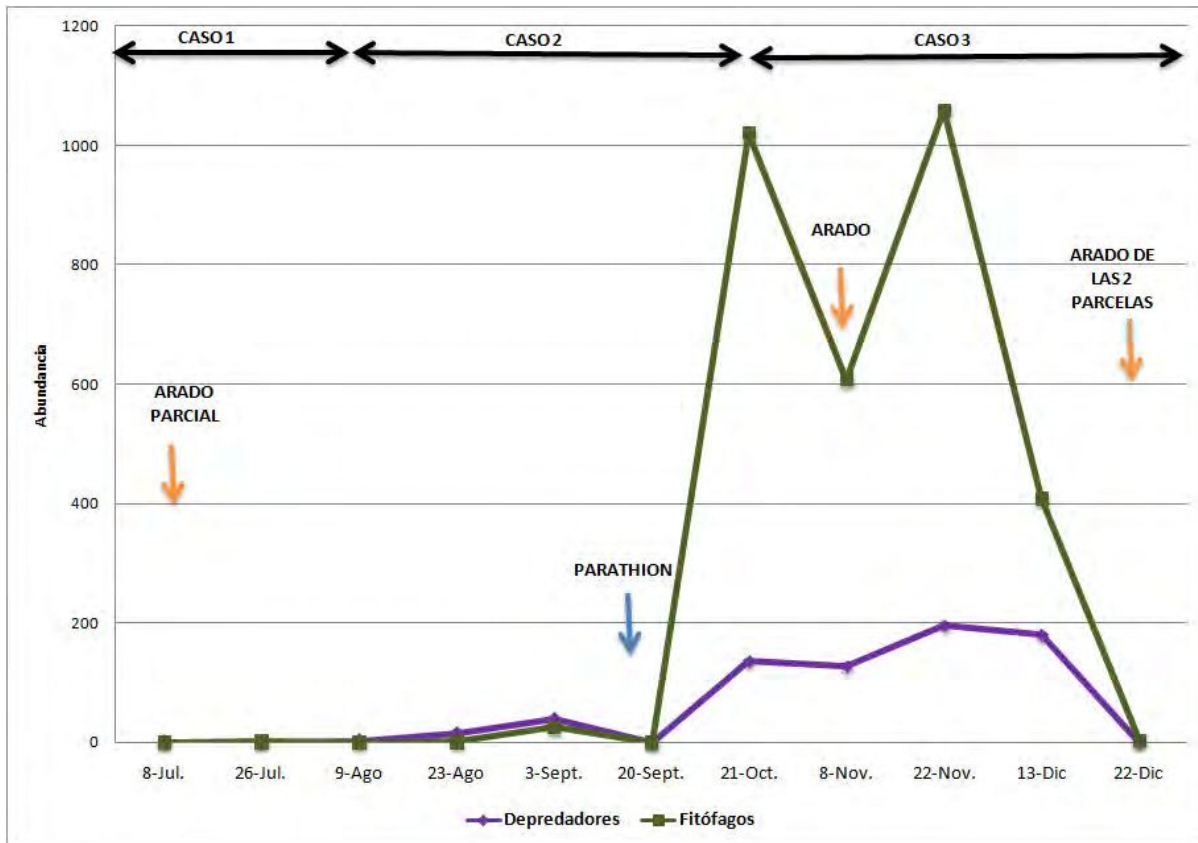


Fig. 1.23 Variación temporal de chinches fitófagos y depredadoras en minifundio 2.

C- MINIFUNDIO 3

En el minifundio 3 de la localidad de Cerrillos, se recolectaron 10.455 individuos, distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=5.840$, $S=387$ y caso 2: con $n=4.615$, $S=298$. La Fig. 1.24 muestra los valores obtenidos para riqueza de especies, abundancia e índices de diversidad; todos ellos presentaron diferencias significativas (ver Tabla 1.11 Anexo Capítulo 1). La fauna de artrópodos compartida fue del 47% ($BC=0.46906$).

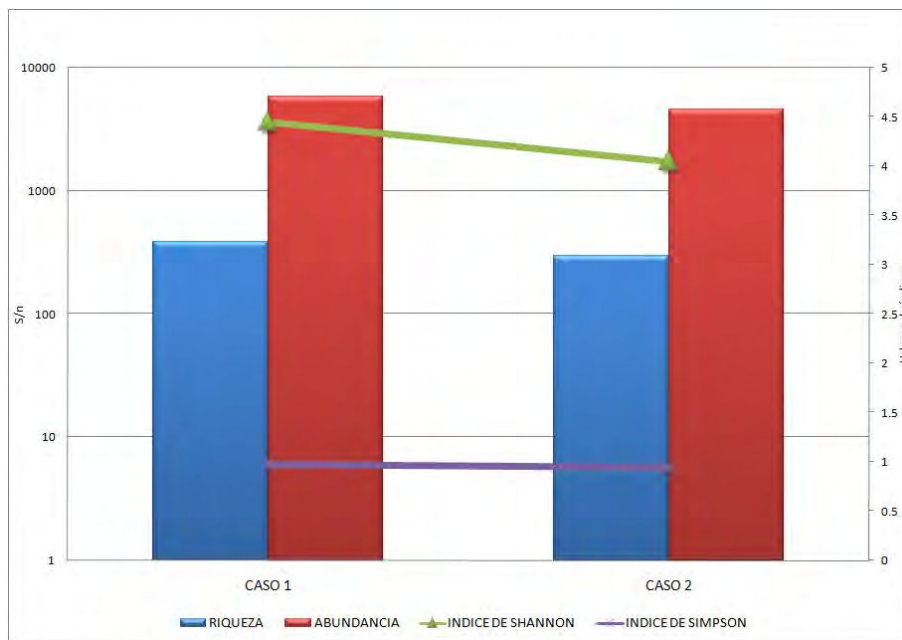


Fig. 1.24 Variación de riqueza, abundancia e índices en dos casos de minifundio 3.

Cuando se analizan los gremios en cada uno de los casos estudiados, se observa que los fitófagos declinaron en abundancia, luego de la aplicación de herbicida y de cipermetrina (caso 1: fitófagos 64% a un 39%, en caso 2). En este minifundio los enemigos naturales no variaron mucho en porcentaje, aunque sí los grupos constituyentes (Fig. 1.25).

El análisis temporal de las variaciones de riqueza de especies, abundancia e índices de diversidad de manera temporal se muestra en la Fig. 1.26 en la que se observa que tanto la aplicación de cipermetrina + furacina + antihongos, como el arado total afectaron en mayor medida todos los valores, pero siempre hubo una recuperación luego de la aplicación de los agroquímicos (tabla 1.12, ver Anexo Capítulo 1).

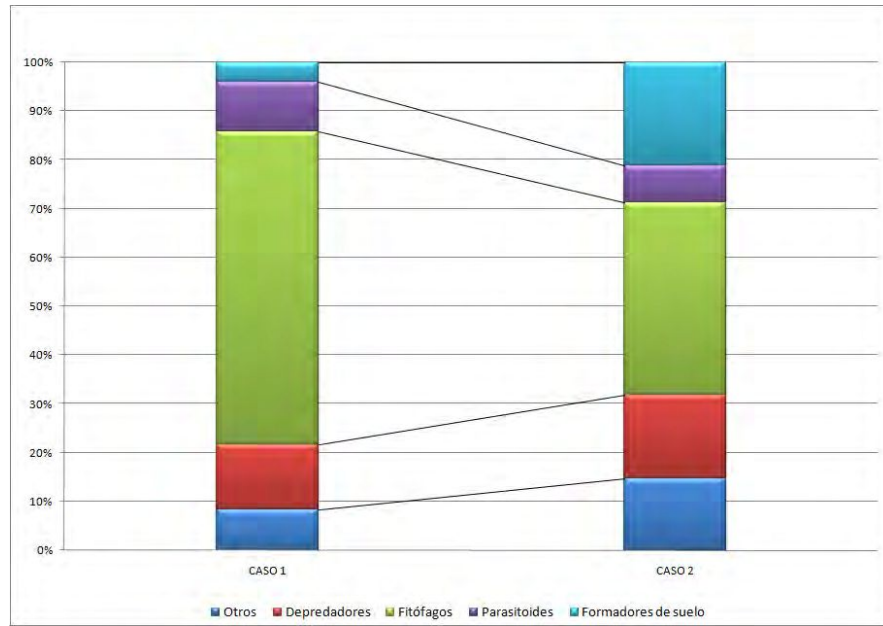


Fig. 1.25 Variación de los porcentajes de gremios en dos casos de minifundio 3.

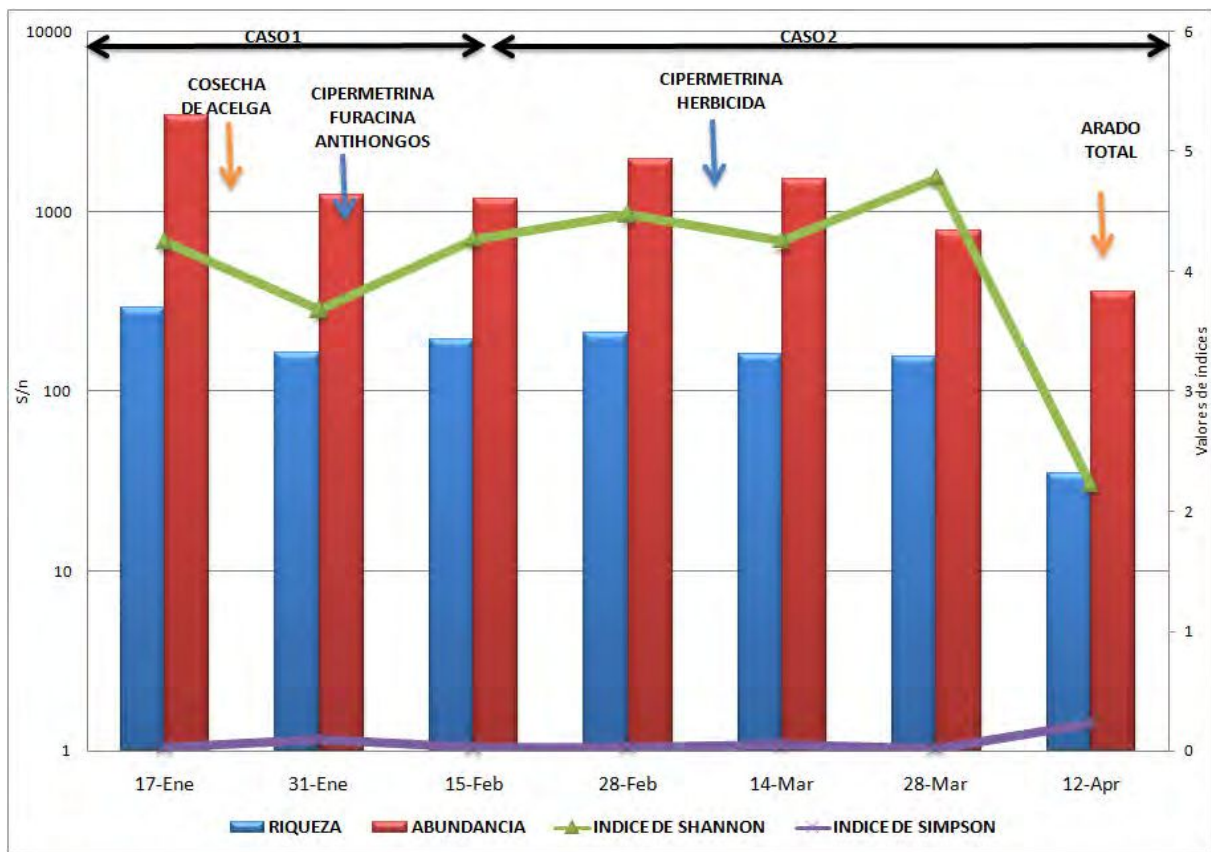


Fig. 1.26 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices de los dos casos de minifundio 3.

La Fig. 1.27 grafica la variación temporal de los gremios en cada caso de estudio, observándose que los fitófagos fueron los más afectados por los agroquímicos.

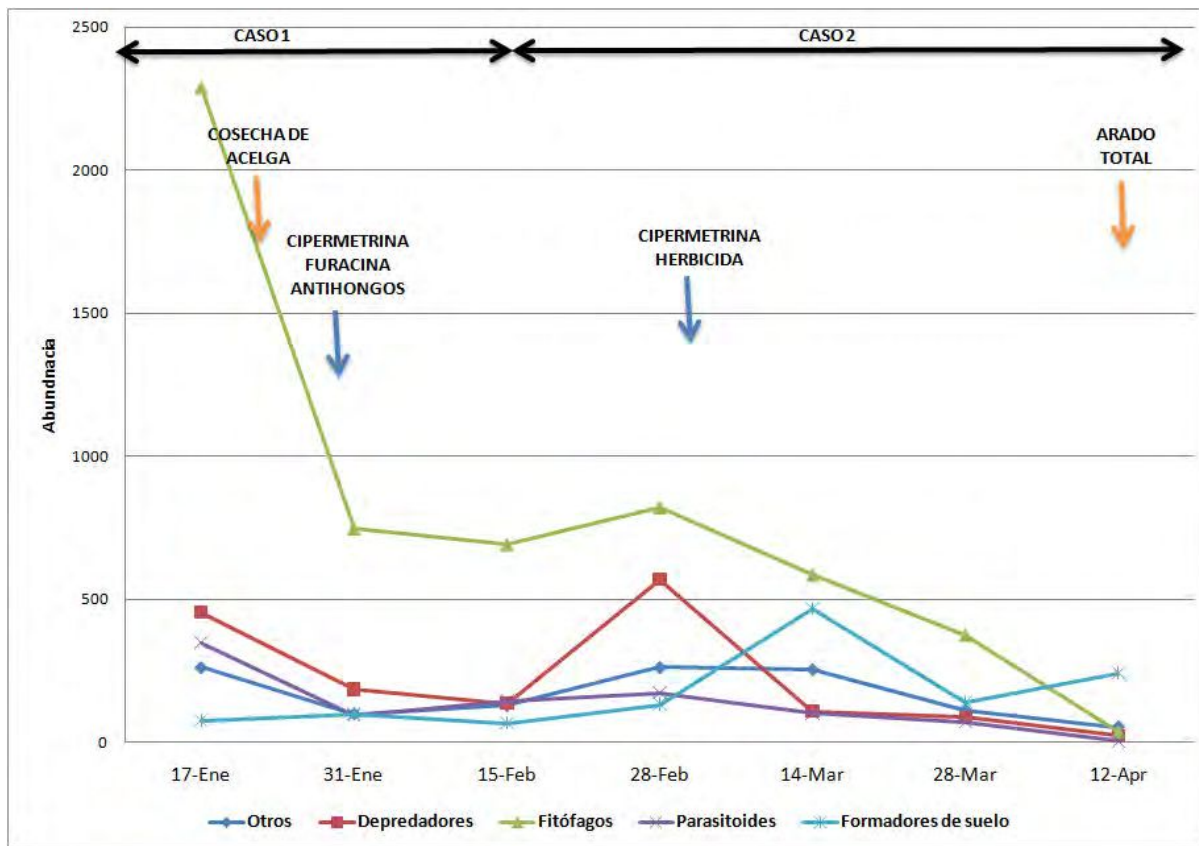


Fig. 1.27 Variación temporal de gremios en los dos casos de minifundio 3.

Con respecto a los depredadores, las arañas registradas en el minifundio fueron escasas, con unos 512 individuos, distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=344$, $S=68$ y caso 2: $n=168$, $S=50$. La Fig. 1.28 muestra los valores de riqueza de especie, abundancia e índices de

diversidad. Las abundancias y el índice de Shannon mostraron diferencias significativas en los dos casos (Tabla 1.13, ver Anexo Capítulo 1).

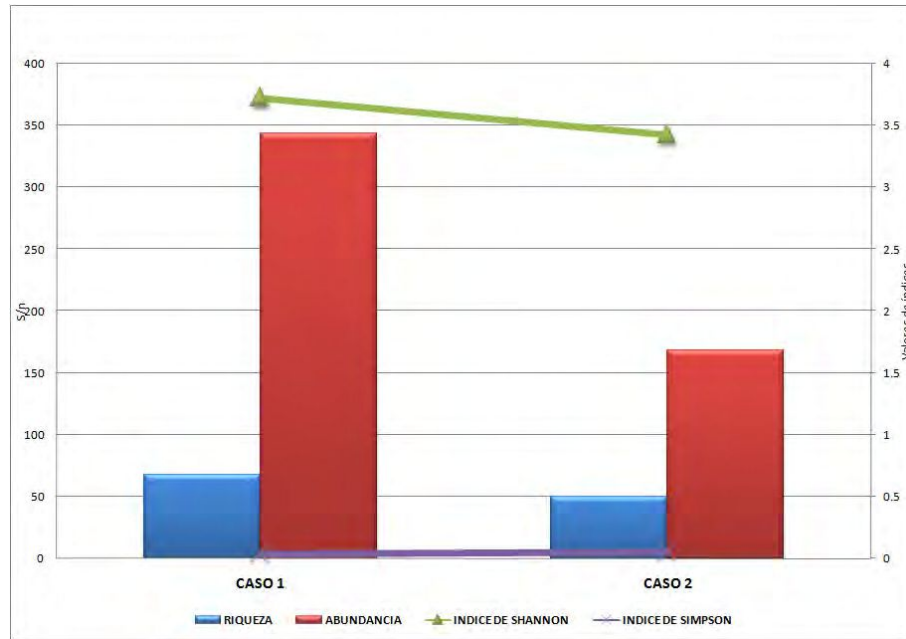


Fig. 1.28 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en minifundio 3.

La Fig 1.29 representa la composición y los porcentajes de arañas en el minifundio; en ella se muestra un cambio en los mismos en cada caso. En el caso 1, las vagabundas sobre vegetación fueron las más representativas en cuanto a la abundancia (50%); en cambio, en el caso 2, las vagabundas sobre la vegetación y sobre el tallo registraron en conjunto casi el 48% de las arañas.

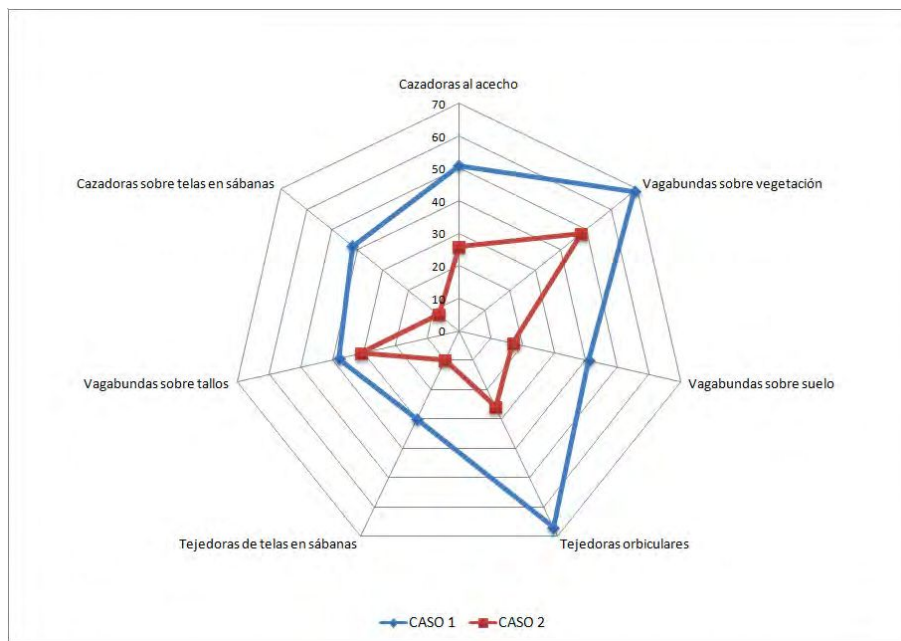


Fig. 1.29 Comparación de gremios de Araneae en dos casos de minifundio 3.

Quando se analizaron de manera temporal los gremios de arañas (Fig. 1.30), se pudo corroborar que las aplicaciones de agroquímicos los afectaron, pero luego pudieron recuperarse, aunque mostrando un distinto ensamblaje, al aparecer primero las vagabundas sobre tallos y suelo. El arado total del campo al final del muestreo también produjo un descenso brusco de todos los gremios.

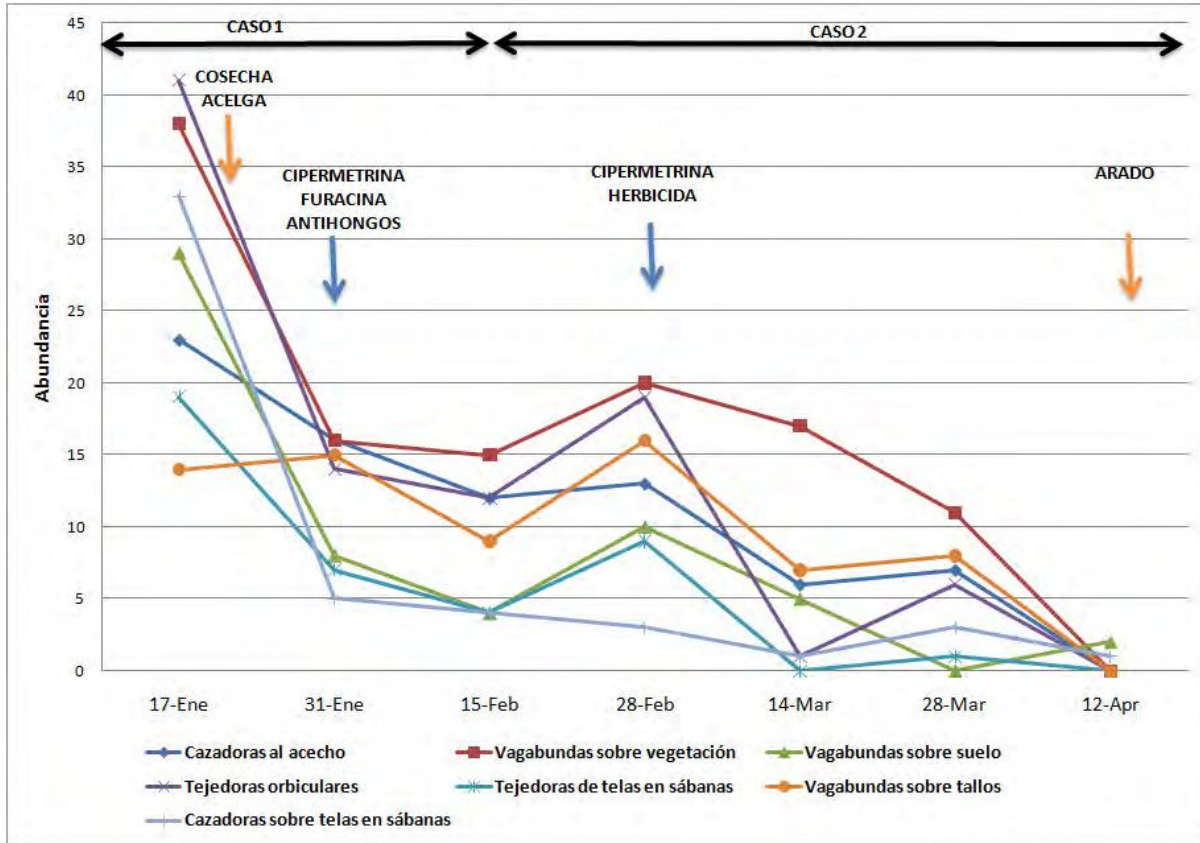


Fig. 1.30 Variación temporal de gremios de Araneae en dos casos de minifundio 3.

Las chinches recolectadas en este minifundio sumaron un total de 1.129 individuos, distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=920$; $S=36$ y caso 2: $n=215$; $S=23$. La Fig. 1.31 muestra los valores de riqueza de especies, abundancia e índices de diversidad en los casos del minifundio 3. Todos los valores, salvo la riqueza, presentaron diferencias significativas (Tabla 1.14, ver Anexo Capítulo 1).

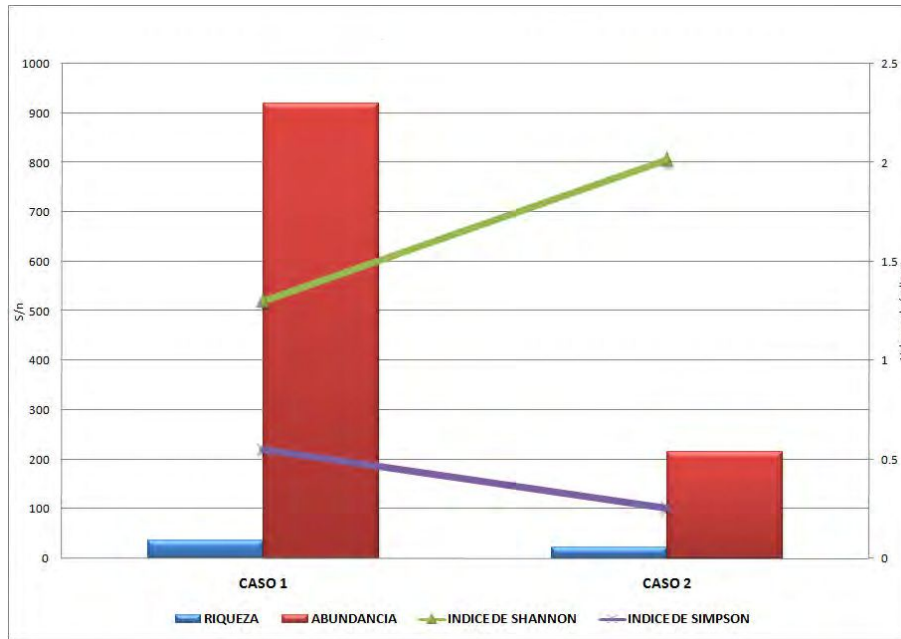


Fig. 1.31 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en minifundio 3.

La composición de familias encontradas en los dos casos de diseño analizados fue distinta, teniendo cada uno de ellos un ensamblaje particular de familias de Heteroptera. En el caso 1, se registraron 13 familias, mientras que, en el caso 2, sólo nueve. En ambos casos la familia Lygaeidae fue la mejor representada, llegando a un 75% en el caso 1.

Cuando se analizaron las chinches según su rol en cada caso de estudio (Fig. 1.32), se encontró que en ambos casos los fitófagos presentaron un porcentaje superior con respecto a las depredadoras.

El análisis de las fluctuaciones de los gremios de chinches a lo largo del tiempo se muestra en la Fig. 1.33. Las dos aplicaciones de agroquímicos produjeron un descenso brusco de la abundancia de chinches fitófagos, producto de *Nysius* sp. En todos los muestreos, las chinches depredadoras se mantuvieron en niveles muy bajos, casi nunca acompañando los incrementos de abundancia de fitófagos.

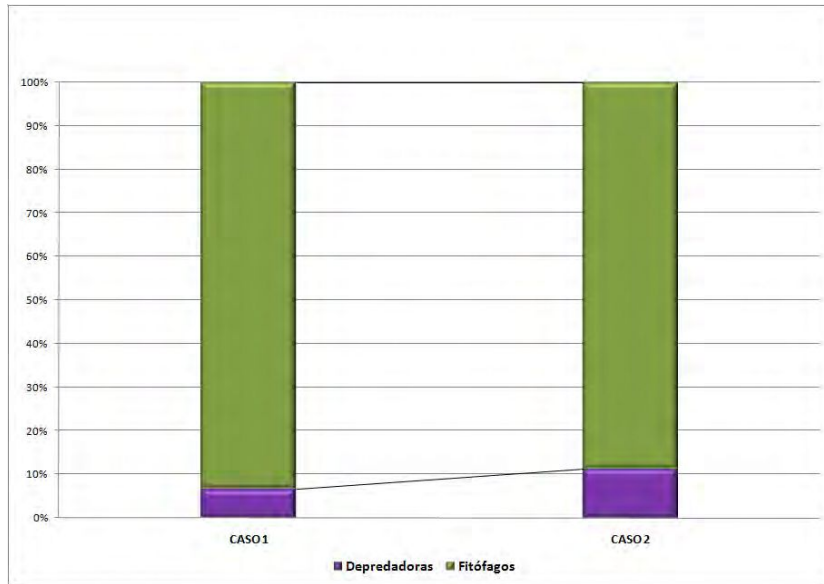


Fig. 1.32 Comparación de chinches fitófagos y depredadoras en dos casos de minifundio 3.

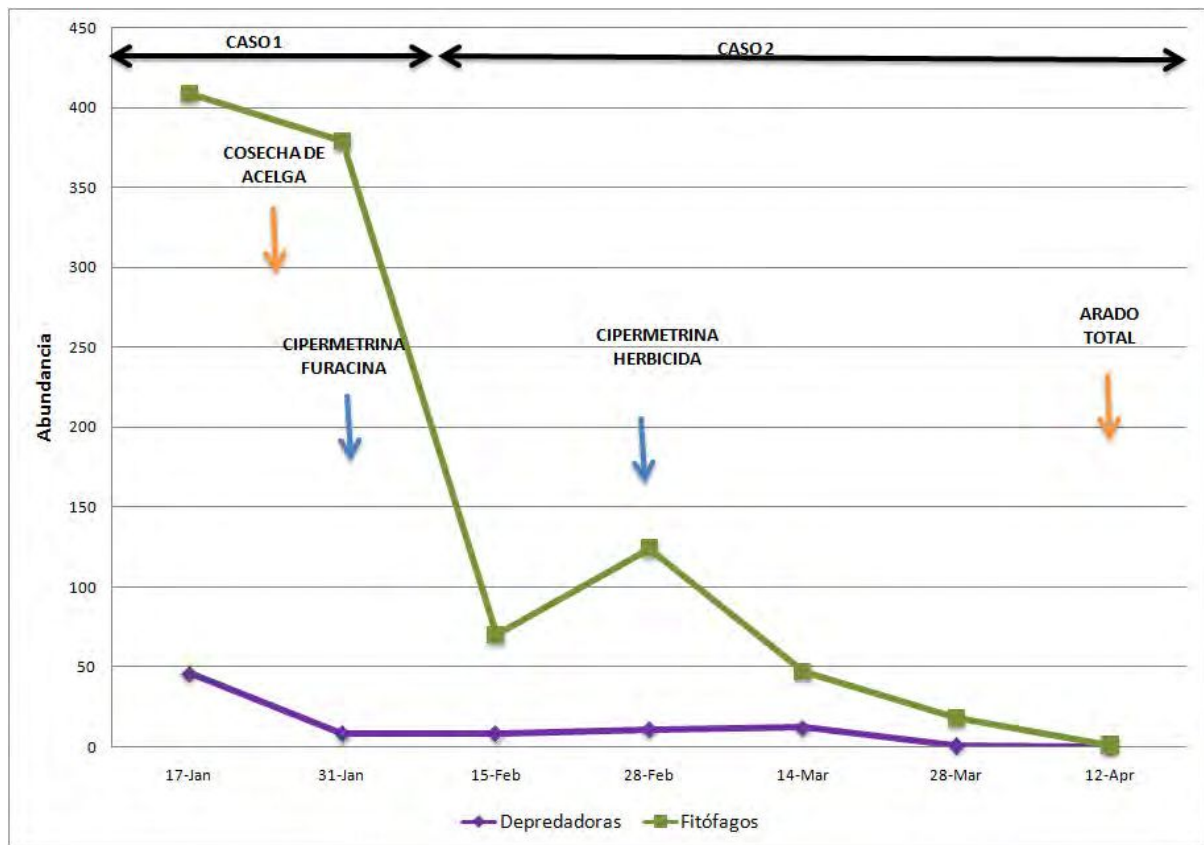


Fig. 1.33 Variación temporal de chinches fitófagos y depredadores en minifundio 3.

D- MINIFUNDIO 4

En este minifundio se recolectaron 79.665 individuos de artrópodos, distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=8.730$, $S=368$; caso 2: $n=49.767$, $S=558$ y caso 3: $n=21.268$, $S=606$. La riqueza de especies, abundancia y los índices de Shannon y Simpson son mostrados en la Fig. 1.34. Los valores de riqueza no mostraron diferencias significativas entre ellos, contrariamente a lo que ocurre con las abundancias en las que sí hubo diferencias significativas. Los valores de Simpson mostraron una alta dominancia en los tres casos estudiados, pero sólo presentaron diferencia significativa entre el caso 2 y 3, mientras que sí la hubo, en todos los casos, en lo que respecta al índice de Shannon (Tabla 1.15 ver Anexo Capítulo 1).

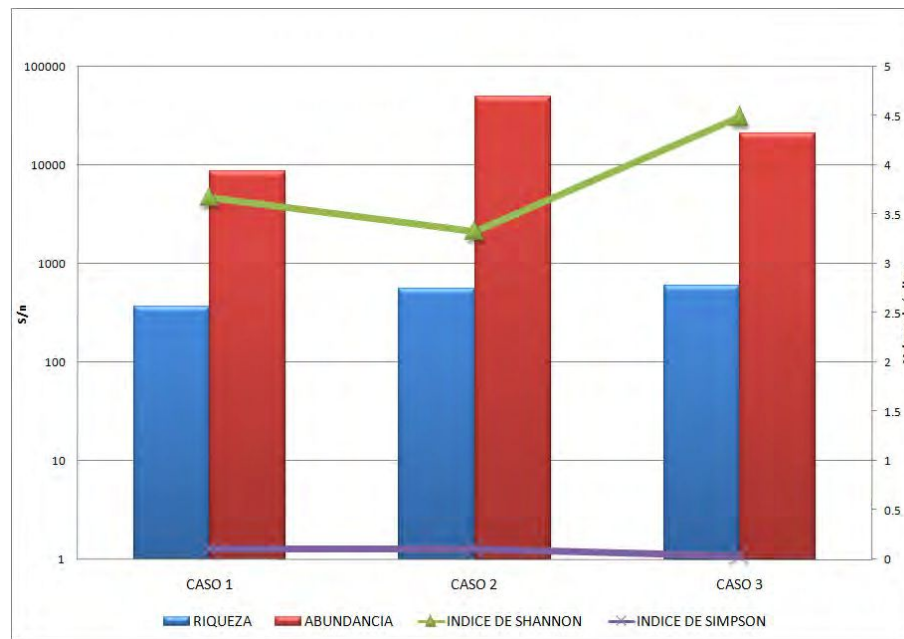


Fig. 1.34 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 4.

Los índices de similitud de Bray Curtis mostraron que los casos 1 y 3 compartieron un poco más de la mitad de las especies de artrópodos ($BC= 0.5185$); mientras que el caso 2 compartió con los anteriores sólo un 40% aproximadamente ($BC= 0.41156$).

Cuando se analizaron los grupos funcionales en cada diseño del campo, se pudo observar diferencias en su composición (Fig. 1.35). En el caso 2, se observó el mayor porcentaje de fitófagos (83%) con un bajo porcentaje de enemigos naturales, representados por un 6% de parasitoides y un 3% de especies depredadoras. En el caso 3, si bien hay también un elevado porcentaje de fitófagos (69%), los enemigos naturales muestran una abundancia mayor (10% parasitoides y 9% depredadores). Posiblemente estos valores tan elevados están relacionados con el manejo aplicado al campo (diversas aplicaciones de plaguicidas), sumado a que una gran parte del campo estuvo, en diferentes momentos, en barbecho. La barrera rompevientos, más heterogénea que en los restantes minifundios, pudo también proveer de sitios para los fitófagos y los enemigos naturales.

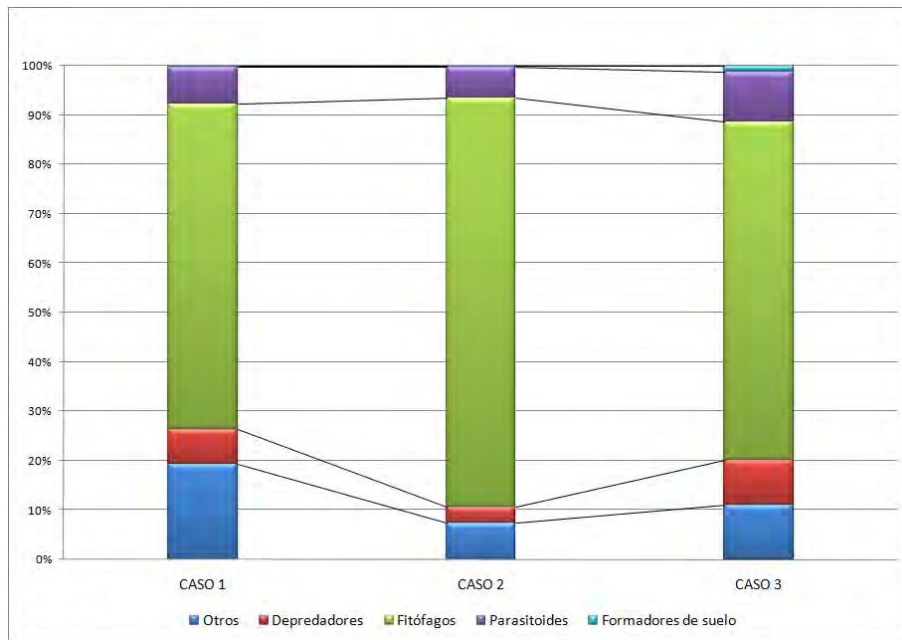


Fig. 1.35 Variación de gremios en tres casos de minifundio 4.

La figura 1.36 muestra las variaciones de riqueza de especies, abundancia e índices de diversidad de manera temporal en los tres casos de diseño del campo, relacionados con el manejo realizado por el productor (Tabla 1.16, ver Anexo Capítulo 1). Las prácticas agrícolas seguidas por el productor produjeron variaciones en los parámetros antes mencionados, en especial la aplicación de agroquímicos durante los meses de julio a septiembre que redujo la riqueza de especies de artrópodos y el incremento en abundancia de algunas pocas especies de fitófagos plaga.

(Ver diagrama en hoja siguiente)

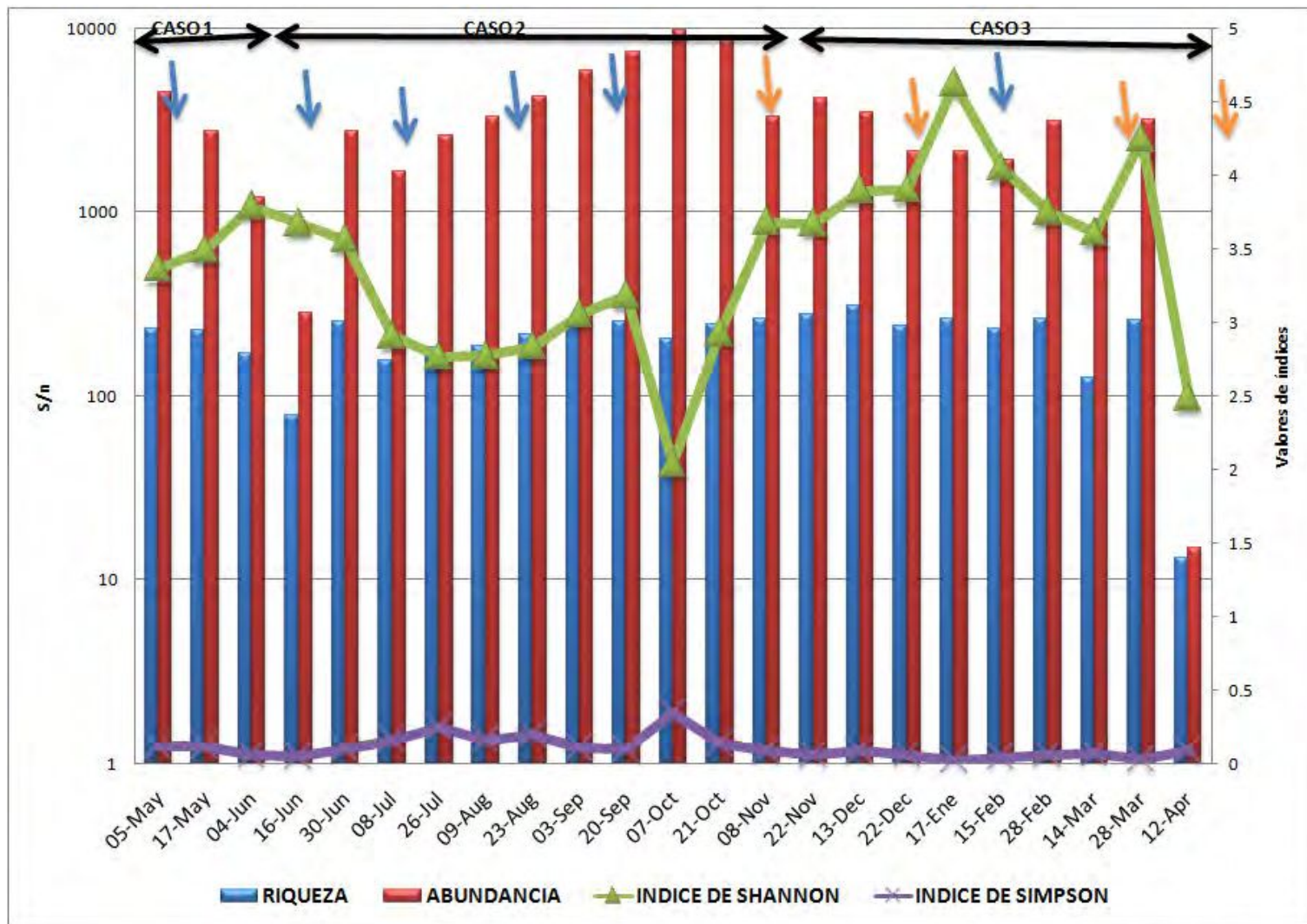


Fig. 1.36 Variación temporal de riqueza, abundancia e índices en tres casos de minifundio 4 (flechas azules indican agroquímicos, naranjas arados parciales).

Los grupos funcionales variaron a lo largo de los muestreos de cada caso y sus fluctuaciones se muestran en la Fig. 1.37. Todos los gremios mostraron variaciones relacionadas con el manejo del campo, en especial los enemigos naturales. Las repetidas aplicaciones de cipermetina, azufre y avemectina afectaron, de manera diferenciada, a los enemigos naturales, pero en el caso de los fitófagos, la respuesta fue de un incremento casi exponencial en la abundancia. Los disturbios mecánicos, como remoción de camellones viejos de frutilla y arados parciales, afectaron a los fitófagos en mayor medida que las aplicaciones de agroquímicos.

(Ver diagrama en hoja siguiente)

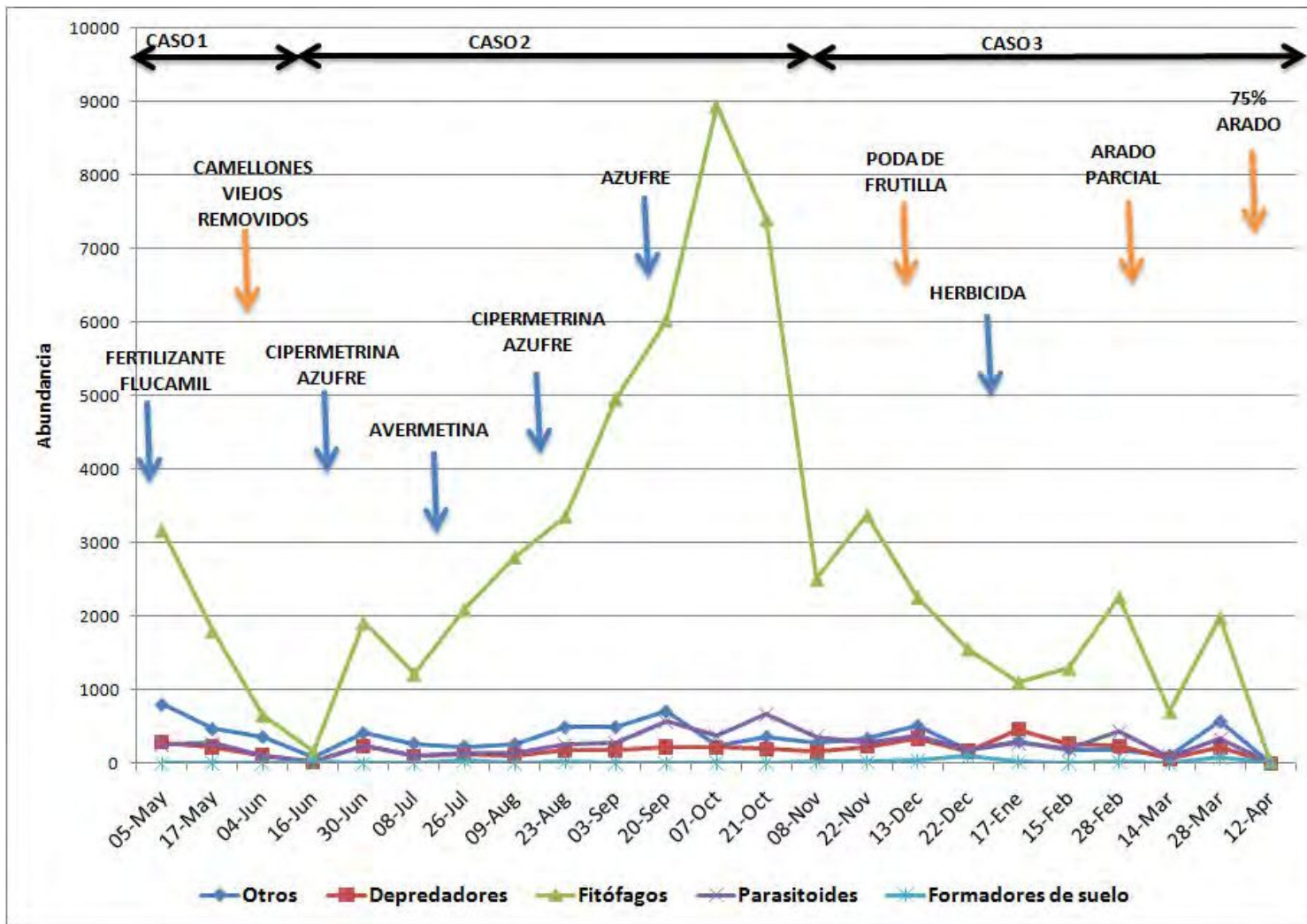


Fig. 1.37 Variación temporal de gremios en tres casos de minifundio 4.

En este minifundio se registró el mayor número de especies de arañas, que totalizaron unos 2.357 individuos, distribuidos de la siguiente manera: caso 1: $n=355$, $S=69$; caso 2: $n=814$, $S=95$ y caso 3: $n=1188$, $S=111$. Los valores de riqueza, abundancia e índices se muestran en la Fig. 1.38 (Tabla 1.17).

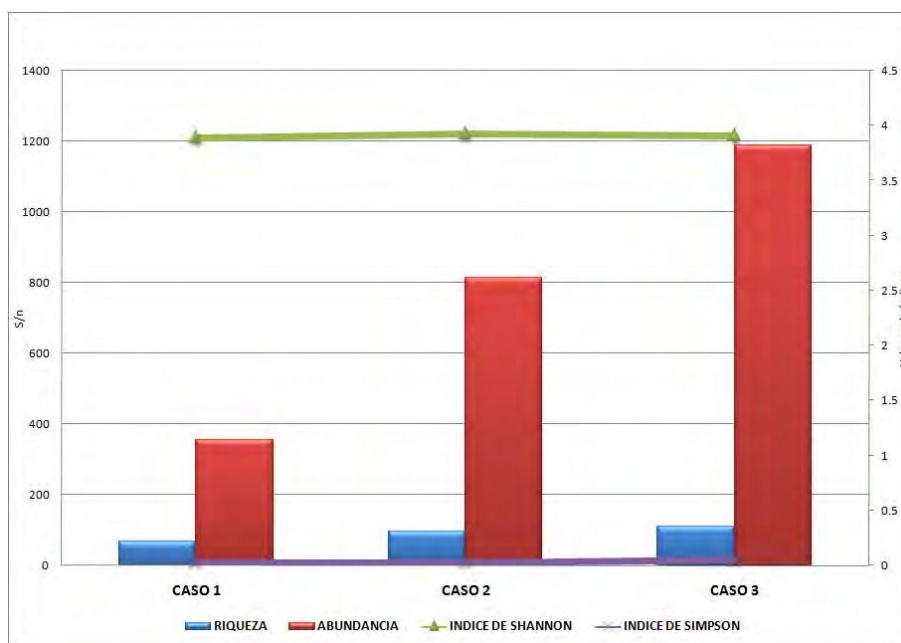


Fig. 1.38 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en tres casos de minifundio 4.

La composición y porcentaje de arañas en cada caso considerado son mostrados en la Fig. 1.39, donde se puede observar que todos los gremios estuvieron siempre presentes en el minifundio, pero con porcentajes diferentes.

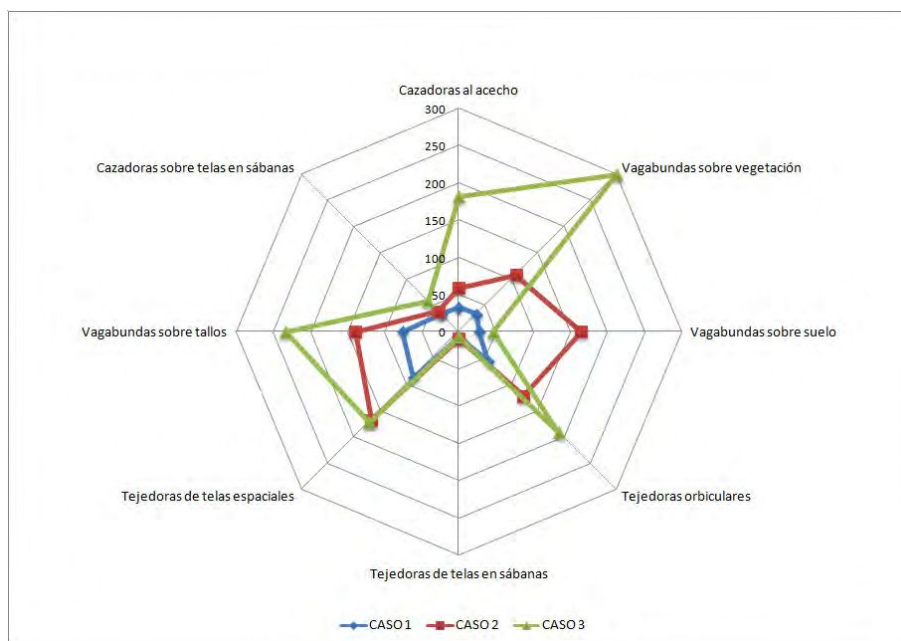


Fig. 1.39 Composición de gremios de Araneae en minifundio 4.

La Fig. 1.40 muestra la variación temporal de los gremios en cada caso; se marca con flechas el manejo realizado por el productor. Las aplicaciones de agroquímicos en el caso 2, mantuvieron a los gremios de arañas en bajas abundancias y produjeron cambios marcados en los ensamblajes de los gremios luego de cada aplicación. A partir del mes de octubre hasta la aplicación de herbicida en febrero, se observó un sucesivo incremento en la abundancia de los gremios de arañas. Los arados parciales y el arado casi total del minifundio también afectaron a las arañas: sólo se mantuvieron en un número importante las vagabundas sobre suelo y tallo.

