

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DE PLAGUICIDAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION HORTÍCOLAS: ESTUDIO DE CASOS

Responsables

Saturnino Núñez, Diego Maeso, Stella Zerbino, Noelia Casco, Paula Conde (INIA)
Carmen Ciganda, Lucía Graña, Yanet Pedrazzi (MSP)

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es resultado de un proyecto financiado por el Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) del CONICYT ejecutado entre los años 2007 y 2009.

El objetivo perseguido fue la evaluación del impacto ambiental derivado del uso de plaguicidas en diferentes sistemas hortícolas y frutícolas mediante el estudio de casos. Como antecedente directo tiene un trabajo realizado por INIA entre los años 2004 y 2005 en el cual el impacto ambiental del uso de plaguicidas fue evaluado a través de dos enfoques: 1) uso de índices categóricos y 2) aplicación de modelos de destino en cuencas de pequeñas corrientes de agua. Los valores calculados fueron contrastados con valores de referencia (toxicidad para organismos vivos) y determinaciones de plaguicidas en suelo y agua. Debido a algunas limitaciones que se observaron en esos estudios, fundamentalmente debido a la diversidad de situaciones, se decidió continuar trabajando en el tema mediante el análisis de casos estudiando a fondo parámetros que pudieran estar influenciados por el manejo de plaguicidas en predios representativos de los sistemas a evaluar: producción convencional, integrada y orgánica.

En este repartido se presentará la información obtenida en cultivos hortícolas la cual en algunos casos se comparará con la correspondiente de cultivos frutícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se dividió en las siguientes áreas:

1) Estimación y determinación de residuos de plaguicidas en suelo y agua.

Se aplicaron modelos de estimación de niveles de plaguicidas en suelo de acuerdo al uso en cada predio. Teniendo en cuenta que el laboratorio donde se realizaron los análisis de residuos de plaguicidas en suelo no contaba con los protocolos necesarios para detectar muchos de los plaguicidas utilizados por los productores (p.ej. ditiocarbamatos y nuevos plaguicidas como neonicotinoides, fisiológicos y spinosoides), se consideró que como primer aproximación, la aplicación de modelos matemáticos que supusieran la “peor situación” de residuos de plaguicidas, nos permitiría, mediante la comparación con los LC 50 de organismos indicadores como las lombrices de tierra, conocer si en esa “peor situación” era esperable algún impacto sobre estos organismos indicadores. En el caso que se detectara alguna situación de riesgo, se aplicarían modelos más realistas.

Para ello se incluyeron los plaguicidas utilizados durante los dos meses previos a la cosecha. Como “peor situación” se consideró el nivel de residuo esperado inmediatamente de aplicado el plaguicida, sin tener en cuenta la degradación del mismo de acuerdo a los días de aplicación. Para ello el modelo matemático aplicado fue el siguiente:

$((\text{Dosis i.a./ha} * (1 - \text{intercepción del cultivo})) / 100 * 5\text{cm de profundidad} * \text{densidad de suelo})$

Los valores obtenidos se comparan con valores de tabla de los LC50 de *Eisenia foetida* (lombriz de tierra).

Paralelamente se tomaron muestras de suelo y agua de reservorios para riego y se enviaron a dos laboratorios para su análisis: Laboratorio de Calidad de Alimentos-Calidad de productos de la Facultad de Agronomía (para la detección de cobre) y Laboratorio de Farmacognosia y Productos Naturales de la Facultad de Química (plaguicidas en general).

2) Estudios preliminares acerca de efectos sobre la salud del productor y de sus trabajadores.

Estos estudios estuvieron a cargo de la Dirección de Higiene Ocupacional del Ministerio de Salud Pública. En una primera etapa se preparó un protocolo médico en el cual se establecieron los análisis a efectuar y la encuesta sanitaria. El análisis principal fue la determinación de la variación de los niveles de la enzima colinesterasa, muy relacionados con la aplicación de insecticidas fosforados, a productores/aplicadores y población control. Se realizaron análisis de niveles de colinesterasa y exámenes médicos generales a un total de 58 trabajadores rurales relacionados con predios horti-frutícolas en estudio.

3) Determinación de biodiversidad en suelo/follaje.

En los predios seleccionados mediante distintas herramientas de muestreo se realizaron relevamientos de fauna aérea y de suelo en dos momentos del ciclo del cultivo. Se determinó el número de individuos perteneciente a cada grupo taxonómico y se calculó para cada muestreo el índice de diversidad de Shannon..