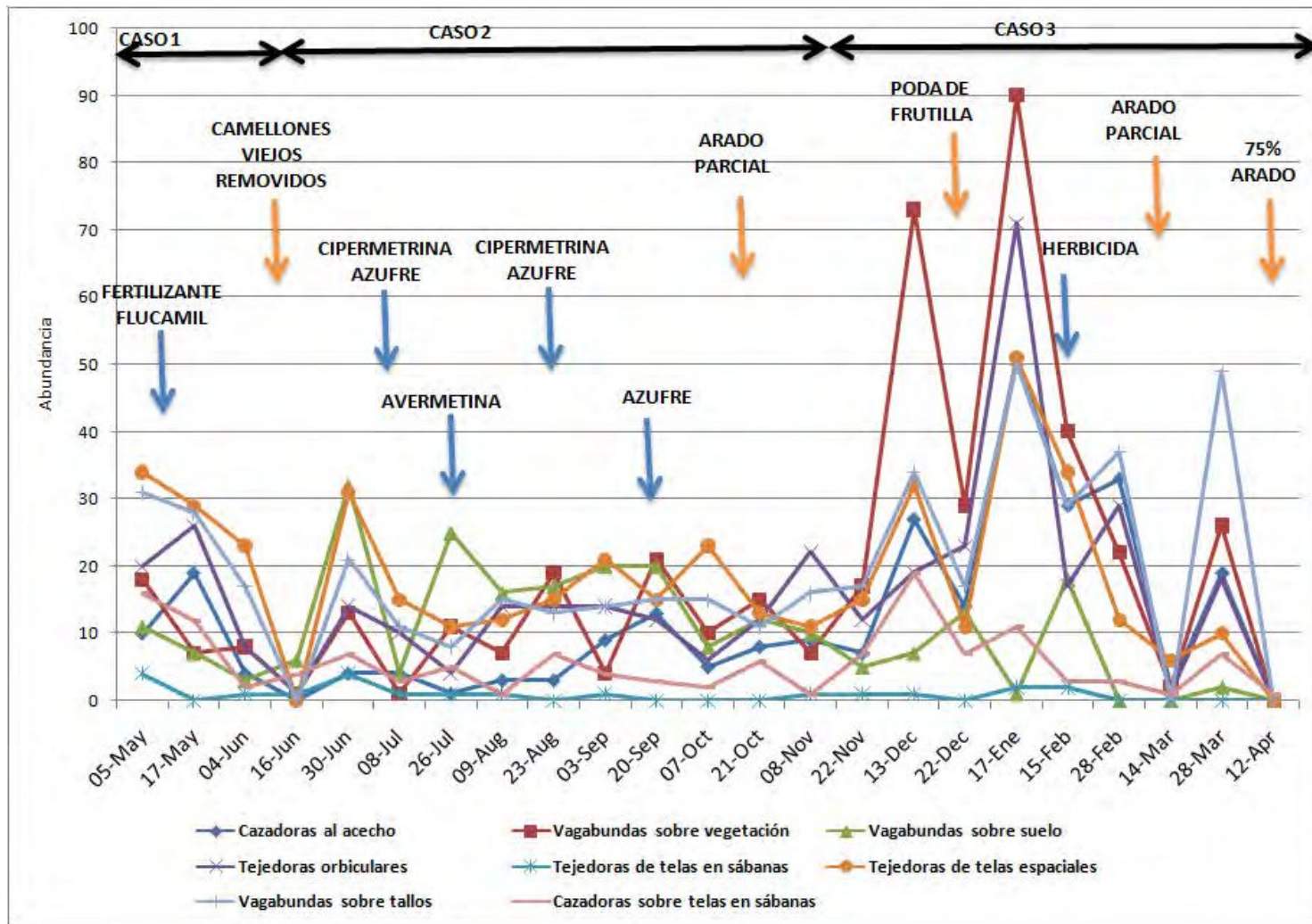


Fig. 1.40 Variación temporal de gremios de Araneae en los tres casos de minifundio 4.

Las chinches recolectadas en este minifundio sumaron un total de 2.576 individuos pertenecientes a 62 especies, distribuidas de la siguiente manera: caso 1: n=64; S=23; caso 2: n=1.278; S=46 y caso 3: n=1234; S=50. Estos valores, sumados a los índices de diversidad (Ver tabla 1.18 en Anexo), son mostrados en la Fig. 1.41.

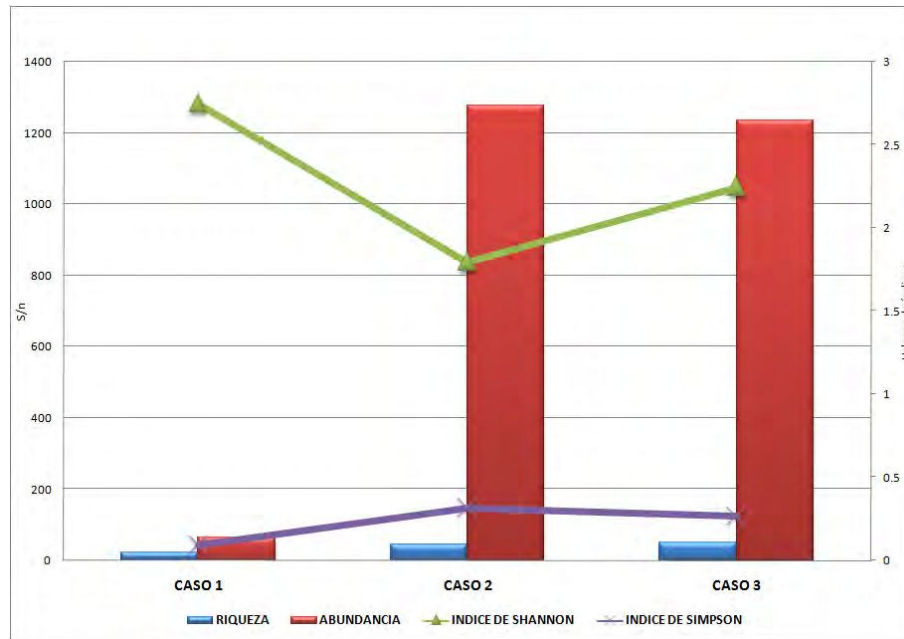


Fig. 1.41 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en tres casos de minifundio 4.

La composición de familias encontradas en los tres casos de diseño analizados presentaron ensamblajes particulares. En el caso 1, donde hubo muy baja abundancia de chinches, de las doce familias presentes, sólo tres fueron importantes: Miridae (n=23), Rhyparocromidae (n=13) y Anthocoridae (n=7). En el caso 2, se registró un aumento de la abundancia de chinches dada principalmente por Lygaeidae (n=672), Anthocoridae (n=169), Rhyparocromidae (n=160), Geocoridae (n=104), Miridae (n=57), Rhopalidae (n=55), Pentatomidae (n=13), entre otras. Al igual que en el caso anterior, Lygaeidae fue la más abundante en el caso 3, con unos 640 individuos, seguida por Miridae (n=197), Anthocoridae (n=151), Berytidae (n=57), Geocoridae (n=57), Rhyparocromidae (n=32), Nabidae (n=27) y Rhopalidae (n=18), entre otras.

Cuando se analizaron las chinches según su rol en cada caso de estudio (Fig. 1.42), se evidenció que los porcentajes entre fitófagos y depredadores no variaron considerablemente, representando las fitófagas unos tres cuartos de la abundancia total.

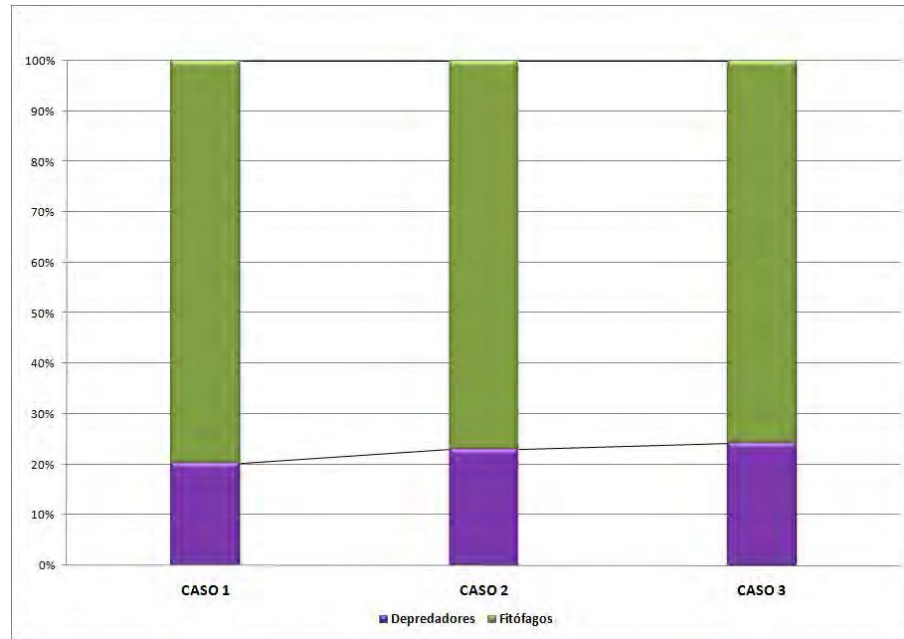


Fig. 1.42 Variación de chinches fitófagas y depredadoras en minifundio 4.

Cuando se analizaron las fluctuaciones de los gremios de chinches en cada caso, se observó un comportamiento diferente entre ellos (Fig. 1.43). Las chinches, tanto depredadoras como fitófagas, se mostraron en abundancias bajas a lo largo del estudio de este minifundio, aunque hubo momentos en que las depredadoras superaron a las fitófagas. Los plaguicidas las afectaron, produciendo incrementos de las fitófagas (con abundancia de *Nysius* sp.) hasta que el efecto de aquellos se redujo. Las chinches fitófagas redujeron su número luego de las prácticas culturales, que implicaron poda de las plantas de frutilla, el arado de la mayoría de la superficie cultivada en el minifundio y la aplicación de herbicidas, que tendieron a reducir los recursos utilizados por esta especie.

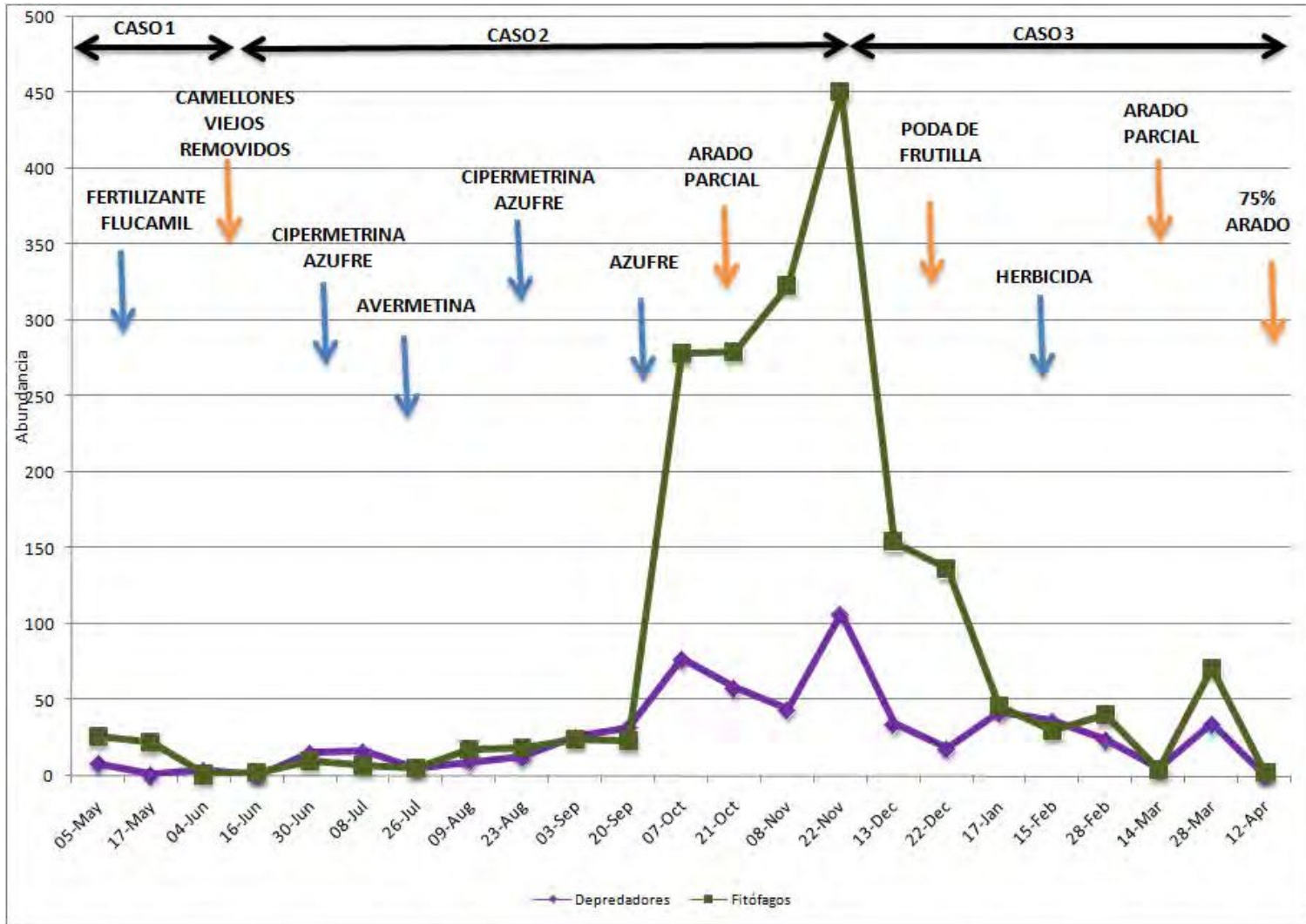


Fig. 1.43 Variación temporal de chinches fitófagos y depredadoras en minifundio 4.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que la diversidad de artrópodos en minifundios del Valle de Lerma es muy diversa y aporta información sobre la dinámica y estructura de la comunidad de artrópodos en varios minifundios, con diversos diseños internos de cultivos y áreas seminaturales (barreras rompevientos, barbechos, malezas, etc.) y con manejos culturales y químicos realizados por los productores.

Varios autores predicen que la disposición espacial de los lotes dentro de un minifundio, la elección de los cultivos y la permanencia influyen sobre la diversidad de artrópodos que allí habitan y ello está relacionado con el hecho de que ambientes más heterogéneos poseen una diversidad mayor que los ambientes más uniformes (Gardner *et al.*, 1995; Humphries *et al.*, 1995, Lassau & Hochuli, 2005). Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que los cambios en la composición de los artrópodos estuvieron relacionados con la heterogeneidad de cada minifundio; es así que los resultados de las curvas de acumulación de especies mostraron que el minifundio 4 fue más diverso en términos de riqueza de especies, seguido por C3, C2 y por último C1. Se comprobó, además, la predicción de la hipótesis propuesta: el diseño de campo que presenta mayor heterogeneidad ambiental influye directamente sobre la diversidad de artrópodos. Aún cuando el minifundio 4 fue el que tuvo mayor manejo físico y químico, el diseño de monocultivo bianual (frutilla), sumado a áreas de barbechos y de invasión de malezas y, en algún momento, de arveja, y la presencia de una barrera estratificada ayudaron a que la biodiversidad de artrópodos no se vea afectada por la gran cantidad de agroquímicos aplicados por el productor. Por el contrario, el minifundio 1, si bien se caracterizaba por poseer una parcela de monocultivos que rotó en el tiempo y otra de policultivo, fue el de menor riqueza y abundancia, debido a que los cultivos presentaron estructuras verticales similares a lo largo del tiempo (la mayor simplificación del hábitat para este estudio).

Relacionados también con los diseños de los minifundios, los resultados de las curvas de abundancias jerarquizadas y las curvas de Wittaker obtenidas para cada minifundio mostraron una notoria diferencia en la composición y abundancia de la artropodofauna. Esto puede explicarse por el hecho de que cada minifundio presentó un diseño de campo con

distintos cultivos; cada cultivo estuvo asociado un a complejo particular de plagas y con éste, un complejo de especies de enemigos naturales que variaron por el manejo realizado por los productores. Los órdenes más abundantes y diversos encontrados en cada minifundio coinciden con las plagas típicas de los cultivos analizados: en el minifundio 1, Thysanoptera, Diptera y Coleoptera; en el minifundio 2, Hemiptera-Aphidoidea, Thysanoptera y Diptera; en el minifundio 3, Diptera, Thysanoptera y Heteroptera y en el minifundio 4, Acari, Hemiptera-Aphidoidea y Thysanoptera.

La conservación y el incremento de los enemigos naturales son importantes componentes en el manejo integrado de plagas. Los paisajes complejos o agroecosistemas con una gran diversidad estructural (vegetación natural) mostraron, en muchos casos, un incremento de interacción entre plagas y enemigos naturales (Roschewitz *et al.*, 2005, Tscharrntke *et al.*, 2005), proporcionando refugios, fuentes de alimentación, reproducción y hospederos alternantes. Al realizar un análisis más detallado de cada minifundio en sus distintos casos de diseños, se corroboró que la heterogeneidad ambiental juega un papel muy importante en la diversidad de los artrópodos, porque, coincidiendo con su mayor complejidad estructural, el caso 2 en el minifundio 1, el caso 3 en el minifundio 2, el caso 1 en el minifundio 3 y el caso 2 en el minifundio 4, presentaron los mayores valores de diversidad de artrópodos.

Cuando se analizó cada minifundio, teniendo en cuenta el manejo realizado por cada productor, se comprobó también que dicho manejo afectó la biodiversidad de artrópodos de distintas maneras, según fueran disturbios físicos o químicos. Los disturbios físicos, como la poda de cultivos y los arados parciales y totales, produjeron disminuciones en los valores de diversidad de los artrópodos en todos los casos, pero no afectaron de manera diferencial a los gremios, ya que tanto los enemigos naturales como los fitófagos fluctuaron por estos cambios. La disminución de los recursos disponibles, posteriores a estos disturbios físicos, pudo haber sido una de las causas de disminución de los fitófagos, que se comportaron de manera diferente cuando se produjeron aplicaciones de insecticidas (disturbios químicos) que, en muchos casos, produjeron una rápida recuperación en su abundancia en cortos períodos de tiempo.

Según Altieri (1996), la agricultura tradicional conserva los enemigos naturales en forma inconsistente y fortuita, ya que en ella se aplican prácticas no sostenibles que afectan el entorno. Gautam (1996) advierte que la conservación lleva implícita la manipulación del hábitat a favor de la efectividad, el aumento poblacional de los organismos benéficos y la mitigación de las plagas, sin descuidar el balance ecológico, con el propósito de obtener un incremento de la actividad reguladora y una mayor tasa de regulación en la acción conjunta de las especies. Sin embargo y, dado que en general el control biológico natural no basta por sí solo para reducir las densidades de población de los artrópodos plagas por debajo de los umbrales económicos de daños, hay que tratar de compatibilizar su uso con otras técnicas, en especial el control químico (Viñuela, 2005). Sin embargo, aunque el control químico se utiliza hoy en día de una forma más racional que antes, aún existen muchos insecticidas autorizados que pueden ser no selectivos para ciertas especies de enemigos naturales. Los efectos que los plaguicidas causan en los enemigos naturales en un cierto cultivo, en general son eliminados más fácilmente que las plagas, debido a características intrínsecas, como menor talla (en proporción, mayor superficie de exposición al plaguicida), mayor movilidad, sistemas enzimáticos diferentes y estrecha dependencia de sus huéspedes, de tal forma que, si mueren, los enemigos naturales también (Croft, 1990). La peligrosidad de un plaguicida para un enemigo natural depende de dos factores: la toxicidad intrínseca del producto, que puede provocar efectos letales y subletales, y la exposición a la cual está sometida la comunidad. Los efectos subletales pueden ser fisiológicos y tener un efecto en la bioquímica y la neurofisiología, el desarrollo, la longevidad, la inmunología, la proporción sexual, la fecundidad o la fertilidad del enemigo natural, o bien afectar a su comportamiento, modificar la movilidad, orientación, comportamiento alimenticio o de puesta y aprendizaje; en consecuencia, su papel benéfico queda seriamente comprometido (Desneux *et al.*, 2007).

Por otra parte, la reducción de los artrópodos benéficos por medio de insecticidas no selectivos puede traer serios problemas en los distintos cultivos. Uno de ellos es el surgimiento de nuevas plagas y otro, la aparición de plagas secundarias. Asimismo, el paso de una plaga secundaria a principal se debe especialmente a la reducción de los enemigos naturales que no logran mantener a las plagas por debajo del nivel de daño económico (Fernandes *et al.*, 2008) y

la aplicación de insecticidas de manera repetida puede provocar la dominancia de unas pocas especies tolerantes introduciendo cambios en la comunidad de enemigos naturales en un largo plazo (Menhinick, 1962; Burn, 1989; Basedow, 1990). De los resultados obtenidos en este análisis se concluye que las aplicaciones de agroquímicos produjeron cambios en la composición de la estructura de la comunidad de los artrópodos y en los grupos funcionales de todos los minifundios; sin embargo, los que presentaron mayor número de aplicaciones (minifundios 4 y 3) fueron los de mayor diversidad; esto se explica, por un lado, por el tipo de agroquímico utilizado y, por otro, por la heterogeneidad interna de los minifundios, arriba mencionada.

Varios estudios llevados a cabo por el grupo International Organization for Biological Control/WPRS (Working group: Pesticides and Beneficial Organisms), demostraron que los insecticidas de síntesis organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides, muestran, en general, toxicidades elevadas para los parasitoides y depredadores (Hassan, *et al.*, 1983; 1987; 1988; 1991; 1994; Hoy *et al.*, 1990; Forster, 1991; Bayound *et al.*, 1995; Hassan & Grahamsmith, 1995; Stadler *et al.*, 1995; 1996; Jansen, 1996; Sterk *et al.*, 1999; Gonring *et al.*, 1999). En todos los casos analizados, en los que hubo aplicaciones de agroquímicos, el gremio de los fitófagos presentó mayor porcentaje que sus enemigos naturales. Así, en el caso 2 del minifundio 1, la aplicación de Furadán (curasemilla carbamato insecticida y nematicida) produjo un gran aumento del gremio de los fitófagos (84% del total de los artrópodos). En el minifundio 2, la única aplicación de agroquímico, Parathión (organofosforado restringido en la Argentina por su alta toxicidad), produjo prácticamente la eliminación de todos los artrópodos, pero su efecto se evidenció en mayor medida en los enemigos naturales que en los fitófagos, ya que los primeros no lograron recuperarse en ningún momento, debido a que la toxicidad a campo del organofosforado se mantiene elevada durante períodos largos de tiempo (Hagley & Chiba, 1980; Charmillot *et al.*, 1991) y en los depredadores está asociada a la actividad pro-insecticida: cuando estos compuestos ingresan en los organismos, sufren reacciones que los hacen más tóxicos (Fernandes *et al.*, 2010).

En el minifundio 3, la aplicación de cipermetrina (piretroide de amplio espectro), furacina y herbicida produjo un descenso no sólo de los fitófagos sino también de los enemigos

naturales. La aplicación de estos agroquímicos en los muestreos de febrero produjo una fuerte disminución de los depredadores que se encontraban ejerciendo un fuerte control sobre los fitófagos; este efecto fue suprimido casi totalmente e, incluso, los depredadores no pudieron recuperarse en el tiempo que duró el estudio.

Por último, el minifundio 4, que presentaba los mayores valores de riqueza y abundancia de artrópodos, fue el que recibió mayor número de aplicaciones sucesivas de cipermetrina y azufre (en el caso 2 de análisis de diseño), produciéndose un aumento de unas pocas especies resistentes (plagas típicas como pulgones, ácaros y trips) que se volvieron nuevamente dominantes por la disminución que produjeron los agroquímicos sobre los enemigos naturales.

Con respecto a las arañas, su abundancia y diversidad, generalmente están positivamente correlacionadas con la diversidad ambiental a diferentes escalas espaciales (Samu *et al.*, 1999), mientras que el tamaño y distribución de sus poblaciones están determinados por factores que influyen en su supervivencia, reproducción y dispersión. Algunos estudios han demostrado que las comunidades de arañas están fuerte y predeciblemente influidas por el tipo de hábitat y patrones de uso del suelo (Uetz, 1975; Weeks & Holtzer, 2000). Así, en el minifundio 4, donde la abundancia de cultivos, malezas y parcelas abandonadas proporcionaron mayor cantidad de microhábitats para las arañas, se registró una elevada diversidad y abundancia de las mismas, demostrándose así que la complejidad estructural del ambiente incide en la de las arañas (Maloney *et al.*, 2003). En efecto, hábitats altamente variados proveen un mayor arreglo de microhábitats, características microclimáticas, fuentes alternativas de alimentos, sitios de refugio y para soporte de telas, favoreciendo todo ello a la colonización y el establecimiento de las arañas (Riechert & Lockley, 1984; Agnew & Smith, 1989; Young & Edwards, 1990; Ryptra *et al.* 1999).

Cuando se analizó cada minifundio con sus diferentes diseños, se pudo observar, en general, un comportamiento bastante similar al que ocurre con la totalidad de los artrópodos. En el minifundio 1, el caso 2 es el que presentó mayor abundancia y riqueza de arañas, principalmente representadas por dos gremios, las cazadoras al acecho y vagabundas sobre vegetación (el 42% del total de las arañas). Esta diferencia con respecto a los demás artrópodos

se debe a que los gremios de arañas encontrados son muy móviles y que disturbios producidos por el manejo del minifundio causaron disturbios de intensidad “intermedia” que llevaron al aumento de la diversidad de la comunidad de arañas (Johnson, 1995). En el caso 1, la cosecha parcial del área cultivada produjo una reducción de todos los gremios de arañas, para luego recuperarse principalmente el de las cazadoras sobre telas. Esto coincide con lo observado por Nyffeler *et al.* 1994 y Thomas & Jepson 1997 que sostienen que la cosecha y el arado son probablemente las acciones que más afectan a los microhábitats dentro de un hábitat determinado, y que ellas causan severas reducciones en las poblaciones de arañas. Lo mismo sucedió en el caso 3, donde cada arado parcial afectó a la comunidad de arañas, reduciéndola de manera significativa.

En el minifundio 2, los arados parciales de los casos 1 y 3 también redujeron la comunidad de arañas y, en ambos, los gremios de vagabundas sobre suelo y sobre tallos fueron los mejor representados, sólo apareciendo las tejedoras de telas al final del caso 3, donde la heterogeneidad ambiental se vio incrementada por el abandono de una de las parcelas y la invasión de malezas, coincidiendo con lo encontrado por otros autores como Benton *et al.*, 2003 y Tews *et al.* (2004). La única aplicación de un organofosforado de alta toxicidad, que se registró en el caso 2, produjo una eliminación total de la comunidad de arañas junto a todos los artrópodos que luego fueron recuperándose, principalmente las vagabundas sobre vegetación y cazadoras al acecho. Este comportamiento se explica porque, como no existió repetición de aplicaciones, las arañas pudieron recolonizar el cultivo desde la vegetación natural adyacente (Maloney *et al.*, 2003).

Samu *et al.*, (1999) correlacionan positivamente la abundancia y diversidad de las arañas con la diversidad ambiental. Así, en el minifundio 3, el análisis de diversidad y de gremios de cada caso estudiado, mostró que la mayor heterogeneidad del caso 1 favoreció el aumento de todo tipo de arañas.

Por otra parte, las arañas son afectadas en menor grado por los fungicidas y herbicidas que por los insecticidas (Yardim & Edwards, 1998), aunque algunas son más tolerantes a los organofosforados y carbamatos que a los piretroides, organoclorados y varios acaricidas (Theiling & Croft, 1988; Tanaka *et al.*, 2000). La aplicación de un piretroide (Cipermetrina), más

antihongos y furacina, produjo un descenso de todos los gremios de arañas en el caso 1, mientras que en el caso 2, si bien hubo también una aplicación de piretroide al comienzo del diseño, la sucesiva cosecha de los cultivos produjo un descenso de todos los gremios de arañas.

El minifundio 4, a diferencia de los anteriores, presentó mayor abundancia y riqueza de arañas y los gremios de arañas tejedoras, las mejor representadas, debido a la estabilidad del cultivo bianual de frutilla (permanencia de mayor puntos de apoyo de las telas en el tiempo) y a la importante barrera que incrementaron la cantidad de sitios para fijar telas (Riechert & Lockley, 1984; Agnew & Smith, 1989, Young & Edwards, 1990, Ryptra *et al.* 1999). Aún cuando el caso 2 fue el de mayor heterogeneidad, la sucesiva aplicación de distintos agroquímicos produjo grandes fluctuaciones de todos los gremios.

Lo antes mencionado nos hace pensar que, en general, todos los cambios de los ensamblajes de arañas en los minifundios estudiados pueden ser explicados, por un lado, por las variaciones en la estructura de la vegetación (Bonte *et al.*, 2002), y por otro, por las prácticas de manejo y tareas de labranzas realizadas sobre los minifundios.

Con respecto a las chinches, se conoce bien que su distribución está fuertemente influenciada por el clima y la vegetación (Dolling, 1991) y que la composición de una fauna local de ellas depende de los efectos de muchos factores, en particular de cinco características principales 'del entorno': del área climática y las características microclimáticas del lugar, del tipo de vegetación (árboles, arbustos, plantas anuales, etc.) junto con la existencia de varios estratos; de la estación; de la presencia de presas para especies beneficiosas y de la influencia de prácticas humanas (Fauvel, 1999). Incluso se ha comprobado que un número elevado de especies botánicas se correlaciona con una diversidad elevada de chinches (Szentkiralyi & Kozar, 1991 y Limonta, *et al.*, 2003). Al igual que lo reportado para las arañas, en este estudio, el minifundio 4 fue el que presentó mayor riqueza de chinches, seguido por el 2; como vimos, ambos minifundios fueron los de mayor heterogeneidad vegetal y estabilidad a lo largo del tiempo.

Si bien las chinches son susceptibles a las aplicaciones de químicos, sobre todo insecticidas (Zeletzki & Rinnhofer, 1966; Niemczyk, 1968; Korcz, 1973; Nordlander, 1977; Nikusch & Gernoth, 1986; Paternotte *et al.*, 1986), familias como Miridae son afectadas

fuertemente, mientras que los Anthocoridos son capaces de mantenerse en presencia de sustancias químicas, probablemente porque son más móviles y tienen un número mayor de generaciones (Fauvel, 1999). Según Masee (1958), la mayor diversidad de especies de chinches es encontrada en campos abandonados y los mayores cambios de la fauna ocurren después del uso de insecticidas.

En los minifundios estudiados, la composición de las familias de Heteroptera encontradas fue variando en cada caso; sin embargo, todas las familias encontradas en ellos son típicas de los sistemas agrícolas.

Cuando se analizó la variación de las chinches fitófagas y depredadoras a lo largo del tiempo, se observaron fluctuaciones, siempre relacionadas con el manejo realizado por el productor; en todos los casos, se advirtió una marcada estacionalidad, siendo los meses de verano los que presentaron mayor abundancia y riqueza de especies. En los cuatro minifundios, las chinches depredadoras se mantuvieron a niveles muy por debajo de las fitófagas, excepto en casos particulares como el 1 y 2 del minifundio 1, en los que se registró un aumento de las depredadoras que, incluso, llegaron a superar a las fitófagas. Estos casos se explican por la presencia de una especie en particular, *Orius insidiosus* (Anthocoridae) que, a diferencia de otras, es un depredador polífago (Péricart, 1972) que se alimenta de ácaros, áfidos, psíllidos, trips, huevos de lepidópteros y larvas pequeñas (Riudavets, 1995), grupos que son las plagas más importantes encontradas en estos minifundios. Esta especie *O. insidiosus*, ante distintos disturbios, puede presentar numerosos sitios de multiplicación, principalmente árboles con flores (debido a que también se puede alimentar de polen y tejidos vegetales, Naranjo & Gibson, 1996), y es capaz de mantenerse en presencia de sustancias químicas porque es más móvil, tiene un número mayor de generaciones y es más sensible a la atracción por la presa (Fauvel *et al.*, 1978). El género *Orius* es conocido a nivel mundial como uno de los agentes más eficaces para el control de trips (van de Veire & Degheele, 1992; Chambers *et al.*, 1993; Castane & Zalom, 1994), a tal punto que su comercialización como insumo biológico compite en el mercado con los insecticidas tradicionales. En la Argentina, *Orius insidiosus* es la especie más frecuente y abundante que controla trips y, en tal sentido, se han iniciado los estudios

tendientes a implementar su utilización como agente de biocontrol (Saini *et al.* 2003). Por ello es de gran importancia el hallazgo de su presencia natural.

A diferencia de otros estudios en donde los anthocoridos representan el 77% de los heterópteros presentes en sistemas agrícolas con manejo convencional (Severin *et al.*, 1984), en los casos analizados, aunque es una familia presente, no llegó a tener niveles tan altos.

En el análisis de las chinches fitófagas en los cuatro minifundios, se observó que los incrementos en abundancia estuvieron dados principalmente por una especie de esta familia: *Nysius* sp. Todas las explosiones de lygaiedos ocurrieron en los meses más cálidos (primavera-verano) y luego de algún disturbio provocado por el productor (aplicación de agroquímicos y/o arado). Estos resultados coinciden con los estudios de Fauvel (1985) y Meirleire (1976) en los que se demuestra que las explosiones repentinas de poblaciones de ligaeídos son producto de las condiciones climáticas y de las prácticas culturales realizadas sobre los campos cultivados.

El estudio antes expuesto sirve de comprobación de la hipótesis planteada en este capítulo por cuanto, a través de su desarrollo se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- Cada minifundio mostró una particular comunidad de artrópodos, relacionada con la clase y rotación de sus cultivos.
- Asimismo, esta comunidad varió a lo largo del tiempo, en la medida en que el arreglo espacial de los cultivos cambiaba y en relación con las prácticas de manejo aplicadas sobre las parcelas del minifundio.
- Un minifundio con mayor heterogeneidad interna presenta una mayor diversidad, no sólo de artrópodos, sino también de enemigos naturales. En este sentido, el minifundio 4, que registró parcelas con cultivo perenne, sumado a otros anuales y a momentos de barbecho e invasión de malezas, representó en el tiempo una mayor diversidad ambiental, reflejada en una elevada riqueza de especies de artrópodos y de enemigos naturales, a pesar incluso, del número y la intensidad de disturbios provocados en él.

BIBLIOGRAFIA CAPÍTULO 1

- ✓ Agnew, C.W. & J.W. Smith (1989) Ecology of spiders (Araneae) in a peanut agroecosystem. *Environmental Entomology*, 18: 30-42.
- ✓ Altieri, M. A. (1996) El Agroecosistema: determinantes, recursos y procesos. En: *Agroecología y Agricultura Sustentable*. La Habana: CLADES-CEAS-IS-SCAH, p. 102-121.
- ✓ Altieri, M. A. (1998) *Agroecología: A dinámica productiva da agricultura sustentable*. Primera edición. Ed. Da Universidade; 110pp.
- ✓ Alteri, M. A. & C. I. Nicholls (2000) *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo. 338 pp.
- ✓ Basedow, T. (1990) Effects of insecticides on Carabidae and the significance of these for agriculture and species number. The role of ground beetles in ecological and Environmental Studies (ed. N.E. Stork), 115-125 pp.
- ✓ Bayound, I. M.; F. W. Plapp, F. E. Glistrap & G. J. Michels (1995) Toxicity of selected insecticides to *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies. *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1177-1185.
- ✓ Benton, T. G, J.A. Vickery & J. D. Wilson (2003). Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 182-188.
- ✓ Bonte, D., L. Baert, & J-P. Maelfait (2002) Spider assemblage structure and stability in a heterogeneous coastal dune system (Belgium). *Journal of Arachnology*, 30: 331-343.
- ✓ Booij, C. J. H. & J. Noorlander (1988) Effects of pesticide use and farm management on carabids in arable crops. *Environmental effects of pesticides. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40: 199-125.
- ✓ Brust, G.E, B.R. Stinner & D.A. McCartney (1986) Predator activity and predation in corn agroecosystems. *Environmental Entomology*, 15: 1017-1021.
- ✓ Burn, A.J. (1989) Long-term effects of pesticides on natural enemies of cereal crop pests. *Pesticides and non-target invertebrates* (ed. P.C. Jepson), pp. 177-193. Intercept, Andover, U.K.
- ✓ Castane C. & G. G. Zalom (1994) Artificial oviposition substrate for rearing *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) *Biological Control*, 4: 88-91.
- ✓ Chambers R.J., S. Long & N.L. Helyer (1993) Effectiveness of *Orius insidiosus* (Hem: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the U.K. *Biocontrol Science and Technology*, 3: 295-305.
- ✓ Charmillot, P. J.; D. Pasquier & D. Schneider (1991) Efficacité et rémanence du virus de la granulose, de la phosalone et du chlorpyrifos-méthyl dans la lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. *Revue Suisse de Viticulture, arboriculture, horticulture*, 23(2): 131-134.
- ✓ Croft, B.A. (1990). *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. Wiley Interscience, New York, 723 pp.

- ✓ Desneux, N., A. Decourtye & J.M. Delpuech (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review Entomology*, 52: 81-106.
- ✓ Dolling, W.R. (1991) *The Hemiptera*. Oxford University Press, Oxford, 274 pp.
- ✓ Edwards, C.A., K.D. Sunderland & K.S. George (1979). Studies on polyphagous predators of cereal aphids. *Journal of Applied Ecology*, 16: 811–823.
- ✓ Fauvel G. (1985) Les Nysius (Hétéroptères: Lygéides) et leurs attaques surprises. - *Prog.Agric.Vitic. (Montpellier)* 102:93-94.
- ✓ Fauvel G. (1999) Diversity of Heteroptera in agroecosystem: role of sustainability and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 275-303.
- ✓ Fauvel, G., A. Rambier & D. Cotton (1978) Activité prédatrice et multiplication d'*Orius* (Heterorius) vicinus Rib. Hétéroptère: Anthocoride dans les galles d'*Eriophyes fraxinivorus* Nal. (Acarien: Eriophyide). *Entomophaga*, 23: 261–270.
- ✓ Fernandes, M.E.S, F. L. Fernandes, M.C. Pianco, R.B. Queiroz, R.S. Silva & A.A.G Huertas (2008) Pshysiological selectivity of insecticides to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Protonectarina sylveirae* (Hymenoptera: Vespidae) in citrus. *Sociobiology*, 51: 765-774.
- ✓ Fernandes, F. L.; Bacci & M.S. Fernandes (2010) Impact and Selectivity of Insecticides to Predators and Parasitoids. *EntomoBrasilis*, 3 (1): 01-10. www.periodico.ebras.bio.br/ojs.
- ✓ Forster, P. (1991) Influence of pesticides on larvae and adult of *Platynus dorsalis* (Pont)(Coleoptera Carabidae) and adult of *Tachyporus hyponorum* (Coleoptera: Staphilinidae) in laboratory and semifields trials. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 98(5): 457-463.
- ✓ Gardner, S.M.; M.R.Cabido, G.R. Valladares, & S. Díaz. (1995) The influence of habitat structure on arthropod diversity in Argentine semi-arid Chaco forest. *Journal of Vegetation Science*, 6: 349-356.
- ✓ Gautam, R. D. (1996) Multiplication and use of exotic coccinellids. Technical Manual. Trinidad: CARDI, 1996, 29pp.
- ✓ Gonring, R.; M. Picaneo, M.F.Moura, L. Bacci & C.H. Ruckner (1999) Seletividade de Inseticidas, utilizados no controle de *Grapholita molesta* (Busch) (Lepidoptera: Olethreutidae) em pêssego, a Vespidae predadores. *Armáis da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28(2): 301-306.
- ✓ Hagley, E. A. C. & M. Chiba (1980) Efficacy of phosmet and azinphosmethyl for control of major insect pests of apple in Ontario. *Entomology*, 112: 1075-1083.
- ✓ Hassan, E. & S. Grahamsmith (1995) Toxicity of endosulfan, esfenvalerate and *Bacillus thuringiensis* on adult *Microplitis demolitor* Wilkinson and *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja. *J. Plant Diseases and Protection*, 102(4): 422-428.
- ✓ Hassan, S. A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschutz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, W.D. Englert, P. Huang, C. InglesDeld, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Staubli, J.J. Tuset, G. Viggiani & G. Vanwetswinkel (1987) Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms. *Journal of Applied Entomology*, 103: 92-107.

- ✓ Hassan, S. A., F. Bigler, H. Bogenschutz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, F. Mansour, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Staubli, G. Sterk, K. Tavares, J.J. Tuset, G. Viggiani & A. G. Vivas (1988) Results of the fourth joint pesticide testing programme by the IOBC/ WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms. *Journal Applied Entomology*, 105: 321-9.
- ✓ Hassan, S. A., F. Bigler, H. Bogenschutz, E. Boller, J. Brun, J. N. M. CalisChiverton, P., J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, G. B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, P.A. Oomen, W. P. J. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Staubli, G. Sterk, K. Tavares, J. J. Tuset & G. Viggiani (1991) Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms. *Entomophaga*, 36: 55-67.
- ✓ Hassan, S. A., F. Bigler, H. Bogenschutz, E. Boller, J. Brun, J. N. M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, A. DusoGrove, U. Heimbaach, N. Helyer, H. Hokkanen, G. B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-Petersen, B. Sauphanor, A. Staubli, G. Sterk, A. Vainio, M. van de Veire, G. Viggiani, & H. Vogt (1994) Results of sixth joint pesticides testing programme of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms. *Entomophaga*, 39(1): 107-119.
- ✓ Hassan, S. A., F. Bigler, H. Bogenschutz, J. U. Brown, S. I. Firth, P. Huang, M. S. Ledieu, E. Naton, P. A. Oomen, W. P. J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, G. Viggiani & A. Q. van Zon. (1983) Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Arthropods". *Zeitschrift fur angewandate Entomologie-journal of applied entomology*, 95: 151–158.
- ✓ Hoy, M.A., F.E. Cave, R.H. Beede, J. Grant, W.H. Krueger, W.H. Olson, K.M. Spollen, W.W. Barnett & L.C. Hendricks (1990) Release, dispersal and recovery of laboratory-selected starin of the walnut aphid parasite *Trioxys pallidus* (Hymenoptera: Aphidiidae) resistant to azinphosmethyl. *Journal of Economic Entomology*, 83 (1):89-96.
- ✓ Humphries C.J., P.H. Williams & R.I. Vane-Wright (1995) Measuring biodiversity value for conservation. *Annual review of ecology and systematic*, 26: 93-111.
- ✓ IOBC/WPRS Organización Internacional para la Lucha Biológica e Integrada; www.iobc-wprs.org.
- ✓ Jansen, J.R. (1996) Side-effects of insecticides on *Aphidius rhopalosiphi* (Hymenoptera, Aphidiidae) in laboratory. *Entomophaga*, 41(1): 37-43.
- ✓ Johnson, S. (1995) Spider communities in the canopies of annually burned and long-term unburned. *Environment Entomology*, 24: 832-834.
- ✓ Korcz, A. (1973) Effect of chemical treatment on occurrence of predatory bugs (Heteroptera) in orchards. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln*, 144: 263–270.
- ✓ Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175–201.
- ✓ Lassau, S.A. & D.F. Hochuli (2005) Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*, 27: 157-164.
- ✓ Limonta, L.; P. Dioli & A. Denti (2003) Heteroptera present in two different plant

- mixture. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. Ser II, 35 (1): 55-66.
- ✓ Los, L.M. & W.A. Allen (1983) Abundance and diversity of adult Carabidae in insecticide-treated and untreated alfalfa fields. *Environmental Entomology*, 12: 1068–1072.
 - ✓ Maloney, D., F.A. Drummond & R. Alford (2003) Spider predation in agroecosystems: can spider effectively control pest populations? *Technical Bulletin 190*. Orono, The University of Maine, 27p.
 - ✓ Marc, P., A. Canard & F. Ysnel (1999) Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 229-273.
 - ✓ Masee, A.M. (1958). The effect on the balance of arthropod populations in orchards arising from the unrestricted use of chemicals, *Proc. 10th int. Congress of Entomology 1956*, pp. 163–168.
 - ✓ Meirleire, H. de. (1976) Punaies des Phragmites: du marais assèché au champ de blé voisin. *Phytoma*, 22 (282): 27.
 - ✓ Menhinick, E.F. (1962) Comparision of invertebrate populations of soil and litter of mowed grassland in areas treated and untreated with pesticides. *Ecology*, 43: 556-561.
 - ✓ Naranjo, S.E. & R.L. Gibson (1996) Phytophagy in predaceous Heteroptera: Effects on life history and population dynamics, in O. Alomar and R. Wiedenmann (eds.), *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and 1PM*, Thomas Say Publications in Entomology: Proceedings, Entomological Society of America, Lanham, Md., 57–93 pp..
 - ✓ Niemczyk, E. (1968) The occurrence of the bugs of the order Heteroptera in sprayed and unsprayed apple orchards. *Pr. Inst. Sadow. Skierniew.*, 12: 355–363.
 - ✓ Nikusch, L. & H. Gernoth (1986) Nebenwirkung auf die Nützlingsfauna von einigen für der integrierten Pflanzenschutz im Apfelanbau vorgesehenen Insektiziden. *IOBC/WPRS Bulletin*, IX (3): 12–14.
 - ✓ Nordlander, G. (1977) Observations on the insect fauna in apple trees in connection with tests on insecticides for integrated control. *Växtskyddsnotiser*, 41: 30–48.
 - ✓ Nyffeler, M., W.L. Sterling & D. A. Dean (1994) How spiders make a living. *Environment Entomology*, 23: 1357-1367.
 - ✓ Paternotte, E., G. Sterk & H. Schmidt (1986) Etude de l'action de différents fongicides et insecticides sur la faune des arbres fruitiers. *IOBC/WPRS Bulletin*, IX (3): 15–28.
 - ✓ Péricart, J. (1972) Hemiptères Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-Paléarctique, Masson et Cie, Paris. 1-404 pp.
 - ✓ Perner, J., C. Wytrykush, A. Kahmen, N. Buchmann, I. Egerer, S. Creutzburg, N. Odat, V. Audorff & W. Weisser (2005) Effects of plant diversity, plant productivity and habitat parameters on arthropods abundance in montane European grassland. *Ecography*, 28: 429-442.
 - ✓ Reijntes, C.; B. Haverkort & A. Waters-Bayer (1992) *Farming for the Future. An Introduction to Low-external-input and Sustainable Agriculture*. Macmillan Press. Hampshire, UK. 250p.
 - ✓ Riechert, S.E & T. Lockley (1984) Prey control by an assemblage of generalist

- predators: spider in garden test systems. *Ecology*, 71: 1441-1450.
- ✓ Riudavets, J. (1995) Predators of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*: A review, Wageningen Agricultural University Papers, 95(1): 43–87.
 - ✓ Roschewitz, I., M. Hucker, T. Tschardt & C. Thies (2005) The influence of landscape context and farming Practices on parasitism of cereal aphids. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108: 218-227.
 - ✓ Rypstra, A. L., P.E. Carter, R.A. Balfour & S.D. Marshall (1999) Architectural features of agricultural habitats and their impacts on spider inhabitants. *Journal of Arachnology*, 27: 371-377.
 - ✓ Saini E. D., V. Cervantes & L. Alvarado (2003) Efecto de la dieta, temperatura y hacinamiento, sobre la fecundidad, fertilidad y longevidad de *Orius insidiosus* (Say) (Heteroptera: Anthracoridae). *Revista de Investigaciones Agropecuarias INTA*, 32 (2): 21-32.
 - ✓ Samu, F., K.D. Sunderland & C. Szinetar (1999) Scale-dependent distribution pattern of spiders in agricultural systems: a review. *Journal of Arachnology*, 27: 325-332.
 - ✓ Severin, F., J.P. Bassino, M. Blanc, D. Boni, J.P. Gendrier, J.N. Reboulet & M. Tisseur (1984) Importance des hétéroptères prédateurs des psylles du poirier dans le sud-est de la France. *IOBC/WPRS Bulletin*, VII (5): 140–147.
 - ✓ Stadler, T; S.A. Hassan, M.M. Schang & G.W. Videla (1995) Efectos secundarios de productos insecticidas de uso frecuente en el cultivo del algodón sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861). III Congreso Argentino de Entomología, Mendoza. Resumen pág. 6.
 - ✓ Stadler, T., A.L. Terán, R. Alvarez & C. Orlando (1996) Efectos secundarios de plaguicidas sobre *Aphytis melinus* De Bach y *A. lingnanensis* Compere (Hymenoptera: Aphelinidae), dos enemigos naturales de Diáspidos, plagas de limonero en Tucumán, República Argentina. *Revista de Investigación CIRPON 1994-1996*, X (1-4): 43-49.
 - ✓ Sterk, G., S.A. Hassan, M. Baillod, R. Bakker, R. Bigler, S. Blümel, H. Bogenschütz, E. Boller, B. Bromand, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Garrido, A. Grove, U. Heimbach, H. Hokkansen, Jacasj, G. Lewis, L. Noreth, L. Pogar, L. Rovesti, L. Samsøepetersen, B. Sauphanor, L. Schaub, A. Stäubli, J.I. Tuset, A. Vainio, M. Van De Veire, G. Viggiani, E. Viñuela & H. Vogt (1999) Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS working group «pesticides and beneficials». *Biocontrol*, 44: 99-11.
 - ✓ Sunderland, K.D., J.A. Axelsen, K. Dromph, J. Freier, N. Hemptinne, H. Holst, P.J.M. Mols, M.K. Petersen, W. Powell, P. Ruggie, H. Triltsch & L. Winder (1997) Pest control by a community of natural enemies. In W. Powell, ed. *Arthropods natural enemies in arable land. III. The individual, the population and the community*. *Acta Jutlandica*, 72: 271-326.
 - ✓ Szentkirályi, F. & F. Kozar (1991) How many species are there in apple insect communities?: Testing the resource diversity and intermediate disturbance hypothesis. *Ecological Entomology*, 36: 225-230.
 - ✓ Tanaka, K., S. Endo & H. Kazano (2000) Toxicity of insecticides to predators of rice planthoppers: spiders, the mired bug, and the dryinid wasp. *Applied Entomology and Zoology*, 35: 177-187.

- ✓ Tews, J., U. Brose & V. Grimm (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/ diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31: 79-92.
- ✓ Theiling, K. M & B.A. Croft (1988) Pesticide side-effects on arthropod natural enemies: a database summary. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21: 191-218.
- ✓ Thomas, C.F.G & P.C. Jepson (1997) Field scale effects of farming practices on linyphiid spider populations in grass and cereals. *Entomologia experimentalis et Applicata*, 84: 59-69.
- ✓ Thorbek, P., K.D. Sunderland & C.J. Topping (2003) Egg sac development rates and phenology of agrobiont spiders in relation to temperature. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 109: 89–100.
- ✓ Tscharrntke, T., A. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter & C. Thies (2005) Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8: 857-874.
- ✓ Uetz, G. W (1975) Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spider (Araneae) in deciduous forest litter. *Environmental Entomology*, 4: 719-724.
- ✓ van de Veire M. & D. Degheele (1992) Biological Control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, in glasshouse sweetpeppers with *Orius* sp. A comparative study between *Orius niger* and *Orius insidiosus*. *Biocontrol Science and Technology*, 2 (4): 281-283.
- ✓ Viñuela, E. (2005) La lucha biológica, pieza clave de la agricultura sostenible. En: *El control biológico de plagas, enfermedades y malas hierbas y la sostenibilidad de la agricultura*: 15-30. Jacas J., Caballero P. & Avilla J. (eds). UJI/Univ. Pública Navarra.
- ✓ Weeks, R. D. J. & T. O. Holtzer (2000) Habitat and season in structuring ground-dwelling spider (Araneae) communities in a shortgrass steppe ecosystem. *Environmental Entomology*, 29(6): 1164-1172.
- ✓ Yardim , E. N. & C.A. Edwards (1998) The influence of chemical management of pests, diseases and weeds on pest and predatory arthropods associated with tomatoes. *Agricultural, Ecosystems and Environmental*, 70: 31-48.
- ✓ Young O. P. & G. B. Edwards (1990) Spider in United States field crops and their potential effect on crop pest. *Journal of Arachnology*, 18: 1-27.
- ✓ Zeletzki, C. & G. Rinnhofer (1966) Über Vorkommen und Wirksamkeit von Praedatoren in Obstanlagen I. Eine Mitteilung über Ergebnisse zweijähriger Klopffänge an Apfelbäumen. *Beitrage Entomology*, 16: 713–720.

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN MINIFUNDIOS: MONOCULTIVOS VS. POLICULTIVOS

INTRODUCCIÓN

El agroecosistema es una unidad ecológica principal que contiene componentes abióticos y bióticos interdependientes e interactivos y por medio de los cuales se procesan los nutrientes y el flujo de energía; tienden hacia una maduración, pasando de formas más simples a estados más complejos.

La principal unidad funcional del agroecosistema es la población del cultivo, que ocupa un nicho en el sistema y juega un rol particular en el flujo de energía, aunque, como ya vimos anteriormente, la biodiversidad asociada también juega un papel funcional clave. Por eso, cuando un ecosistema es perturbado, cada una de las dimensiones de su diversidad ecológica es simplificada o regresada a una etapa de desarrollo anterior, el número de especies es menor, la estratificación vertical disminuye y ocurren menos interacciones, es decir, el ecosistema inicia un proceso de recuperación. Si, eventualmente, el sistema alcanza un estado llamado “de madurez”, la diversidad estructural y funcional de ese ecosistema maduro provee resistencia al cambio en casos de futuras perturbaciones menores. Este cambio direccional es, sin embargo, inhibido en la agricultura moderna por cuanto el hombre tiende a mantener monocultivos caracterizados por la baja diversidad y la baja maduración (Gliessman, 1998). Muchos agroecólogos argumentan que, debido a la baja diversidad estructural en los agroecosistemas, estos tienen poca resistencia a las perturbaciones en relación con los ecosistemas naturales (Altieri & Nicholls, 2004). En efecto, en la mayoría de los agroecosistemas y a causa del manejo las perturbaciones ocurren más frecuentemente y con mayor intensidad que en los ecosistemas naturales. Como resultado, la diversidad es difícil de mantener y el agroecosistema es considerado ecológicamente inestable. Las prácticas agrícolas, incluyendo las aplicaciones de insecticidas, son disturbios que afectan principalmente a las poblaciones de enemigos naturales

y la riqueza de especies (Los & Allen, 1983; Booij & Noorlander, 1988; Croft, 1990) y reducen así el control natural que ellas ejercen sobre las plagas (Edwards *et al.*, 1979; Brust *et al.*, 1986).

Existe una teoría *a priori*, ampliamente documentada, de que sistemas más diversos son inherentemente más estables que los menos diversos (Risch, 1981; Zúñiga *et al.*, 1981; Gliessman & Altieri, 1982, Cortez & Trujillo, 1994; Altieri, 1994, 1999; Siesmann *et al.*, 1998; Hunter, 2002, Nicholls & Altieri, 2002). Esto depende en gran medida del nivel y de la velocidad del cambio en el sistema; así, cambios masivos, tales como el arado sistemático de la tierra, tienen inevitablemente mayor efecto en la diversidad natural (Vaughan, 1998). Andow (1991) examinó 150 artículos publicados, que documentan el efecto de la diversificación de agroecosistemas sobre la abundancia de insectos plagas con un examen de 198 especies en total. Cincuenta y tres por ciento de dichas especies fueron menos abundantes en el sistema más diversificado, 18% en el sistema diversificado, 9% no mostraron diferencia y 20% reportaron una respuesta variable (Altieri & Nicholls, 2004).

Los monocultivos son ambientes de una alta simplificación, poco favorables para los enemigos naturales de las plagas, debido a sus altos niveles de perturbación y a la falta de infraestructura ecológica (Landis *et al.*, 2000). En estos sistemas, los herbívoros experimentan mayor colonización, mayor reproducción, menor interrupción en la búsqueda del cultivo y menor mortalidad por enemigos naturales que en los policultivos. Esto podría ser explicado por la *hipótesis de enemigos* (Root, 1973), según la cual la reducción en la incidencia de insectos plagas en policultivos puede ser el resultado del aumento de la abundancia y la eficiencia de depredadores y parasitoides (Altieri, 1994) y por la *hipótesis de concentración de recursos* de Root (1973): las plagas de insectos, especialmente las especies con un limitado índice de huéspedes, tienen mayor dificultad para ubicar y permanecer en las plantas huéspedes en sembrados pequeños y dispersos que para hacerlo en cultivos grandes y densos. Sin embargo, algunos autores han concluido que las hipótesis de Root (1973) son complementarias debido a que, en los agroecosistemas más diversos, los insectos plagas podrían tener más dificultades para encontrar su planta hospedante y, a su vez, los enemigos naturales encuentran allí más fuentes de alimento, como otras presas en épocas de escasez del alimento principal y mayor

cantidad de polen y néctar, necesarios para su madurez productiva (Trenbath, 1993; Wratten & Van Emden, 1995).

La disminución en la abundancia y la actividad de enemigos naturales de plagas agrícolas se debe a la destrucción de hábitats variados que proporcionan recursos alimenticios y sitios para invernar, indispensables para estos insectos benéficos (Corbett & Rosenheim, 1996). Para detener o hacer retroceder esta disminución de controladores naturales, muchos científicos han propuesto diferentes formas de incrementar la biodiversidad vegetal de los paisajes agrícolas, dado que es sabido que el control biológico de plagas agrícolas es mucho más efectivo en sistemas de cultivos diversificados que en monocultivos (Andow, 1991; Altieri, 1994). Los policultivos (cultivos asociados o mixtos, intercalados, en franjas o de relevo) y las rotaciones han demostrado su capacidad para favorecer la presencia de distintos entomófagos. Las rotaciones establecen secuencias temporales en las que se pueden regular los insectos, malezas y enfermedades, al romper sus ciclos de vida con los cultivos en secuencia. Mediante rotaciones bien diseñadas, no sólo se favorece a la diversidad de enemigos naturales sino que también se pueden incrementar los rendimientos y reducir los requerimientos de energía, al disminuir la necesidad de fertilizantes (Altieri & Nicholls, 2000).

Al reemplazar los sistemas simples por sistemas más diversos o agregar diversidad a los sistemas existentes, es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad porque: proveen 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 las plagas por períodos extendidos a fin de asegurar la sobrevivencia continua de los insectos benéficos. Esta restauración de la diversidad agrícola en el tiempo y en el espacio, se puede lograr mediante el uso de rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, cultivos intercalados, mezclas de cultivo/ganado, etc., es decir, se dispone de diferentes opciones para diversificarlos, aun cuando los sistemas de monocultivos a ser modificados estén basados en cultivos anuales o perennes (Altieri & Nicholls, 2000).

Este enfoque pone énfasis en el manejo de agroecosistemas con el objetivo de proveer un ambiente general que conduzca a la conservación y fomento de una biota compleja de enemigos naturales. Las posibilidades de incrementar las poblaciones de artrópodos benéficos y de mejorar su efectividad son innumerables a través del manejo del hábitat que, a su vez, asegura la disponibilidad de alimentos, refugio y otros recursos dentro y fuera del cultivo (Huffaker & Messenger, 1976). Pequeños cambios en las prácticas agrícolas pueden causar un incremento sustancial en las poblaciones de enemigos naturales durante el período crítico de crecimiento de los cultivos. Algunas prácticas pueden simplemente incluir la eliminación del uso de pesticidas químicos o evitar prácticas disturbadoras tales como el control de malezas con herbicidas y el arado.

Ahora bien, el modelo productivo minifundista de la zona del Valle de Lerma se basa en cultivos agrícolas intensivos que generan un importante impacto sobre el ambiente, generados principalmente por la escasa planificación para una adecuada rotación de cultivos. Los minifundistas suelen implantar desde monocultivos hasta policultivos en diferentes diseños y tienen problemas básicos como ser el ataque de plagas y enfermedades, altos insumos para controlarlas, aplicación indiscriminada de agroquímicos y poco conocimiento de la importancia de la fauna benéfica asociada a los cultivos. Por ello, el entendimiento de los impactos de las prácticas agrícolas más comunes y la complejidad del hábitat sobre los enemigos naturales es crítico en el desarrollo de un manejo ecológico de las plagas (Landis *et al.*, 2000). Por lo expresado, en este capítulo se analiza la diversidad de artrópodos y, en particular, la de los enemigos naturales en parcelas con monocultivos y policultivos en un mismo minifundio.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Los objetivos de estudio planteados para este capítulo son:

- ✓ Analizar la diversidad de artrópodos en parcelas cultivadas con monocultivos y otras con policultivos en minifundios del Valle de Lerma, Salta (Argentina), en términos de abundancia y riqueza de especies.

- ✓ Comparar la diversidad y los ensamblajes de artrópodos y de enemigos naturales de insectos plagas en estas parcelas cultivadas, con énfasis en las arañas y chinches heterópteras y en relación con la rotación de los mismos a lo largo del tiempo.
- ✓ Analizar la dinámica de la diversidad de artrópodos en parcelas con un monocultivo perenne, pero con diferentes edades de siembra y producción.

Para ello se plantearon las siguientes hipótesis:

- ✓ **Hipótesis 1:** parcelas con policultivos poseen una mayor diversidad de enemigos naturales que parcelas con monocultivos.
- ✓ **Hipótesis 2:** La rotación de cultivos en el tiempo produce un incremento de la biodiversidad de artrópodos y un alto recambio de especies, haciéndose más evidente cuando ellas se efectúan en parcelas con policultivos con una combinación de plantas de diferente porte.
- ✓ **Hipótesis 3:** un cultivo con producción bi-anual posee una comunidad de artrópodos más diversa en su segundo año de producción.

Según la primera hipótesis planteada, debería esperarse que la parcela de policultivo tenga mayor diversidad de enemigos naturales que la parcela de monocultivo en un mismo minifundio, debido a que los policultivos son sistemas complejos que albergan más especies que los hábitats agrícolas simplificados, por cuanto la diversidad y estructura de las plantas cultivadas son importantes para determinar la diversidad de artrópodos.

La rotación de cultivos en el tiempo produce un incremento de la biodiversidad de artrópodos y un alto recambio de especies; de esa manera, las rotaciones incrementan la diversificación de los agroecosistemas incorporándoles heterogeneidad en el tiempo, lo que produce una disminución de los problemas como las malezas, las plagas y las enfermedades. Por esa razón debe esperarse que los policultivos con plantas de diferente porte o arquitectura tengan mayor diversidad de enemigos naturales al poseer mayor número de microhábitats que pueden ser colonizados por diferentes grupos de artrópodos.

Debido a que los cultivos perennes son ambientes estructuralmente diversos y sitios adecuados para pasar el invierno e importantes lugares como refugio de los artrópodos, seguramente se encontrará que la estabilidad de un cultivo bianual (en el segundo año de producción) influye positivamente en la diversidad de artrópodos con respecto a una parcela del mismo cultivo recién implantado, dentro de un mismo minifundio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

Para probar las hipótesis 1 y 2, se tuvo en cuenta, en el minifundio 1, la parcela A con monocultivos que rotaron a lo largo del año y la parcela B con un arreglo espacial de cultivos en bandas a lo largo de todo el año, separadas ambas por una acequia sin vegetación circundante.

La parcela A presentó las siguientes rotaciones de monocultivos:

- ✓ Caso Monocultivo 1 (CM1): cultivo de zanahoria (desde 5 de mayo a 8 de julio)
- ✓ Caso Monocultivo 2 (CM2): luego del arado, se volvió a colocar zanahoria (20 septiembre a 13 de diciembre)
- ✓ Caso Monocultivo 3 (CM3): cultivo de zapallito (22 de diciembre a 14 de marzo)



Fig. 2.1 Fotos de los monocultivos de zanahoria y zapallito en minifundio 1.

La parcela B rotó de la siguiente forma:

- ✓ Caso Policultivo 1 (CP1): perejil, lechuga y remolacha (5 mayo a 8 julio)
- ✓ Caso Policultivo 2 (CP2): perejil, papa y chaucha (9 agosto a 13 diciembre)
- ✓ Caso Policultivo 3 (CP3): perejil, remolacha y lechuga (15 febrero a 28 marzo)



Fig. 2.2 Fotos de policultivos de minifundio 1.

Para probar la hipótesis 3 se consideró el minifundio 4 con parcelas de frutilla de distintas edades fenológicas, desde los muestreos de mayo a diciembre. El cultivo de frutilla cubría un poco más de 2 ha, dividido en dos parcelas, una correspondiente a plantas de frutillas del segundo año de producción (P-Fr2) y la otra, a plantas implantadas al inicio del muestreo (P-Fr1).



Fig. 2.3 Fotos de parcelas de frutilla en minifundio 4.

Muestreo:

La periodicidad de los muestreos fue de 15 días y se utilizó un G-Vac, y trampas Pit-fall para la fauna epígea. El número de muestras tomadas en cada parcela fue proporcional a la superficie de la misma (Ver esquema de materiales y métodos general, pág.7).

Análisis de datos:

Composición de comunidad de artrópodos y riqueza de especies

Para analizar la diversidad de artrópodos en las parcelas con mono y policultivo, se evaluó la diversidad de dos maneras distintas: cada parcela en su totalidad y la parcela en casos según sus cultivos. Para ello se generaron gráficas de abundancia jerarquizada (curvas de Whittaker) y de la variación total de la abundancia de artrópodos en todos los casos estudiados.

Para comparar la diversidad de la comunidad de artrópodos, se utilizaron riqueza de especies, abundancia relativa e índices (ver en pág. 16), los que fueron graficados comparativamente y relacionados con el manejo en el minifundio. Los intervalos de confianza para cada uno de los índices se obtuvieron por el procedimiento de bootstrap y los ensamblajes de especies en los diferentes momentos analizados, por medio del índice de similitud de Jaccard.

Grupos funcionales y su variación temporal

Para analizar la estructura, diversidad y variación temporal de los grupos funcionales que interactuaron durante el período estudiado, se consideraron los siguientes grupos: fitófagos, depredadores, parasitoides, formadores de suelo y otros. Para ello, se generaron gráficas a lo largo del tiempo en cada parcela analizada. En el caso de las arañas, se las separó en gremios según lo propuesto por Uetz (1999). A los heterópteros se los separó según su hábito alimenticio, teniendo en cuenta la morfología del aparato bucal y su ubicación taxonómica.

RESULTADOS

A- MINIFUNDIO 1: ANÁLISIS ENTRE PARCELAS CON MONOCULTIVO (M) Y POLICULTIVO (P)

Se recolectaron un total de 102.045 artrópodos, distribuidos de la siguiente forma: monocultivo (M): n= 13.554 S=321 especies vs. policultivo (P): n= 88.491 S= 499 especies, sin considerar inmaduros (Tabla 2.1). El orden más abundante en los dos casos fue Collembola con 6.607 individuos en el monocultivo y 60.258 en el policultivo. Las figuras 2.4 a y b muestran las abundancias jerarquizadas en M y P; se observa que, sin tener en cuenta los colémbolos, el orden Thysanoptera fue el más abundante, seguido por Diptera. En la parcela con monocultivo, se observó una mayor abundancia de chinches, contrariamente a lo observado en el policultivo.

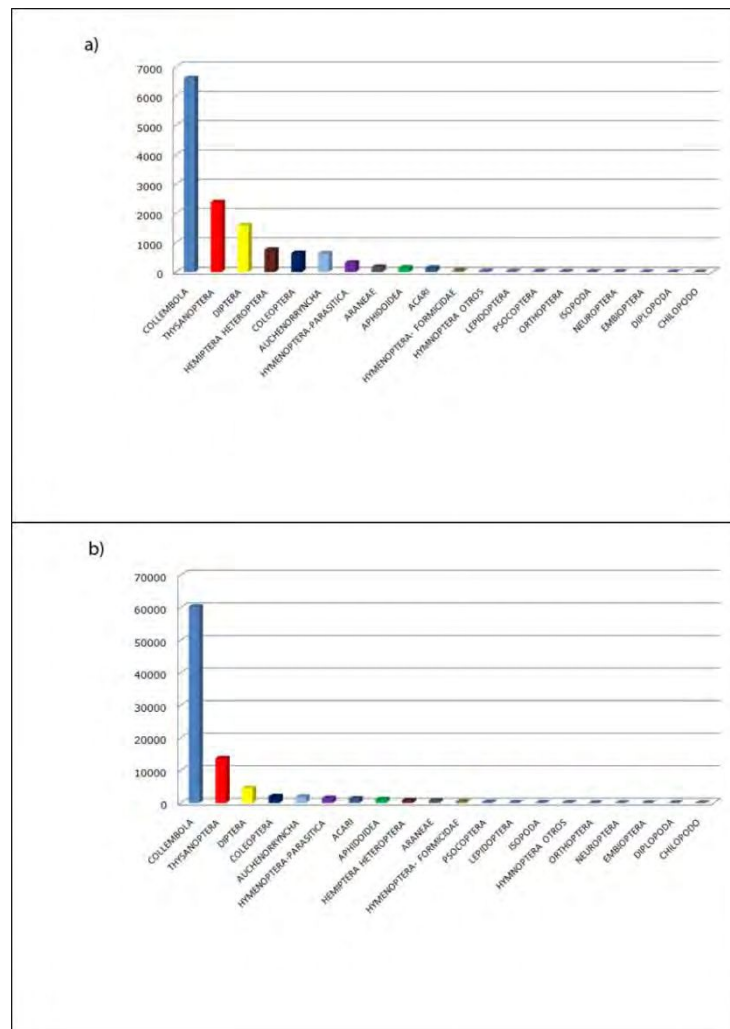


Fig. 2.4 Abundancia jerarquizada de órdenes. a) monocultivo b) policultivo.

Al comparar las riquezas del mono vs. el policultivo a través de curvas de acumulación de especies por muestras (Fig. 2.5), se observa que, al mismo nivel de significación, el policultivo fue más diverso que el monocultivo.

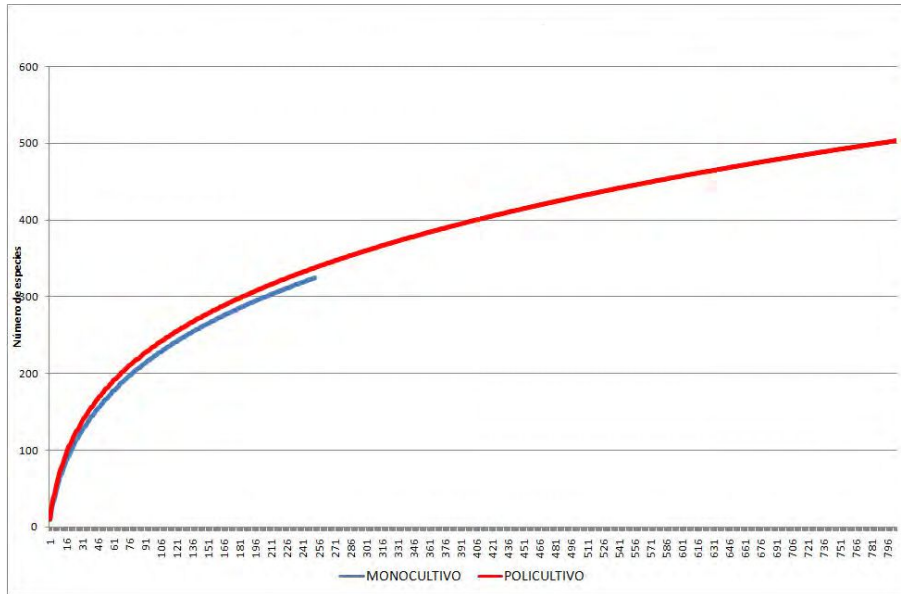


Fig. 2.5 Curva de acumulación de especies entre mono y policultivo.

La figura 2.6 muestra las curvas de rango abundancia; se observa un número de especies con una gran abundancia en el monocultivo. En el policultivo, la curva se comporta de manera similar, pero las abundancias son diferentes, debido a la cantidad de muestras tomadas en cada parcela (tres veces mayor en la parcela con policultivo).

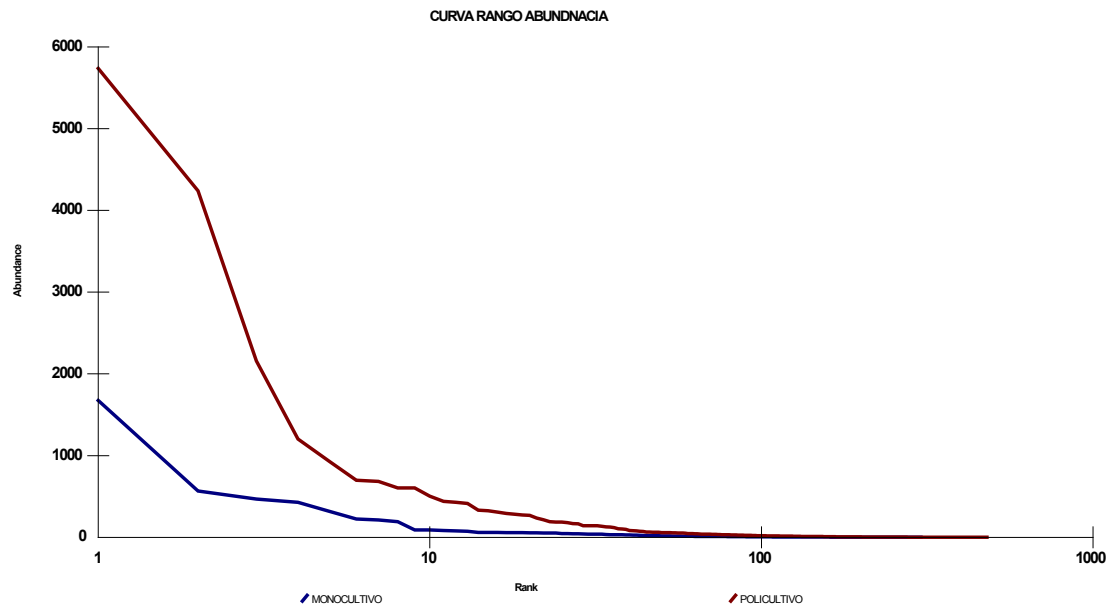


Fig. 2.6 Curva de rango abundancia de mono y policultivo.

Quando se analiza la riqueza total, la abundancia, el índice de Shannon y el de Simpson del monocultivo vs. policultivo como un todo, los resultados muestran que sólo existen diferencias significativas entre las abundancias y riqueza de especies (Tabla 2.1, ver Anexo Capítulo 2). Las figuras 2.7 a y b muestran los valores de los distintos índices de diversidad considerados.

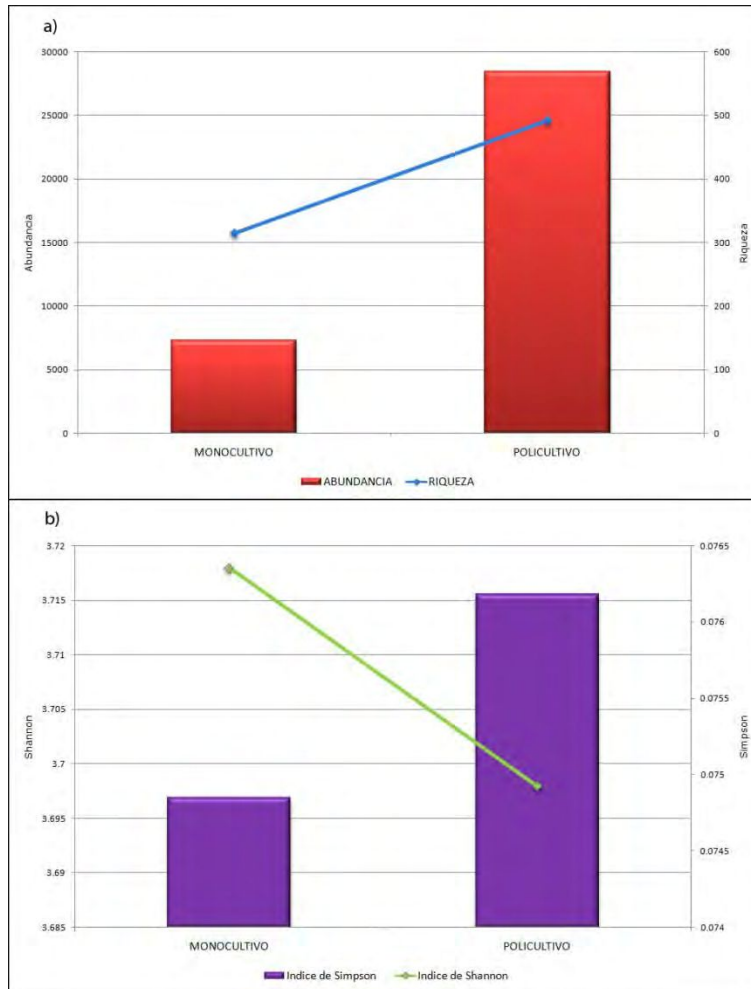


Fig. 2.7 a) Variación de riqueza y abundancia en mono y policultivo; b) Indices de diversidad en mono y policultivo.

Cuando se analiza la similitud de especies entre las dos parcelas, Jaccard dio un valor de 0.48619, lo que nos estaría indicando que compartieron casi el 49% de las especies y que cada parcela estudiada, además, mostró una fauna característica.

Grupos funcionales

Los grupos funcionales considerados para este estudio se muestran en las figuras 2.8 a y b; y se observa que tanto en las parcelas con mono como policultivo los fitófagos fueron los más abundantes, representando el 83% en el monocultivo vs. el 78% en el policultivo. El porcentaje de depredadores y parasitoides en los dos casos fue muy bajo con respecto a los fitófagos. Sólo los formadores de suelo no se mantuvieron en porcentajes similares en las dos parcelas.

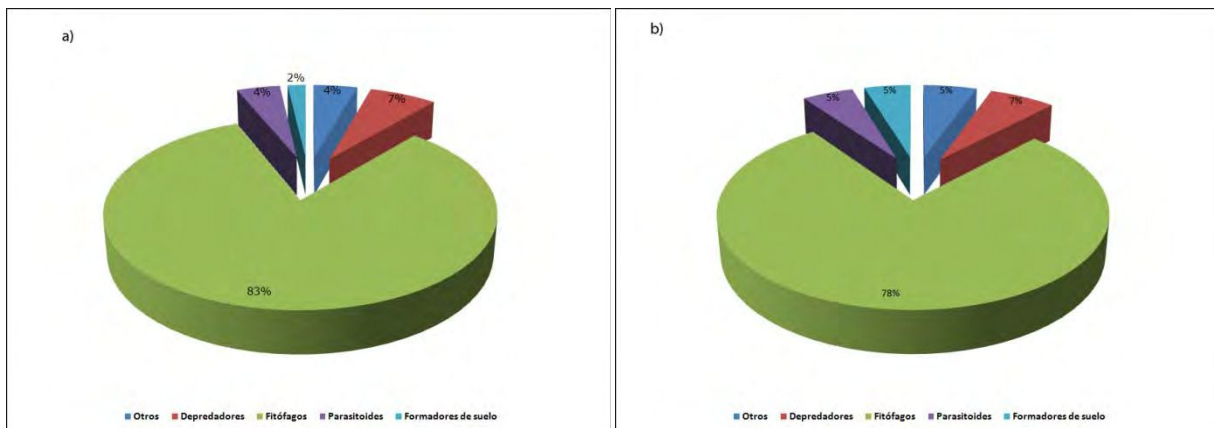


Fig. 2.8 Porcentajes de gremios: a) Monocultivo; b) Policultivo.

El análisis más detallado de las arañas se realizó sobre un total de 843 arañas distribuidas de la siguiente manera: monocultivo: $n=172$, $s=41$ y policultivo: $n=680$, $S=83$. En el análisis de curva de acumulación de especies de arañas por muestras (Fig. 2.9) se observa que, al mismo nivel de significación, el policultivo mostró mayor diversidad que el monocultivo, coincidiendo estos resultados con el análisis total de los artrópodos.

La figura 2.10 muestra la composición de los gremios de arañas en mono vs. policultivo: si bien los mismos gremios están presentes en ambos casos analizados, se observa una marcada diferencia con respecto al porcentaje y composición de estos. En el policultivo hubo un predominio de vagabundas sobre la vegetación, de vagabundas sobre suelo y tejedoras orbiculares; en el monocultivo, los gremios mejor representados fueron el de las cazadoras al

acecho y el de las tejedoras orbiculares, relacionados quizás con las características estructurales de los cultivos analizados.

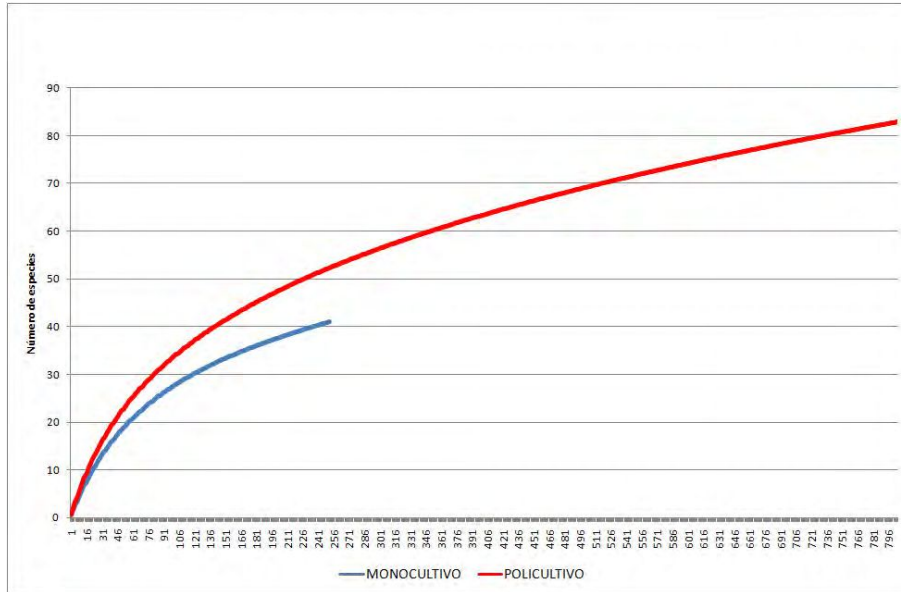


Fig. 2.9 Curva de acumulación de especies de arañas en mono y policultivo.

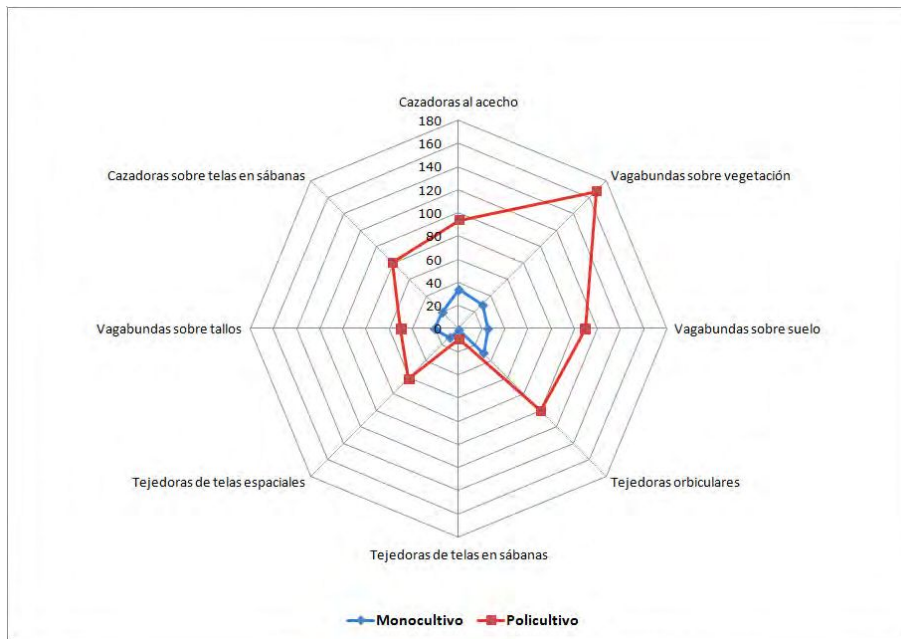


Fig. 2.10 Gremios de arañas en mono y policultivo.

Con respecto a Heteroptera, se recolectaron 1.507 individuos distribuidos de la siguiente manera: M- n=758 S=24 y P- n=749 S=40; y a diferencia de lo que ocurre con la totalidad de los artrópodos y de las arañas, en el análisis de curva de acumulación de especies (Fig. 2.11), el policultivo y el monocultivo mostraron prácticamente la misma riqueza al mismo nivel de significación.

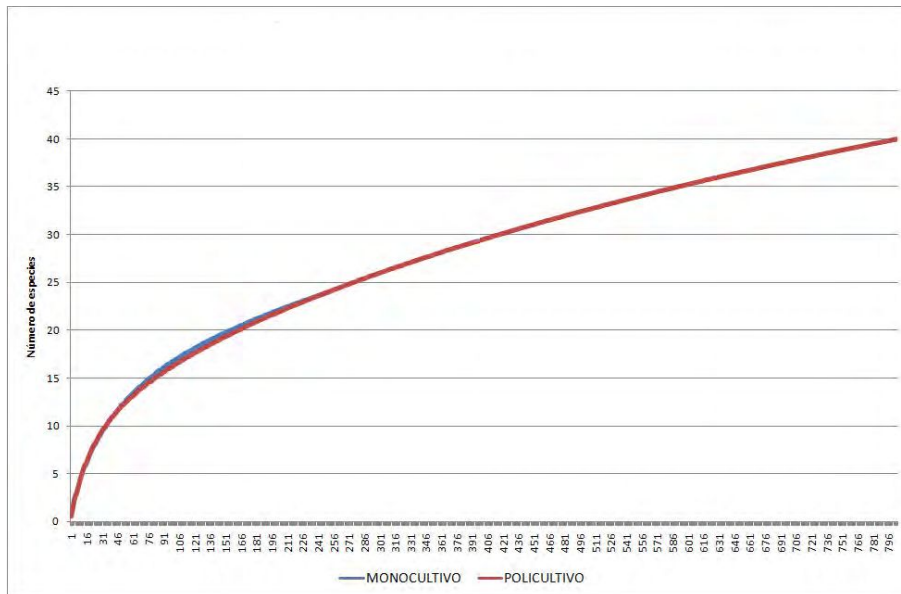


Fig. 2.11 Curva de acumulación de especies de chinches en mono y policultivo.

Cuando se analiza a las chinches según su rol funcional, se puede observar una marcada diferencia: en el monocultivo el 85% de las chinches fueron fitófagas contra un 15% de depredadoras, mientras que en el policultivo el porcentaje de depredadoras fue casi el doble que en el monocultivo (Fit 68% vs Dep 32%)(Fig. 2.12).

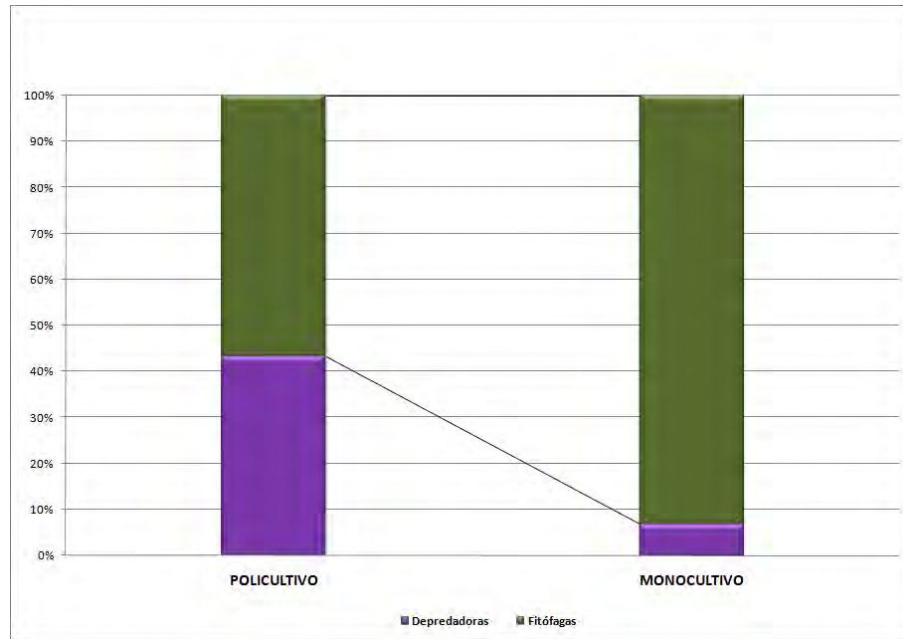


Fig. 2.12 Chinches fitófagas y depredadoras en mono y policultivo de Campo 1.

Variación temporal de la comunidad de artrópodos en los casos de monocultivo CM1, CM2 y CM3 de la Parcela A de Campo 1

La variación temporal de la diversidad de artrópodos, teniendo en cuenta los casos planteados en materiales y métodos se representa en la Fig. 2.13. Allí se puede observar que entre CM1 y CM2, todos los valores mostraron diferencias significativas, salvo la riqueza entre CM2 y CM3; sólo la abundancia presentó diferencia significativa (Tabla 2.2, ver Anexo Capítulo 2).

Cuando se analizan las curvas de acumulación de especies por muestras (Fig. 2.14), se puede observar que el CM2 (cultivo de zanahoria) fue el que mayor riqueza de especie presentó al mismo nivel de significación, seguido por CM3 (zapallito) y, por último, CM1 (zanahoria), observándose en este caso que la diversidad de artrópodos para un mismo cultivo puede diferir cuando el cultivo es implantado en distintos momentos del año; posiblemente debido a la influencia de la estación del año y su relación con la dinámica de las poblaciones de artrópodos durante finales de otoño e invierno.

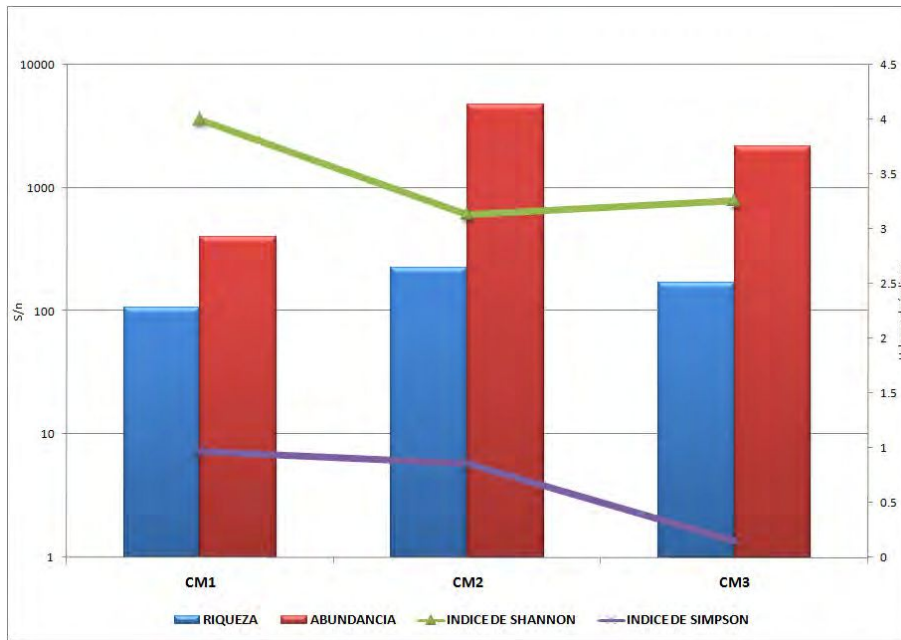


Fig. 2.13 Variación de riqueza, abundancia e índices en tres casos de monocultivo.

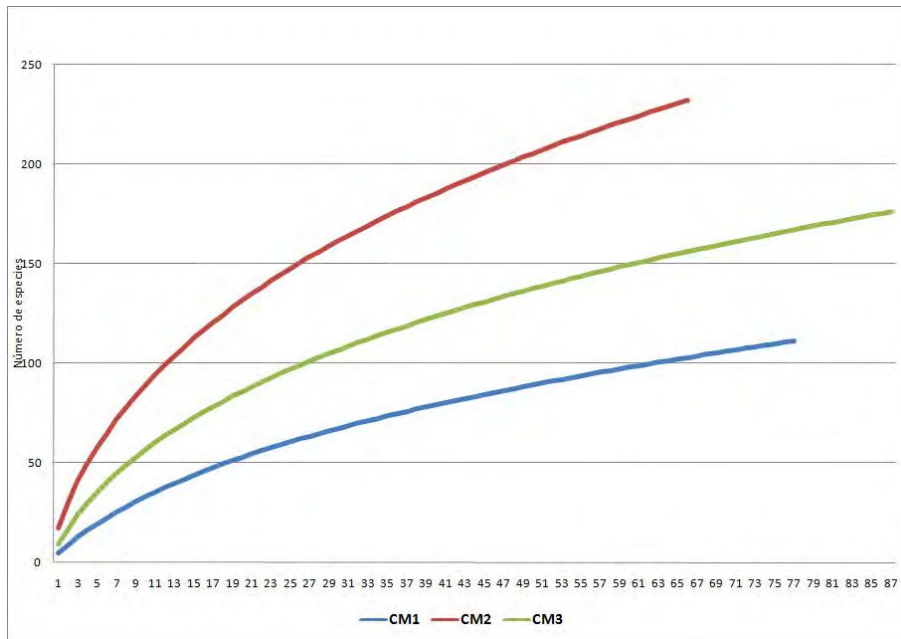


Fig. 2.14 Curvas de acumulación de especies en caso de monocultivo 1 (CM1), caso de monocultivo 2 (CM2) y caso de monocultivo 3 (CM3).

Los valores de similitud obtenidos entre los casos revelaron que, entre los cultivos que se rotaron en la parcela, la similitud de artropodofauna fue baja, alcanzando en general un 31% de fauna compartida y un alto recambio de especies entre los cultivos que se rotaron, aun cuando se trataba del mismo cultivo, pero en diferentes estaciones del año.

La figura 2.15, muestra la comparación de los gremios de artrópodos en los tres casos analizados. Se observa que CM2 mostró un mayor porcentaje de fitófagos (88%), seguido por CM3 (77%) y por último CM1 (58%). Los enemigos naturales se encontraron mejor representados en CM1 (23%), mientras que en CM2 y CM3 sólo representaron un 10% del total de individuos. Estos valores pueden ser explicados porque CM2 fue el único caso donde se realizaron dos aplicaciones de plaguicidas durante el período estudiado y, seguramente, ello afectó a los enemigos naturales, produciendo también un efecto inverso en los fitófagos que incrementaron su abundancia cuando el efecto de los plaguicidas se redujo.

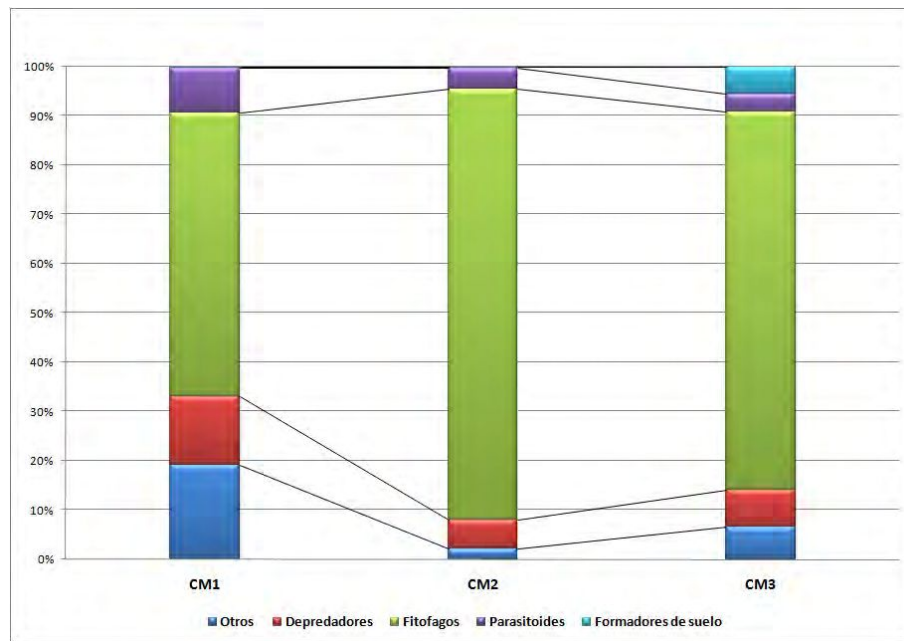


Fig. 2.15 Variación de gremios en tres casos de monocultivo de minifundio 1.

La figura 2.16 muestra la variación temporal de los gremios en los tres casos del monocultivo. Se observa que en CM1, los fitófagos mostraron un aumento hacia el final del muestreo (8 de julio), dado principalmente por tres especies, un Cecidomyiidae (M19), *Caliothrips phaseoli* y *Thrips sp.* (Thripidae). Tanto los depredadores como los parasitoides se encontraron en números muy bajos. En CM2, las variaciones en la abundancia de los fitófagos se explican por el incremento de la población de *Caliothrips phaseoli* y por un díptero agromizado (M68). En CM3, ese efecto se debió a un pico de abundancia de *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae- Hemiptera) y otro del mírido (M59). Los depredadores mostraron pequeñas fluctuaciones a lo largo del tiempo al igual que los parasitoides, pero casi en ningún momento acompañaron la fluctuación de los fitófagos.

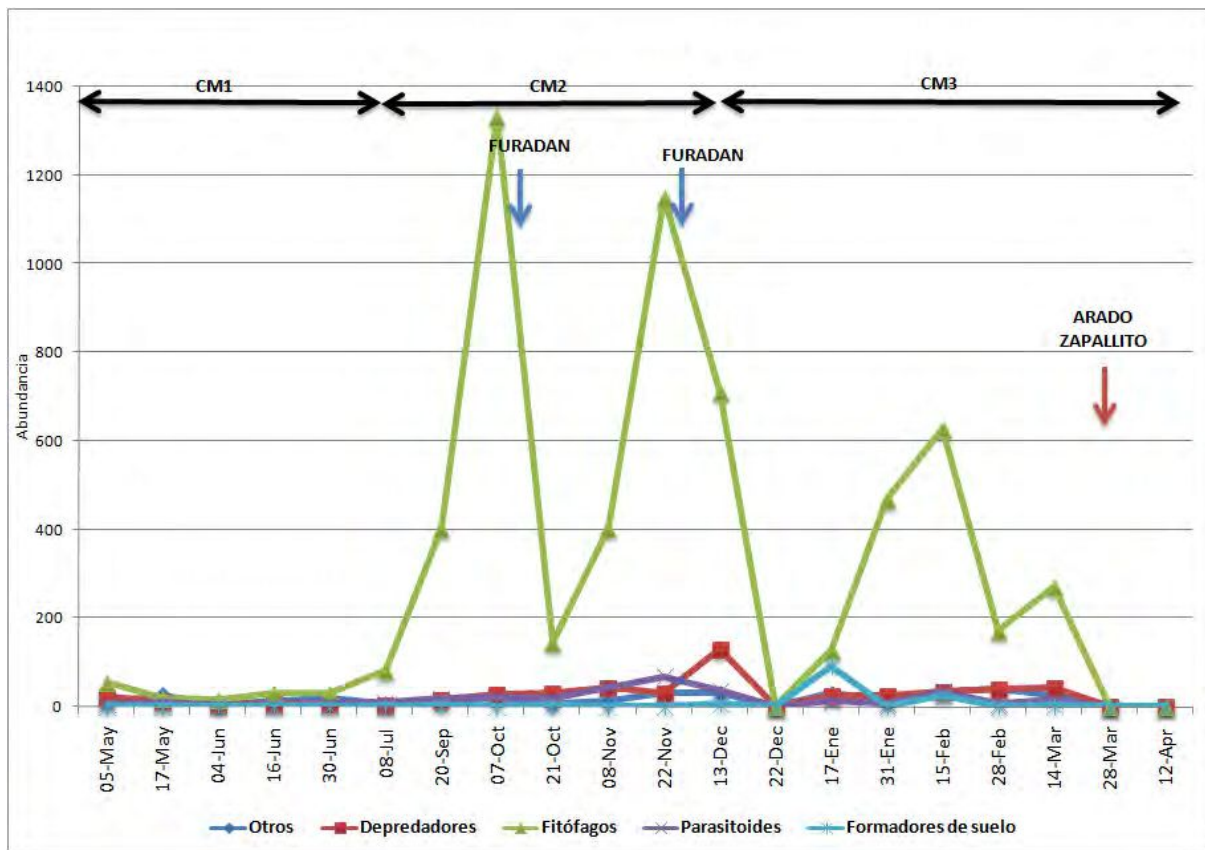


Fig. 2.16 Variación de gremios en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

La riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad de las arañas recolectadas en los tres casos de monocultivo, se muestran en la figura 2.17, donde sólo los valores de abundancia mostraron diferencias significativas (Tabla 2.3, ver Anexo Capítulo 2).

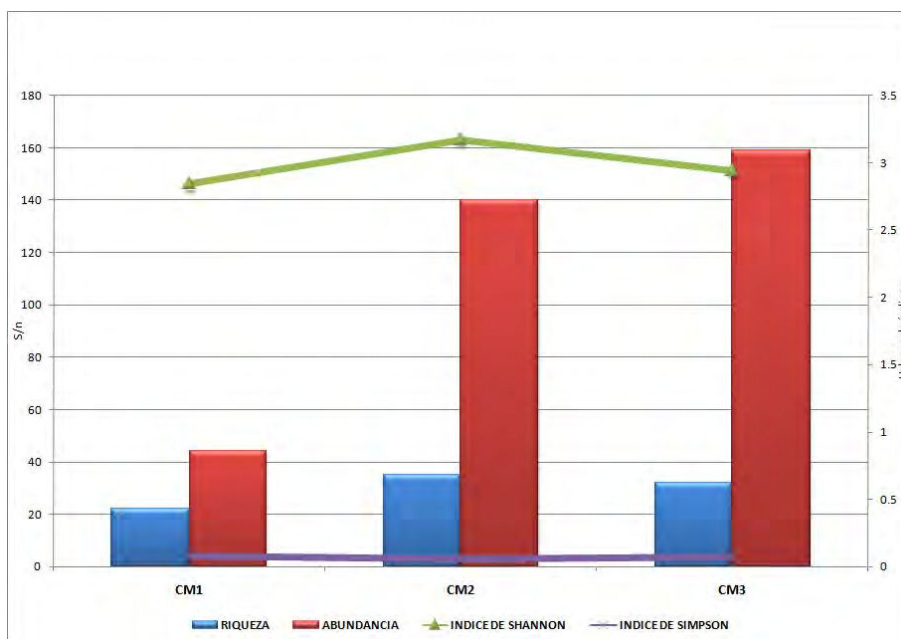


Fig. 2.17 Variación de riqueza, abundancia e índices de arañas en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

Cuando se analizó la similitud de la comunidad de arañas en los tres casos, los valores indicaron que CM2 con CM3 compartieron el mayor número de especies ($J= 0.48889$).

La figura 2.18 muestra los porcentajes de gremios de arañas en los casos estudiados de monocultivo, donde se evidencia una muy marcada diferencia de los gremios presentes en cada caso. Por un lado, se pudo observar una variación en la composición de los gremios en cultivos con diferente arquitectura y altura (CM2 vs CM3), y por otro, que también en cultivos similares (CM1 vs CM2), existió esta diferencia en los gremios. En este último caso, la explicación podría

estar relacionada con la mayor actividad de las arañas a finales del invierno y durante toda la primavera.

El análisis de la variación temporal de los gremios de arañas en las tres parcelas de monocultivos, mostró cambios en la composición a lo largo de los distintos ciclos fenológicos (Fig. 2.19), pudiéndose observar un aumento de todos los gremios a medida que la temperatura iba ascendiendo en primavera y en verano. Las dos aplicaciones de furadán realizadas en CM2 afectaron a todos los gremios de arañas, reduciéndolas en su abundancia. La composición y ensamblajes de los gremios en CM3, diferentes a los de los otros dos casos, puede explicarse por el tipo de cultivo y porque no se realizaron tareas de labranza controles sanitarios en el agroecosistema, hasta el final del estudio.

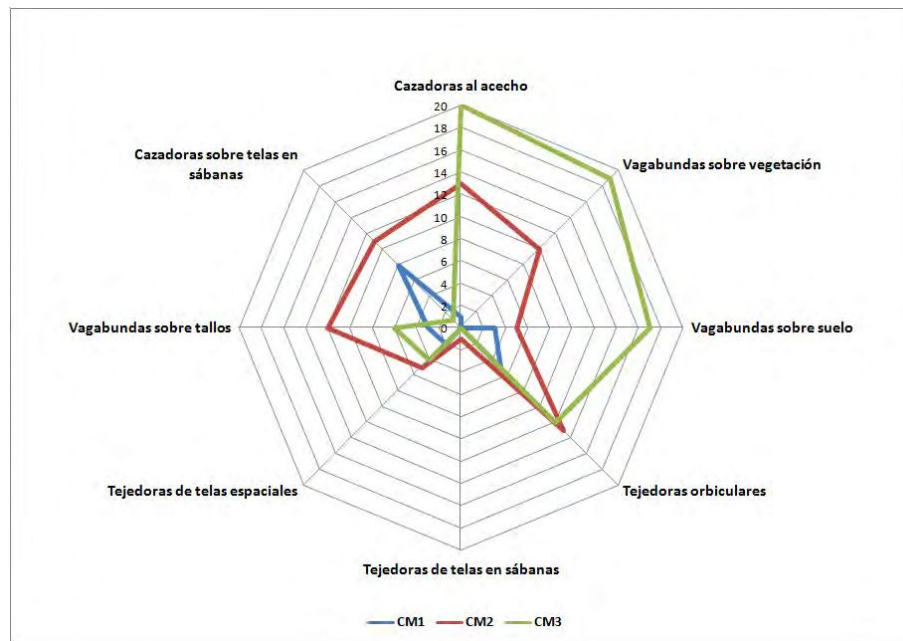


Fig. 2.18 Gremios de arañas en los casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

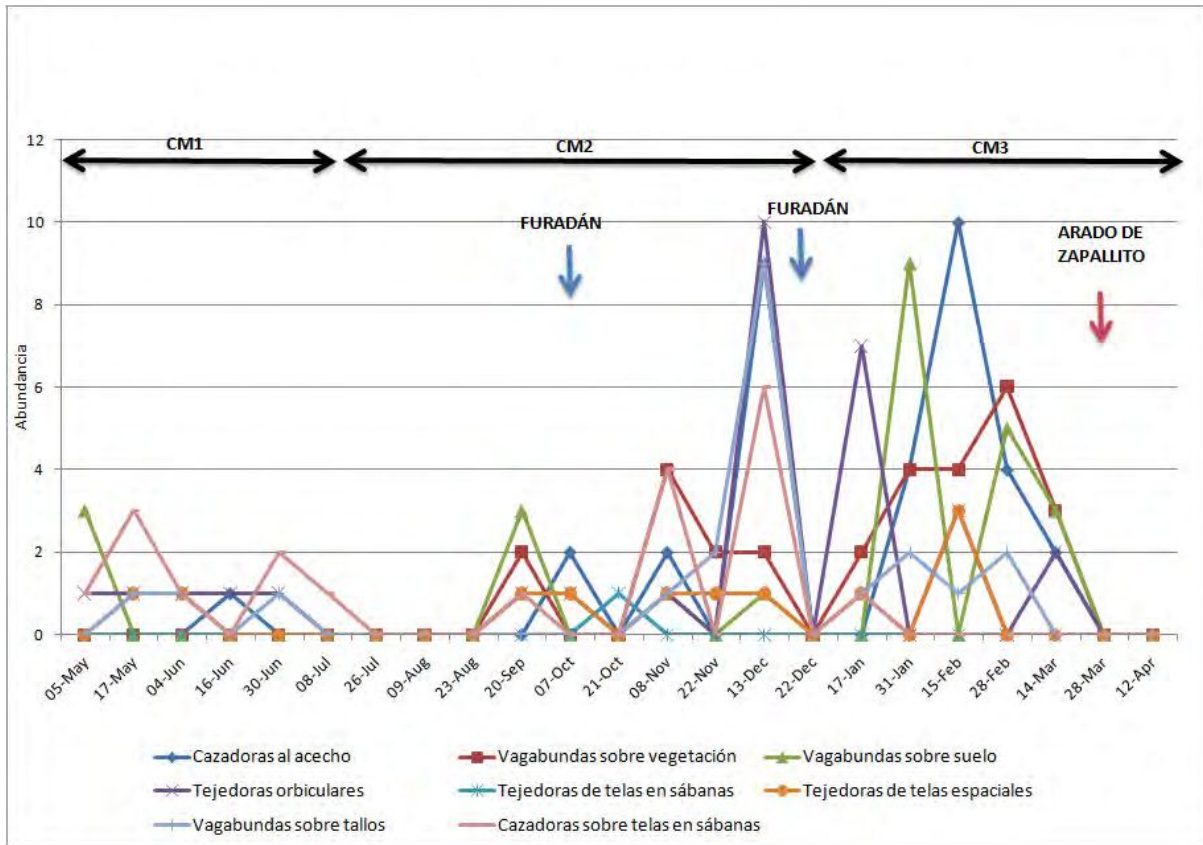


Fig. 2.19 Variación temporal de gremios de arañas en los tres casos de monocultivo de minifundio 1.
CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

La figura 2.20 muestra los parámetros analizados de la comunidad de chinches en las tres parcelas de monocultivo del minifundio 1. Todos los valores mostraron diferencias significativas; el bajo valor del índice de Shannon en CM3 se podría explicar por la dominancia en abundancia de una especie fitófaga (mírido M59) (Tabla 2.4, ver Anexo Capítulo 2).

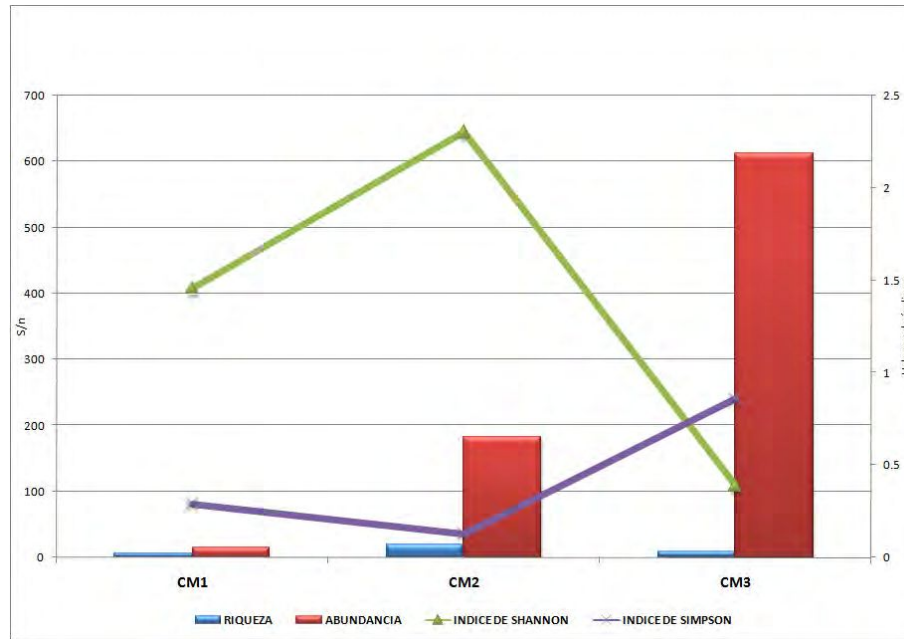


Fig. 2.20 Variación de riqueza, abundancia e índices de chinches en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

A diferencia de lo que ocurrió con la totalidad de los artrópodos y las arañas, los valores de similitud de las chinches heterópteras obtenidos con Jaccard fueron muy bajos, mostrándonos que los tres monocultivos compartieron muy pocas especies (CM1-CM2 $J=0.2381$; CM2-CM3 $J=0.20833$ y CM1-CM3 $J=0.15385$).

Al analizar los gremios de chinches, se comprueba que en CM1 hubo un mayor porcentaje de depredadoras que en los otros casos analizados, donde las fitófagas fueron dominantes, llegando a su punto máximo en CM3, donde casi no existieron depredadoras (Fig. 2.21).

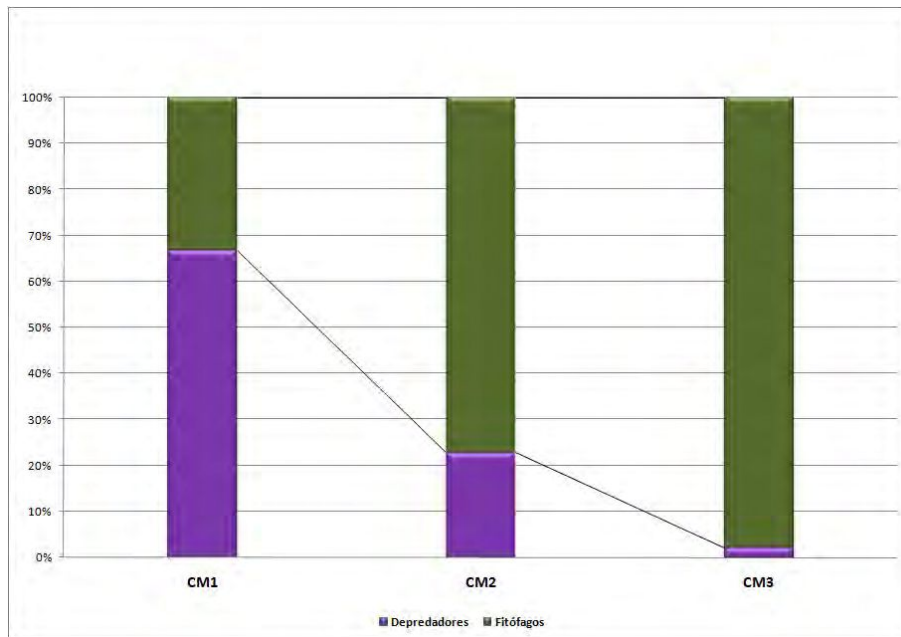


Fig. 2.21 Chinchas fitófagos y depredadoras en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

Quando se analiza para cada parcela la variación de las chinchas a lo largo del tiempo y por grupo funcional, se observan fluctuaciones de los dos gremios. En la figura 2.22 se observa que sólo en CM3 se registró un pico importante de chinchas fitófagas, dado principalmente por el mío M59, considerado una plaga secundaria para este cultivo; las chinchas depredadoras se mantuvieron en niveles muy bajos en todos los casos; sólo el 13 de diciembre (CM2), se observa un leve aumento de éstas, dado principalmente por *Geocoris* sp.

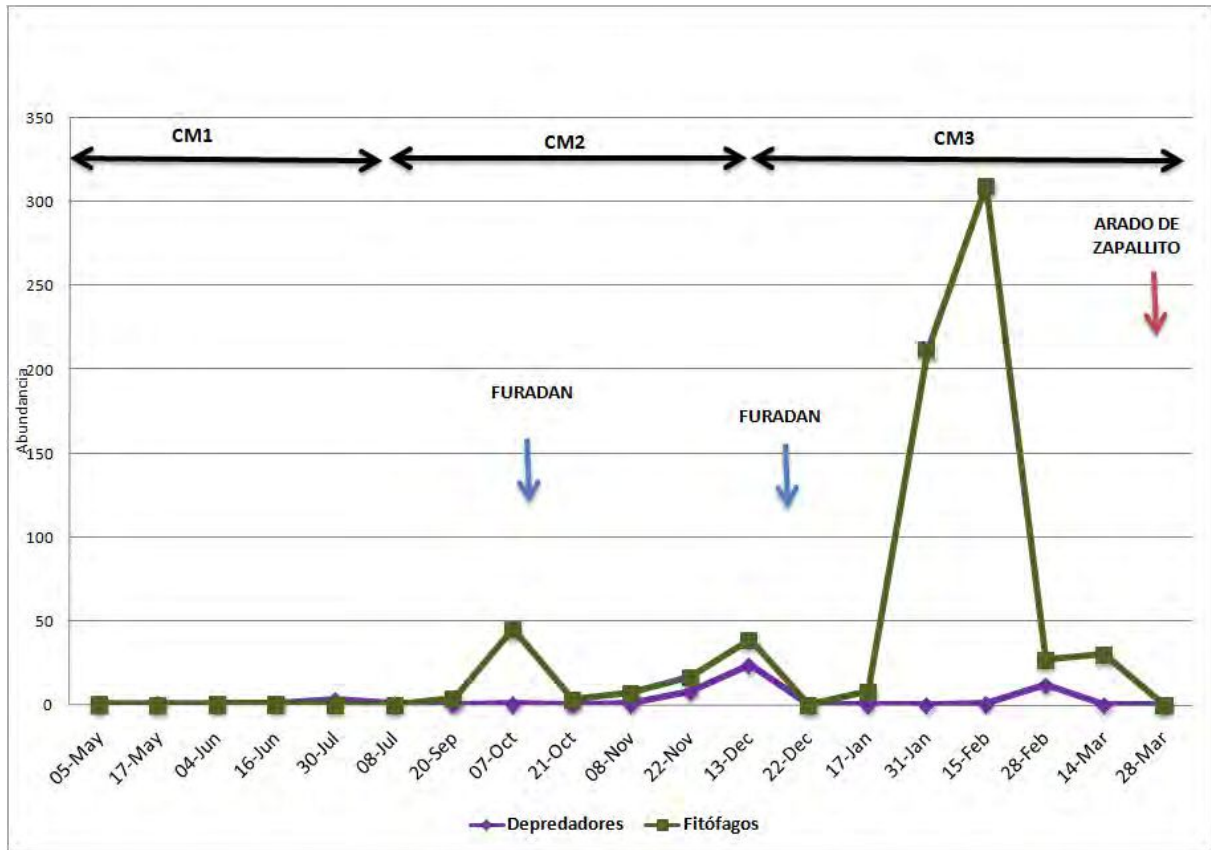


Fig. 2.22 Fluctuaciones de chinches fitófagas y depredadoras en tres casos de monocultivo de minifundio 1. CM1: caso de monocultivo 1; CM2: caso de monocultivo 2; CM3: caso de monocultivo 3.

Variación temporal de la comunidad de artrópodos en casos de parcelas de policultivos (CP1, CP2 y CP3) de minifundio 1

La figura 2.23 muestra los parámetros utilizados para estudiar la estructura de la comunidad de artrópodos en la parcela con policultivos, registrándose diferencias significativas entre ellos (Tabla 2.5, Anexo Capítulo 2).

Las curvas de acumulación de especies por muestra (Fig. 2.24) muestran que la combinación de cultivos en el caso 2, al mismo nivel de significación, fue el más diverso, mientras que la otra combinación de cultivos (CP1 y CP3) presentó una diversidad similar, pero menor que CP2.

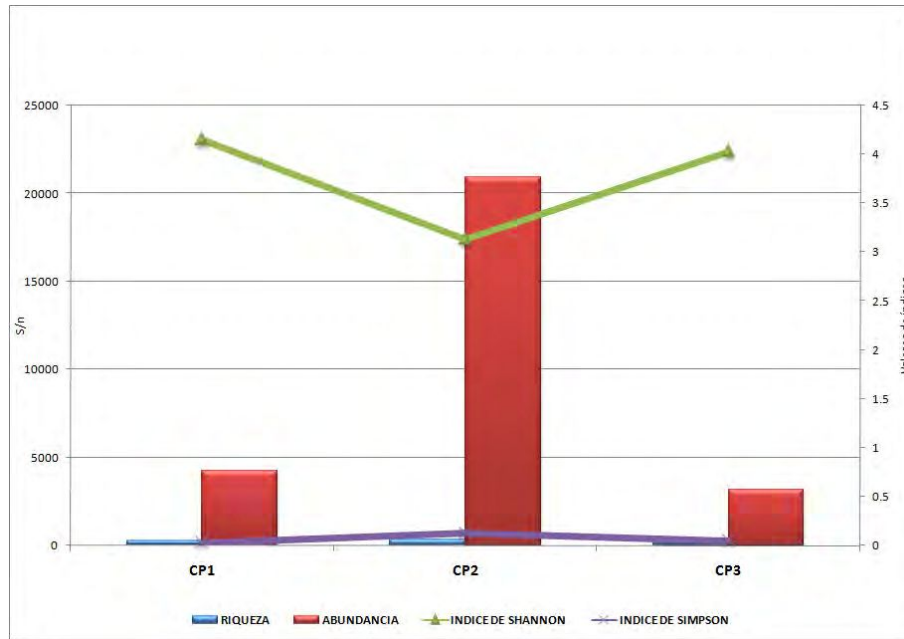


Fig. 2.23 Variación de riqueza, abundancia e índices en 3 casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

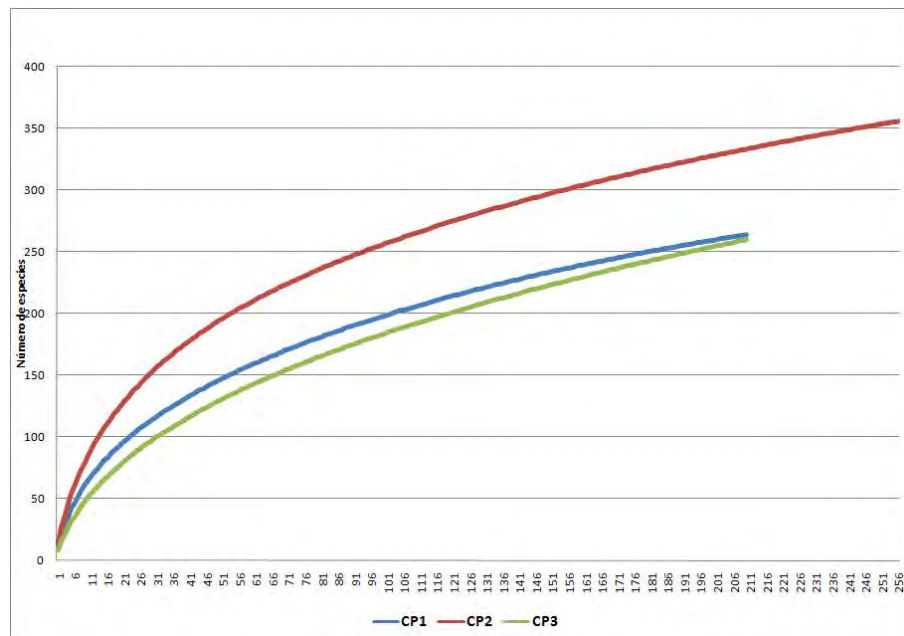


Fig. 2.24 Curvas de acumulación de especies de en policultivos. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

Al analizar la similitud de la artropodofauna en los casos estudiados, se observó un porcentaje importante de especies compartidas (45%) que estuvieron presentes a lo largo del estudio en esas parcelas, posiblemente debido a que en la rotación estuvieron involucrados cultivos similares.

La figura 2.25 muestra los porcentajes de los grupos funcionales en cada caso de combinaciones de policultivo. La parcela CP2 fue la que presentó el mayor porcentaje de fitófagos (83%) mientras que los enemigos naturales se encontraron en porcentajes muy bajos (sólo el 14%); las parcelas CP1 y CP3 mostraron un menor porcentaje de fitófagos y un porcentaje casi similar de enemigos naturales, aunque durante el otoño-invierno (CP1) los enemigos naturales fueron mas abundantes que en el verano (CP3). Estos resultados posiblemente estén relacionados con el manejo de la parcela cultivada.

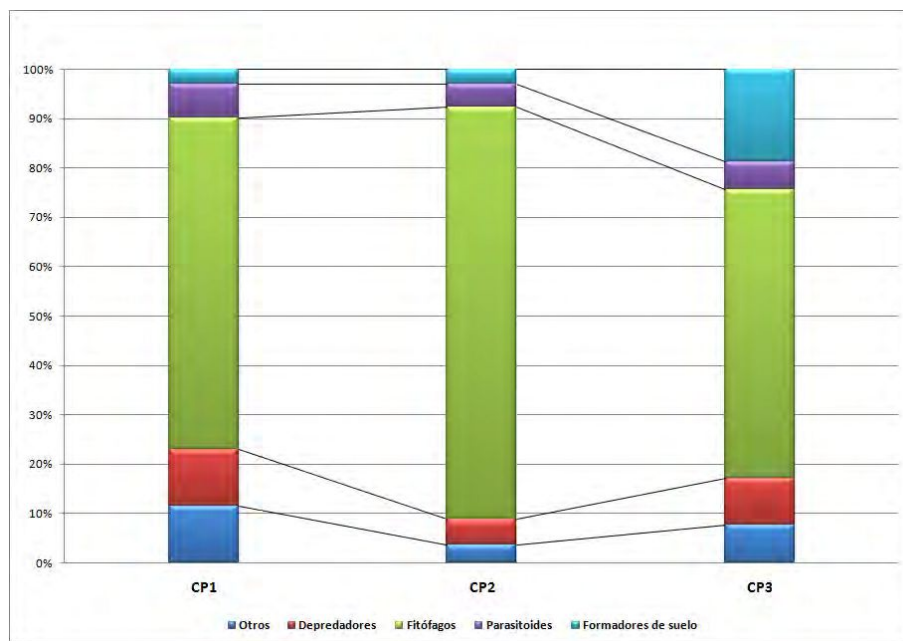


Fig. 2.25 Variación de gremios en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

Al considerar la variación temporal de los gremios (Fig. 2.26) se evidenció que el caso CP2 es el que presentó las variaciones más importantes de fitófagos, debidas a los incrementos en abundancia de *Caliothrips phaseoli*, seguido por *Thrips* sp. (Thripidae), que ocurrieron luego de las aplicaciones de Furadán. En CP1, las variaciones de los fitófagos estuvieron dadas por dos especies de cicadélidos M28 y M2 y por *Myzus persicae* (Aphidoidea); en cambio, en CP3, por *Caliothrips phaseoli*, un crysomélido M66 y un mírido M59. A lo largo de todos los muestreos, se encontró un número importante de dípteros agromyzidos (morfo 11 y 68) que fluctuaron a lo largo del tiempo, relacionado también con el manejo aplicado a la parcela cultivada. En cuanto a los depredadores, si bien su número se mantuvo en niveles muy bajos, las especies más importante fueron *Orius palidus* (Anthocoridae) y un estafilínido M123. El gremio de los parasitoides fue el más afectado por el manejo de la parcela cultivada.

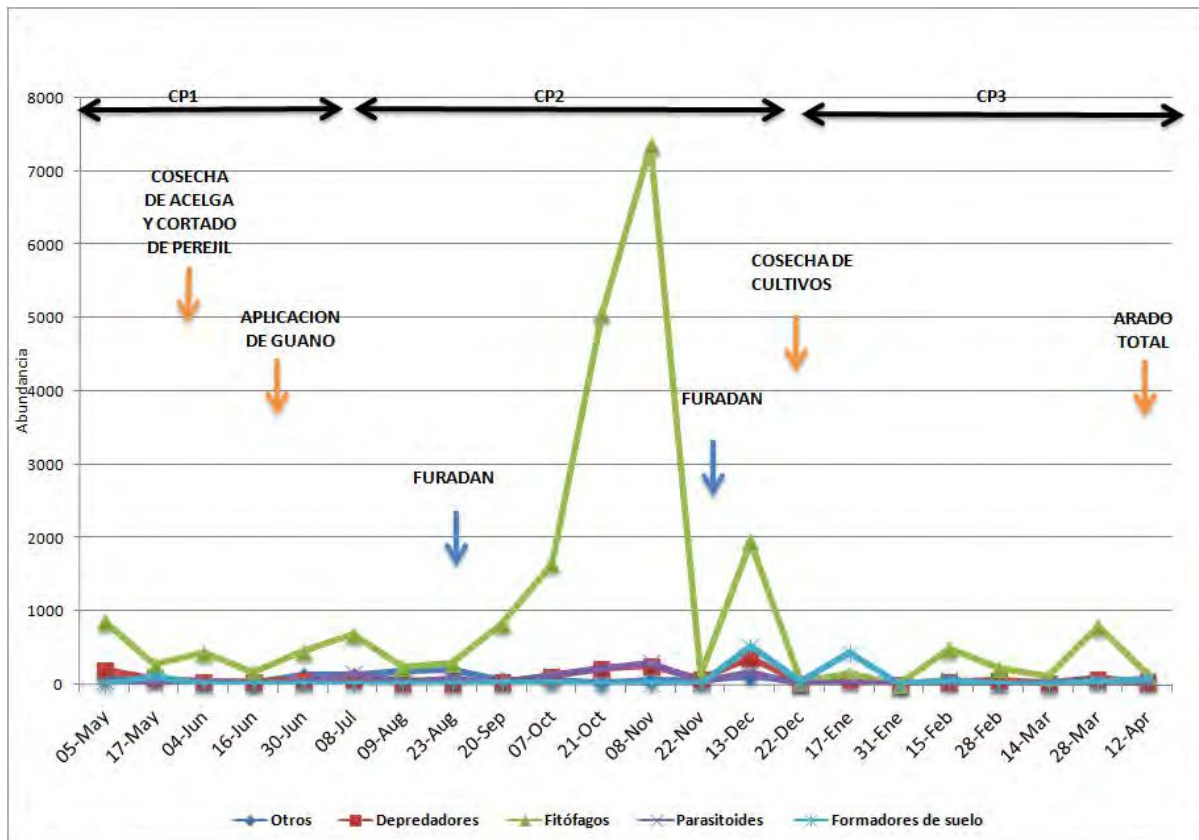


Fig. 2.26 Variación de gremios en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

La figura 2.27 muestra los valores de riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad de la comunidad de arañas en los tres casos con policultivos estudiados, mostrando que fueron más diversas y abundantes en el caso CP2 (Tabla 2.6, Anexo Capítulo 2).

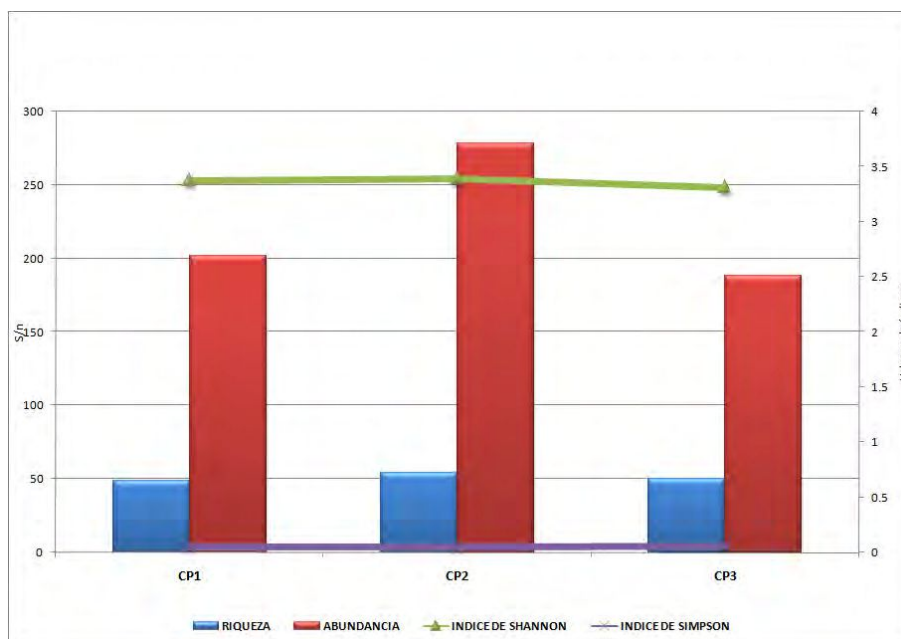


Fig. 2.27 Variación de riqueza, abundancia e índices de Araneae en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

Cuando se analizó la similitud de la comunidad de arañas en los tres casos, se observó que CP1 y CP2 fueron las más similares ($J=0.53731$), seguidos por CP2 y CP3 ($J=0.48571$) y por último CP1 con CP3 ($J=0.47761$).

La figura 2.28 muestra la variación de gremios de arañas en los tres casos; claramente se observa que cada caso de policultivo mostró diferentes porcentajes en los gremios analizados. A pesar de que CP1 y CP3 incluyeron la misma combinación de cultivos y coincidieron en uno de los gremios más abundantes (vagabundas sobre vegetación), en el caso de CP1, las constructoras de telas, en general, tuvieron mayor dominancia.

La variación de los gremios de arañas de manera temporal se muestra en la figura 2.29. Tanto los cambios de cultivos como las dos aplicaciones de Furadán afectaron todos los gremios y a medida que avanzaron los ciclos fenológicos de los cultivos el ensamblaje se repitió, colonizando primero los gremios que no realizan telas, luego las que sí las tejen.

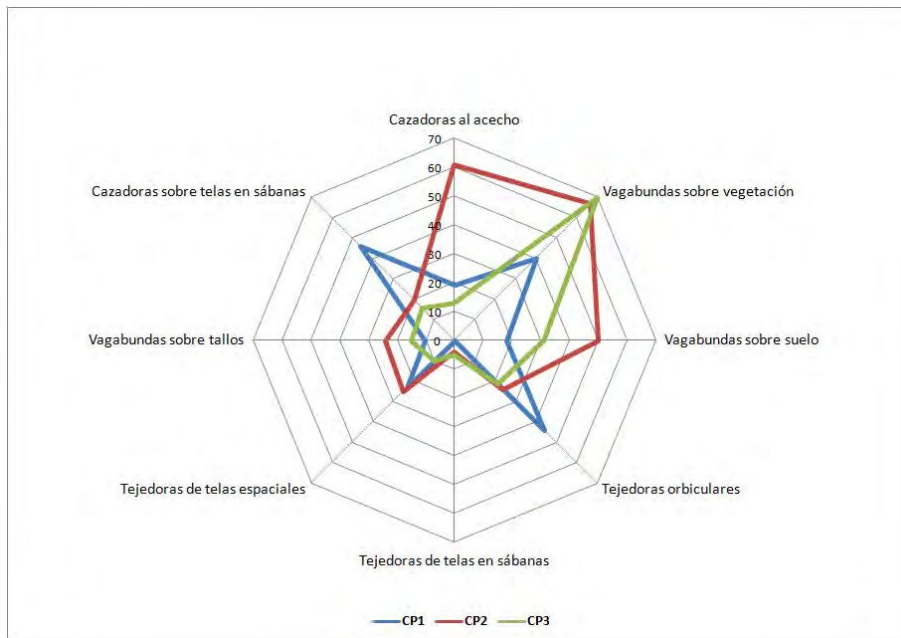


Fig. 2.28 Variación de gremios de Araneae en los tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

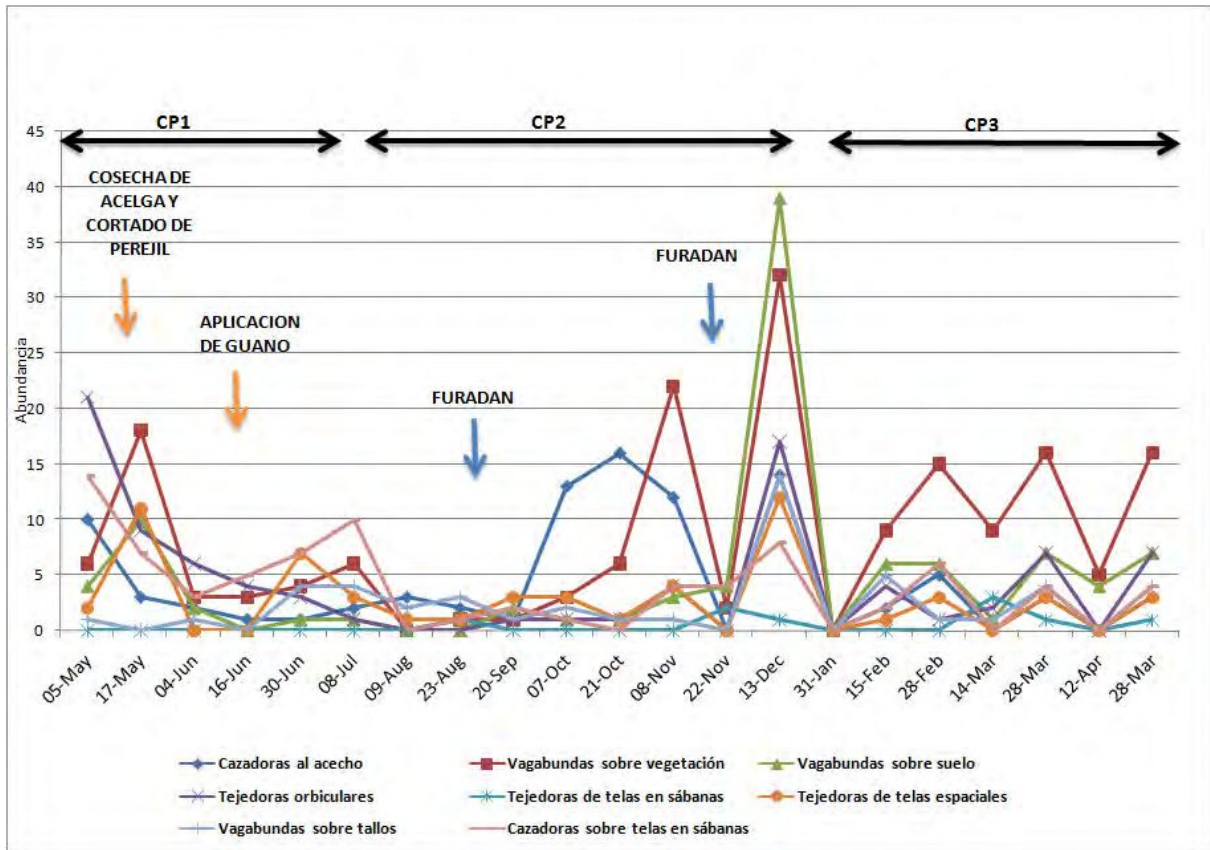


Fig. 2.29 Variación de gremios de arañas en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

El análisis de la comunidad de chinches se muestra en la Fig. 2.30; en ella se ve que las abundancias relativas y los valores del índice de Simpson mostraron diferencias significativas entre los casos estudiados; en cambio, la riqueza, sólo entre CP1 y CP2 (Tabla 2.7, Anexo Capítulo 2).

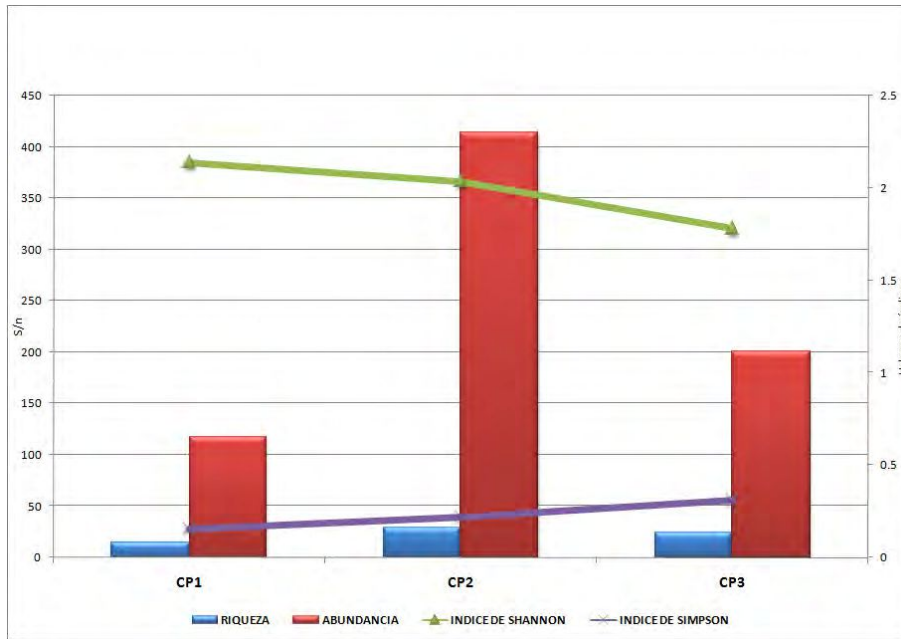


Fig. 2.30 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

La comunidad de chinches heterópteras de CP1 fue moderadamente más parecida a la de CP2 ($J=0.4667$), mientras que las más disímiles fueron las de CP2 y CP3 (32%).

El análisis de chinches fitófagas y depredadoras, en los tres casos, muestran resultados muy diferentes (Fig. 2.31), con un elevado porcentaje de chinches depredadoras en CP2 (65%); en cambio, en el caso de CP3 sólo llegaron a un 5%.

Cuando se analiza para cada caso la variación de las chinches a lo largo del tiempo y por grupo funcional, se observan fluctuaciones de los gremios (Fig 2.32). La abundancia de las fitófagas varió en cada caso analizado: en CP2 el pico de octubre correspondió a M73 (Miridae) y, en diciembre, a M43 (Rhopalidae), con la particularidad de que ellos estuvieron acompañados por chinches depredadoras que las superaron numéricamente (debido al incremento poblacional de *Orius insidiosus* y *Geocoris* sp. En CP3, sólo al final del muestreo, las fitófagas aumentaron en abundancia (M59 Miridae), pero no lo hicieron en igual medida las depredadoras.

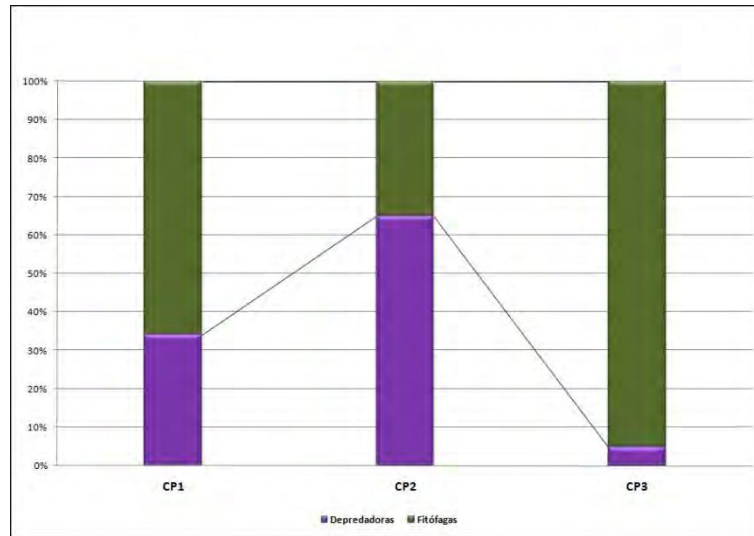


Fig. 2.31 Chinchas fitófagas y depredadoras en tres casos de policultivo en minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

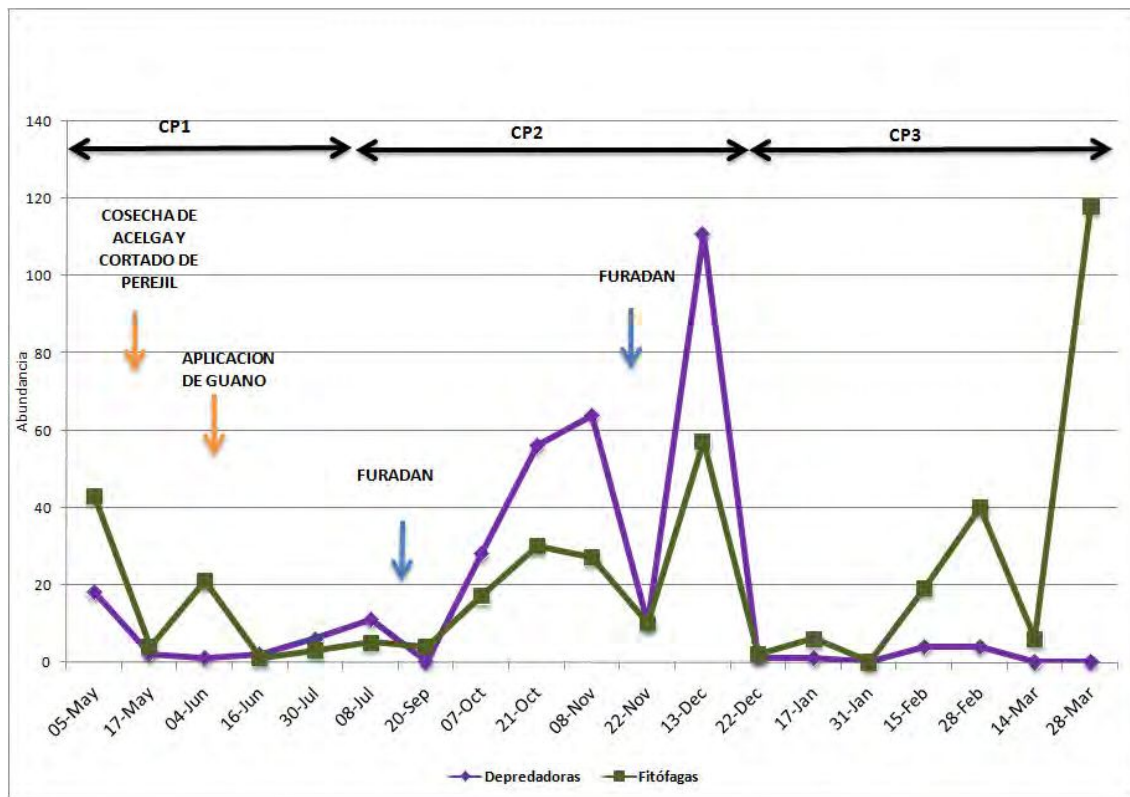


Fig. 2.32 Fluctuaciones de chinchas depredadoras y fitófagas en tres casos de policultivo de minifundio 1. CP1: caso de policultivo 1; CP2: caso de policultivo 2; CP3: caso de policultivo 3.

B- MINIFUNDIO 4: ANALISIS DE LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS DOS PARCELAS DE FRUTILLA CONTIGUAS PERO DE DISTINTAS EDADES

Para el análisis de las parcelas de distintas edades fenológicas se tuvieron en cuenta un total de 23.034 artrópodos, distribuidos de la siguiente forma: Parcela de frutilla de primer año (PFR1): $n=10.733$ $s=305$ y en parcela de frutilla de segundo año (PFR2): $n=12.301$ $s=393$, sin considerar inmaduros (Tabla 2.8, ver Anexo Capítulo 2). Los gráficos 2.33 a y b muestran los valores de riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad los que mostraron diferencias significativas.

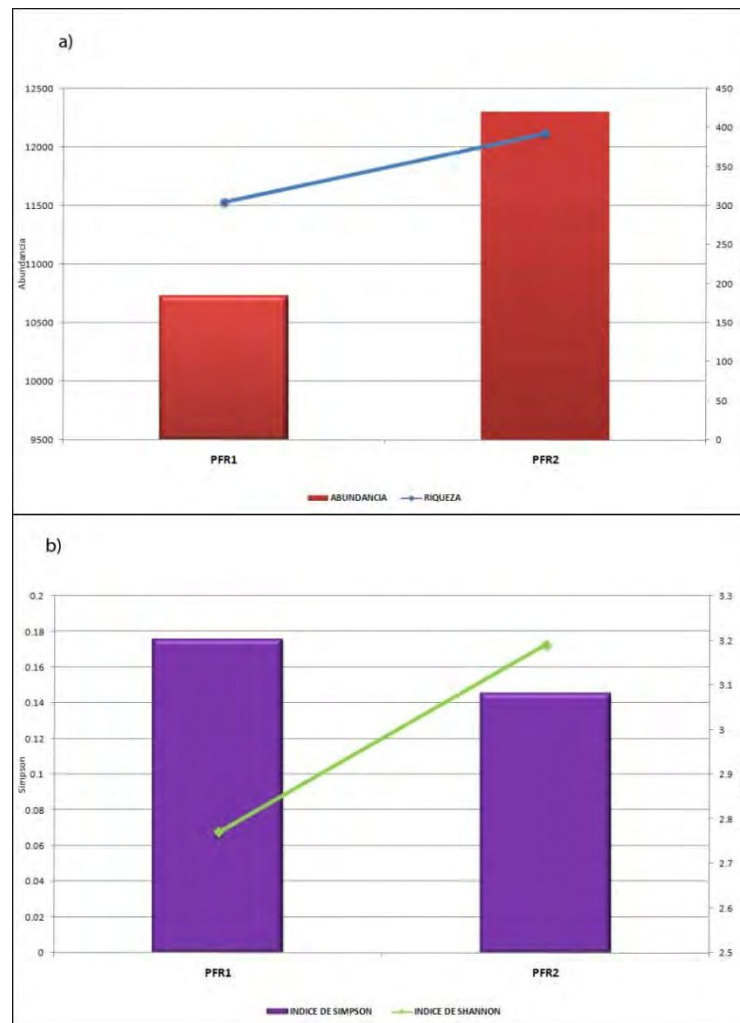


Fig. 2.33 a) Variación de riqueza y abundancia en parcelas de frutilla de distintas edades; b) Variación de índices en parcelas de frutilla de distintas edades. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

Cuando se comparó la riqueza de especies por medio de curvas de acumulación de especies por muestras, se observa que, en el mismo nivel de significación, la parcela con frutilla de segundo año de producción mostró mayor riqueza (Fig. 2.34). La fauna de artrópodos, compartida por las dos parcelas estudiadas, representó un 52% ($J=0.5274$).

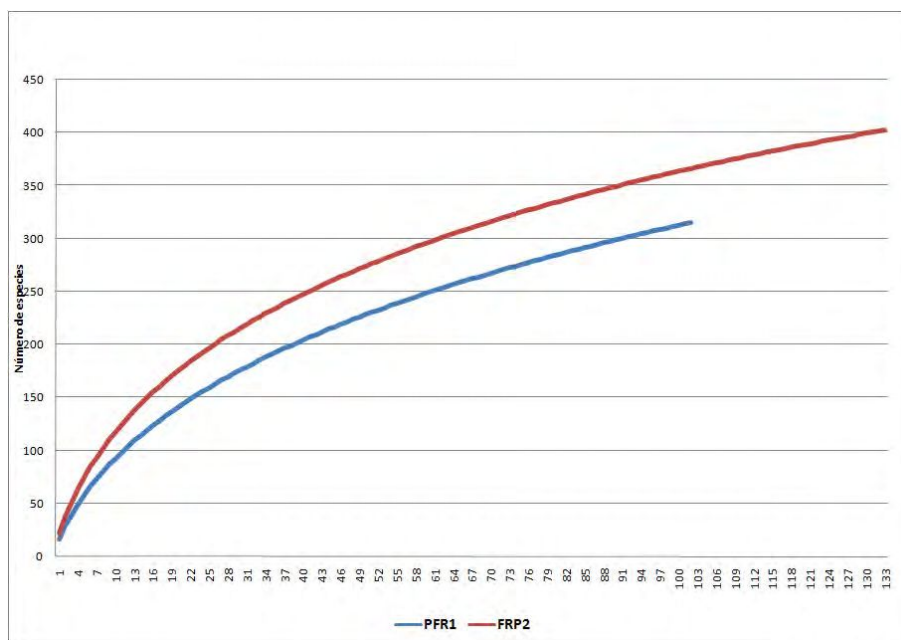


Fig. 2.34 Curvas de acumulación de especies en PFR1 y PFR2. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

La figura 2.35 muestra los porcentajes de los gremios encontrados en las dos parcelas de frutilla; puede observarse que el cultivo recién implantado muestra un mayor porcentaje de especies fitófagas (84%) mientras que las plantas del segundo año registran sólo un 62%. Estos resultados pueden estar relacionados con la tendencia de las comunidades de los cultivos perennes a estabilizarse en su segundo año de producción, o con la reducción de las aplicaciones de agroquímicos.

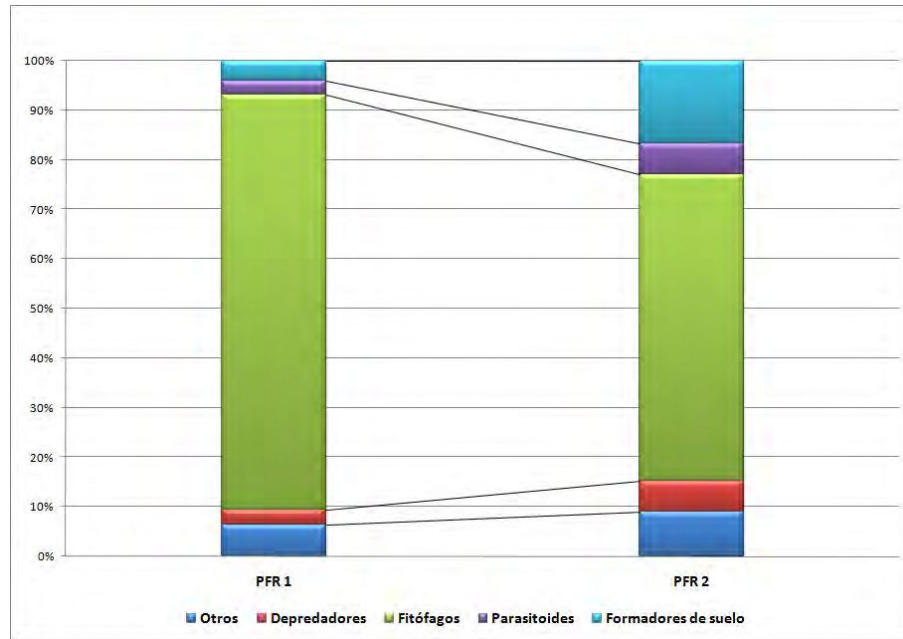


Fig. 2.35 Variación de gremios en las dos parcelas de frutilla de minifundio 4. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

Los gráficos 2.36 a y b muestran la variación temporal de los gremios en las dos parcelas de frutilla; en ellos, los fitófagos tuvieron en los dos casos un incremento en su abundancia (que coincide con los períodos de floración y fructificación de la frutilla). Los enemigos naturales en la parcela de segundo año presentaron un comportamiento más sincronizado con respecto a los fitófagos, mientras que en la parcela de primer año se encontraron en un número muy reducido en todo el período estudiado. Los principales picos de fitófagos estuvieron dados, en orden descendente, por *Tetranychus urticae* (Tetranychidae), *Caliothrips phaseoli* (Thripidae), ácaro M6 (Tetranychidae) en frutilla de primer año; y por *C. phaseoli*, *Myzus persicae*, *Nysus* sp. (Lygaeidae) y *T. urticae* en la parcela de segundo año. Los picos de depredadores en la parcela de segundo año, en orden descendente, estuvieron representados por *Orius pallidus* (Anthocoridae), *Geocoris* sp. (Geocoridae), araña M66 (Araneidae), arañas M58 y M37 (Theridiidae) y araña M50 (Oxyopidae).

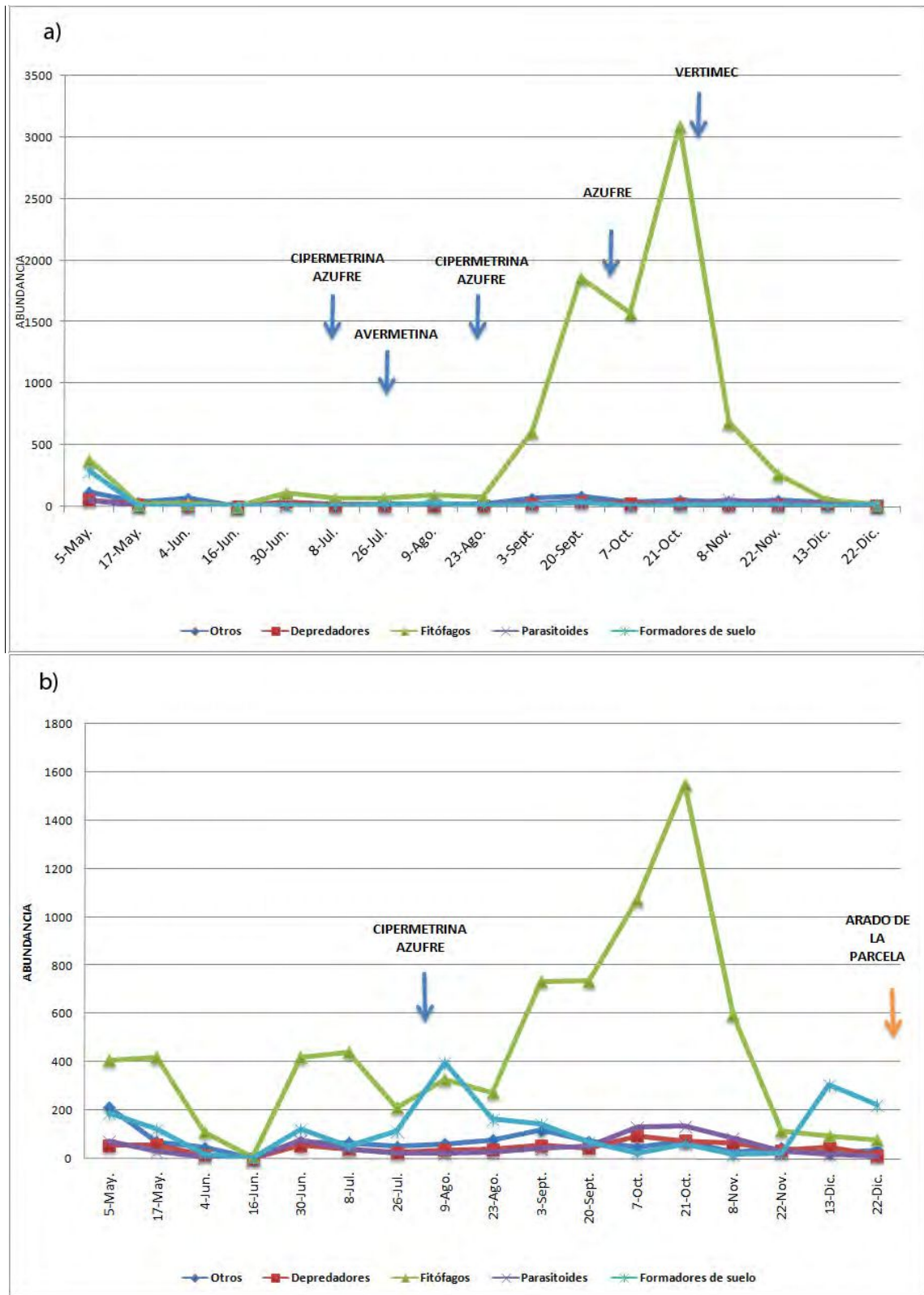


Fig. 2.36 Variación de gremios en frutilla a) Parcela PFR1; b) Parcela PFR2.

Dentro del gremio de depredadores, las arañas sumaron un total de 567 individuos. Los valores de riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad para cada parcela de frutilla se muestran en la figura 2.37; sólo los valores de abundancia mostraron diferencias significativas (Tabla 2.9, ver Anexo Capítulo 2).

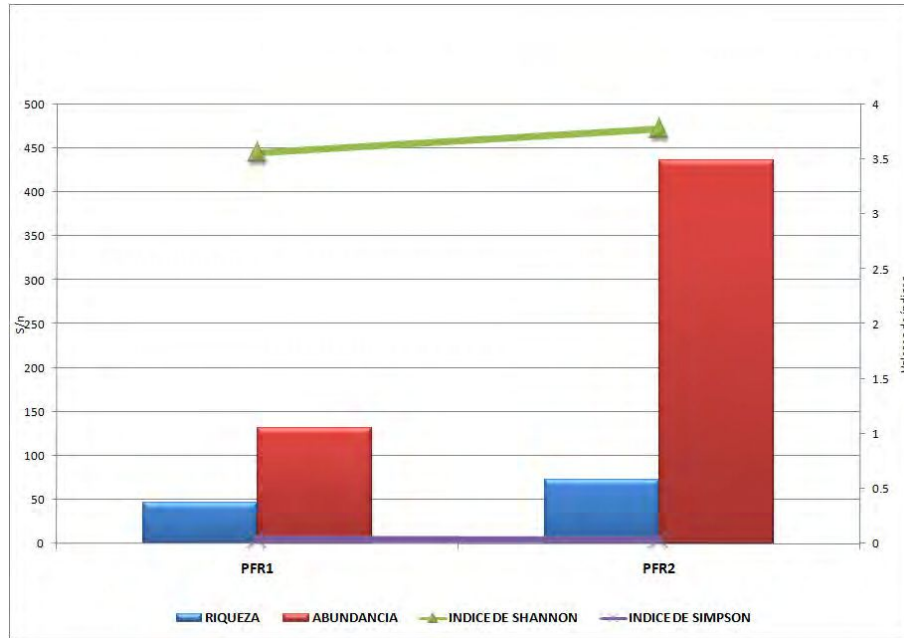


Fig. 2.37 Variación de riqueza, abundancia e índices de arañas en las parcelas de frutilla. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

El análisis de similitud entre parcelas reportó que las dos comunidades de arañas compartieron un 53% de especies.

La figura 2.38 muestra la variación de los gremios de arañas en las dos parcelas que, sin tener en cuenta las abundancias, presentaron un patrón bastante similar.

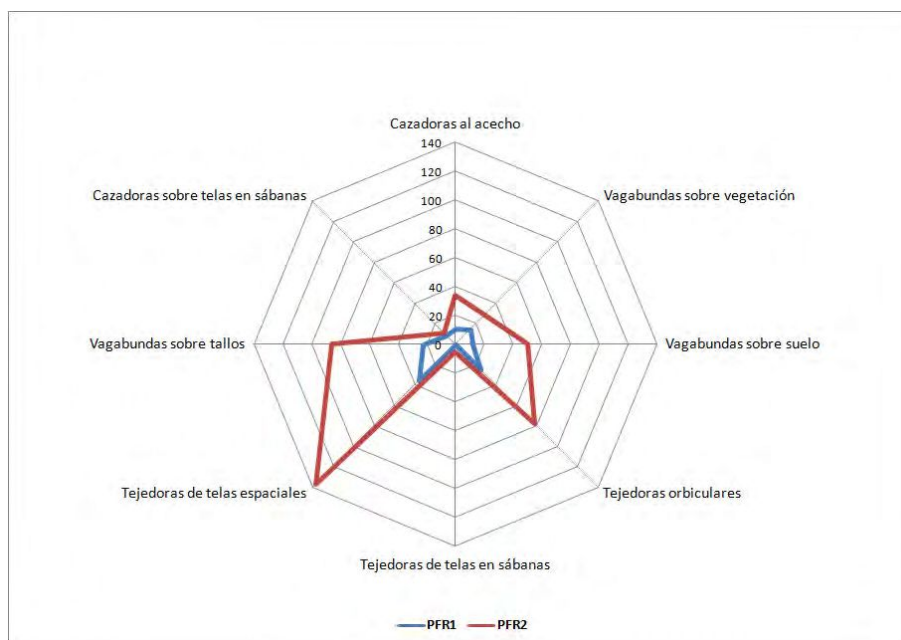


Fig. 2.38 Variación de gremios de arañas en las parcelas de frutilla. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

La variación temporal de los gremios de arañas en las dos parcelas de frutilla se muestra en la figura 2.39 a y b. En la parcela del primer año, las arañas se mantuvieron en muy bajos niveles, con baja abundancia, mostrando sólo al inicio de los muestreos un número relativamente más alto de vagabundas sobre tallo y de tejedoras de telas espaciales. Luego, con la repetida aplicación de agroquímicos, los gremios fueron fluctuando, pero siempre en número muy bajo, mostrando un predominio de las tejedoras de telas espaciales al final del estudio. En la parcela de frutilla de segundo año, también se observaron fluctuaciones; la aplicación de cipermetrina y azufre cambió la composición de los gremios de tejedoras de telas, principalmente a vagabundas sobre suelo, que pudieron recolonizar el cultivo desde hábitats adyacentes cuando se redujo el efecto del insecticida. A partir de ese momento y, por la ausencia de aplicación de agroquímicos, los gremios de arañas fueron cambiando y equilibrándose, al registrarse de nuevo las tejedoras de telas, las cazadoras al acecho y las vagabundas sobre vegetación.

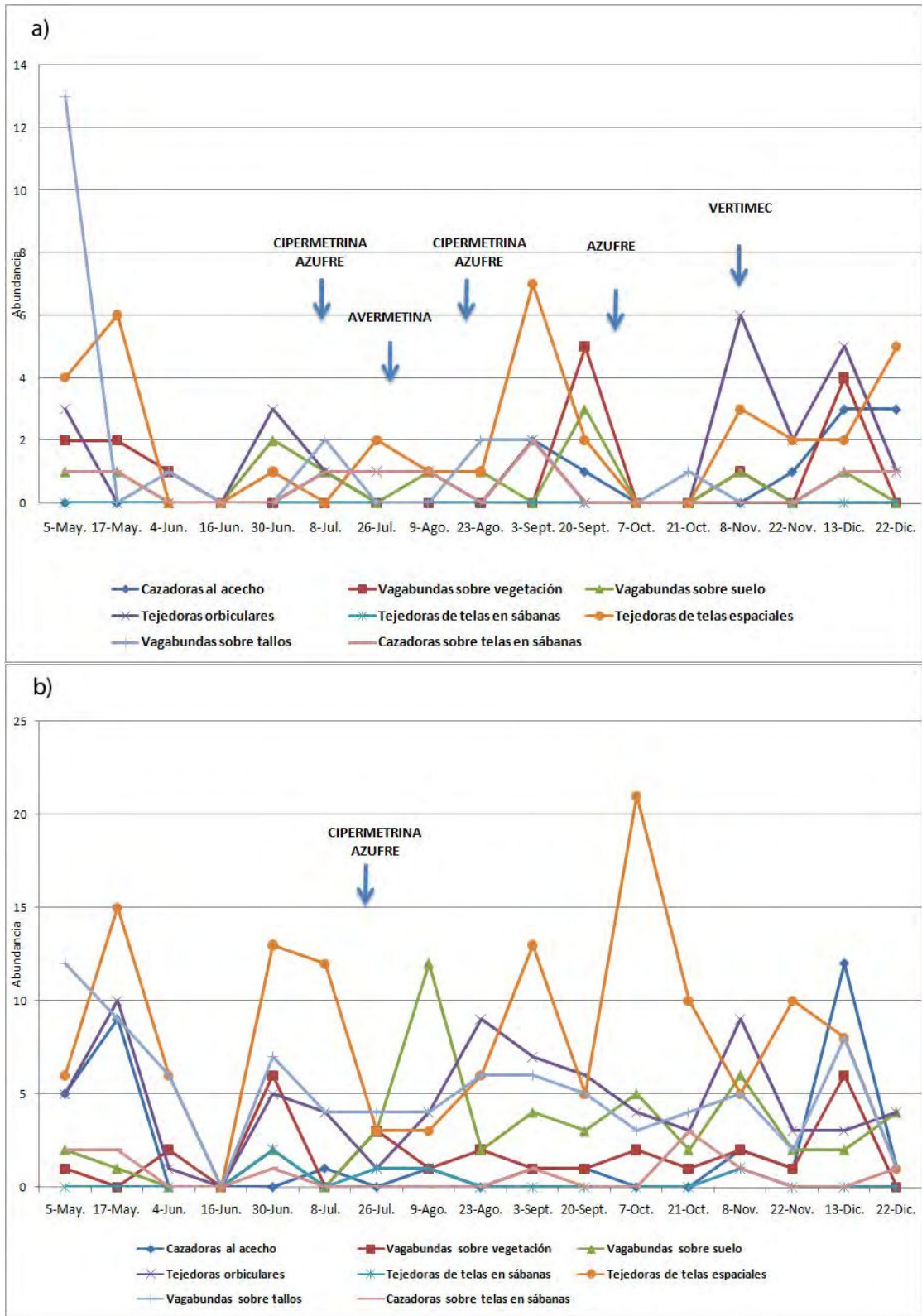


Fig. 2.39 Variación de gremios de arañas a) Parcela PFR1; b) Parcela PFR2.

En las parcelas de frutilla se recolectaron 1.078 chinches. La figura 2.40 muestra los valores de riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad; sólo la riqueza no presentó diferencia significativa (Tabla 2.10, ver Anexo Capítulo 2).

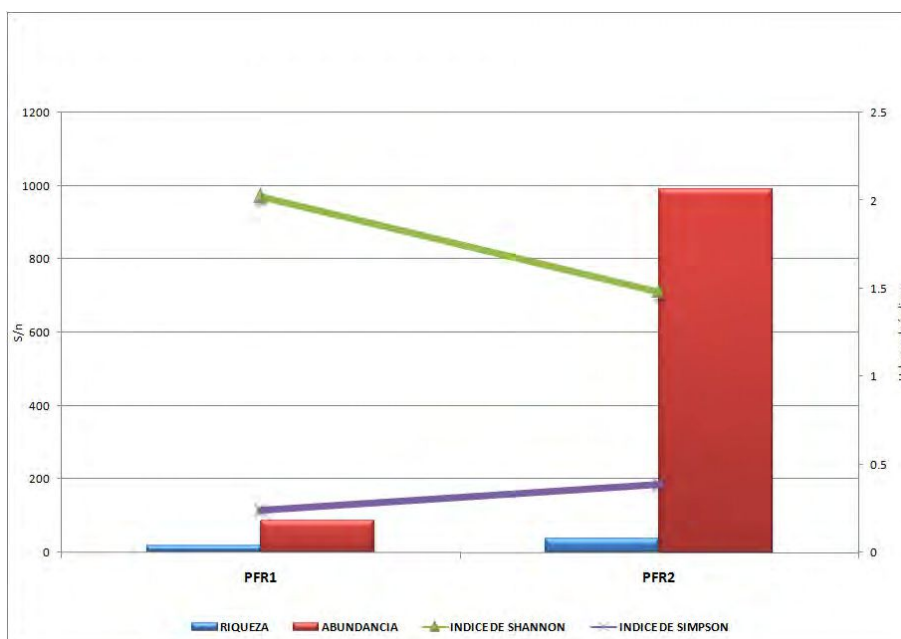


Fig. 2.40 Variación de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera en las parcelas de frutilla de minifundio 4. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

Cuando se analiza la similitud de las dos comunidades de chinches, se observa que sólo un 34% de las especies fueron compartidas ($J=0.34146$).

La figura 2.41 muestra las chinches fitófagas y depredadoras en las dos parcelas de frutilla, evidenciándose que en PFR1, el 62% correspondió a depredadoras contra un 20% en PFR2.

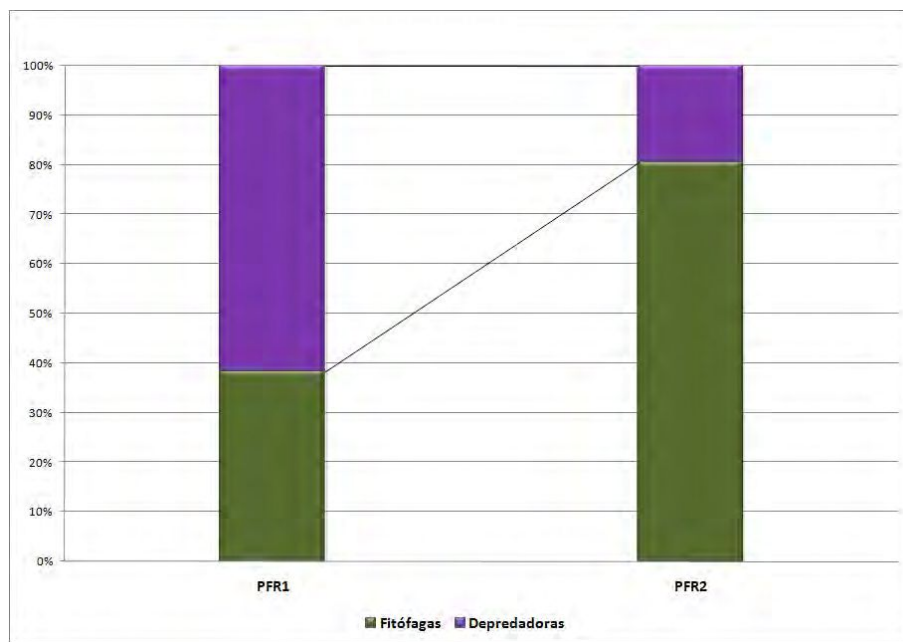


Fig. 2.41 Chinchas fitófagas y depredadoras en frutilla. PFR1: parcela de frutilla de primer año; PFR2: parcela de frutilla de segundo año.

Cuando se analiza para cada parcela la variación de las chinchas a lo largo del tiempo y por grupo funcional, se observan diferencias entre ellos. En las dos parcelas, hubo un aumento de la comunidad de chinchas a partir de los meses de septiembre, pero en la parcela PFR1, la abundancia de las chinchas fue mucho menor (Fig. 2.42) que en PFR2 (Fig. 2.43). En esta última, se observó un pico importante de chinchas fitófagas, producido por *Nysus* sp. el 7 de octubre; luego de la aplicación de azufre, las fitófagas descendieron y aumentaron las especies depredadoras (*Orius pallidus* y M23 Rhyarocromidae).

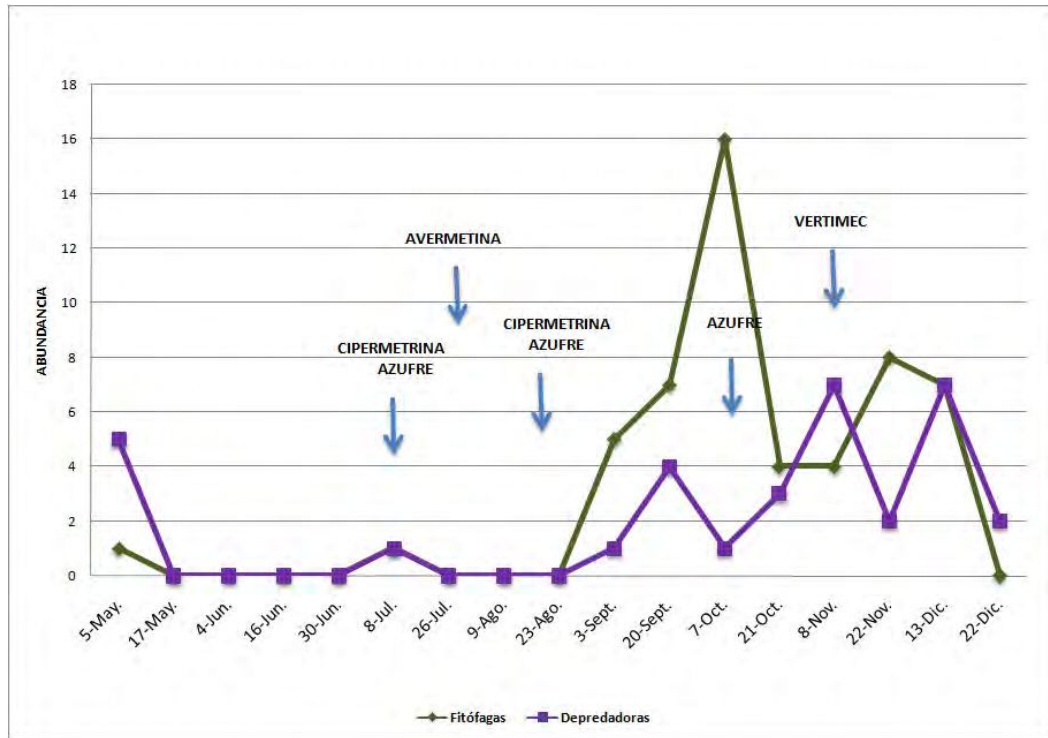


Fig. 2.42 Variación de chinches fitófagas y depredadoras en PFR1

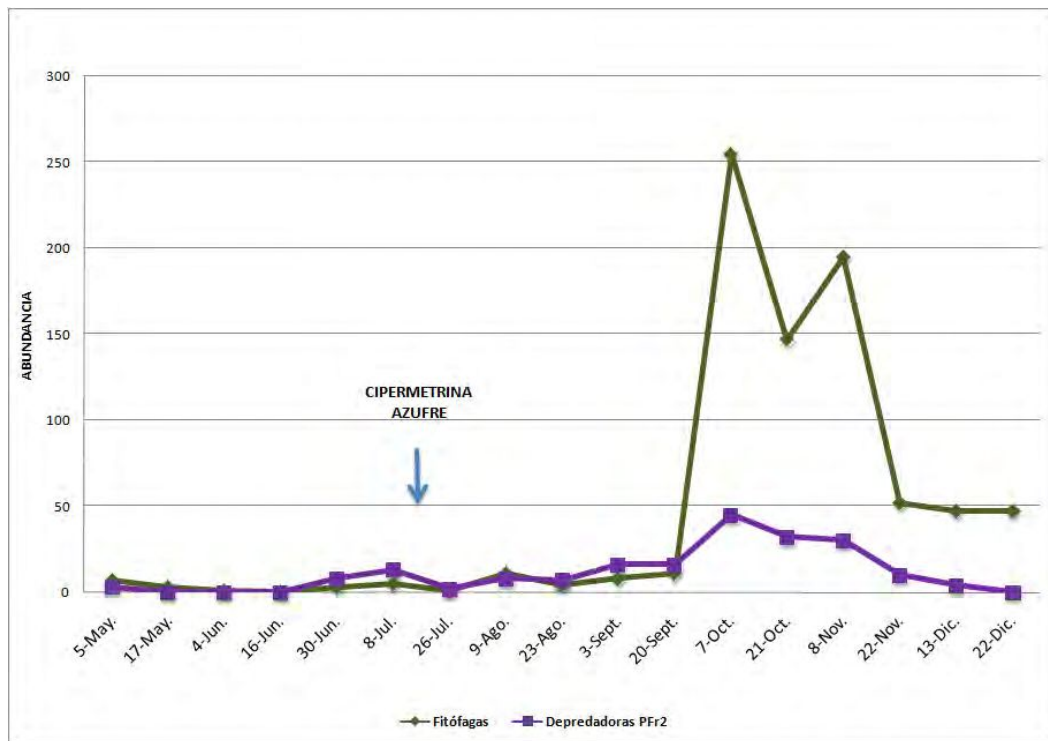


Fig. 2.43 Variación de chinches fitófagas y depredadoras en PFR2.

DISCUSIÓN

En el contexto del control biológico por conservación, reemplazar sistemas simples por sistemas más diversos o agregar diversidad a los sistemas existentes (manipulación del hábitat) tiene como objetivo proporcionar a los enemigos naturales recursos como néctar (Baggen & Gurr, 1998), polen (Hickman & Wratten, 1996), refugios físicos (Halaji *et al.*, 2000), presa alternativa (Abou-Awad *et al.*, 1998), hospederos alternativos (Viggiani, 2003) y sitios de hibernación (Sutherland *et al.*, 2001), aumentando así su diversidad y eficacia.

Por los resultados obtenidos en esta tesis, quedó demostrado que, al analizar la abundancia de los artrópodos en una parcela con policultivos en bandas, la diversidad de especies fue mayor que en una parcela con monocultivo en el mismo minifundio y en el mismo momento de estudio. Este patrón de diversidad se corroboró también al analizar por separado las arañas, mientras que la comunidad de chinches prácticamente no presentó diferencias, como quedó demostrado en el análisis de las curvas de acumulación de especies. Estos resultados corroboran los obtenidos por Gardner *et al.* (1995), Humphries *et al.*, (1995), Lassau & Hochuli (2005) que consideran que las comunidades de artrópodos terrestres están positivamente asociadas a la complejidad del hábitat. Cuando se analizó la equitatividad y la dominancia con los índices de Shannon y Simpson, no se observaron diferencias significativas, debido a la presencia de especies fitófagas plagas típicas de los cultivos analizados. También, en el análisis de la composición de los gremios, se observó en ambos casos una diferencia en el grupo de los fitófagos, siendo mayores en el monocultivo (83% vs 78%), mientras que los enemigos naturales se mantuvieron en proporciones similares, confirmándonos las hipótesis de Root (1973). Este comportamiento de los gremios también puede explicarse porque todos los cultivos temporales tienen una baja diversidad de artrópodos, producto del frecuente laboreo y de las aplicaciones de plaguicidas, que llevan a que los artrópodos, en especial los enemigos naturales, deban recolonizar el cultivo, no quedando tiempo para que se establezca una comunidad más diversa (Alomar & Albajes, 2005).

En el análisis comparado de los monocultivos que fueron rotando a lo largo del año, se observó que tanto el tipo de cultivo como la época del año afectaron la diversidad de los artrópodos. La parcela de zanahoria CM2 fue la de mayor riqueza y abundancia, y esto no sólo se explica por la estructura de la planta sino porque, al ser un cultivo implantado por segunda vez en la rotación en corto tiempo, produjo un gran aumento de artrópodos, principalmente fitófagos y plagas típicas del cultivo, dando como resultado una alta dominancia de unas pocas especies. En ninguno de los tres casos hubo un acompañamiento importante de los enemigos naturales, posiblemente atribuible no sólo a los agroquímicos aplicados, sino también a las tareas de labranza realizadas en el minifundio, demostrándose así la alta sensibilidad de los enemigos naturales al manejo del productor (Alomar & Albajes, 2005; Van den Bosch & Telford, 1964; Root, 1973).

Dentro del grupo de los depredadores, la diversidad de las arañas estuvo estrechamente relacionada con la complejidad estructural de las plantas cultivadas y con las prácticas de manejo realizados por el productor, ya que la disminución de las mismas normalmente se correlaciona con la aplicación de algún agroquímico o el arado total de las parcelas (Maloney *et al.*, 2003). Es por ello que, en contraste con el análisis total de los artrópodos, la parcela de zapallito CM3 fue la de mayor diversidad de arañas. Sus gremios variaron ampliamente en cada caso, siendo muy diferentes entre ellos, no sólo en estructura sino también en abundancia y, nuevamente, CM3 fue el que mayor número y porcentaje presentó.

Con respecto a las chinches y como sucede con las arañas, el cultivo de zapallito (CM3), cuya arquitectura era más compleja y la estación en la cual estuvo implantado era la más cálida (verano), fue el que presentó mayor abundancia, pero no riqueza. Esta diferencia estuvo dada principalmente por una especie de Miridae, cuya presencia en el lote coincidió con la ausencia de agroquímicos, tal como lo registraron Severin *et al.* (1984), en campos cultivados con poca aplicación de plaguicidas, el componente principal de la fauna de Heteroptera son los míridos. En los cultivos de zanahoria (CM1 y CM3), la comunidad de chinches prácticamente no presentó un número importante de individuos posiblemente porque no encontraron un hábitat favorable para su desarrollo. Sólo en el segundo cultivo de zanahoria CM2, se observó un leve aumento

de chinches depredadoras, pero en general se puede decir que no es un grupo de importancia para este cultivo analizado.

Como se planteó en la introducción de este capítulo, el aumento o la diversificación de un agroecosistema implicaría un aumento en la diversidad de artrópodos y principalmente de los enemigos naturales, debido al aumento de hábitats que proporcionan recursos alimenticios y sitios para invernar, indispensables para estos insectos benéficos (Corbett & Rosenheim, 1996). Para lograr ese aumento y/o diversificación, existen distintas estrategias, siendo la de los policultivos una de las más utilizadas, aun cuando todavía falta entender con detalles los mecanismos que intervienen en cada caso y cómo interaccionan entre ellos (Landis *et al.*, 2000). A su vez, la rotación de cultivos en el tiempo produce un incremento de la biodiversidad de artrópodos y un alto recambio de especies, que se hacen más evidentes cuando las rotaciones se efectúan en parcelas con policultivos donde se combinan plantas con diferente porte y arquitectura. Sin embargo, es importante resaltar también los estudios experimentales que han obtenido resultados opuestos al principio generalizado de una mayor regulación de insectos plagas en agroecosistemas más diversificados (Cromatie, 1975; Bach, 1988 a y b; Trenbath, 1993; Coll & Bottrel, 1994; Asman *et al.*, 2001; Hunter, 2002). Estos estudios sugieren que el efecto de la diversidad sobre los insectos es altamente variable, pero además hay que tener en cuenta la existencia de otros factores y mecanismos complejos, los cuales interactúan con la diversidad de plantas en su efecto sobre las poblaciones de insectos (Muriel & Vélez, 2004). Autores como Haddad *et al.* (2001) resaltaron en sus estudios que la diversidad de los artrópodos está influenciada más por los efectos de la composición de las plantas que por el número de especies cultivadas. Partiendo de esta idea, el análisis de los tres casos de policultivos mostró diferencias según la composición de plantas cultivadas que tenía cada uno. Todos los casos poseían tres especies distintas de plantas, pero se observó que CP1 y CP3 (estructuralmente eran los casos más similares) presentaban riquezas, abundancias e índices muy similares entre sí, pero mucho menores que en CP2, cuyos cultivos presentaban mayor estratificación vertical. A su vez, la mayor diversidad de artrópodos en CP2 estuvo dada por un gran aumento de fitófagos, y estos incrementos coinciden con las aplicaciones de furacán

realizadas por el productor. Los enemigos naturales se mantuvieron en muy bajos niveles a lo largo de todo el estudio y en ningún momento mostraron una recuperación. Este comportamiento se explica de igual manera que para la parcela de monocultivo.

Si bien la parcela CP2 no fue la que presentó el mayor porcentaje de depredadores, cuando se analizó a la comunidad de las arañas, ésta sí fue la más rica y abundante. Estos resultados pueden ser explicados porque CP2 presentaba cultivos con arquitecturas mucho más complejas que CP1 y CP3, lo que aumentaría la cantidad de microhábitats disponibles para las arañas, los sitios de refugio y para soporte de telas (Riechert & Lockley, 1984; Agnew & Smith, 1989; Young & Edwards, 1990; Ryptra *et al.*, 1999). Los tipos estructurales de las tres especies cultivadas en CP2, estuvieron directamente relacionados tanto con la riqueza como con la abundancia de las arañas, coincidiendo con lo encontrado con respecto a la totalidad de los artrópodos y con Haddad *et al.* (2001). Las variaciones de los gremios de las arañas a lo largo del tiempo fueron afectadas tanto por los cultivos analizados como por el manejo realizado por el productor. La sensibilidad de las arañas a agroquímicos como furadán, aplicados en la parcela CP2, se reflejó en caídas abruptas de todos los gremios de las arañas, mientras que prácticas culturales como la cosecha y cortado de perejil en CP1, produjeron cambios en la composición de los gremios, de tejedoras de telas a vagabundas sobre vegetación y sobre suelo.

Tal como en el análisis general de artrópodos y de arañas, la parcela CP2 de policultivo, es la que presentó mayor diversidad de chinches, aun cuando fue la parcela que recibió mayor aplicación de agroquímicos; una vez más esta diferencia con las otras parcelas de policultivo puede ser explicada por la composición de las plantas cultivadas y su mayor estratificación. En este mismo caso, el 65% de las chinches fueron depredadoras y, en el análisis temporal, se comprobó que estos valores estuvieron relacionadas con *Orius pallidus* (Anthocoridae) que, a diferencia de otros depredadores, son menos susceptibles a la aplicación de agroquímicos (Fauvel, 1999) y es un controlador natural de plagas como los trips, registrados como los fitófagos dominantes en esa parcela.

Por último, cuando se analizan las comunidades de artrópodos en las dos parcelas de frutilla de distintas edades fenológicas, a través de curvas de acumulación de especies por muestras y de índices de diversidad, se comprueba que la parcela de segundo año de producción fue más diversa que la del primer año. La abundancia total de artrópodos se incrementó con el inicio de la floración, alcanzando su máximo nivel en el período de fructificación, para descender luego al final del ciclo fenológico. Estos resultados pueden ser explicados, en parte, porque las plantas presentaban diferencias físicas estructurales y diferentes etapas de sucesión, como así también por el diferente manejo por parte del productor. La parcela de frutilla de segundo año, en los últimos muestreos (desde el muestreo de febrero), fue abandonada e invadida por malezas, lo que le confirió mayor heterogeneidad y un consecuente aumento de diversidad de artrópodos. Algunos autores, como Andow (1986); Risch *et al.*, (1983), Zandstra & Motooka (1978) y Altieri *et al.* (1983), argumentan que las malezas pueden tener una gran influencia y efectos variables sobre los cultivos y su comunidad de artrópodos, pudiendo en algunos casos reducir los costos del control de plagas.

Posiblemente una tendencia a la estabilización de la comunidad de artrópodos, sumada a las invasiones sucesivas de los hábitats adyacentes (Van Emden, 1965; Huffaker & Messenger, 1976; Altieri, 1994; Fry, 1995), pueda explicar que la parcela de segundo año fue más diversa, con mayor riqueza de especies, equitatividad y con menor dominancia de especies. La composición de especies de la comunidad de artrópodos registrada en las dos parcelas de frutilla presentaron una similitud considerable (el 52% de las especies), lo que indica que gran parte de la artrópodofauna presente en la parcela de segundo año migró a la parcela de primer año en algún momento del ciclo fenológico. Esto podría explicarse porque las especies fitófagas de los cultivos de frutilla son mayoritariamente polífagas y altamente dispersivas.

En ambas parcelas, las especies dominantes fueron las plagas principales reconocidas para el cultivo, en nuestro caso: *Tetranychus urticae* (Acarina) y *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera), variando su abundancia en las diferentes parcelas. *T. urticae* se mostró como una plaga clave en la parcela de primer año, coincidiendo con lo registrado para frutilla por otros investigadores como ser Sorensen *et al.* (1997); Mossler & Nesheim (2004); Autio *et al.*, (2004); Zalom *et al.*, (2005) y Rondon, *et al.* (2005). En cambio, *C. phaseoli* se registró como una

plaga clave en la parcela de segundo año. Esta especie difiere de las encontradas por otros autores para igual período estudiado (floración–fructificación) que registran: *Frankliniella occidentalis* (Zalom *et al.*, 2005), *Frankliniella bispinosa* (Rondon *et al.*, 2005) ó *Frankliniella tritici* (Jonson *et al.* 2003). Algunas de estas especies, y también otras, se registraron en este estudio; pero teniendo en cuenta que existe un complejo de trips que infestan las flores de frutilla (Autio *et al.*, 2004), la especie que encuentre las condiciones óptimas prevalecerá sobre las otras del complejo, que en nuestro caso fue *C. phaseoli*.

El análisis temporal de los gremios en las dos parcelas de frutilla nos mostró que, en la parcela de primer año, los enemigos naturales prácticamente no presentaron fluctuaciones y se mantuvieron en niveles muy bajos, mientras que en la parcela de segundo año, si bien hubo importantes fluctuaciones de fitófagos, éstas estuvieron acompañadas por los enemigos naturales. Estos resultados se explican porque la parcela de primer año se encontraba en una etapa sucesional temprana y por las sucesivas aplicaciones de diferentes plaguicidas; en cambio, la parcela de segundo año, con una única aplicación, presentó una composición mayor de enemigos naturales, debido a la mayor estabilidad de la comunidad a lo largo del tiempo, a que se llenó de malezas al final de los muestreos (a partir de febrero) y al escaso manejo con agroquímicos (Van Emden, 1965; Huffaker & Messenger, 1976; Altieri, 1994; Fry, 1995).

Dentro del gremio de los depredadores, la diversidad y composición de las arañas también estuvieron relacionadas con la estabilidad y estado sucesional mucho más avanzado de la parcela de segundo año de producción. Las aplicaciones realizadas por el productor en la parcela de frutilla de primer año afectaron de manera considerable a la comunidad de arañas y, en el análisis temporal de los gremios, se observaron fluctuaciones muy marcadas de todos ellos, no llegando a ser ninguno dominante. En cambio, en la parcela de segundo año de producción, si bien hubo fluctuaciones, se puede establecer que en general hubo un predominio de arañas tejedoras, debido, por un lado, a que las plantas de frutilla poseían mayor cantidad de perchas disponibles y, por otro, al aumento de heterogeneidad interna de la parcela por causa de las malezas.

La comunidad de chinches encontrada en las dos parcelas de frutilla fue muy distinta en su abundancia e índices de diversidad. La parcela de frutilla de segundo año presentó una

abundancia mucho más alta que la de primer año, dada principalmente por la presencia de chinches fitófagas. En las dos parcelas, tanto las chinches fitófagas como depredadoras no se encontraron en las primeras fechas de muestreo; su aparición posterior a principios de septiembre, coincidió con la floración y fructificación de las plantas de frutilla. Estos resultados son coincidentes a los hallados por Rao & Welter (1997), que las chinches adultas colonizan rápidamente la frutilla en primavera y se alimentan de los frutos inmaduros durante el desarrollo temprano de la fruta. La variación de las chinches depredadoras (principalmente *O. pallidus*) estuvo relacionada con los picos de trips y con las aplicaciones de agroquímicos en la parcela de segundo año, que produjeron migraciones hacia la de primer año, actuando esta última como refugio ante las perturbaciones.

Con los resultados obtenidos en este capítulo se comprueban las hipótesis planteadas, al quedar demostrado que:

- Las parcelas cultivadas con policultivos presentan una comunidad más diversa de artrópodos y de enemigos naturales.

- También, y de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de los tres casos de policultivos rotados en el tiempo, la diversidad de los artrópodos y, en especial, la de los enemigos naturales, está más influenciada por las características de las plantas (diferentes portes y estructura) y por las rotaciones de los cultivos en el tiempo que por el número de especies vegetales implantadas.

- Un cultivo con producción bi-anual posee una comunidad de artrópodos más diversa en su segundo año de producción, debido al estado de madurez y capacidad de resiliencia que adquiere el agroecosistema.

Si bien en los sistemas agrícolas a menudo es muy difícil determinar qué factores son los que influyen en la abundancia y la diversidad de los artrópodos, es probable que una combinación de diferentes prácticas agrícolas determine los ensamblajes y la disponibilidad de los artrópodos en un cultivo (Holland & Luff, 2000). Ello, juntamente con los resultados obtenidos en este estudio, nos lleva a pensar que, para poder mejorar el impacto de los enemigos naturales en los sistemas agrícolas, se deberían tener en cuenta las características

funcionales, estructurales y fenológicas de los cultivos más que el aumento de número de especies de plantas cultivadas. La composición y la etapa sucesional de las mismas son las que influyen directamente en la diversidad de artrópodos. Por ello, no sólo es importante mejorar la heterogeneidad interna de las parcelas cultivadas, aun cuando se trate de un mismo cultivo -pero con diferencias en sus fenologías-, sino también analizar y plantear un mejor diseño de las parcelas adyacentes y su rotación, de modo que favorezcan el aumento de la heterogeneidad ambiental. Todo ello permitiría un aumento de las áreas de refugio para la fauna de los cultivos. Otra tarea importante a tener en cuenta en la planificación de los minifundios sería el combinar y planificar diferentes tácticas de manejo de plagas más racionales (incluyendo también el control químico) que permitan aumentar las interacciones entre los fitófagos y sus enemigos naturales, a fin de incrementar su impacto y mejorar el control biológico natural de las plagas.

BIBLIOGRAFIA CAPÍTULO 2

- ✓ Abou-Awad, B.A., A.A. El-Sherif, M.F. Hassan & M.M. Abou-Eleila (1998) Studies on development, longevity, fecundity and predation of *Amblyseius olivi* Nasr & Abou-Awad (Acari: Phytoseiidae) on various kinds of prey and diets. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 105 (5): 538–544.
- ✓ Agnew, C.W. & J.W. Smith (1989) Ecology of spiders (Araneae) in a peanut agroecosystem. Environment Entomology, 18: 30-42.
- ✓ Alomar, O. & R. Albajes (2005) Control Biológico de Plagas: Biodiversidad Funcional y Gestión del Agroecosistema. <http://BioJournal.Net> N°1.
- ✓ Altieri, M. A., D.K. Letourneau & J.R., Davis. (1983) Developing sustainable agroecosystems. BioScience, 33: 45-49.
- ✓ Altieri, M. A. (1994) Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, New York. 185 pp.
- ✓ Altieri, M. A. (1999) Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Ed. Nordan-Comunidad. Montevideo-Uruguay. 338p.
- ✓ Alteri, M. A. & C. I. Nicholls (2000) Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Avda. Millán 4113, 12900 Montevideo. 338 pp.
- ✓ Altieri M. A. & C. Nicholls (2004) Biodiversity and pest management in agroecosystems. New York: Haworth Press. 185 pp.
- ✓ Andow, D. A. (1991) Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Review of Entomology, 36: 561-586.
- ✓ Andow, D.A. (1986) Plant diversification and insect population control in agroecosystem, chapter 5. In: D. Pimentel (ed.). Some aspects of Integrated Pest Management. Dept. of Entomology, Cornell University, Nueva York.
- ✓ Asman, K.; B. Ekbom & B. Romert (2001) Effect of intercropping on oviposition and emigration behavior of the leek moth (Lepidoptera: Acrolepiidae) and diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Environmental Entomology, 30: 288-294.
- ✓ Autio, W., S. Shloeman., J. Clements & W. Coli (2004) Fruit Program. Disponible en <http://www.umass.edu/agland/teams/fruit.html>. University of Massachusetts Amherst.
- ✓ Bach, C. (1988a) Effect of host plant patch size on herbivore density: Patterns. Ecology, 69: 1090-1102.
- ✓ Bach, C. (1988b) Effect of host plant patch size on herbivore density: Underlying mechanisms. Ecology, 69: 1103-1117.
- ✓ Baggen, L.R. & G.M. Gurr (1998) The influence of food on *Copidosoma koehleri*, and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth. *Phthorimaea operculella*. Biological Control, 11 (1): 9–17.
- ✓ Booij, C. J. H. & J. Noorlander (1988) Effects of pesticide use and farm management on carabids in arable crops. Environmental effects of pesticides. Agriculture, Ecosystems and Environment, 40: 199–125.

- ✓ Brust, G.E, B.R. Stinner & D.A. McCartney (1986) Predator activity and predation in corn agroecosystems. *Environmental Entomology*, 15: 1017-1021.
- ✓ Coll, M. & D. Bottrell (1994) Effects of nonhost plants on an insect herbivore in diverse habitats. *Ecology*, 75: 723-731.
- ✓ Corbett, A. & J. A. Rosenheim (1996) Impact of natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. *Ecological Entomology*, 21: 155-164.
- ✓ Cortez, H. & J. Trujillo (1994) Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agroecosistemas de maíz. *Turrialba* 44: 1-9.
- ✓ Croft, B.A. (1990). *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. Wiley Interscience, New York, 723 pp.
- ✓ Cromatie, W. (1975) Background on the colonization of cruciferous plants by herbivorous insects. *Journal of Applied Ecology*, 12: 517-533.
- ✓ Edwards, C.A., K.D. Sunderland & K.S. George (1979). Studies on polyphagous predators of cereal aphids. *Journal of Applied Ecology*, 16: 811–823.
- ✓ Fauvel G. (1999) Diversity of Heteroptera in agroecosystem: role of sustainability and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 275-303.
- ✓ Fry, G. (1995) Landscape ecology of insect movement in arable ecosystems. *Ecology and Integrated Farming Systems*. Glen D.M, MP Greaves & HM Anderson (Eds) John Wiley 7 Sons, Bristol, U.K pp 177-202.
- ✓ Gardner, S.M.; M.R.Cabido; G.R. Valladares, & S. Díaz. (1995) The influence of habitat structure on arthropod diversity in Argentine semi-arid Chaco forest. *Journal of Vegetation Science*, 6: 349-356.
- ✓ Gliessman, S. (1998) *Agroecology. Ecological processes in sustainable agriculture*. 2001. Disturbance, Succession, and Agroecosystem Management. Stephen Gliessman. Lewis Publisher, Boca Ratón. xxiii+ 357pp.
- ✓ Gliessman, S.R. & M.A. Altieri, (1982) Polyculture cropping has advantages. *California Agricultura*, 36: 14-16.
- ✓ Haddad, N.M, D. Tilman, J. Harstad, M. Ritchie & J.M.H Knops (2001) Contrasting effects of plant richness and composition on insects communities: a field experiment. *The American Naturalist*, 158: 17-35.
- ✓ Halaji, J., A.B. Cady & G.W. Uetz (2000) Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. *Environmental Entomology*, 29: 383–393.
- ✓ Hickman, J.M. & S.D. Wratten (1996) Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. *Journal of Economic Entomology*, 89 (4): 832–840.
- ✓ Holland, J.M. & M.L. Luff (2000) The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 109-129.
- ✓ Huffaker, C. B. & P. S. Messenger (1976) *Theory and practice of biological control*. Academic Press, New York. 788pp.
- ✓ Humphries C.J., P.H. Williams & R.I. Vane-Wright. (1995) Measuring biodiversity value

- for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 26: 93-111.
- ✓ Hunter, M. (2002) Landscape structure, habitat fragmentation and the ecology of insects. *Agricultural and Forest Entomology*, 4: 159-166.
 - ✓ Jonson, D; R. K. Striegler & B.A. Lewis (2003). *Crop Profile for Strawberries in Arkansas*. University of Arkansas.
 - ✓ Landis, D.A., Wratten, S.D. & G.M. Gurr. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175–201.
 - ✓ Lassau, S.A. & D.F. Hochuli (2005) Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*, 27: 157-164.
 - ✓ Los, L.M. & W.A. Allen (1983) Abundance and diversity of adult Carabidae in insecticide-treated and untreated alfalfa fields. *Environmental Entomology*, 12: 1068–1072.
 - ✓ Maloney, D., F.A. Drummond & R. Alford (2003) Spider predation in agroecosystems: can spider effectively control pest populations? *Technical Bulletin 190*. Orono, The University of Maine, 27pp.
 - ✓ Mossler, M.A & O.N. Nesheim. (2004) *Strawberry Pest Management Strategic Plan (PMSP)*. Food Science and Human Nutrition Department, Florida Cooperative Extension Service, UF/IFAS. University of Florida. This document is CIR 1443.
 - ✓ Muriel, S.B. & L.D. Vélez (2004) Evaluando la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 71: 13-20.
 - ✓ Nicholls, C.I. & M.A. Altieri (2004) Designing species-rich, Pest-suppressive, Agroecosystems through Habitat Management. In D. Rickerl & C. Francis, eds., *Agroecosystems analysis*. Chap. IV. American Society of Agronomy, Madison WI: 49-62.
 - ✓ Rao, S & S. Welter. (1997) *Strawberry Insect Pest Management*. Radcliffe's IPM World textbook. University of Minnesota.
 - ✓ Riechert, S.E & T. Lockley (1984) Prey control by an assemblage of generalist predators: spider in garden test systems. *Ecology*, 71: 1441-1450.
 - ✓ Risch, S. J. (1981) Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* 62: 1325-1340.
 - ✓ Risch, S. J.; D. A. Andow & M. A. Altieri (1983) Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology*, 12: 624-632.
 - ✓ Rondon, S.I; J.F. Price & D.J. Cantliffe. (2005). *Strawberries: Main Pests and Beneficials in Florida*. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
 - ✓ Root, R.B. (1973) Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, 43: 95-124.
 - ✓ Ryptra, A. L., P.E Carter, R.A Balfour & S.D. Marshall (1999) Architectural features of agricultural habitats and their impacts on spider inhabitants. *Journal of Arachnology*, 27: 371-377.

- ✓ Siesmann, E., D. Tilman, Haarstad J. & M. Ritche (1998) Experimental test of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. *The American Naturalist*, 152: 739-750.
- ✓ Severin, F., J.P. Bassino, M. Blanc, D. Boni, J.P. Gendrier, J.N. Reboulet & M. Tisseur (1984) Importance des hétéroptères prédateurs des psylles du poirier dans le sud-est de la France. *IOBC/WPRS Bulletin VII* (5): 140–147.
- ✓ Sorensen, K. A., W.D. Gluber, N.C. Welch & C. Osteen. (1997) The importance of pesticides and other pest management practices in U.S. strawberry production. North Carolina Cooperative Extension Service. NAPIAP 1-CA-97.
- ✓ Sutherland, J.P., M.S. Sullivan & G.M. Poppy, (2001) Distribution and abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) in wildflower patches and field margin habitats. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 57–64.
- ✓ Trenbath, B. R. (1993) Intercropping for the management of pest and diseases. *Field Crops Research*, 34: 381-405.
- ✓ Uetz, G. W. (1999) Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology* 27: 270–280.
- ✓ Van den Bosch, R. & A.D. Telford (1964) Environmental modification and biological control. In De Bach, P. (ed) *Biological control of insect pest and weeds*. New York, Reinhold. 459-488 pp.
- ✓ Van Emden, H. F. (1965) The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Horticulture*, 17: 121-126.
- ✓ Vaughan, D. (1998) Biodiversity and Agriculture practices. Why should agriculturist care? *The Agriculture Research and Extension Network Paper N° 82*: 1-7.
- ✓ Viggiani, G. (2003). Functional biodiversity for the vineyard agroecosystem: aspects of the farm and landscape management in Southern Italy. *Bulletin Oilb/Srop 26* (4): 197–202.
- ✓ Wratten, S.D. & H.F. Van Emden (1995) Habitat management for Enhanced activity of natural enemies of insect pest. In Gien, DM; Greaves, MP; Anderson, HM. eds. *Ecology and integrated farming systems*. 117-145 pp.
- ✓ Young O. P. & G. B Edwards (1990) Spider in United States field crops and their potential effect on crop pest. *Journal of Arachnology*, 18: 1-27.
- ✓ Zalom, F.G; P.A Phillips, N.C. Toscano & M. Bolda (2005) *UC IPM Pest Management Guidelines: Strawberry*. UC ANR Publication 3468. Statewide IPM Program, Agriculture and Natural Resources, University of California.
- ✓ Zandstra, B. H. & P.S. Motooka (1978) Beneficial effects of weeds in pest management- a review. *PANS (Pest Artic. News Summ.)* 24: 333.
- ✓ Zuñiga, V.; G. Mantilla & J de D Raigosa (1981) Factibilidad agronómica y entomológica de la siembra intercalada de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) *Acta Agronómica*, 31: 67-77.

CAPÍTULO 3

DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN AREAS CULTIVADAS Y BARRERAS ROMPEVIENTOS

INTRODUCCIÓN

Los márgenes de los cultivos se caracterizan por tener algún tipo de estructura divisoria o limitante con cierta vegetación herbácea asociada alrededor del cultivo. Generalmente, este límite puede estar representado por una barrera rompevientos, una cerca, una pared, un canal de drenaje, una franja de pastos o una combinación de ellos, o simplemente otro tipo de hábitat como un bosque natural (Marshall, 2004).

Estas interfases entre ecosistemas naturales y agrícolas son de importancia significativa, por cuanto los agricultores obtienen servicios ecológicos generales a partir de la vegetación natural que crece cerca de sus propiedades (Altieri, 1999). Las zonas “buffers”, o márgenes de cultivos en los paisajes agrícolas, pueden proveer varios servicios ecológicos ofrecen hábitats y comida para la fauna silvestre (Leidner & Kidwell, 2000; Cederbaum *et al.*, 2004), contribuyen a la conservación de la fauna nativa (Keesing & Wratten, 1997), reducen la erosión y disminuyen la dispersión de los agroquímicos a otros sitios a través del aire y del agua (Haycock *et al.*, 1993). También está ampliamente registrado que pueden ayudar en el sustento de artrópodos benéficos (Landis *et al.*, 2000; Marshall & Moonen, 2002; Frank & Reichhart, 2004; Gurr *et al.*, 2005). En áreas cultivadas, la presencia de un mosaico de pequeñas áreas cultivadas con hábitats seminaturales permiten incrementar y mantener alta diversidad de artrópodos en comparación con grandes extensiones cultivadas pero con escasas barreras rompevientos (Duelli *et al.*, 1990).

En efecto, la complejidad de los agroecosistemas puede ser incrementada por el mantenimiento del hábitat de refugio sin alteraciones, como ser los pastos cercanos, las barreras rompevientos, los márgenes de los cultivos y las franjas de hierbas dentro de un campo (Lee *et al.*, 2001). Los márgenes de los campos cultivados favorecen la abundancia y la

diversidad de varios grupos de artrópodos, incluyendo los ortópteros, himenópteros y arañas (Marshall *et al.*, 2006) porque las barreras de árboles incrementan la diversidad y la estructura de la vegetación en las áreas agrícolas (Holland & Fahrig, 2001) y pueden ser, para los insectos, una fuente de mayor diversidad de hábitats (Morris & Webb, 1987). Por ello una opción para aumentar la abundancia de enemigos naturales es el establecimiento de vegetación adyacente a los campos cultivados (Thomas *et al.*, 1991). Thomas y Marshall (1999) encontraron una correlación entre la diversidad de artrópodos y la diversidad floral de los márgenes; otros autores reportaron mayor diversidad de insectos en las barreras que en los campos cultivados (Lewis, 1969; Bowden & Dean, 1977). Dennis & Fry (1992) encontraron un incremento de la riqueza de especies en áreas cercanas a la barrera y Holland & Fahrig (2001) observaron un incremento en la riqueza de familias de insectos en campos situados en paisajes con mayor proporción de barreras boscosas, de más de 1 km de longitud, que en campos con menor proporción de árboles en los bordes del paisaje.

Varios estudios publicados indican que la abundancia y diversidad de insectos entomófagos dentro de los campos cultivados dependen de la composición de las especies de plantas en la vegetación circundante, además de sus límites y arreglos espaciales, factores que afectan la distancia que pueden alcanzar los enemigos naturales cuando se dispersan hacia el cultivo (Lewis, 1965; Pollard, 1968). La presencia de barreras boscosas alrededor de los cultivos puede soportar un aumento de las poblaciones de insectos depredadores (Wratten, 1988; Dennis & Wratten, 1991; Dennis & Fry, 1992; Sustek, 1992). Varios estudios demostraron también que los hábitats de los márgenes de los cultivos contribuyen tanto a la densidad como a la diversidad de especies depredadoras (Sotherton, 1985; Coombs & Sotherton, 1986; Kromp, 1999).

Los márgenes de los cultivos cuentan tanto con insectos benéficos como plagas y, a menudo, los fitófagos polífagos utilizan un número relativamente alto de especies plantas hospederas. Otras especies plagas necesitan plantas hospederas alternativas en diferentes momentos de su ciclo vital, realizando muchas veces movimientos desde áreas no cultivadas a cultivadas en épocas particulares del año (Marshall, 2004). Por lo tanto, los márgenes adyacentes a los campos cultivados contribuyen a mantener alta la diversidad de artrópodos,

que, por otra parte, van disminuyendo a medida que se mueven desde ellos hacia los campos cultivados (Dennis *et al.*, 2000), y son áreas necesarias para restablecer la fauna de los cultivos luego de una perturbación provocada en ella.

Debido a la proximidad al área cultivada, los márgenes adyacentes reciben aplicaciones de plaguicidas de manera directa o indirecta. Los efectos de la aplicaciones de químicos son a menudo poco importantes (Marss & Frost, 1997), pero el uso inadecuado de herbicidas puede reducir la cobertura de plantas y la diversidad (de Snoo, 1997; de Snoo & van der Poll, 1999) que se expresan en una reducción de la abundancia de coleópteros carábidos, arañas y chinches (Haughton *et al.*, 1999).

Por todo lo antes mencionado, es importante evaluar el papel que juegan, sobre la diversidad de artrópodos, las barreras rompevientos presentes en los minifundios estudiados; asimismo, evaluar si ellas actuaron como refugio de fauna benéfica y de plagas en algún momento del estudio y comparar cómo influyeron cada una sobre la artropodofauna y su diversidad en en los predios minifundistas del Valle de Lerma.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo de este capítulo es determinar y comparar la diversidad de los artrópodos y los ensamblajes de enemigos naturales, con énfasis en Araneae y Heteroptera depredadores, en parcelas cultivadas en los minifundios estudiados y en sus hábitats adyacentes, representados por barreras rompevientos.

Para ello se busca probar la siguiente hipótesis: **las barreras rompevientos presentes en los minifundios poseen una mayor diversidad de artrópodos, en especial benéficos y, en determinados momentos del año, se constituyen como áreas de refugio para los mismos.**

Partiendo de esta hipótesis, se espera encontrar que la riqueza de artrópodos en hábitats adyacentes sea mayor porque ellos proveen mayor cantidad de microhábitats, fuente de alimento y refugio no sólo para las especies fitófagas, sino también para los enemigos naturales. Además, al estar próximos a las parcelas cultivadas, es probable que la fauna

compartida por éstas sea moderada y, en ese caso, puedan actuar como refugio para ciertos artrópodos en diferentes momentos del año, especialmente luego de los disturbios provocados sobre las parcelas cultivadas del minifundio. En este sentido, teniendo en cuenta su mayor heterogeneidad no sólo interna, sino también en los estratos que integran la barrera rompevientos, el minifundio 4 debería exhibir una mayor diversidad de artrópodos y proveer, para ellos, refugios a lo largo del tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis de la biodiversidad de artrópodos en las áreas cultivadas con respecto a las barreras rompevientos, se consideraron los minifundios C2, C3 y C4. Cada uno de ellos presentaba barreras rompevientos (B) con distinta heterogeneidad y ubicación con respecto al área cultivada (AC).

El minifundio 2 poseía dos parcelas de papa y una de haba, que rotaron a lo largo del tiempo. La barrera rompevientos, con un ancho de 5 metros aproximadamente, se encontraba ubicada entre las dos parcelas. La barrera presentaba árboles de gran porte y escasa vegetación herbácea. Durante el período de estudio, el productor informó de una sola aplicación de plaguicida (organofosforado Parathión) en el área cultivada, el 20 de septiembre.

El minifundio 3, presentaba un área cultivada con distintos diseños y cultivos a lo largo del tiempo. La barrera rompevientos rodeaba parcialmente el área cultivada y se caracterizaba por poseer sólo algunos árboles de gran porte y vegetación herbácea. La barrera, de no más de 1 metro de ancho, rodeaba dos laterales del área cultivada en forma de L.

En el minifundio 4, el área cultivada estuvo representada por parcelas de frutilla y por otras con una rotación variada de cultivos, e incluso por parcelas abandonadas en barbecho, según el momento de muestreo. La barrera rompeviento se caracterizaba por rodear parcialmente el área cultivada, en forma de L. En un comienzo, la estructura de la barrera era bastante importante ya que poseía estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, pero a medida que transcurrió el tiempo, fue reducida en su espesor debido a que fue arado el estrato herbáceo y se aplicó herbicida.

Para este estudio se consideraron y analizaron, por un lado, las muestras de las barreras y, por otro, las de las áreas cultivadas. La periodicidad de los muestreos fue de 15 días y se utilizó en cada punto una muestra de G-Vac para la colecta de artrópodos de la parte aérea de las plantas y trampas pit-fall, para la fauna epígea. El número de muestras tomadas en cada área cultivada fue proporcional a su superficie y, en todos los minifundios, de las barreras rompevientos se tomaron 10 muestras con cada método de colecta.

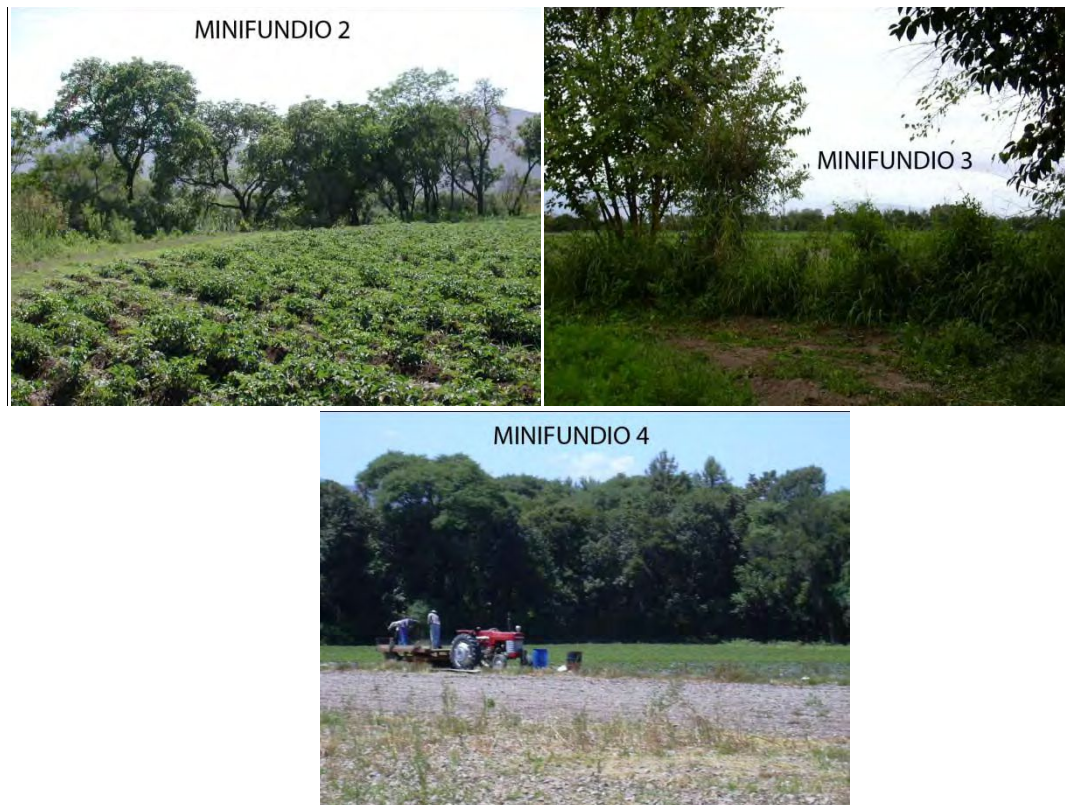


Fig. 3.1 Barreras rompevientos de los tres minifundios analizados.

Análisis de datos:

Para conocer y comparar la artropodofauna asociada y su variación en el área cultivada y en las barreras rompevientos, se generaron curvas de Whittaker. Se analizó sólo la riqueza, tomándola como una medida natural y simple para describir la comunidad y se generaron curvas de acumulación de especies basadas en muestras para cada sitio. Para comparar la composición taxonómica de los artrópodos en las áreas cultivadas y las barreras rompevientos a lo largo del tiempo, se calculó la similitud entre sitios y fechas por medio del índice de similitud de Jaccard. Con el propósito de analizar la estructura, diversidad y variación temporal de los grupos funcionales que interactuaron durante el período estudiado, se consideraron los siguientes grupos funcionales: fitófagos, depredadores, parasitoides y otros; para lo cual se generaron gráficas a lo largo del tiempo relacionándolas con los disturbios antrópicos en los minifundios (ver Materiales y Métodos general pág. 7).

Para el análisis y una mejor comparación de los gremios de arañas, se tuvo en cuenta la clasificación propuesta por Uetz (1999) y se las separó en cuatro grupos: tejedoras de telas, cazadoras al acecho, vagabundas sobre suelo y vagabundas sobre vegetación y tallos.

Para analizar los patrones de movimiento de las especies entre barreras y áreas cultivadas, se utilizó la clasificación propuesta por Duelli & Obrist (2003), en 5 tipos según su distribución a lo largo de las parcelas estudiadas:

- especies “estenotópicas” (el 100% de los individuos recolectados en barreras)
- especies “dispersantes” (más del 50% del total de individuos recolectados dentro del 20% de la distancia de la barrera)
- especies “ecotono” (especies que se encuentran en la interfase barrera-borde del cultivo),
- especies “culturales” (especies plagas, individuos incrementan con la distancia a la barrera)
- especies “ubicuas” (especies que se pueden encontrar tanto en barreras como en cultivos)

Debido al número de especies encontradas, sólo se analizaron aquellas que representaron hasta el 1% del total de los artrópodos recolectados en cada minifundio. Para poder realizar este estudio, cada minifundio fue dividido en subparcelas teniendo en cuenta la misma cantidad de muestras y según la ubicación de las barreras rompevientos.

En Campo 2, debido a la ubicación intermedia de la barrera, el análisis se realizó en dos direcciones: por un lado, se tomó la parcela barrera (con todas las muestras) en relación con las subparcelas 1A, 2A y 3A (6 puntos de muestreos cada una), ubicadas en la parcela A del minifundio y que se alejaban sucesivamente de la barrera y, por otro, se analizó la misma barrera en relación con las subparcelas 1B, 2B y 3B (6 puntos de muestreos cada una), que pertenecen a la parcela B del minifundio (Fig. 3.2).

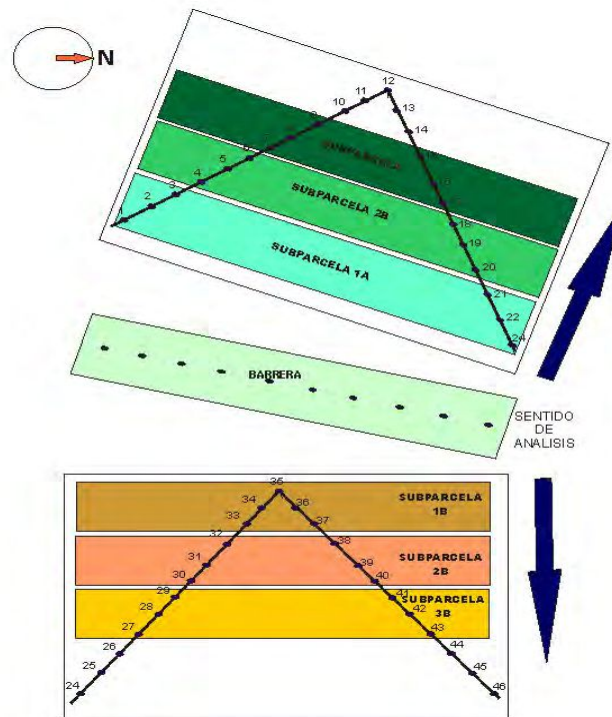


Fig. 3.2 Esquema de análisis de Campo 2.

El Campo 3 también se dividió en subparcelas de dos maneras según la ubicación de la barrera, tomando cada lado de la L por separado (Fig. 3.3). Primero se realizó el análisis de Norte a Sur, teniendo en cuenta el bloque conformado por Barrera A (6 muestras), subparcela 1A, subparcela 2A y subparcela 3A; y el segundo, de Este-Oeste con Barrera B (4 muestras), subparcela 1B, subparcela 2B y subparcela 3B, como se muestra en el siguiente esquema.

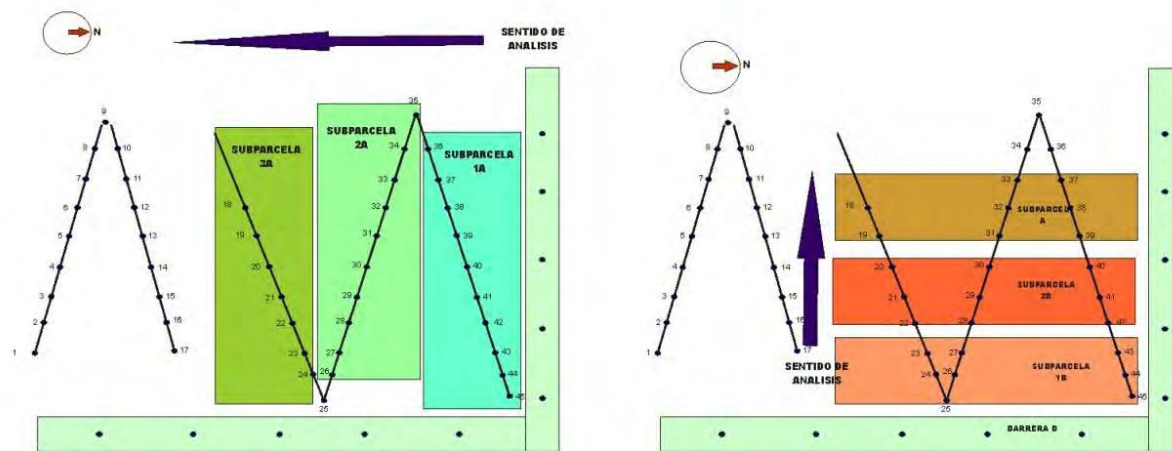


Fig. 3.3 Esquema de análisis de Campo 3.

El minifundio 4 también se subdividió de dos maneras según la ubicación de la barrera, tomando cada lado de la L por separado (Fig. 3.4). El primer análisis fue de Este a Oeste teniendo en cuenta Barrera A (6 muestras), subparcela 1A, subparcela 2A y subparcela 3A; y el segundo, de norte a sur, con Barrera B (4 muestras), subparcela 1B, subparcela 2B y subparcela 3B, como se ve en el siguiente esquema.

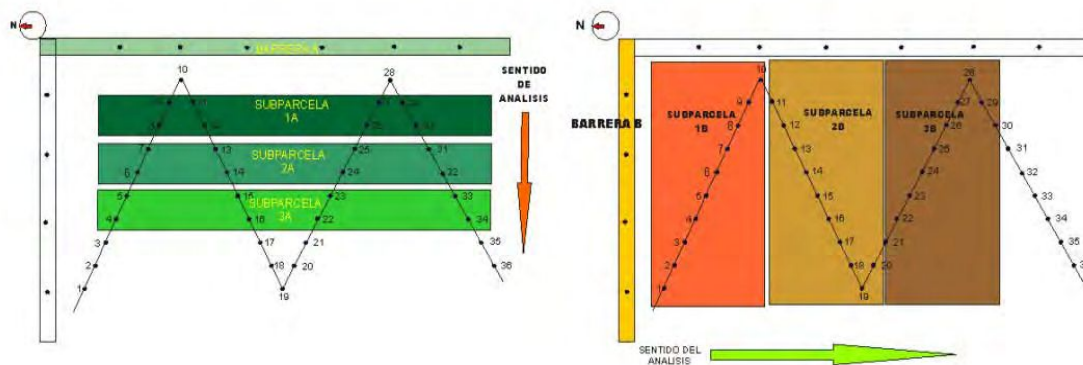


Fig. 3.4 Esquema de análisis de Campo 4.

RESULTADOS

A- COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS Y RIQUEZA DE ESPECIES

Se recolectaron unos 176.445 individuos incluidos inmaduros, distribuidos de la siguiente manera:

TABLA 3.1 Valores de abundancias y riquezas en áreas cultivadas y barreras en los tres minifundios estudiados

	MINIFUNDIO 2		MINIFUNDIO 3		MINIFUNDIO 4	
	AREA CULTIVADA	BARRERA	AREA CULTIVADA	BARRERA	AREA CULTIVADA	BARRERA
ABUNDANCIA	32.230	3.972	12.005	4392	95.786	28.060
RIQUEZA	426	333	350	329	636	591

Al comparar la riqueza de especies por medio de curvas de acumulación de especies por muestras (Fig. 3.5 a, b y c), se observa que a un mismo valor de significación, en los tres casos estudiados, las barreras siempre fueron más diversas que las áreas cultivadas, aun cuando las curvas no llegan a una asíntota, debido a la cantidad de muestras tomadas en las barreras rompevientos.

La figura 3.6 muestra las abundancias jerarquizadas de los órdenes, observándose una marcada diferencia en la composición de los mismos en las áreas cultivadas y en las barreras de los minifundios analizados; posiblemente esto se explica porque los grupos de fitófagos plagas mostraron mayoría numérica en las áreas cultivadas, mientras que, en las barreras, se pudo observar una mezcla proporcional de grupos fitófagos y de enemigos naturales, con la excepción de algún orden que mostró dominancia en las barreras analizadas.

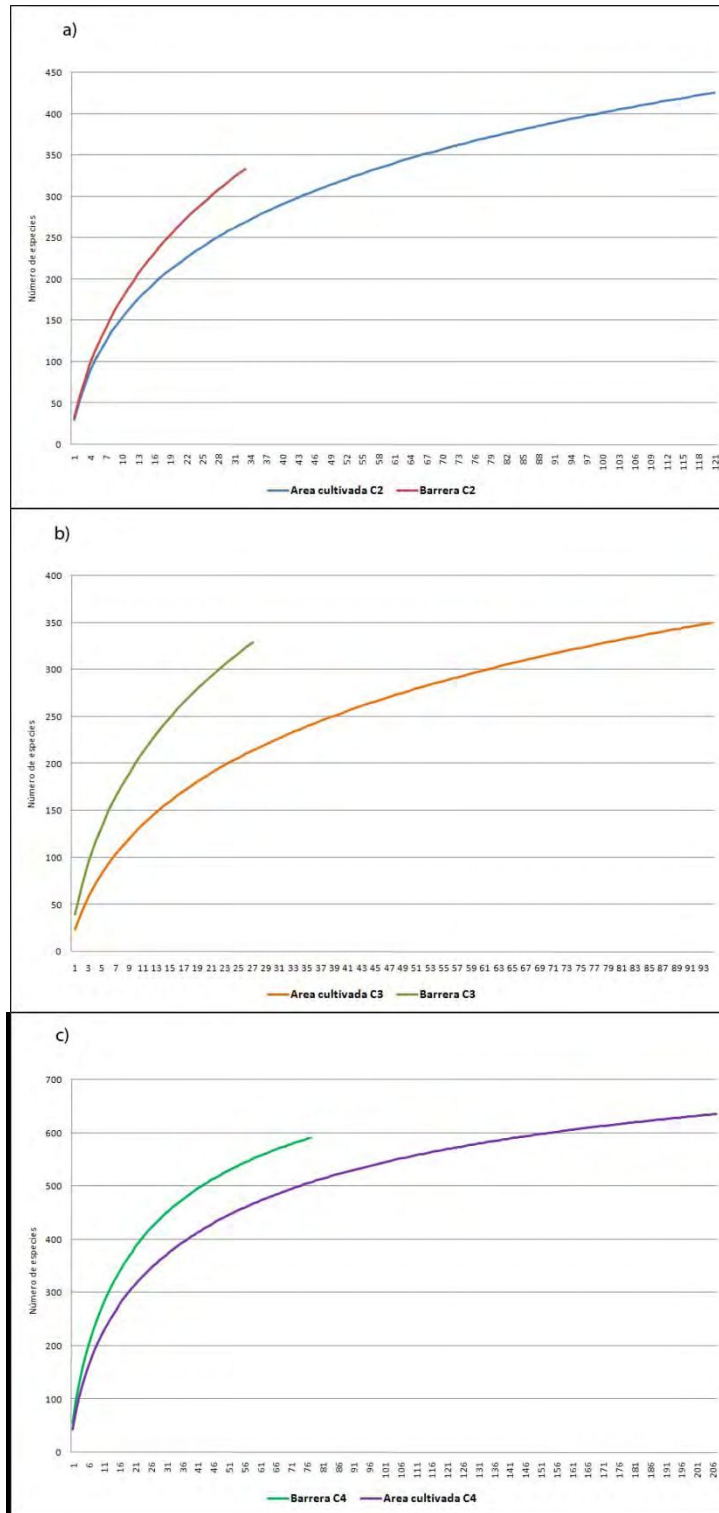


Fig. 3.5 Curvas de acumulación de especies entre barreras y áreas cultivadas: a) Campo 2; b) Campo 3; c) Campo 4.

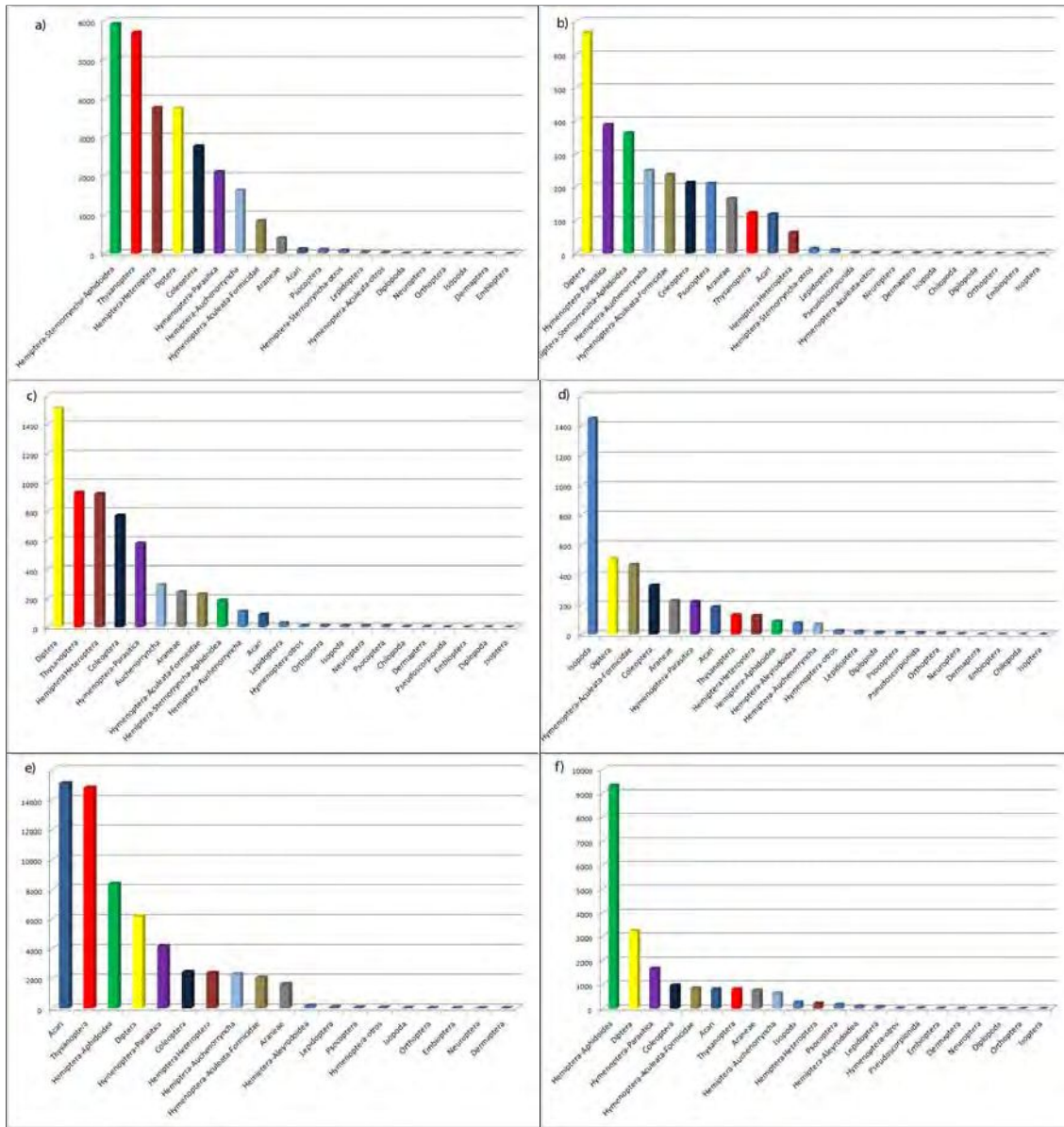


Fig. 3.6 Abundancias jerarquizadas de órdenes en las barreras y áreas cultivadas de cada minifundio: a) área cultivada Campo 2; b) Barrera Campo 2; c) área cultivada Campo 3; d) Barrera Campo 3; e) área cultivada Campo 4; d) barrera Campo 4.

Cuando se analiza la similitud entre áreas cultivadas y barreras con el índice de similitud de Jaccard, se observa que los porcentajes de especies compartidas variaron en cada

minifundio: en C2, compartieron 226 especies (43%), de las cuales 114 fueron raras (menos de 10 individuos registrados); en C3, el número de especies compartidas fue de 202 (44%) con 114 raras; en C4, se compartieron unas 492 (69%), con 205 especies consideradas raras. Estos datos muestran que existió una similitud, de moderada a alta, entre los ensamblajes de artrópodos registrados en las áreas cultivadas y en las barreras de los minifundios estudiados.

Grupos funcionales

Cuando se analizaron los gremios de cada caso de estudio (Fig. 3.8), se observó que los porcentajes de fitófagos variaron en todos ellos: en C2, los fitófagos representaron, en área cultivada, el 73% del total de artrópodos, mientras que en barrera, el 53%. Los depredadores y parasitoides presentaron mayor porcentaje en la barrera que en el área cultivada. En C3, hubo una marcada diferencia de los grupos funcionales de la barrera y del área cultivada (Fig. 3.7) y en C4, los porcentajes fueron los más similares entre sí, aun cuando los fitófagos en barrera (50%) presentaron mayor número.

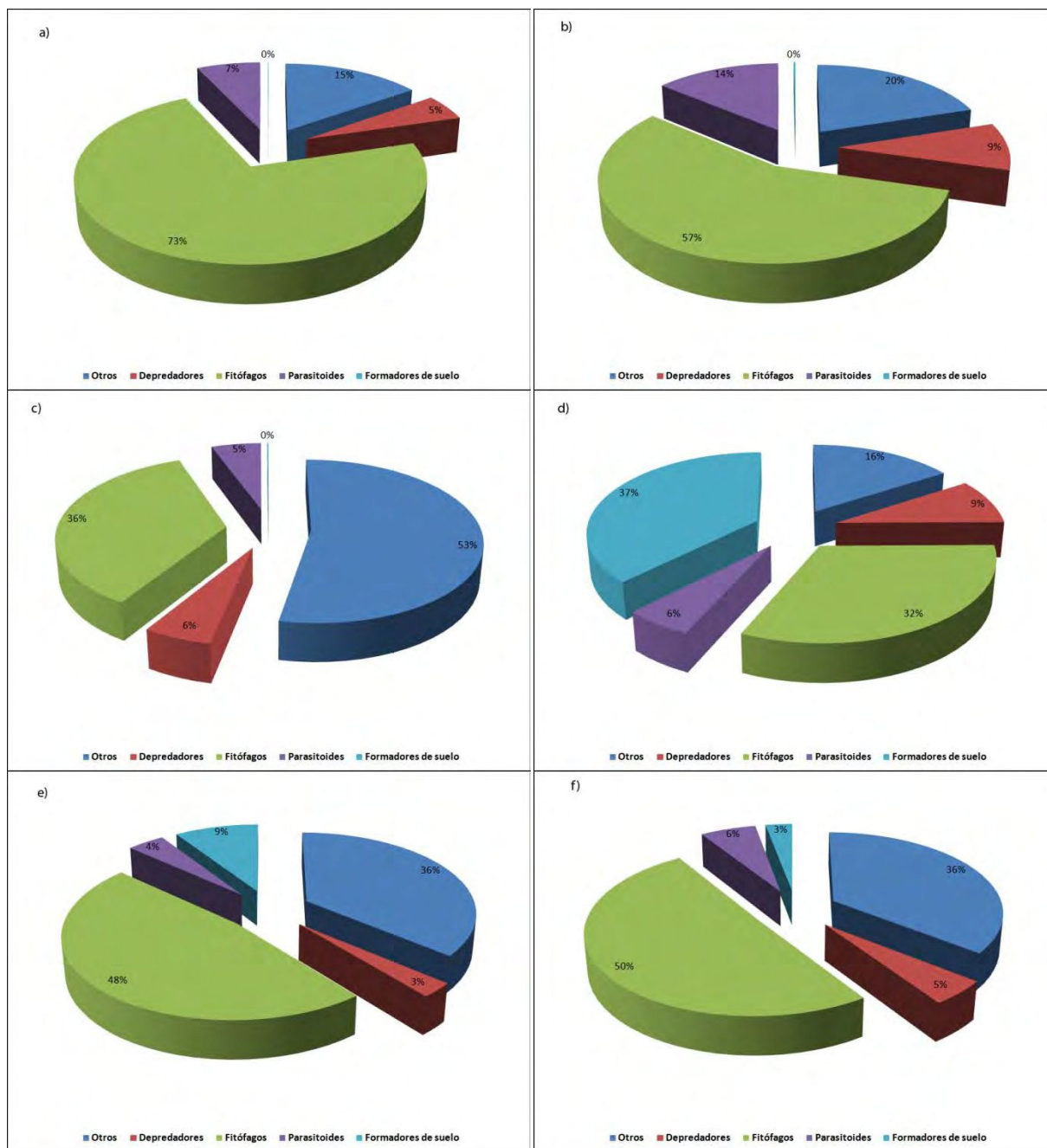


Fig. 3.7 Porcentajes de gremios en áreas cultivadas y barreras.

Variación temporal de la riqueza y similitud de la comunidad de artrópodos y sus grupos funcionales en barreras y áreas cultivadas

Las figuras 3.8, 3.9 y 3.10 muestran la variación temporal de riqueza y los valores de similitud de Jaccard, comparando el área cultivada y la barrera de cada minifundio. Se evidenciaron fluctuaciones en cada caso analizado. Las barreras, en algunos casos particulares, presentaron aumentos de los valores de riqueza cuando hubo disminuciones de los mismos en el área cultivada (coincidiendo con alguna práctica de manejo); se infiere de esto que las perturbaciones provocadas sobre las parcelas cultivadas afectaron directamente a la artropodofauna de las barreras que, en algunos casos, pudieron actuar como refugios (ver más adelante). Los valores de similitud también fluctuaron a lo largo del tiempo y, siguiendo los disturbios en el sistema, no llegaron a compartir más del 30% (ver anexo capítulo 3).

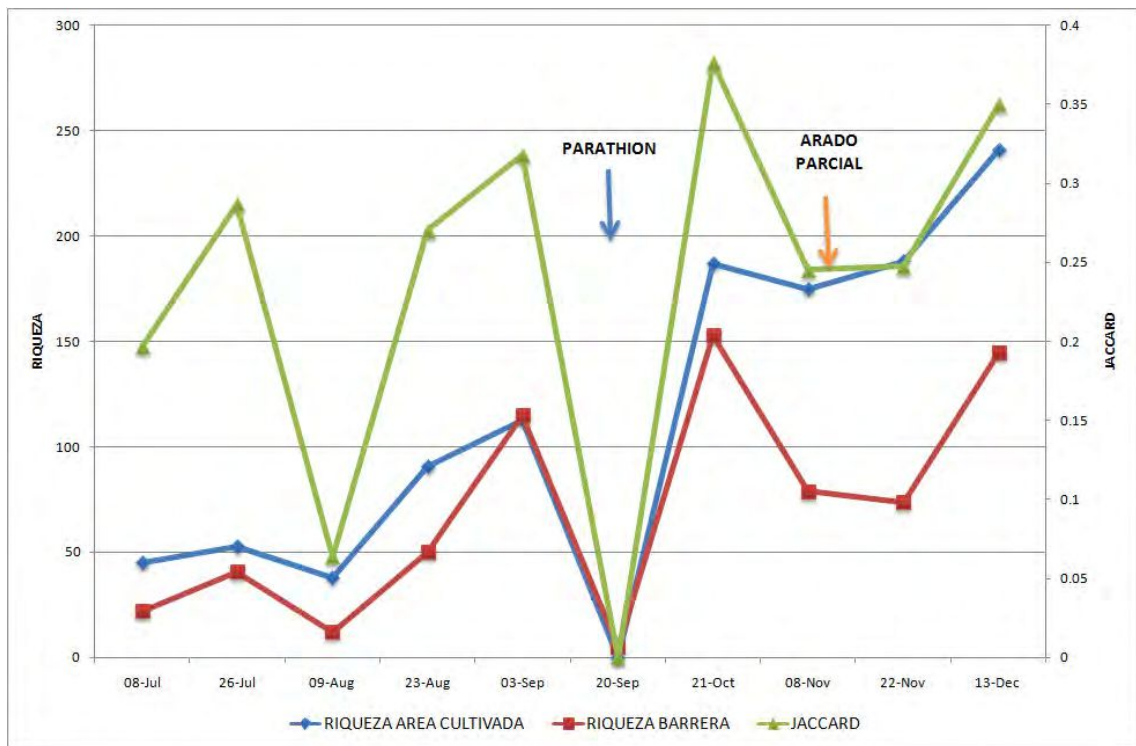


Fig. 3.8 Variación de riqueza y similitud en barrera y área cultivada Campo 2.

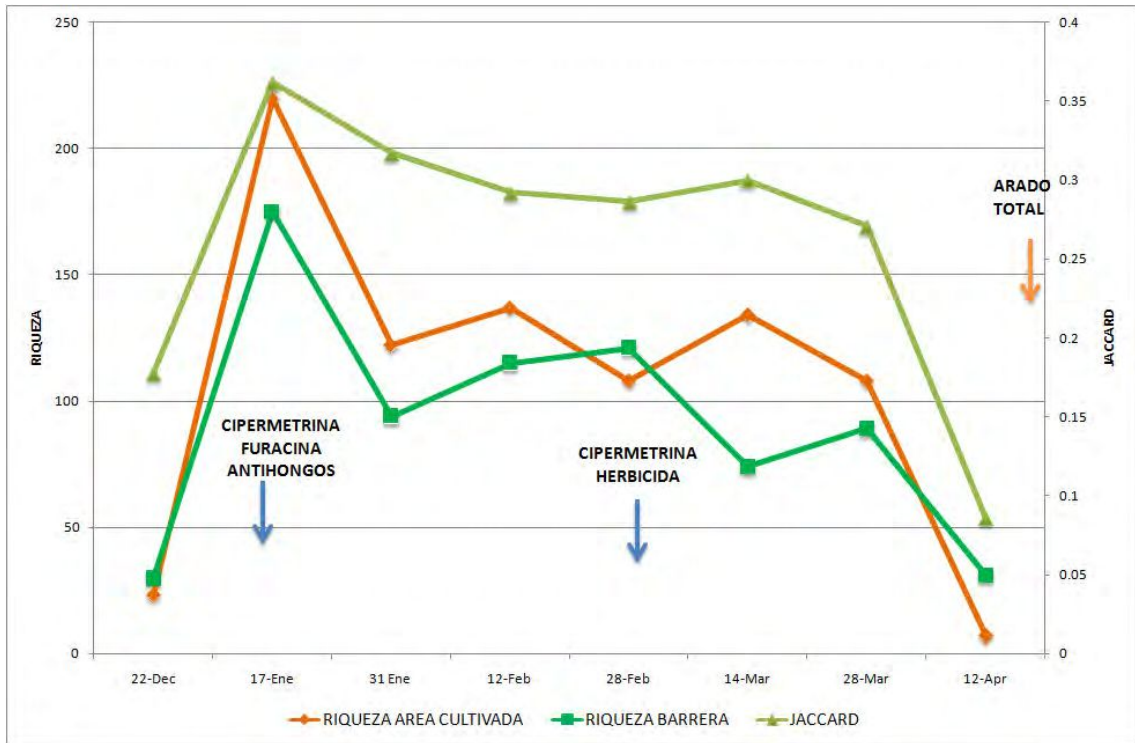


Fig. 3.9 Variación de riqueza y similitud en barrera y área cultivada Campo 3.

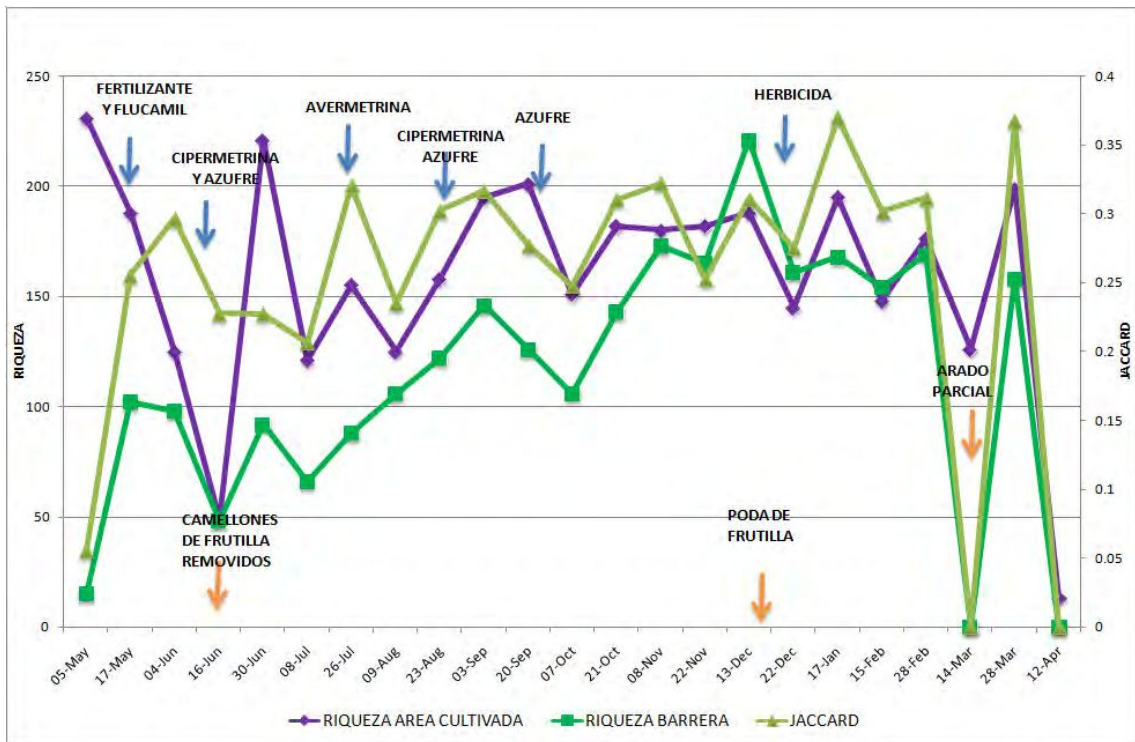


Fig. 3.10 Variación de riqueza y similitud en barrera y área cultivada Campo 4.

Con respecto a la variación de los grupos funcionales a lo largo del tiempo, se observó que los mismos variaron a lo largo de los muestreos y sus fluctuaciones estuvieron relacionadas con las prácticas de manejo de los productores. Las figuras 3.11 a y b, 3.12 a y b, y 3.13 a y b muestran las fluctuaciones de los grupos funcionales: en los tres casos de áreas cultivadas, se observa que los depredadores y los parasitoides se encuentran muy por debajo de los fitófagos, especialmente en C4.

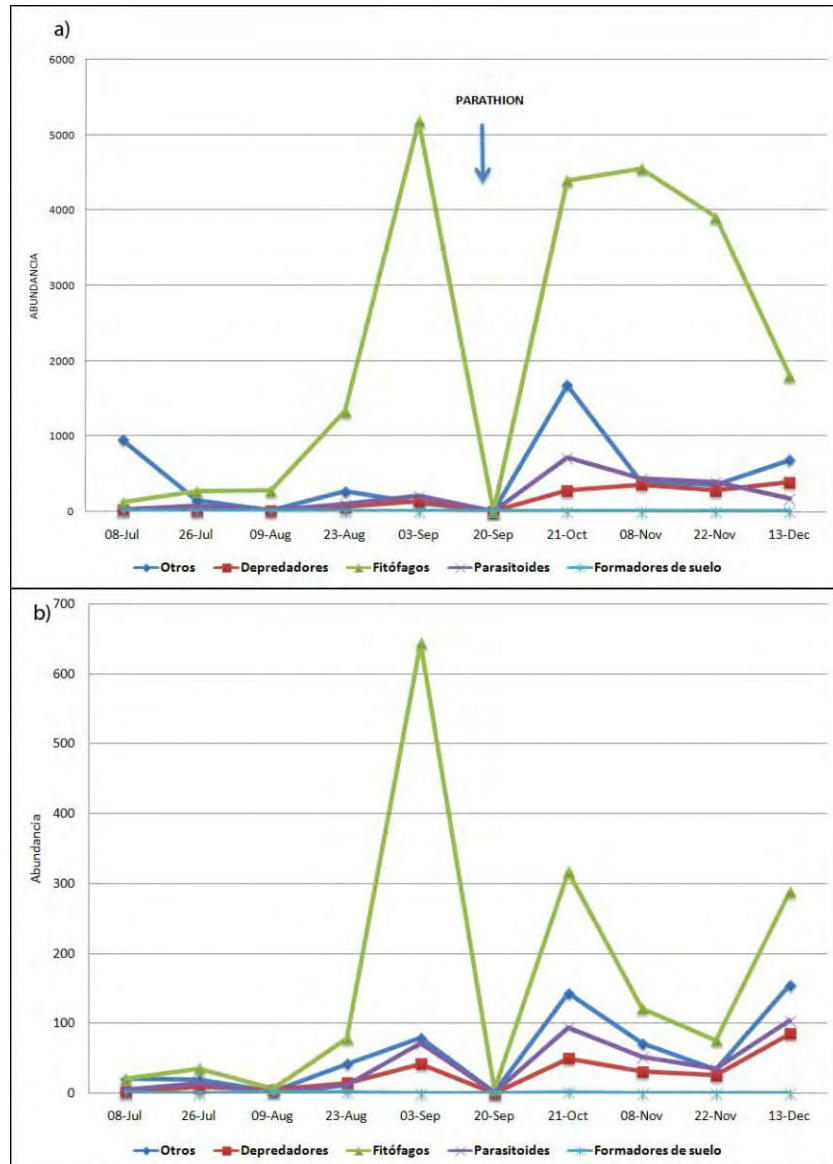


Fig. 3.11 Variación de gemios en Campo 2: a) área cultivada; b) barrera.

En la barrera del C2, se observó un número bajo de individuos de todos los gremios estudiados; luego del 20 de septiembre se advirtió recién una recuperación de los enemigos naturales. Al analizar por separado la variación de los fitófagos y depredadores entre el área cultivada y la barrera, en relación con la aplicación de plaguicida, no se evidencia, en general, que la barrera haya actuado como refugio de los mismos. Con respecto a la barrera de C3 (Fig. 3.7), los gremios mostraron un comportamiento muy distinto de los otros casos, observándose un comportamiento particular de los formadores de suelo. En febrero, un aumento de los gremios de fitófagos y depredadores en la barrera, coincidió con su disminución en el área cultivada. En el análisis por separado de la variación de los fitófagos y depredadores entre el área cultivada y la barrera, se observó que ésta última actuó como refugio luego de la aplicación de cipermetrina y herbicida, solamente para el orden Araneae (ver más adelante en Fig. 3.11); el aumento del gremio de fitófagos en la barrera estuvo dado principalmente por especies fitófagas (estenotópicas) que aparecen en muy bajo número en las áreas cultivadas.

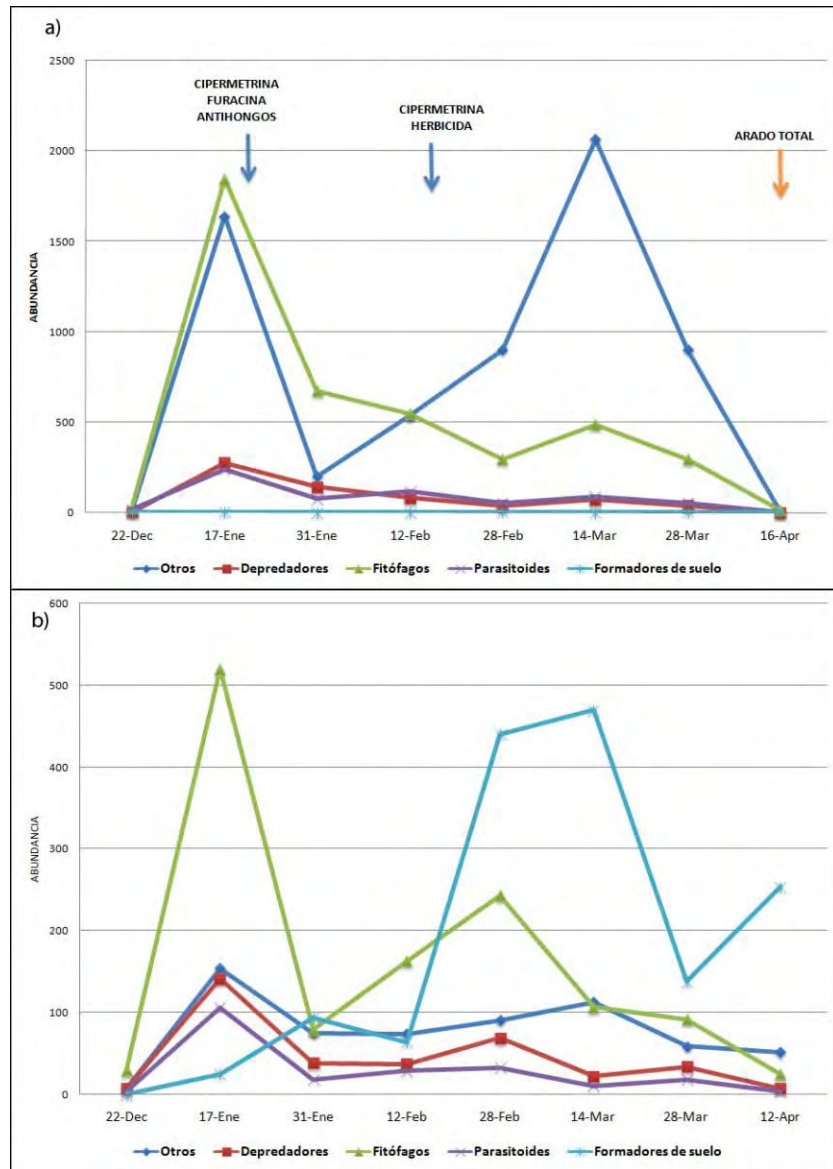


Fig. 3.12 Variación de gemios en Campo 3: a) área cultivada; b) barrera.

En C4, la barrera se comportó de manera diferente que en los otros dos casos ya que, en septiembre, actuó como refugio para los fitófagos (principalmente *Myzus persicae*, Fig. 3.13 c) luego de la aplicación de Vertimec en una de las parcelas cultivadas. En ese momento, la barrera pudo haber actuado como refugio y área de cría para esta especie que, posteriormente, recolonizó los lotes. A diferencia de los otros casos, tanto los parasitoides y depredadores de la

barrera se presentaron con abundancia reducida, posiblemente debido al manejo aplicado, que produjo una marcada reducción de su estrato herbáceo al final de este estudio (Fig. 3.9 a y b).

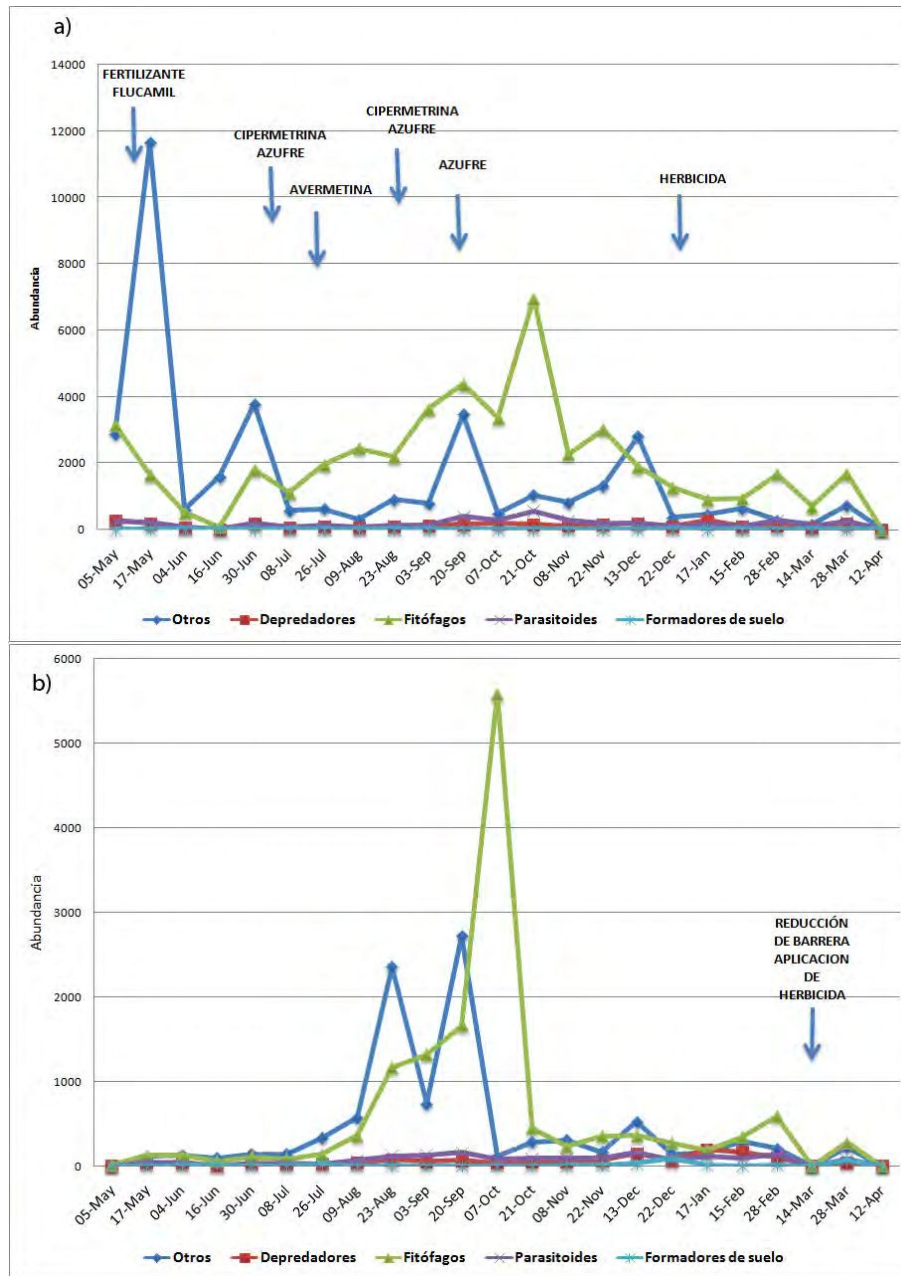


Fig. 3.13 Variación de gemios en Campo 4: a) área cultivada; b) barrera.

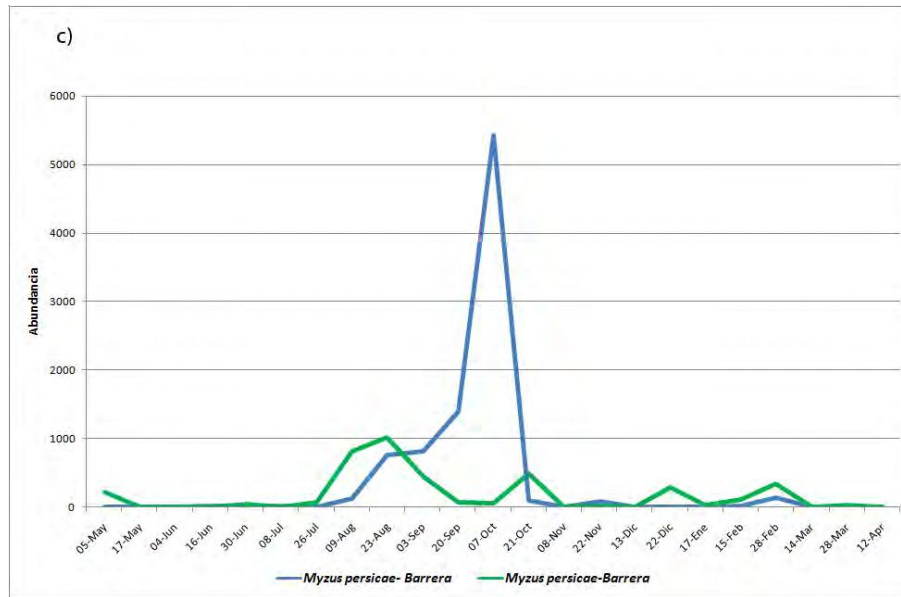


Fig. 3.13 c Comparación de la variación de *Myzus persicae* en barrera y área cultivada de Campo 4.

Variación temporal de la riqueza y similitud de la comunidad de Araneae y sus gremios en barreras y áreas cultivadas

Se recolectaron un total de 3.386 arañas, distribuidas en 22 familias y 142 morfoespecies. Al considerar las curvas de acumulación de especies por muestras para cada minifundio, se observó que, en un mismo nivel de significación, las barreras rompevientos mostraron una mayor riqueza de especies que las áreas cultivadas (Fig. 3.14 a,b y c).

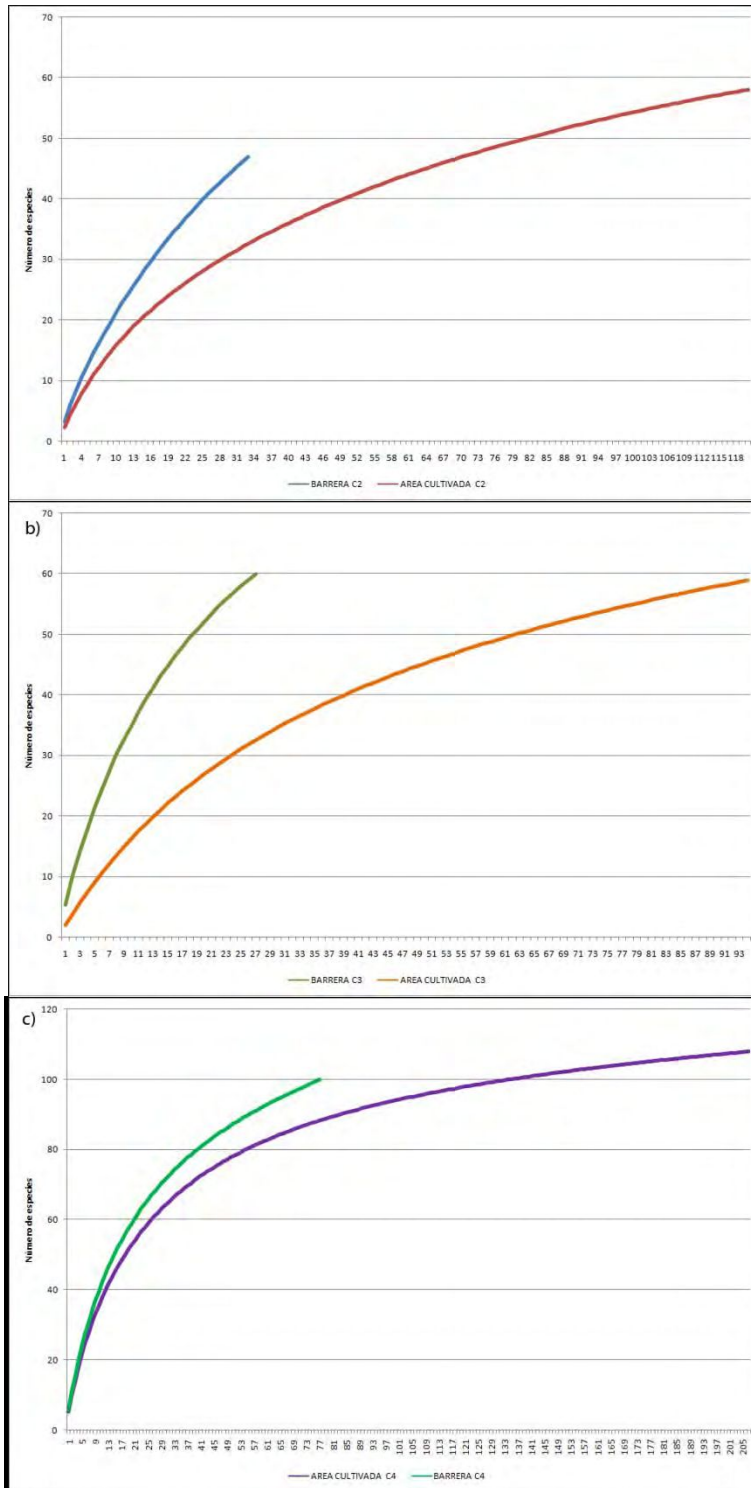


Fig. 3.14 Curvas de acumulación de especies de arañas entre barreras y áreas cultivadas: a) Campo 2; b) Campo 3; c) Campo 4.

Cuando se analiza la variación temporal de los gremios de arañas de cada minifundio, se observa que hubo cambios en su composición a lo largo del tiempo, posiblemente relacionados no sólo con la aplicación de algún agroquímico, sino también con la variación y fenología de los cultivos. Cuando se compara el área cultivada y la barrera de C2 (Fig. 3.15), se observa que las fluctuaciones de los gremios se vieron muy afectadas por la aplicación del insecticida, tanto en la barrera como en AC, en las que se observó un aumento de tejedoras de telas hacia el final de los muestreos.

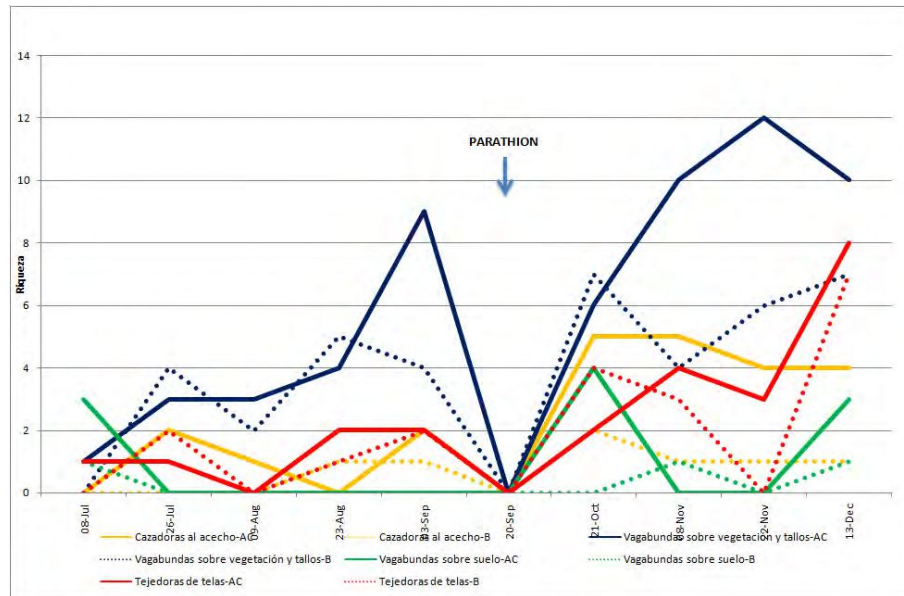


Fig. 3.15 Variación de gremios de arañas en barrera y área cultivada Campo 2.

En el área cultivada C3, los gremios en cada caso fueron distintos y se advirtieron marcadas fluctuaciones (Fig. 3.16). En el área cultivada hubo un predominio, al comienzo del muestreo, de las tejedoras de telas, mientras que, al final, prácticamente el 100% de las arañas fueron las vagabundas sobre suelo. En barrera, también se observó un cambio en la composición de los gremios desde diciembre a abril, y las vagabundas sobre tallos y vegetación aumentaron cuando descendieron en área cultivada, por lo que se puede inferir que hubo migraciones entre los dos ambientes analizados.

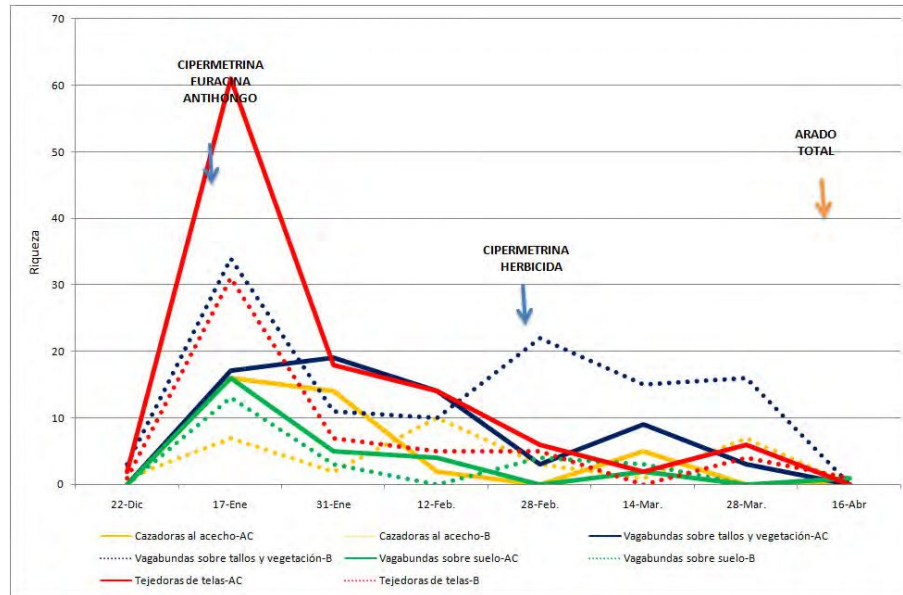


Fig. 3.16 Variación de gremios de arañas en barrera y área cultivada en Campo 3.

En el área cultivada C4, si bien hubo variación de los gremios a lo largo del tiempo, hubo también un predominio general de las tejedoras de telas, seguidas por las vagabundas sobre tallos y vegetación, explicable posiblemente por la estabilidad de los cultivos de frutilla y el aumento de heterogeneidad interna que tuvo el minifundio con épocas de barbecho y malezas; el gremio de las arañas vagabundas sobre suelo mostraron incrementos de abundancia en la barrera cuando disminuyeron en las áreas cultivadas, por el manejo del productor (Fig. 3.17). La aplicación de herbicida en la barrera produjo una disminución numérica de todos los gremios analizados.

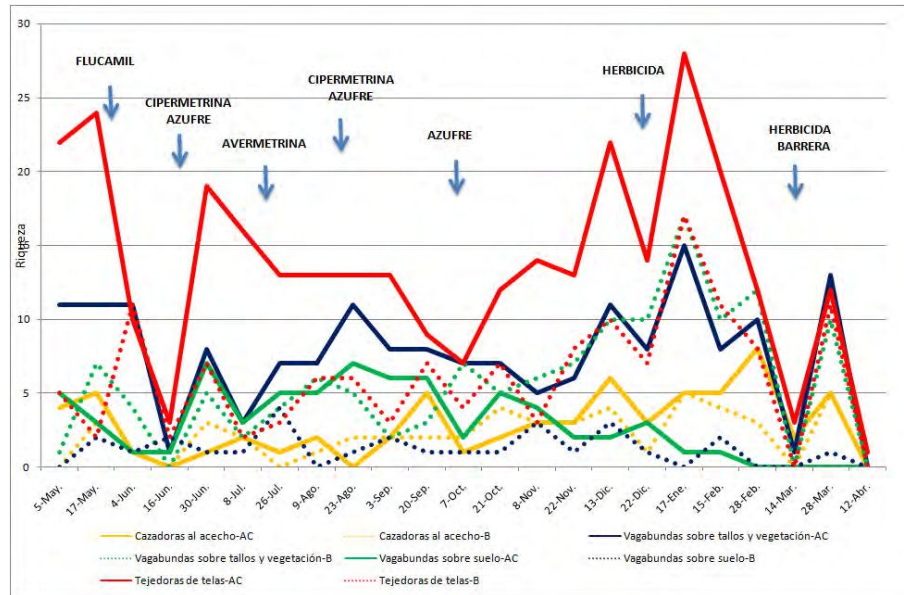


Fig. 3.17 Variación de gremios de arañas en barrera y área cultivada en Campo 4.

Variación temporal de la riqueza y similitud de la comunidad de Heteropetra y sus gremios en barreras y áreas cultivadas

Para el análisis de los heterópteros, se tuvieron en cuenta un total de 7.455 chinches de 12 familias y 79 morfoespecies. Las Fig. 3.18 a, b y c muestran las curvas de acumulación de especies por muestras para cada barrera y área cultivada de los tres minifundios. Cabe destacar que para el minifundio 4, en el mismo nivel de significación, el área cultivada mostró una mayor riqueza de especies que la barrera, explicable por la propia biología del grupo y por las técnicas de recolección empleadas.

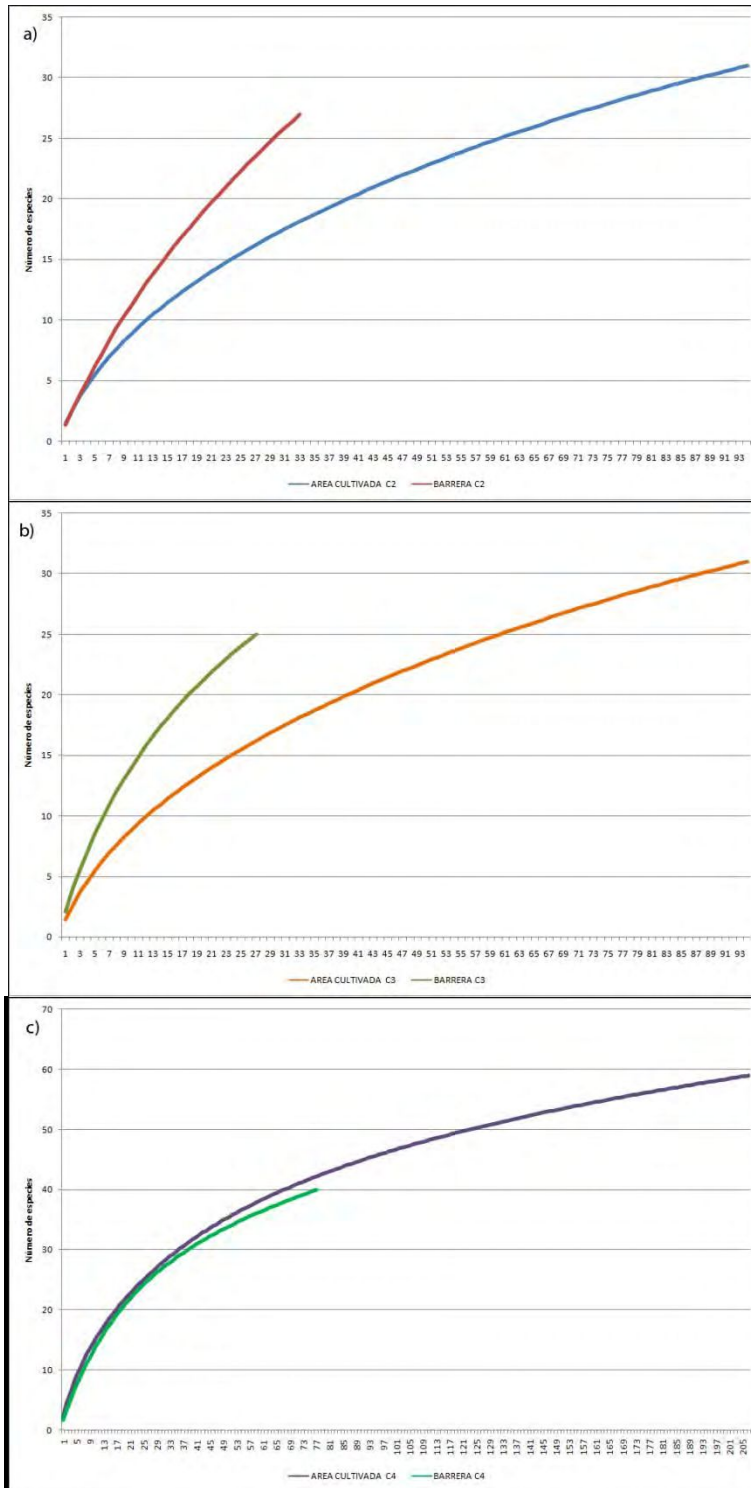


Fig. 3.18 Curvas de acumulación de especies de Heteroptera en barreras y áreas cultivadas: a) Campo 2; b) Campo 3; c) Campo 4.

Cuando se analizaron los heterópteros por gremios, se notó que en todos los casos los fitófagos presentaron mayor porcentaje que los depredadores; pero, al analizar en forma particular cada caso de cada minifundio, siempre los depredadores mostraron porcentajes superiores en las barreras que en las áreas cultivadas (Fig. 3.19).

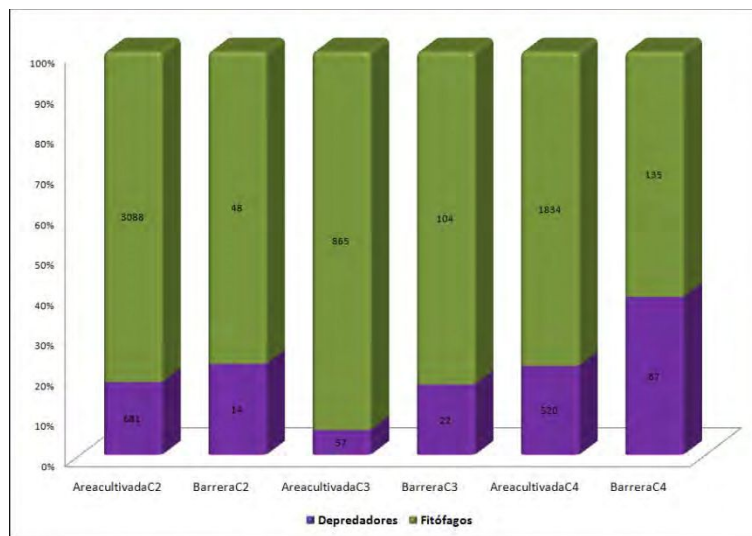


Fig. 3.19 Comparación de Heteroptera fitófagos y depredadores en barreras y áreas cultivadas.

Cuando se analizan las familias de chinches presentes en cada caso, se observa que, en las áreas cultivadas, hubo un predominio de Miridae, mientras que las barreras presentaron más homogeneidad en la composición de familias, siendo las más ricas Miridae, Tingidae, Lygaeidae y Anthocoridae (Fig. 3.20).

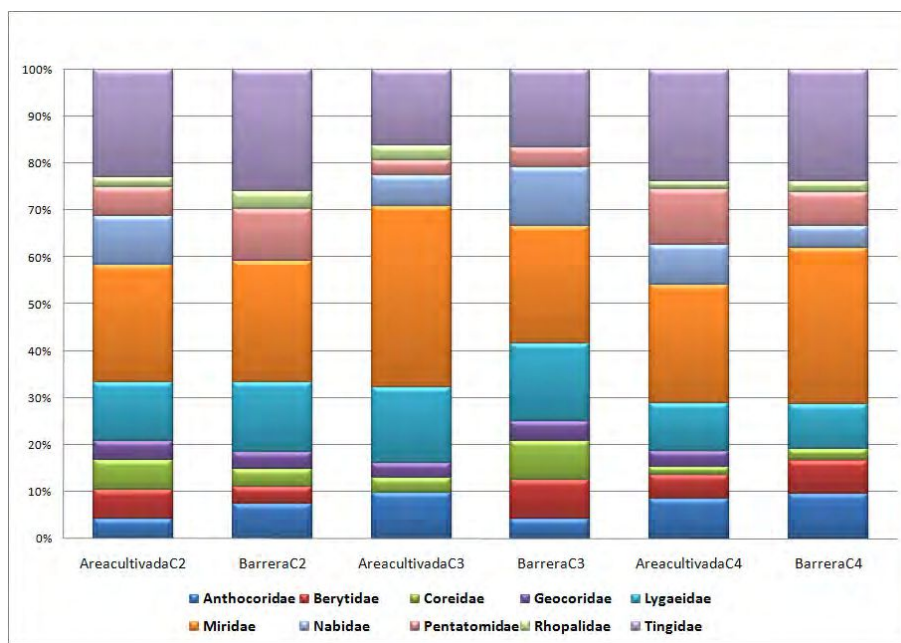


Fig. 3.20 Familias de Heteroptera en barreras y áreas cultivadas.

Las figuras 3.21 a, b; 3.22 a y b y 3.23 a y b muestran la variación temporal de chinches fitófagas vs. depredadoras entre área cultivada y barrera. Aquí se pudo comprobar que los gremios de heterópteros mostraron fluctuaciones diferenciales entre las áreas cultivadas y las barreras rompevientos; en C3, la barrera pudo haber actuado como refugio luego de la aplicación de cipermetrina a fines de febrero, debido al incremento de la abundancia de chinches fitófagas en ella. En los tres casos, los picos de chinches fitófagas en las áreas cultivadas, en los meses de primavera y verano, fue producida principalmente por *Nysius* sp. (Lygaeidae). Sólo en C2 y en C4 se observó los depredadores acompañaron levemente estos incrementos, y las principales especies depredadoras fueron: *Geocoris* sp. (Geocoridae), *Orius insidiosus* (Anthocoridae) y *Jaysus sobrinus* (Berytidae). En C3, prácticamente no se registró un importante número de depredadores, siendo la especie más abundante *O. insidiosus*.

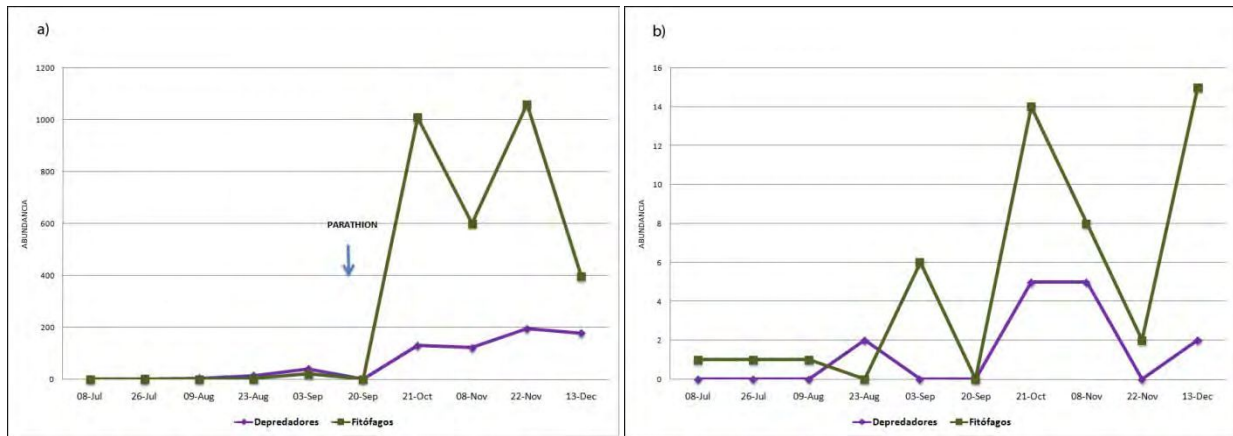


Fig. 3.21 Variaciones de chinches depredadoras y fitófagas en Campo 2: a) área cultivada; b) barrera.

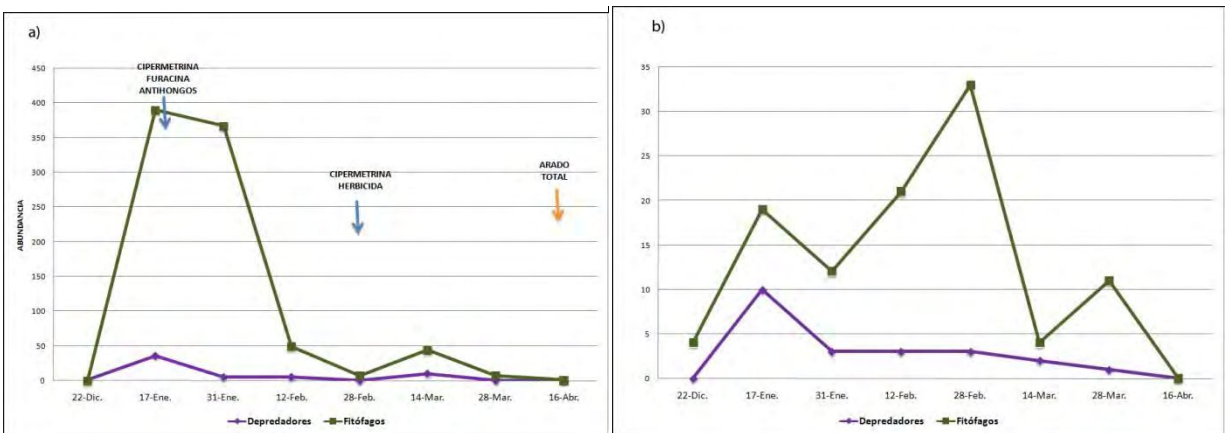


Fig. 3.22 Variaciones de chinches depredadoras y fitófagas en Campo 3: a) área cultivada; b) barrera.

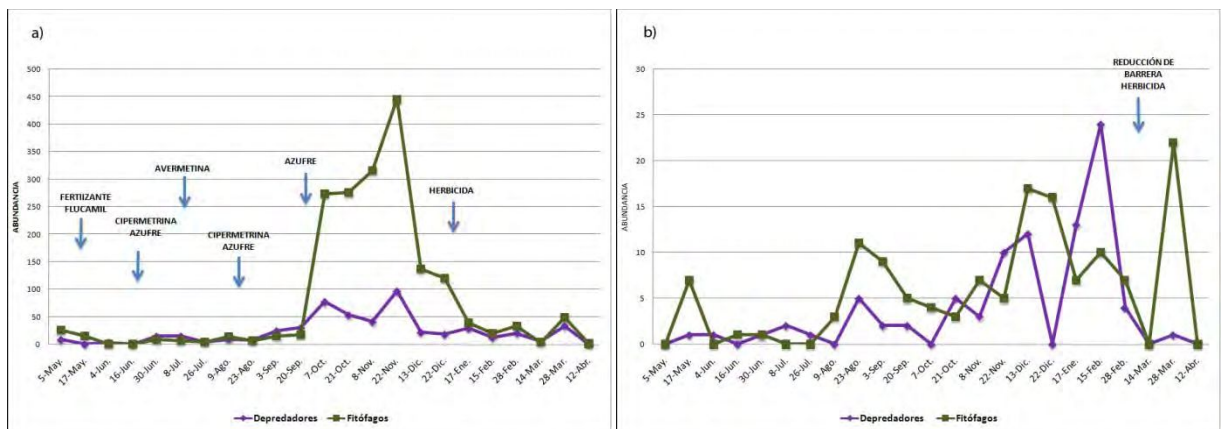


Fig. 3.23 Variaciones de chinches depredadoras y fitófagas en Campo 4: a) área cultivada; b) barrera.

B- Patrones de movimiento de artrópodos en áreas cultivadas y barreras

Cuando se analizan los patrones de movimiento de artrópodos en las barreras y en el área cultivada, se observa una situación particular en cada minifundio.

- ✓ En C2, el 63,11% fueron especies raras (menos de 10 individuos); de las comunes, el 20% fueron estenotópicas con no más de 10 individuos registrados de cada una de estas especies. Incluyendo las especies raras, la barrera compartió un 43% de especies con las áreas cultivadas, con un 37% de especies culturales. La tabla 3.2 muestra los resultados de patrón de distribución de las especies más importantes del minifundio 2.

TABLA 3.2 Resultados de los patrones de movimiento de las especies más importantes del minifundio 2. Estenotópicas: especies sólo de barreras; Dispersantes: más del 50% del total de individuos recolectados dentro del 20% de la distancia de la barrera; Ecotono: especies de interfase barrera-borde del cultivo; Culturales: especies plagas; Ubicuas: especies que se encuentran tanto en barreras como en cultivos.

MINIFUNDIO 2			PATRON DE MOVIMIENTO	
PORCENTAJE QUE REPRESENTAN DEL TOTAL	MORFO	FAMILIA	O-E	NO-SE
19%	<i>Myzus persicae</i>	Aphididae	DISPERSANTE	DISPERSANTE
10%	<i>Thrips sp.</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
9%	<i>Nysius sp.</i>	Lygaeidae	CULTURAL	CULTURAL
7%	Dipt M68	Cloropidae	CULTURAL	CULTURAL
6%	<i>Caliothrips phaseoli</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
2%	<i>Epitrix argentinensis</i>	Chrysomelidae	CULTURAL	ECOTONO
2%	Coleo M71	Chrysomelidae	CULTURAL	CULTURAL
2%	<i>Thrips sp.</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
2%	Chicha M2	Cicadellidae	CULTURAL	CULTURAL
1%	<i>Geocoris sp.</i>	Geocoridae	CULTURAL	CULTURAL
2%	Coleo M10	Lathrididae	DISPERSANTE	UBICUA
1%	<i>Aphis gossypii</i>	Aphididae	DISPERSANTE	DISPERSANTE
1%	Coleo M16	Chrysomelidae	ECOTONO	CULTURAL
2%	Hor M6	Formicidae	UBICUA	UBICUA
2%	Micro M7	Braconidae	UBICUA	UBICUA

Se puede observar que dos especies de Aphididae, *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*, en las dos direcciones del análisis fueron dispersantes, lo que nos indicaría que, para ellas, la barrera actuó como refugio y las siete especies culturales corresponden a especies fitófagas plagas típicas de los cultivos analizados. El crysomelido *Epitrix argentinensis* fue cultural en la parcela A, mientras que fue ecotono en la parcela B, tanto por el tipo de cultivos de cada una de ellas, como por el manejo realizado por el productor. La especie de coleóptero M10 (Lathrididae) fue dispersante en el análisis de las parcelas A y ubicua en la B; esto se explica porque es una especie que se alimenta principalmente de hongos, y porque la parcela A se caracterizaba por poseer muy baja humedad y por ser constantemente arada, contrariamente a lo que ocurrió en la parcela B.

- ✓ En C3, de un total de 460 especies, 130 fueron estenotópicas (28%), de las cuales 15 especies fueron abundantes, presentando más de 10 individuos y superándolos marcadamente en algunos casos (principalmente formícidos, isópodos y diplópodos); el 73% de las especies fueron consideradas raras por no superar más de 10 individuos. La tabla 3.3 muestra los resultados de patrones de movimiento de las especies más importantes del minifundio 3.

TABLA 3.3 Resultados de los patrones de movimiento de las especies más importantes del minifundio 3. Estenotópicas: especies sólo de barreras; Dispersantes: más del 50% del total de individuos recolectados dentro del 20% de la distancia de la barrera; Ecotono: especies de interfase barrera-borde del cultivo; Culturales: especies plagas; Ubicuas: especies que se encuentran tanto en barreras como en cultivos.

MINIFUNDIO 3			PATRON DE MOVIMIENTO	
PORCENTAJE QUE REPRESENTAN DEL TOTAL	MORFO	FAMILIA	N-S	E-O
8%	<i>Nysius sp.</i>	Lygaeidae	CULTURAL	CULTURAL
5%	<i>Caliothrips phaseoli</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
3%	<i>Heliethrips sp</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
2%	Dipt M16	Chloropidae	CULTURAL	CULTURAL
1%	Chicha M2	Cicadellidae	CULTURAL	CULTURAL
1%	Coleo M123	Staphylinidae	CULTURAL	ECOTONO
1%	<i>Thrips sp.</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
1%	<i>Myzus persicae</i>	Aphididae	CULTURAL	CULTURAL
1%	Dipt M60	Agromyzidae	CULTURAL	CULTURAL
3%	Dipt M1	Muscidae	DISPERSANTE	CULTURAL
2%	Dipt M22	Cecydomidae	DISPERSANTE	CULTURAL
1%	Hor M4	Formicidae	DISPERSANTE	DISPERSANTE
1%	AC M9	Oribatidae	DISPERSANTE	DISPERSANTE
1%	Hor M7	Formicidae	DISPERSANTE	DISPERSANTE
1%	Dipt M5	Phoridae	DISPERSANTE	UBICUA
2%	Dipt M18	Sciaridae	ECOTONO	CULTURAL
9%	<i>Armadillidium vulgare</i>	Isopoda	ESTENOTÓPICA	ESTENOTÓPICA
5%	Isop M1	Isopoda	ESTENOTÓPICA	ESTENOTÓPICA
1%	Isop M3	Isopoda	ESTENOTÓPICA	ESTENOTÓPICA
1%	<i>Bemisia tabaci</i>	Aleyrodidae	UBICUA	UBICUA

De las especies analizadas, tres, que representan el 15% del total de los artrópodos, fueron especies estenotópicas y pertenecen al orden Isopoda; sólo una especie *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae) fue ubicua. De las 15 especies, ocho fueron culturales en las dos direcciones del análisis y todas correspondieron a plagas típicas de cultivos. Las M1, M5 y M22 de dípteros en la parcela A son dispersantes, mientras que en la B la M1 y M22 son culturales y la M5, ubicua. Esta diferenciación en la clasificación podría explicarse, por un lado, por los tipos de cultivos de

cada parcela y, por otro, por la aplicación de agroquímicos realizados por el productor. Las tres especies que fueron dispersantes en las dos direcciones de análisis son las dos morfoespecies de hormigas y el ácaro M9, mostrando así que las barreras actuaron como refugio de estas especies cuando hubo alteraciones en el área cultivada.

- ✓ En C4, 90 especies de las 713 (12%) fueron estenotópicas, de las cuales sólo ocho no fueron consideradas raras. En el minifundio se registraron 352 especies raras que representaron casi el 50% del total de los artrópodos. Los resultados del análisis de patrón de movimiento se muestran en la tabla 3.4.

TABLA 3.4 Resultados de los patrones de movimiento de las especies más importantes del minifundio 4. Estenotópicas: especies sólo de barreras; Dispersantes: más del 50% del total de individuos recolectados dentro del 20% de la distancia de la barrera; Ecotono: especies de interfase barrera-borde del cultivo; Culturales: especies plagas; Ubicuas: especies que se encuentran tanto en barreras como en cultivos.

MINIFUNDIO 4			PATRON DE MOVIMIENTO	
PORCENTAJE QUE REPRESENTAN DEL TOTAL	MORFO	FAMILIA	E-O	N-S
14%	<i>Caliothrips phaseoli</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
12%	Ac M9	Oribatidae	CULTURAL	CULTURAL
5%	<i>Tetranychus urticae</i>	Tetranychidae	CULTURAL	CULTURAL
4%	<i>Aphis gossypii</i>	Aphididae	CULTURAL	CULTURAL
1.60%	<i>Tetranychus sp.</i>	Tetranychidae	CULTURAL	UBICUA
1.60%	<i>Heliethrips sp.</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
1.60%	<i>Nysius sp.</i>	Lygaeidae	CULTURAL	CULTURAL
1.30%	<i>Thrips sp.</i>	Thripidae	CULTURAL	CULTURAL
1.00%	Pulgón M2	Aphididae	CULTURAL	CULTURAL
16%	<i>Myzus persicae</i>	Aphididae	DISPERSANTE	CULTURAL
1.30%	Dipt M18	Sciaridae	ECOTONO	ECOTONO
1%	Hor M5	Formicidae	ECOTONO	UBICUA
1.70%	Coleo M10	Lathriididae	UBICUA	UBICUA
1.30%	Dipt M12	Drosophilidae	UBICUA	DISPERSANTE
1%	Dipt M1	Muscidae	UBICUA	UBICUA

Del total de las especies analizadas, ocho especies fueron culturales en las dos direcciones de análisis. La especie *Myzus persicae* se comportó de manera diferente en los dos análisis, en el primero (E-O), se registró como dispersante; mientras que en el segundo (N-S), como cultural; posiblemente aquí la barrera actuó como un refugio en los momentos en que se produjeron disturbios en el área cultivada; incluso se comprobó que la migración hacia la barrera se debió a la dirección de la aplicación del insecticida. El ácaro *Tetranychus urticae* también mostró diferencias según la dirección del análisis: de E-O, se comportó como una especie cultural, mientras que de N-S, como ubicua; este comportamiento se explicaría porque, en dirección E-O, los bloques analizados incluían muestras de cultivo de frutilla, próximas a la barrera; mientras que en dirección N-S las mismas estaban alejadas de ella.

DISCUSIÓN

La diversidad de hábitats es uno de los ítems más importantes en la agroecología, debido a que la estructura del ecosistema puede contribuir al mantenimiento de especies de enemigos naturales que son, a menudo, más afectadas por el control químico que los otros gremios. Los enemigos naturales, especialmente los artrópodos, son muy afectados por las prácticas agrícolas y necesitan de la diversidad de estructuras encontradas en un ambiente heterogéneo para poder prosperar (Vaughan, 1998). Históricamente se ha reconocido que la persistencia de plagas y de los enemigos naturales en agroecosistemas se relaciona con la disponibilidad espacial y temporal de hábitat, así como de hospederos alternativos a los cultivos (Altieri & Nicholls, 2000). En general todos los cultivos temporales tienen una baja diversidad de artrópodos por el frecuente laboreo y las aplicaciones de plaguicidas lo que lleva a que los artrópodos, enemigos naturales, deban recolonizar el cultivo y, por ello, no hay tiempo para que se establezca una comunidad más diversa (Alomar & Albajes, 2005).

Ha sido demostrado que factores tales como la diversidad de hábitat o la distribución de hábitats naturales en el paisaje agrícola en mosaico, pueden aumentar ampliamente la diversidad, la abundancia y el impacto de los enemigos naturales en los agroecosistemas (Tscharntke *et al.*, 2005). Los agroecosistemas son ambientes hostiles para muchos enemigos naturales, ya que son ambientes efímeros afectados frecuente e intensamente por disturbios (Marino & Landis, 2000). Como consecuencia, las tierras arables dependen de la colonización de los enemigos naturales provenientes desde otros hábitats en la estación temprana o después de los disturbios (Wissinger, 1997).

Varios autores (Lewis, 1969; Bowden & Dean, 1977; Dennis & Fry, 1992), concluyen en sus trabajos que las barreras rompevientos o la vegetación natural circundante presentan valores mayores de diversidad que las áreas cultivadas que rodean, y las curvas de acumulación de especies aquí obtenidas refuerzan esta idea, ya que en todas- salvo el complejo de chinches del minifundio 4-, al mismo nivel de significación, las barreras rompevientos fueron más diversas que en sus respectivas áreas cultivadas.

Según el concepto de heterogeneidad estructural en un agroecosistema (Altieri, 1999), los campos cultivados con diseños que representan una mayor heterogeneidad estructural, muestran una mayor diversidad de fauna, y esto ha sido comprobado en los análisis realizados en los minifundios estudiados. Así, el minifundio 4, no sólo mostró mayor heterogeneidad en la vegetación de su barrera, sino también heterogeneidad interna en las áreas cultivadas y en barbecho, lo que se reflejó en una elevada diversidad de artrópodos (ver también Capítulo 1). Esta situación puede explicarse porque el ambiente estuvo representado por plantas de diferente arquitectura y mayor estabilidad de uno de los cultivos (frutilla bianual) y por zonas en barbecho, a pesar de los disturbios que se registraron, los que parecieron haber sido "amortiguados" por la heterogeneidad del minifundio, difiriendo con lo encontrado por Lewis *et al.* (1997) para quienes, campos con menor tratamiento de pesticidas muestran una mayor diversidad de fauna. Debido a que cada minifundio presentó una composición diferente en la comunidad de artrópodos y un porcentaje de moderado a alto en la fauna compartida de artrópodos entre las parcelas cultivadas y las barreras, nos estaría planteando que el diseño de las parcelas y la estructura de la barrera rompevientos seguramente influyeron en los resultados obtenidos. Esta aseveración quedó demostrada ya que el minifundio C4, cuya barrera mostró mayor heterogeneidad vertical, al igual que las parcelas cultivadas y en barbecho del predio, compartieron una elevada proporción de fauna de artrópodos registrada en el minifundio. En contraposición, el minifundio C2 (considerado como con menor heterogeneidad ambiental) que mostró la menor similitud de fauna entre las parcelas cultivadas y la barrera rompevientos. Por otro lado, en cada minifundios las barreras y las áreas cultivadas tuvieron una composición de órdenes y especies que les fueron propias, coincidiendo con Duelli & Obrist (2003), para quienes cada cultivo muestra un complejo de especies de "cultivo" que le son propias y especies estenotópicas en las barreras.

Los grupos funcionales considerados mostraron que los porcentajes entre barreras y áreas cultivadas variaron en cada caso y, en general, las áreas cultivadas mantuvieron un número bajo de enemigos naturales. Los depredadores presentaron diferencias en sus porcentajes, siempre menor en las áreas cultivadas, relacionadas posiblemente con su sensibilidad a las aplicaciones de plaguicidas (Van Driesche & Bellows, 1996; Smith *et al.*, 1997;

Jacas & Gomez, 2002; Massaro *et al.* 2005); y en especial a los piretroides, grupo al que pertenece la cipermetrina, que tiene un marcado efecto negativo sobre la diversidad de los enemigos naturales, muchas veces mayor al de la plaga que intenta controlar. Esto también puede relacionarse con la simplificación que presentaban estos ambientes que no proporcionaron fuentes alternativas adecuadas de alimentación, refugio y reproducción (Van den Bosh & Telford, 1964; Root, 1973). Existen estudios (van den Bosh & Telford, 1964; Altieri & Letourneau, 1982, 1984) que reportan que la diversidad de los parasitoides en un agroecosistema disminuye con el manejo intensivo del mismo y que la colonización de los cultivos por parte de los parasitoides está correlacionada con un patrón de desarrollo de hábitats en los sistemas agrícolas y con la diversidad y estructura de las especies de plantas. Este hecho se pudo corroborar en los análisis presentados en este estudio: las barreras que presentaron mayor heterogeneidad, es decir la del minifundio 4 y 2, registraron el mayor número de parasitoides, mientras que, en sus áreas cultivadas, registraron valores muy bajos.

Los depredadores generalistas colonizan a los cultivos en etapas tempranas, cuando la densidad de la plaga es aún baja (Settle *et al.*, 1996; Petersen, 1999); por el contrario, los depredadores especialistas llegan más tarde. Por ello, se espera que la comunidad de arañas (depredadores generalistas) en los cultivos tenga una similitud en la composición de especies con la comunidad de arañas en los hábitats adyacentes, ya que estos actuarían como áreas de refugio y como fuente de re-colonización después de un disturbio. En efecto, cuando se analizó a la comunidad de arañas en cada minifundio, se pudo corroborar que las barreras no sólo presentaron mayor riqueza de especies, sino que también el ensamblaje de los gremios fue diferente y sus variaciones estuvieron relacionadas por un lado, con la aplicación de agroquímicos y, por otro, con las fenologías de los cultivos y las características estructurales de la vegetación de las barreras. Se conoce y está ampliamente documentado que las comunidades de arañas están fuerte y predeciblemente influenciadas por el tipo de hábitat y patrones del suelo (Uetz, 1975; Weeks & Holtzer, 2000) y por cambios antrópicos en los ecosistemas (Miyashita *et al.*, 1998; Bolger *et al.*, 2000, Pinkus-Rendon *et al.*, 2006), lo que se verá reflejado en la composición de sus gremios. Esto pudo observarse en los resultados: los

gremios como las vagabundas no fueron afectados con las prácticas agrícolas del mismo modo que las tejedoras de telas y la complejidad estructural encontrada en el minifundio 4, produjo, contrariamente a lo que ocurrió en los otros dos minifundios que, tanto en barrera como en área cultivada, el gremio de las arañas tejedoras fuera el más representativo.

Fauvel (1999) consideró que el complejo de especies de heterópteros varía, en cierta medida, de acuerdo con la composición botánica de los estratos estudiados, y por el estado fisiológico de las plantas. La fauna de chinches en un cultivo se caracteriza por presentar un predominio de una o unas pocas especies en términos de abundancia. En los resultados obtenidos, la fauna de chinches heterópteras en las áreas cultivadas apareció simplificada, representada generalmente por una familia dominante, por ejemplo Miridae, con un 64% en C2, 74% en C3 y en C4 un 46%.

El análisis de los gremios de las chinches (fitófagas vs. depredadoras) en cada parcela de cada minifundio fue variable, pero siempre se observó mayor porcentaje de chinches depredadoras en las barreras que en las áreas cultivadas. Sólo en los campos C2 y C3 se cumple lo observado por Favretto *et al.* (1988), las dos terceras partes de las chinches depredadoras encontradas sobre la vegetación aparecen en los cultivos.

Tanto en el análisis detallado de la comunidad de las arañas como de las chinches, se demostró que existen especies de cultivo que son típicas de áreas cultivadas, muy pocas especies estenotópicas y un porcentaje de especies ubicuas que habitan ambientes cultivados y naturales (Duelli & Obrist, 2003).

Varios autores (Lawrence, 1982; Capinera *et al.*, 1985; Power, 1987; Bohlen & Barrett, 1990; Frampton *et al.*, 1995; Holmes & Barrett, 1997) consideran que las barreras tienen un efecto negativo sobre las plagas, ya que aumentan las poblaciones de depredadores. Sin embargo, las barreras pueden también aumentar las poblaciones de plagas al permitir el movimiento de los insectos a los campos vecinos. De los resultados obtenidos en los análisis de la variación de gremios y de los patrones de las especies más abundantes, se infiere que: todas las barreras analizadas presentaron un ensamblaje propio de especies y sirvieron como refugios no sólo para los enemigos naturales sino también para los fitófagos, cuando hubo disturbios,

principalmente la aplicación de agroquímicos y cuando la estructura de la barrera era lo suficientemente apta como para poder soportarlos. A su vez, se observó que la ubicación de las barreras con respecto a las áreas cultivadas puede afectar de distintas maneras a las distintas especies, como por ejemplo lo encontrado en el minifundio 4 con *Myzus persicae*, donde la barrera no sólo sirvió como refugio luego de la aplicación de agroquímicos, sino también como centro de recolonización sólo en dirección Oeste a Este, debido, por un lado, a la dirección de la aplicación de los productos químicos por parte del productor, y, por otro, a la cercanía de esa barrera a las parcelas cultivadas.

Varios autores (Powell, 1986; Dyer & Landis, 1997) coinciden en que cuando se usan plaguicidas, las barreras pueden representar un hábitat de refugio para los insectos; siempre y cuando se encuentren con una estructura que permita contener a un elevado número de ellos. Así las barreras pueden beneficiar tanto a las poblaciones de fitófagos como de enemigos naturales, proporcionándoles hábitats complementarios (Dunning *et al.*, 1992), sitios de hibernación (Dennis & Fry, 1992), de estivación (Manglitz, 1958), de apareamiento (Hawkes, 1973), o de forrajeo (Hawkes, 1973; Bowden & Dean, 1977).

Los resultados obtenidos nos llevan a afirmar que la riqueza de especies de artrópodos varió a lo largo del tiempo, posiblemente no sólo relacionado con la heterogeneidad del ambiente, sino también con la fenología de las plantas y las prácticas de manejo llevadas a cabo por los productores. Las barreras rompevientos actuaron no sólo como refugios de especies benéficas, sin también, en algunos casos particulares, como refugio y sitio para la recolonización por parte de ciertas plagas y para los enemigos naturales que llegaron allí posteriormente a un disturbio en las áreas cultivadas.

Coincidiendo con Duelli & Obrist (2003), se puede concluir que la conservación de hábitats naturales y seminaturales, o la creación y mantenimiento de nuevas áreas seminaturales, es el modo más prometedor de realzar o restaurar la riqueza de especie en los paisajes agrícolas.

Por todo lo mencionado anteriormente podemos concluir que la hipótesis planteada para este capítulo es correcta, por cuanto las barreras rompevientos presentes en los minifundios no sólo poseen mayor diversidad de artrópodos, en especial de enemigos naturales, que las parcelas cultivadas, sino también que muchas veces pueden actuar como áreas de refugio cuando se producen disturbios en esas parcelas. Asimismo se puede afirmar que la estructura vegetacional vertical de las barreras y el manejo que realizan los productores (tal como pudo comprobarse en el minifundio 4) influyen en la diversidad de artrópodos de las mismas.

BIBLIOGRAFIA CAPÍTULO 3

- ✓ Alomar, O. & R. Albajes (2005) Control Biológico de Plagas: Biodiversidad Funcional y Gestión del Agroecosistema. [Http://Bio. Journal. Net. Nº1](http://Bio. Journal. Net. Nº1).
- ✓ Altieri, M. A. (1999) Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Ed. Nordan-Comunidad. Montevideo-Uruguay. 338pp.
- ✓ Altieri, M.A. & D.K. Letourneau (1982) Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1: 405-430.
- ✓ Altieri, M. A. & D. K. Letourneau (1984) Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *CRC Crit. Review of Plant Science*, 2: 131-169.
- ✓ Alteri, M. A. & C. I. Nicholls (2000) Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Avda. Millán 4113, 12900 Montevideo. 338 pp.
- ✓ Bohlen, P. J. & G. W. Barrett (1990) Dispersal of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in stripcropped. *Environmental Entomology*, 19 (4): 955-960.
- ✓ Bolger, Douglas T., Andrew V. Suarez, Kevin R. Crooks, Scott A. Morrison & Ted J. Case (2000) Arthropods in urban habitat fragments in southern California: area, age, and edge effects. *Ecological Applications*, 10: 1230-1248.
- ✓ Bowden, J., & G. J. W. Dean (1977) The distribution of flying insects in and near a tall hedgerow. *Journal of Applied Ecology*, 14: 343-354.
- ✓ Capinera, J.L., T.J. Weissling, & E.E. Schweizer (1985) Compatibility of intercropping with mechanized agriculture: effects of strip intercropping pinto beans and sweet corn on insect abundance in Colorado. *Journal of Economic Entomology*, 78: 354-357.
- ✓ Cederbaum, S. B., J. P. Carroll, & R. J. Cooper (2004) Effects of alternative cotton agriculture on avian and arthropod populations. *Conservation Biology*, 18: 1272-1282.
- ✓ Coombs D. S. & N. W. Sotherton (1986) The dispersal and distribution of poliphagous predatory Coleoptera in cereals. *Conservation Biology*, 108: 461-474.
- ✓ de Snoo, G. R. (1997) Arable flora in sprayed and unsprayed crop edges. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 66: 223-230.
- ✓ de Snoo, G. R. & R. J. van der Poll, (1999) Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 73: 1-6.
- ✓ Dennis P. & S.D. Wratten (1991) Field manipulation of population of individual staphylinid species in cereals and their impact on aphid populations. *Ecological Entomology*, 16: 17-24.
- ✓ Dennis, P., & G. L. A. Fry (1992) Field margins: can they enhance natural

- enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40: 95-115.
- ✓ Dennis P., G.L.A Fry & A. Anderson (2000) The impact of field boundary habitats on the diversity and abundance of natural enemies in cereals. In Ekbohm B., M. Irwin & Y. Roberts (eds), *Interchanges of insects*. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 195-214 pp.
 - ✓ Duelli, P. & M.K. Obrist (2003) Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology*, 4: 129–138.
 - ✓ Duelli, P., Studer, M. Marchand, I. & S. Jakob (1990) Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation*, 54: 193-207.
 - ✓ Dunning, J. B., B. J. Danielson, & H. R. Pulliam (1992) Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, 65: 169-175.
 - ✓ Dyer, L. E., & D. A. Landis (1997) Influence of noncrop habitats on the distribution of *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cornfields. *Environmental Entomology*, 26: 924-932.
 - ✓ Fauvel G. (1999) Diversity of Heteroptera in agroecosystem: role of sustainability and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 275-303.
 - ✓ Favretto, M.R., M.G., Paoletti, G.G. Lorenzoni, & P. Dioli (1988) Lo scambio di invertebrati tra un relitto di bosco planiziale ed agroecosistemi contigui. *L'artropodofauna del bosco di Lison*. *Thalassia Salentina*, 18: 481–510.
 - ✓ Frampton, G. K., T. Cilgi, G. L. A. Fry, & S. D. Wratten (1995) Effects of grassy banks on the dispersal of some carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on farmland. *Biological Conservation*, 71: 347-355.
 - ✓ Frank, T. & B. Reichhart (2004) Staphylinidae and Carabidae overwintering in wheat and sown wildflower areas of different age. *Bulletin of Entomological Research*, 94: 209–217.
 - ✓ Gurr, G. M., S. D. Wratten, & J. M. Luna (2005) Multifunction agricultural biodiversity: pest management an other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4: 107–116.
 - ✓ Houghton, A. J., J. R., Bell, N. Boatman, D. & A. Wilcox, (1999) The effects of different rates of the herbicide glyphosate on spiders in arable field margins. *Journal of Arachnology*, 27: 249–254.
 - ✓ Hawkes, C. (1973) Factors affecting the aggregation of the adult cabbage root fly (*Erioischia bouché*) at hedges. *Journal of Applied Ecology*, 10: 695-703.
 - ✓ Haycock, N.E., G. Pinay & C. Walker (1993) Nitrogen retention in river corridors. European perspective. *Ambio*, 22: 340–346.
 - ✓ Holland, J.D. & L. Fahrig (2000) Landscape woody border increases insect diversity in alfalfa fields. In C. Barr and S. Petit (eds.) *Hedgerows of the world: their ecological functions in different landscapes*, *Proceedings of the*

- 2001 Annual IALE (UK) Conference, University of Birmingham, UK. 167-176 pp.
- ✓ Holmes, D. M., & G. W. Barrett (1997) Japanese beetle (*Popillia japonica*) dispersal behaviour in intercropped vs. monoculture soybean agroecosystems. *American Midland Naturalist*, 137: 312-319.
 - ✓ Jacas, J.A., & A. Gómez (2002) Efectos de los plaguicidas sobre enemigos naturales de los cítricos. Disponible en http://www.eumedia.es/articulos/vr/ho_rtofrut/147efectos.html.
 - ✓ Keesing, V.F. & S.D. Wratten (1997) Integrating plant and insect conservation. *Plant Genetic Conservation: The In Situ Approach* (eds N. Maxted, L. Ford & J.D. Hawkes), pp. 220–235. Chapman & Hall, London, UK.
 - ✓ Kromp B. (1999) Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74 (1999): 187–228.
 - ✓ Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175–201.
 - ✓ Lawrence, W. S. (1982) Sexual dimorphism in between and within patch movements of a monophagous insect: *Tetraopes* (Coleoptera: Cerambycidae). *Oecologia*, 53: 245-250.
 - ✓ Lee, J.C.; FD, Menalled & DA, Landis (2001) Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 38 (2): 472–483.
 - ✓ Leidner, J. & B. Kidwell (2000) Bringing back the bobwhite: hardcore ag with a soft edge gives quail a chance on today's farms and ranches. *Progressive Farmer*, September: 22–25.
 - ✓ Lewis, T. (1965) The effects of shelter on the distribution of insect pests. *Scientific Horticulture*, 17: 74-84.
 - ✓ Lewis, T. (1969) The diversity of the insect fauna in a hedgerow and neighbouring fields. *Journal of Applied Ecology*, 6: 453–458.
 - ✓ Lewis, W.J., J.C. van Lenteren, S.C Phatak, & J.H. Tumlinson (1997) A total system approach to sustainable pest management. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America-Biological Science*, 94: 12243-12248.
 - ✓ Manglitz, G. R. (1958) Aestivation of the alfalfa weevil. *Journal of Economic Entomology*, 51: 506-508.
 - ✓ Marino, P. C. & D.A. Landis (2000) Parasitoid community structure: implications for biological control in agricultural landscapes. 181-91 pp. In B. Ekbom (ed). *Interchanges of insects between agricultural and surrounding habitats*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
 - ✓ Marrs, R. H. & A. J. Frost (1997) A microcosm approach to detection of the effects of herbicide spray drift in plant communities. *Journal of Environment Management*, 50: 369–388.
 - ✓ Marshall E.J.P & A. C. Moonen (2002) Field margins in northern Europe: their

- functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89: 5–21.
- ✓ Marshall E.J.P, T.M. West & D. Kleijn (2006) Field margins in northern Europe: their functions and interaction with agriculture. *Agriculture ecosystem & environment*, 89: 5-21.
 - ✓ Marshall, E.J.P (2004) Agricultural landscapes: field margin habitats and their interaction with crop production. *Journal of Crop Improvement*, 12 (1/2): 365-404.
 - ✓ Massaro, R.A., G.Gonsebatt, M.V. De Altube, D.Vicente & P. Remorini (2005) Efecto de la aplicación temprana del insecticida cipermetrina en el cultivo de soja, sobre la entomofauna fitófaga y benéfica. Para mejorar la producción 30. INTA. EEA. Oliveros 2005.
 - ✓ Miyashita T., A. Shinkai, & T. Chida (1998) The effect of forest fragmentation on web spider communities in urban areas. *Biological Conservation*, 86: 357-364.
 - ✓ Morris, M. & N. Webb (1987) The importance of field margins for the conservation of insects. *British Crop Protection Council Monograph*, 35: 53-63.
 - ✓ Petersen, M.K. (1999) The timing of dispersal of the predatory beetles *Bembidion lampros* and *Tachyporus hypnorum* from hibernating sites in to arable fields. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 90: 221-224.
 - ✓ Pinkus-Rendon, M.A., J. L. León-Cortés & G. Ibarra-Nuñez (2006) Spiders diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, México. *Diversity and Distributions*, 12: 61-69.
 - ✓ Pollard, E. (1968) Hedge IV A comparison between the carabidae of a hedge and field site and those of Woodland glade. *Journal of Applied Ecology*, 5: 649-657.
 - ✓ Powell, W. (1986) Enhancing parasitoid activity in crops. Pages 319-340 in J. Waage and D. Greathead, editors.
 - ✓ Power, A.G. (1987) Plant community diversity, herbivore movement, and an insect-transmitted disease of maize. *Ecology*, 68: 1658-1669.
 - ✓ Root, R.B. (1973) Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, 43: 95-124.
 - ✓ Settle, W. H., H. AriawanAstuti, E. T. Cahyana, W. Hakim, A. L. Hindayama, D. A. S. Lestari, & P. Sartanto (1996) Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology*, 77: 1975-1988.
 - ✓ Smith, D.; G.A.C. Beattie & R. Broadley (1997) Citrus pest and their natural enemies. *Integrated Pest Management in Australia*. 282pp. Department of Primary Industries, Brisbane, Queensland, Australia.
 - ✓ Sotherton N.W. (1985) The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering in field boundaries. *Annals of Applied Biology*, 106: 423–429.
 - ✓ Sustek, Z. (1992) Windbreaks and line communities as migration corridors for

- carabids (Col. Carabidae) in the agricultural landscape of South Moravia. *Ekológia*, 11: 259-271.
- ✓ Thomas, C.F.G. & E.J.P. Marshall (1999) Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72: 131-144.
 - ✓ Thomas, M.B., S.D. Wratten & N.W. Sotherton (1991) Creation of island habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods—predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology* 28: 906–917.
 - ✓ Tscharrntke, T., T. Rand & F. J.A. Bianchi (2005) The landscape context of trophic interaction: insect spillover across the crop-non-crop interface. *Annales Zoologici Fennici*, 24: 421-432.
 - ✓ Uetz, G. W. (1975) Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spider (Araneae) in deciduous forest litter. *Environmental Entomology*, 4: 719-724.
 - ✓ Uetz, G. W. (1999) Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*, 27: 270–280.
 - ✓ Van den Bosch, R. & A.D. Telford (1964) Environmental modification and biological control. In De Bach, P. (ed) *Biological control of insect pest and weeds*. New York, Reinhold. Pp. 459-488.
 - ✓ Van Driesche, R.G. & T. Bellows (1996) *Biological control*. 539 p. Chapman & Hall, New York, USA.
 - ✓ Vaughan, D. (1998) Biodiversity and Agriculture practices. Why should agriculturist care? *The Agriculture Research and Extension Network Paper N°82: 1-7*.
 - ✓ Weeks, R. D. J. & T. O. Holtzer (2000) Habitat and season in structuring ground-dwelling spider (Araneae) communities in a shortgrass steppe ecosystem. *Environmental Entomology*, 29(6): 1164-1172.
 - ✓ Wissinger, S.A. (1997) Cyclic colonization in predictably ephemeral habitats: a template for biological control in annual crop systems. *Biological Control*, 10: 4-15.
 - ✓ Wratten, S.D. (1988) The role of field margins as reservoirs of natural enemies. *Environmental Management in Agriculture*. Burn A.J (Ed) Belhaven Press, London, 144-150 pp.

CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre la dinámica y estructura de la comunidad de artrópodos y, en especial, de los enemigos naturales en diferentes minifundios del Valle de Lerma, Salta (Argentina), donde sus productores planificaron las parcelas, las rotaciones a lo largo del tiempo y los manejos que consideraron adecuados para las situaciones por las que atravesaban los predios minifundistas, nos permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- I. La diversidad de artrópodos en minifundios del Valle de Lerma resultó ser alta, con 838 especies. Asimismo, los índices de diversidad y número de gremios encontrados indican que se trata de comunidades altamente estructuradas cuya diversidad depende del arreglo espacial de los cultivos y del manejo del predio a lo largo del tiempo.
 1. El minifundio con mayor heterogeneidad interna (minifundio 4) presentó una mayor diversidad, no sólo de la totalidad de artrópodos sino también de enemigos naturales.
 2. Los disturbios físicos (arados parciales y totales/poda) produjeron disminuciones en los valores de diversidad de los artrópodos en todos los casos, pero no afectaron de manera diferencial a los gremios, ya que tanto los enemigos naturales como los fitófagos fluctuaron por dichos disturbios.
 3. Las aplicaciones de agroquímicos también produjeron cambios en la composición de la estructura de la comunidad de artrópodos y en sus grupos funcionales; sin embargo, los valores de diversidad y los cambios de los gremios no sólo variaron con el tipo de agroquímico utilizado (carbamato, organofosforado o piretroide), sino también a la cantidad de aplicaciones realizadas.

- II.
 1. La comunidad de artrópodos en parcelas de policultivos presentó mayor diversidad de

enemigos naturales que la parcela de monocultivo en el mismo minifundio

2. La rotación de cultivos en el tiempo produjo un incremento de la biodiversidad de artrópodos y un alto recambio de especies, haciéndose más evidente cuando ellas se efectuaron en parcelas con policultivos combinados con plantas de diferente porte y arquitectura.
3. La estabilidad del cultivo perenne (frutilla) influyó positivamente en la diversidad de los artrópodos en general y en la de los enemigos naturales en particular.

III.

1. Los hábitats adyacentes a las parcelas cultivadas analizadas presentaron mayor riqueza de especies a igual nivel de significación, compartiendo un porcentaje, de alto a moderado, de la fauna de artrópodos.
2. La barrera que presentó el mayor número de estratos vegetales verticales fue la de mayor diversidad de artrópodos y su composición difirió del resto del minifundio en lo que respecta a sus grupos funcionales y al porcentaje de enemigos naturales.
3. Las barreras rompevientos actuaron como refugio para algunos artrópodos en ciertos momentos, especialmente en los posteriores a los disturbios registrados en las parcelas cultivadas, cuando su estructura permitió contener a un elevado número de ellos como ocurrió con *Myzus persicae* en el minifundio 4.

IV.

1. La diversidad de arañas en los minifundios estuvo directamente relacionada con la mayor heterogeneidad interna de cada uno de ellos. La estructura de los gremios cambió a lo largo de las fenologías de los cultivos y por el manejo realizado por el productor. Las aplicaciones de agroquímicos produjeron fluctuaciones que dependieron del tipo de agroquímico utilizado (organofosforado, carbamato y piretroide).
2. Las barreras rompevientos presentaron mayor riqueza de especies de arañas y diferente ensamblaje de los gremios, y sus variaciones estuvieron dadas no sólo por la aplicación de agroquímicos en las áreas cultivadas, sino también por las características estructurales de la vegetación de las barreras.

IV.

1. La fauna de chinches heterópteras en las áreas cultivadas apareció simplificada y sus valores de diversidad estuvieron directamente relacionados con la estacionalidad y el tipo de cultivo implantado; siempre se registraron incrementos de abundancia en los meses de primavera y verano.
2. Las aplicaciones de agroquímicos produjeron fluctuaciones tanto en las poblaciones de chinches fitófagas como de depredadoras, provocando explosiones repentinas de poblaciones de lygaeidos (*Nysius* sp.) y, en algunos casos, de chinches depredadoras como *Orius insidiosus* (Anthocoridae) que, además, fue capaz de mantenerse en presencia de sustancias químicas quizás por su aparente tolerancia a ellos y a la presencia de barreras rompevientos.
2. Finalmente, las chinches depredadores mostraron porcentajes superiores en las barreras que en las áreas cultivadas de los minifundios, y la presencia natural de especies usadas para control biológico como *O. insidiosus* y *Geocoris* sp., corroboran la importancia que tiene la planificación y la manipulación del hábitat para conservarlos.

Por lo tanto se debería considerar todos estos resultados y transmitirlos a los productores minifundistas de la zona en estudio, con datos concretos y lenguaje claro, para que ellos tomen conciencia de los aspectos a tener en cuenta a futuro en la planificación de sus cultivos y los manejos que pueden efectuar en sus predios, tendientes a mejorar el impacto de los enemigos naturales, reducir costos y preservar los recursos naturales de los cuales depende su subsistencia y la de sus familias.

ANEXO MATERIALES Y MÉTODOS

TABLA 1 Tabla explicativa de los gremios de arañas según familias (Uetz ,1999)

GREMIOS	FAMILIAS
CAZADORAS AL ACECHO	PHILODROMIDAE THOMISIDAE
VAGABUNDAS SOBRE VEGETACIÓN	ANYPHAENIDAE CORINNIDAE SPARASSIDAE
VAGABUNDAS SOBRE EL SUELO	LYCOSIDAE MITURGIDAE PALPIMANIDAE ZODARIIDAE GNAPHOSIDAE
TEJEDORAS ORBICULARES	ARANEIDAE TETRAGNATHIDAE THERIDIOSOMATIDAE
TEJEDORAS DE TELAS EN SÁBANAS	AMAUROBIIDAE HAHNIIDAE
TEJEDORAS DE TELAS ESPACIALES	PHOLCIDAE THERIDIIDAE DICTYNIDAE
VAGABUNDAS SOBRE TALLOS	MIMETIDAE OXYOPIIDAE SALTICIDAE
CAZADORAS SOBRE TELAS EN SÁBANAS O ENMARAÑADAS	LINYPHIIDAE

ANEXO CAPÍTULO 1

TABLA 1.2 Ordenes, familias y riqueza de artrópodos encontrados en los cuatro minifundios estudiados.

	FAMILIA	RIQUEZA	MINIFUNDIO 1	MINIFUNDIO 2	MINIFUNDIO 3	MINIFUNDIO 4
ACARI	Ixodidae	1	0	0	0	1
	Oribatidae	3	1366	160	174	11414
	Phytoseidae	3	60	17	73	312
	Tetranychidae	7	33	8	10	5747
	NN	4	0	1	4	29
ARANEAE	Amaurobiidae	1	8	3	3	7
	Anyphaenidae	9	104	170	70	365
	Araneidae	18	119	46	87	358
	Coriidae	6	93	12	45	96
	Dictynidae	1	1	0	0	0
	Gnaphosidae	1	0	0	1	0
	Hahniidae	4	2	0	0	14
	Linyphiidae	8	101	19	50	137
	Lycosidae	8	133	26	57	232
	Miturgidae	1	0	0	0	1
	Mymetidae	2	1	0	0	4
	Oxyopidae	6	40	22	12	217
	Palpimanidae	1	1	0	0	14
	Philodromidae	2	12	1	5	36
	Pholcidae	3	0	0	0	10
	Salticidae	22	30	80	57	249
	Sparassidae	1	0	0	0	1
	Tetragnathidae	7	9	3	3	39
	Theridiidae	16	71	67	37	431
	Theridiosomatidae	3	3	0	3	2
Thomisidae	11	116	107	72	258	
Uloboridae	1	0	0	1	0	
Zodariidae	1	0	0	0	5	
NN ARA	15	8	8	7	15	
AUCHENORRYNCHA	Cercopidae	5	5	2	3	34
	Cicadellidae	62	1776	1359	361	2202
	Cicadidae	1	1	1	0	11
	Delphacidae	6	31	346	14	560
	Membracidae	6	14	12	1	20
	NN chicha	2	0	4	0	3
	Psyllidae	2	3	1	0	3
Psylloidea	10	666	149	12	251	
HETEROPTERA	Anthocoridae	5	197	196	57	402
	Berytidae	3	23	102	5	66
	Coreidae	3	1	8	4	13
	Cydnidae	2	5	2	59	20
	Geocoridae	2	95	305	4	161
	Hebridae	1	0	0	1	0
	Lygidae	8	116	2803	782	1507
	Miridae	19	966	294	185	402
	Nabidae	6	17	69	21	38
	Pentatomidae	7	3	12	4	32
	Reduviidae	5	12	10	3	23
	Rhopalidae	4	24	2	3	107
	Rhyparocromidae	2	6	11	4	207
	Saldidae	1	0	1	0	0
	Tingidae	2	9	8	1	27
NN HET	11	33	13	2	4	

COLEOPTERA	Bostrichidae	2	60	3	1	17	
	Bruchidae	5	34	13	6	39	
	Carabidae	19	131	84	61	145	
	Cerambycidae	2	3	0	1	1	
	Chrysomelidae	36	524	1919	171	749	
	Cleridae	2	7	1	7	8	
	Coccinellidae	13	266	188	93	216	
	Cucujidae	7	36	32	86	57	
	Curculionidae	14	102	48	102	199	
	Elateridae	4	51	31	28	46	
	Histeridae	1	4	1	6	7	
	Lagriidae	4	81	17	47	76	
	Lathriidae	1	240	502	76	1409	
	Meloidea	3	4	38	2	13	
	Mordellidae	2	2	9	6	10	
	Scarabeidae	10	58	24	137	60	
	Staphilinidae	8	502	70	221	340	
	Tenebrionidae	5	27	11	36	87	
	NN	13	549	4	25	91	
	DIPTERA	Agromyzidae	5	1326	2180	243	787
Asilidae		1	0	0	1	1	
Bibionidae		4	11	15	7	53	
Cecidomyiidae		4	8	59	10	86	
Ceratopogonidae		7	59	220	52	530	
Chamaemidae		1	12	1	0	40	
Chironomidae		3	90	136	37	795	
Chloropidae		11	806	452	443	1705	
Conopidae		1	0	0	0	3	
Dolichopodidae		3	5	16	0	230	
Drosophilidae		1	461	202	83	1145	
Empididae		2	42	0	0	14	
Ephyridae		1	193	24	11	479	
Heliomizidae		1	2	0	0	12	
Mycetophilidae		1	9	0	0	9	
Muscidae		6	707	226	94	1659	
Mycetophilidae		3	10	0	5	33	
Otitidae		5	10	1	7	20	
Phoridae		4	205	92	124	515	
Pipunculidae		2	1	1	2	4	
Platypezidae		1	0	2	2	2	
Pshycodidae		2	105	21	2	35	
Ragionidae		1	0	1	0	14	
Sciaridae		14	1578	440	561	2231	
Sciomyzidae		3	6	5	1	5	
Simuliidae		1	23	0	0	8	
Stratiomyidae		6	10	2	3	21	
Tachinidae		3	49	172	31	7	
Tephritidae		6	202	66	0	86	
Tipulidae		2	3	8	1	0	
NN		7	15	1	2	7	
LEPIDOPTERA		Noctuidae	9	127	42	46	160
HYMENOPTERA		Apidae	2	45	2	15	13
	Chrysididae	2	4	3	2	4	
	Pompilidae	1	1	0	3	6	
	Vepidae	8	30	8	53	26	
	NN	7	8	4	1	33	
	Formicidae	20	433	1080	670	3011	
	Aphelinidae	7	20	15	9	161	
	Braconidae	16	714	608	262	880	
Ceraphronidae	5	9	26	7	60		

	Chalcididae	3	3	2	9	11
	Cynipidae	1	1	1	0	7
	Diapriidae	5	7	6	5	84
	Elasmidae	3	8	5	2	36
	Encyrtidae	4	112	34	159	405
	Eucoilidae	2	119	191	39	713
	Eulophidae	11	406	737	69	1121
	Eupelmidae	1	28	78	0	7
	Eurytomidae	4	14	12	72	146
	Ichneumonidae	8	18	19	7	73
	Mymaridae	10	78	185	59	519
	Mymaromidae	3	10	7	0	6
	Platygastridae	7	60	122	8	94
	Proctotrupidae	4	11	16	27	180
	Pteromalidae	9	89	339	133	1362
	Scelionidae	2	2	0	3	17
	Symphita	1	1	0	0	1
	Trichogrammatidae	11	65	122	51	628
	NN	11	8	7	8	11
NEUROPTERA	Chrysopidea	2	23	8	13	3
	Hemerobiidae	3	4	0	0	1
ORTHOPTERA	Grillidae	4	39	3	14	10
	Grillotalpidae	1	3	2	1	0
	Acrididae	1	1	0	3	1
STERNORRYNCHA	Aphidoidea	7	1193	6302	283	21989
	Aleyrodidae	1	577	98	199	286
THYSANOPTERA	Aelothripidae	1	0	2	0	0
	Heterotripidae	3	3	0	0	882
	Phloeothripidae	7	14	21	9	179
	Thripidae	11	16038	5826	1257	16190
	NN	3	0	0	0	36
PSOCOPTERA		3	233	318	21	235
		3	233	318	21	235
PSEUDOESCORPIONIDA		2	0	2	12	21
ISOPODA		3	94	3	1468	354
DERMAPTERA		2	0	3	3	13
EMBIOPTERA		1	5	1	0	26
MIRIAPODA		2	36	10	17	3

TABLA 1.3 Valores de diversidad de Campo 1 mostrando significación obtenida con Bootstrap

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	271	406	331	*	NS
ABUNDANCIA	4625	25792	5351	*	*
INDICE DE SHANNON	4.202	3.265	3.983	NS	*
INDICE DE SIMPSON	0.09722	0.1152	0.04652	NS	*

TABLA 1.4 Valores de diversidad temporal de Campo 1 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	05-May	17-May	04-Jun	16-Jun	30-Jun	08-Jul	08-Aug	23-Aug	20-Sep	07-Oct	20-Oct	08-Nov	22-Nov	13-Dec	22-Dec	17-Jan	31-Ene	15-Feb	28-Feb	14-Mar	28-Mar	
RIQUEZA	131	126	99	77	85	128	50	74	89	148	128	171	106	259	53	137	47	116	125	98	140	
ABUNDANCIA	1308	625	576	257	708	1151	463	578	1397	3357	5729	8490	1568	4084	126	1023	512	1428	552	519	1047	
INDICE DE SHANNON	3.652	3.837	3.608	3.784	3.424	3.812	2.784	3.117	2.537	2.834	2.104	1.955	2.534	3.686	3.224	2.907	1.968	3.228	3.956	3.598	3.895	
INDICE DE SIMPSON	0.05752	0.05394	0.05108	0.03771	0.05762	0.03613	0.1204	0.08957	0.1935	0.1232	0.2184	0.3009	0.2106	0.07393	0.1028	0.2039	0.2781	0.08314	0.0441	0.06193	0.03665	
	5-May/17-May	17-MAY/4-JUN	4-JUN/16-JUN	16-JUN/30-JUN	30-JUN/8-JUL	8-JUL/8-AGO	23-AGO/20-SEPT	20-SEPT/7-OCT	7-OCT/8-NOV	8-NOV/22-NOV	22-NOV/13-DIC	13-DIC/22-DIC	22-DIC/17-ENE	17-ENE/31-ENE	31-ENE/15-FEB	15-FEB/28-FEB	28-FEB/14-MAR	14-MAR/28-MAR	28-MAR/12-ABR			
RIQUEZA	NS	*	NS	NS	*	*	NS	*	NS	NS	*	*	*	*	*	NS	*	NS	*			
ABUNDANCIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
INDICE DE SHANNON	NS	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*		
INDICE DE SIMPSON	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*		

TABLA 1.5 Valores de diversidad de Araneae de Campo 1 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	51	61	56	NS	NS
ABUNDANCIA	224	365	263	*	*
INDICE DE SHANNON	3.418	3.494	3.332	NS	NS
INDICE DE SIMPSON	0.04859	0.04459	0.06241	NS	*

TABLA 1.6 Valores de diversidad de Heteroptera de Campo 1 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	16	34	24	*	*
ABUNDANCIA	126	573	808	*	*
INDICE DE SHANNON	2,197	2,351	0,8124	NS	*
INDICE DE SIMPSON	0,1451	0,154	0,663	NS	*

TABLA 1.7 Valores de diversidad de Campo 2 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	120	327	422	*	*
ABUNDANCIA	1196	14563	14444	*	*
INDICE DE SHANNON	3.053	3.019	3.848	NS	*
INDICE DE SIMPSON	0.8746	0.8433	0.9431	*	*

TABLA 1.8 Valores de diversidad temporal de Campo 2 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	08-Jul	26-Jul	09-Aug	23-Aug	03-Sep	20-Sep	21-Oct	08-Nov	22-Nov	13-Dec	22-Dec
ABUNDANCIA	348	505	343	1850	6441	8	6264	5826	5049	3473	96
RIQUEZA	56	73	47	111	173	5	247	203	210	286	45
SHANNON	2.524	3.071	1.808	2.288	1.82	1.494	3.339	3.046	3.274	4.241	3.35
SIMPSON	0.8047	0.8974	0.5571	0.6793	0.5679	0.75	0.9076	0.8882	0.9109	0.964	0.9414
	8JUL/26 JUL	26 JUL/9 AGO	9 AGO/23 AGO	23 AGO/3 SEPT	3 SEP/20 SEP	20 SEP/21 OCT	21 OCT/8 NOV	8 NOV/22 NOV	22 NOV/13 DIC	13 DIC/22 DIC	
ABUNDANCIA	*	*	*	*	*	*	*	NS	*	*	
RIQUEZA	NS	*	*	NS	*	*	*	*	*	*	
SHANNON	*	*	*	*	NS	NS	*	*	*	NS	
SIMPSON	*	*	*	*	NS	NS	*	*	*	NS	

TABLA 1.9 Valores de diversidad de Araneae de Campo 2 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	22	48	56	*	*
ABUNDANCIA	42	147	375	*	NS
INDICE DE SHANNON	2.904	3.325	3.166	NS	NS
INDICE DE SIMPSON	0.06576	0.05567	0.07218	NS	NS

TABLA 1.10 Valores de diversidad de Heteroptera de Campo 2 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	7	30	50	NS	*
ABUNDANCIA	8	1242	2586	*	*
INDICE DE SHANNON	1,906	0,9224	1,415	*	*
INDICE DE SIMPSON	0,1563	0,6393	0,4979	NS	*

TABLA 1.11 Valores de diversidad de Campo 3 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	Boot
RIQUEZA	387	298	*
ABUNDANCIA	5840	4615	*
INDICE DE SHANNON	4.45	4.05	*
INDICE DE SIMPSON	0.9698	0.9461	*

TABLA 1.12 Valores de diversidad temporal de Campo 3 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	17-Ene	31-Ene	15-Feb	28-Feb	14-Mar	28-Mar	12-Apr
RIQUEZA	290	164	195	210	160	155	35
ABUNDANCIA	3443	1227	1170	1957	1515	786	357
INDICE DE SHANNON	4.247	3.679	4.267	4.475	4.252	4.776	2.221
INDICE DE SIMPSON	0.9678	0.9051	0.9709	0.9641	0.9472	0.9785	0.7682
	17-ENE/31 ENE	31 ENE/15 FEB	15 FEB/28 FEB	28 FEB/14 MAR	14 MAR/28 MAR	28 MAR/12 ABR	
RIQUEZA	*	*	*	*	NS	*	
ABUNDANCIA	*	*	*	*	*	*	
INDICE DE SHANNON	*	*	*	*	*	*	
INDICE DE SIMPSON	*	*	*	*	*	*	

TABLA 1.13 Valores de diversidad de Araneae de Campo 3 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	BOOT
RIQUEZA	68	50	NS
ABUNDANCIA	344	168	*
INDICE DE SHANNON	3.724	3.426	*
INDICE DE SIMPSON	0.0339	0.04953	NS

TABLA 1.14 Valores de diversidad de Heteroptera de Campo 3 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	BOOT
RIQUEZA	36	23	NS
ABUNDANCIA	920	215	*
INDICE DE SHANNON	1,3	2,014	*
INDICE DE SIMPSON	0,5484	0,2524	*

TABLA 1.15 Valores de diversidad de Campo 4 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	368	558	606	NS	NS
ABUNDANCIA	8730	49767	21168	*	*
INDICE DE SHANNON	3.675	3.329	4.486	*	*
INDICE DE SIMPSON	0.0999	0.1034	0.03621	NS	*

TABLA 1.16 Valores de diversidad temporal de Campo 4 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	05-May	17-May	04-Jun	16-Jun	30-Jun	08-Jul	26-Jul	09-Aug	23-Aug	03-Sep	20-Sep	07-Oct
RIQUEZA	232	230	172	79	255	155	184	187	215	259	256	206
ABUNDANCIA	4514	2737	1196	283	2779	1672	2601	3310	4289	5893	7526	9766
INDICE DE SHANNON	3.363	3.492	3.791	3.676	3.566	2.909	2.766	2.774	2.835	3.054	3.184	2.038
INDICE DE SIMPSON	0.1182	0.1157	0.05677	0.04606	0.09978	0.1601	0.2446	0.158	0.1964	0.1053	0.09757	0.3401
	21-Oct	08-Nov	22-Nov	13-Dec	22-Dec	17-Ene	15-Feb	28-Feb	14-Mar	28-Mar	12-Apr	
RIQUEZA	247	265	277	312	240	265	232	263	126	261	13	
ABUNDANCIA	8624	3307	4212	3500	2151	2142	1936	3124	925	3163	15	
INDICE DE SHANNON	2.928	3.684	3.674	3.899	3.906	4.624	4.053	3.754	3.612	4.247	2.488	
INDICE DE SIMPSON	0.1325	0.08903	0.0595	0.08464	0.05995	0.02115	0.04464	0.06395	0.06731	0.0291	0.09333	
	5 MAY/17 MAY	17 MAY/4 JUN	4 JUN/16 JUN	16 JUN/30 JUN	30 JUN/8 JUL	8 JUL/26 JUL	26 JUL/9 AGO	9 AGO/23 AGO	23 AGO/3 SEP	3 SEP/20 SEP	20 SEP/7 OCT	7 OCT/21 OCT
RIQUEZA	NS	NS	*	*	*	NS	NS	NS	*	NS	*	*
ABUNDANCIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
INDICE DE SHANNON	*	*	NS	*	*	*	NS	NS	*	*	*	*
INDICE DE SIMPSON	NS	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	21 OCT/8 NOV	8 NOV/22 NOV	22 NOV/13 DIC	13 DIC/22 DIC	22 DIC/17 ENE	17 ENE/15 FEB	15 FEB/28 FEB	28 FEB/14 MAR	14 MAR/28 MAR	28 MAR/12 ABR		
RIQUEZA	NS	NS	NS	*	*	*	NS	*	*	*		
ABUNDANCIA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
INDICE DE SHANNON	*	*	*	NS	*	*	*	NS	*	NS		
INDICE DE SIMPSON	*	*	*	*	*	*	*	NS	*	NS		

TABLA 1.17 Valores de diversidad de Araneae de Campo 4 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	69	95	111	*	*
ABUNDANCIA	355	814	1188	*	*
INDICE DE SHANNON	3.892	3.927	3.91	NS	NS
INDICE DE SIMPSON	0.02624	0.02888	0.04554	NS	*

TABLA 1.18 Valores de diversidad de Heteroptera de Campo 4 mostrando significación obtenida con Bootstrap.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 1-2	CASO 2-3
RIQUEZA	23	46	50	NS	NS
ABUNDANCIA	64	1278	1234	*	*
INDICE DE SHANNON	2,746	1,795	2,245	*	*
INDICE DE SIMPSON	0,09082	0,3126	0,2633	*	*

ANEXO CAPÍTULO 2

TABLA 2.1 Valores de riqueza, abundancia e índices entre mono y policultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	MONOCULTIVO	POLICULTIVO	Boot
RIQUEZA	315	492	*
ABUNDANCIA	7323	28457	*
INDICE DE SHANNON	3.718	3.698	NS
INDICE DE SIMPSON	0.07485	0.07618	NS

TABLA 2.2 Valores de riqueza, abundancia e índices entre los tres casos de monocultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	CM1	CM2	CM3	CM1-CM2	CM2-CM3
RIQUEZA	106	224	169	NS	NS
ABUNDANCIA	398	4756	2169	*	*
INDICE DE SHANNON	3.997	3.132	3.255	*	NS
INDICE DE SIMPSON	0.9686	0.8583	0.1534	*	NS

TABLA 2.3 Valores de riqueza, abundancia e índices de Araneae entre los tres casos de monocultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	CM1	CM2	CM3	CM1-CM2	CM2-CM3
RIQUEZA	22	35	32	NS	NS
ABUNDANCIA	44	140	159	*	*
INDICE DE SHANNON	2.841	3.173	2.941	NS	NS
INDICE DE SIMPSON	0.07645	0.05367	0.07108	NS	NS

TABLA 2.4 Valores de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera entre los tres casos de monocultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	CM1	CM2	CM3	CM1-CM2	CM2-CM3
RIQUEZA	6	20	9	*	*
ABUNDANCIA	15	183	613	*	*
INDICE DE SHANNON	1.455	2.302	0.3902	*	*
INDICE DE SIMPSON	0.2889	0.1274	0.8568	*	*

TABLA 2.5 Valores de riqueza, abundancia e índices entre los tres casos de policultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	CP1	CP2	CP3	CP1-CP2	CP2-CP3
RIQUEZA	256	361	277	NS	NS
ABUNDANCIA	4236	20911	3186	*	*
INDICE DE SHANNON	4.15	3.133	4.028	*	*
INDICE DE SIMPSON	0.03024	0.1227	0.04951	*	*

TABLA 2.6 Valores de riqueza, abundancia e índices de Araneae entre los tres casos de policultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	CP1	CP2	CP3	CP1-CP2	CP2-CP3
RIQUEZA	49	54	50	NS	NS
ABUNDANCIA	202	278	188	*	*
INDICE DE SHANNON	3.376	3.395	3.31	NS	NS
INDICE DE SIMPSON	0.05156	0.0493	0.06015	NS	NS

TABLA 2.7 Valores de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera entre los tres casos de policultivo de Campo 1 con Bootstrap.

	CP1	CP2	CP3	CP1-CP2	CP2-CP3
RIQUEZA	15	29	24	*	NS
ABUNDANCIA	117	414	201	*	*
INDICE DE SHANNON	2.138	2.034	1.78	NS	NS
INDICE DE SIMPSON	0.1546	0.2214	0.3106	*	*

TABLA 2.8 Valores de riqueza, abundancia e índices entre frutilla PFR1 y PFR2 de Campo 4 con Bootstrap.

	PFR1	PFR2	
RIQUEZA	305	393	*
ABUNDANCIA	10733	12301	*
INDICE DE SHANNON	2.77	3.191	*
INDICE DE SIMPSON	0.1757	0.1453	*

TABLA 2.9 Valores de riqueza, abundancia e índices de Araneae entre los dos casos de frutilla de Campo 4 con Boostrap.

	PFR1	PFR2	
RIQUEZA	47	73	NS
ABUNDANCIA	131	436	*
INDICE DE SHANNON	3.557	3.774	NS
INDICE DE SIMPSON	0.03642	0.03364	NS

TABLA 2.10 Valores de riqueza, abundancia e índices de Heteroptera entre los PFR 1 Y PFR 2 DE Campo 4 con Boostrap.

	PFR1	PFR2	
RIQUEZA	18	37	NS
ABUNDANCIA	86	992	*
INDICE DE SHANNON	2.022	1.477	*
INDICE DE SIMPSON	0.239	0.386	*

ANEXO CAPÍTULO 3

TABLA 3.5 Valores de riqueza temporal de barrera y área cultivada de Campo 2 con Bootstrap.

	BARRERA CAMPO 2			AREA CULTIVADA CAMPO 2		
	B08/07/2009	B26/07/2009	Significación	AC08/07/2004	AC26/07/2004	Significación
RIQUEZA	22	41	*	45	53	NS
	B26/07/2009	B09/08/2009	Significación	B26/07/2009	B09/08/2009	Significación
	41	12	*	53	38	*
	B09/08/2009	B23/08/2009	Significación	B09/08/2009	B23/08/2009	Significación
	12	50	*	38	91	*
	B23/08/2009	B03/09/2009	Significación	B23/08/2009	B03/09/2009	Significación
	50	115	*	91	113	*
	B03/09/2009	B20/09/2009	Significación	B03/09/2009	B20/09/2009	Significación
	115	5	*	113	187	*
	B20/09/2009	B21/10/2009	Significación	B20/09/2009	B21/10/2009	Significación
	5	153	*	187	175	NS
	B21/10/2009	B08/11/2009	Significación	B21/10/2009	B08/11/2009	Significación
	153	79	*	175	188	NS
	B08/11/2009	B22/11/2009	Significación	B08/11/2009	B22/11/2009	Significación
	79	74	NS	188	241	*

TABLA 3.6 Valores de similitud temporal de barrera y área cultivada de Campo 2.

	08-Jul	26-Jul	09-Aug	23-Aug	03-Sep	20-Sep	21-Oct	08-Nov	22-Nov	13-Dec
JACCARD	0.19643	0.28667	0.06383	0.27027	0.31792	0	0.37652	0.2451	0.24762	0.34965

TABLA 3.7 Valores de riqueza temporal de barrera y área cultivada de Campo 3 con Bootstrap.

	BARRERA CAMPO 3			AREA CULTIVADA CAMPO 3		
	B22/12/2009	B17/01/2009	Significación	AC22/12/2009	AC17/01/2009	Significación
RIQUEZA	30	175	*	23	220	*
	B17/01/2009	B31/01/2009		AC17/01/2009	AC31/01/2009	
	175	94	*	220	122	*
	B31/01/2009	B12/02/2009		AC31/01/2009	AC12/02/2009	
	94	115	*	122	137	NS
	B12/02/2009	B28/02/2009		AC12/02/2009	AC28/02/2009	
	115	121	NS	137	108	NS
	B28/02/2009	B14/03/2009		AC28/02/2009	AC14/03/2009	
	121	74	*	108	134	NS
	B14/03/2009	B28/03/2009		AC14/03/2009	AC28/03/2009	
	74	89	NS	134	108	NS
	B28/03/2009	B12/04/2009		AC28/03/2009	AC16/04/2009	
89	31	*	108	7	*	

TABLA 3.8 Valores de similitud temporal de barrera y área cultivada de Campo 3.

	22-Dec	17-Ene	31 Ene	12-Feb	28-Feb	14-Mar	28-Mar	12-Apr
JACCARD	0.17778	0.36207	0.31707	0.29231	0.28652	0.3	0.27097	0.085714

TABLA 3.9 Valores de riqueza temporal de barrera y área cultivada de Campo 4 con Bootstrap.

	AREA CULTIVADA CAMPO 4			AREA CULTIVADA CAMPO 4		
	AC05/05/2009	AC17/05/2009	Significación	B05/05/2009	B17/05/2009	Significación
RIQUEZA	231	188	NS	15	102	*
	AC17/05/2009	AC04/06/2009		B17/05/2009	B04/06/2009	
	188	125	NS	102	98	NS
	AC04/06/2009	AC16/06/2009		B04/06/2009	B16/06/2009	
	125	49	*	98	48	*
	AC16/06/2009	AC30/06/2009		B16/06/2009	B30/06/2009	
	49	221	*	48	92	*
	AC30/06/2009	AC08/07/2009		B30/06/2009	B08/07/2009	
	221	121	*	92	66	*
	AC08/07/2009	AC26/07/2009		B08/07/2009	B26/07/2009	
121	155	NS	66	88	*	

AC26/07/2009	AC09/08/2009		B26/07/2009	B09/08/2009	
155	125	*	88	106	NS
AC09/08/2009	AC23/08/2009		B09/08/2009	B23/08/2009	
125	158	*	106	122	NS
AC23/08/2009	AC03/09/2009		B23/08/2009	B03/09/2009	
158	195	NS	122	146	*
AC03/09/2009	AC20/09/2009		B03/09/2009	B20/09/2009	
195	201	NS	146	126	NS
AC20/09/2009	AC07/10/2009		B20/09/2009	B07/10/2009	
201	151	*	126	106	NS
AC07/10/2009	AC21/10/2009		B07/10/2009	B21/10/2009	
151	182	NS	106	143	NS
AC21/10/2009	AC08/11/2009		B21/10/2009	B08/11/2009	
182	180	NS	143	173	NS
AC08/11/2009	AC22/11/2009		B08/11/2009	B22/11/2009	
180	182	NS	173	165	NS
AC22/11/2009	AC13/12/2009		B22/11/2009	B13/12/2009	
182	188	NS	165	221	*
AC13/12/2009	AC22/12/2009		B13/12/2009	B22/12/2009	
188	145	*	221	161	*
AC22/12/2009	AC17/01/2009		B22/12/2009	B17/01/2009	
145	195	*	161	168	NS
AC22/12/2009	AC17/01/2009		B17/01/2009	B15/02/2009	
145	195	*	168	154	NS
AC15/02/2009	AC28/02/2009		B15/02/2009	B28/02/2009	
148	176	NS	154	169	NS
AC28/02/2009	AC14/03/2009		B28/02/2009	B28/03/2009	
176	126	NS	169	158	NS
AC14/03/2009	AC28/03/2009				
126	199	*			
AC28/03/2009	AC12/04/2009				
199	13	*			

TABLA 3.10 Valores de similitud temporal entre barrera y área cultivada de Campo 4.

	05-May	17-May	04-Jun	16-Jun	30-Jun	08-Jul	26-Jul	09-Aug	23-Aug	03-Sep	20-Sep	07-Oct
JACCARD	0.055794	0.25541	0.29651	0.22785	0.22745	0.20645	0.32065	0.23529	0.30233	0.3166	0.27734	0.24757
	21-Oct	08-Nov	22-Nov	13-Dec	22-Dec	17-Jan	15-Feb	28-Feb	14-Mar	28-Mar	12-Apr	
JACCARD	0.31048	0.3221	0.25271	0.3109	0.275	0.36981	0.30172	0.31179	0	0.36782	0	