RESULTADOS

Se colectó la información correspondiente al número de aplicaciones y tipo de plaguicidas utilizados. Debido a que el Programa de Producción Integrada fue discontinuado durante la ejecución de este trabajo los productores seleccionados como ejemplo de este sistema de producción no siguieron estrictamente las normas del programa, por lo tanto las diferencias esperadas respecto a los ejemplos de producción convencional se debieron más bien a decisiones propias de cada productor y no a la forma de trabajo del sistema. A pesar de esto si analizamos el número de aplicaciones de plaguicidas, en general los productores convencionales realizaron mayor número de aplicaciones que los integrados y orgánicos. En cuanto al tipo de productos utilizados, en general la mayor diferencia se encontró entre los productores del sistema orgánico del resto, ya que los únicos productos usados por ellos fueron cobre, azufre, aceite y mezcla sulfocálcica y tabaco. En tomate, los productores seleccionados como ejemplos de producción integrada no utilizaron productos acordes con este sistema, por lo cual no se detectaron las diferencias esperadas en este aspecto (productos más selectivos, menos tóxicos y más amigables con el medio ambiente). En base a este resultado la comparación entre sistemas de producción

(convencional, integrado y orgánico) perdió su vigencia, por lo tanto los índices de impacto ambiental se determinaron tomando en cuenta el uso de plaguicidas no por sistema sino por predio.

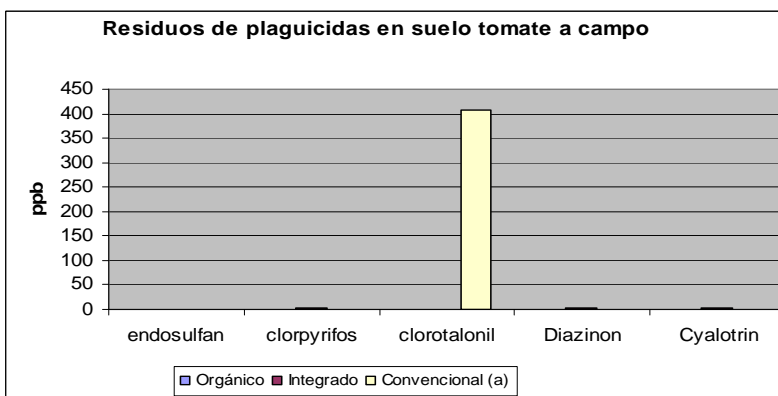
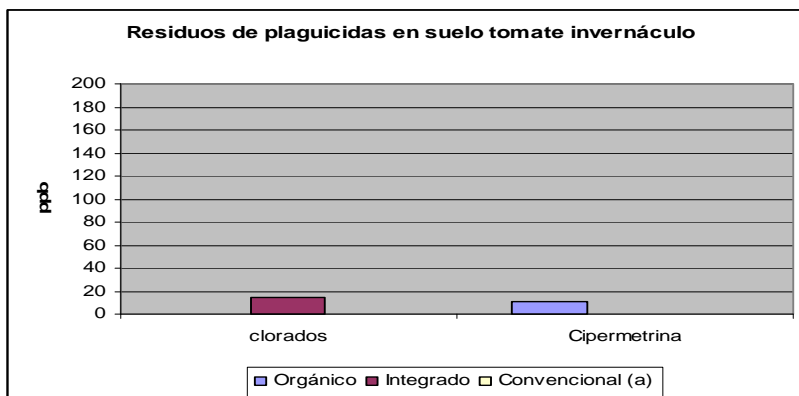
Otro factor que distorsionó los resultados en invernáculo de tomate fue que el productor seleccionado como convencional debió abandonar su cultivo por un ataque inmanejable de mosca blanca, por eso los resultados obtenidos en ese predio perdieron su valor como representativo de ese sistema de producción.

NÚMERO DE APLICACIONES SEGÚN TIPO DE PLAGUICIDA UTILIZADO SEGÚN CULTIVO Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Tomate	Campo			Invernáculo		
	Convencional	Integrada	Orgánica	Convencional	Integrada	Orgánica
INSECTICIDAS	10	8	0	1	3	4
Aceite mineral	1	0	0	0	0	0
Neonicotinoides	0	3	0	0	0	0
Fosforados	7	0	0	0	0	0
Pirroles	1	0	0	1	0	0
Fisiológicos	0	1	0	0	2	0
Piretroides	1	3	0	0	0	0
Spinosoides	0	1	0	0	1	0
Botánicos	0	0	0	0	0	4
FUNGICIDAS	24	17	0	5	4	2
Azufrados	0	0	0	0	0	2
Phthalimidas	1	3	0	0	0	0
Estrobirulinas	0	0	0	0	2	0
Grupo Clorotalonil	10	0	0	0	0	0
IBE	0	0	0	1	2	0
Dithiocarbamatos	2	6	0	2	0	0
Cupricos	11	8	0	2	0	0
OTROS	6	0	5	0	0	0
Ascofol	0	0	5	0	0	0
yodo	6	0	0	0	0	0

1) Estimación y determinación de residuos de plaguicidas en suelo y agua.

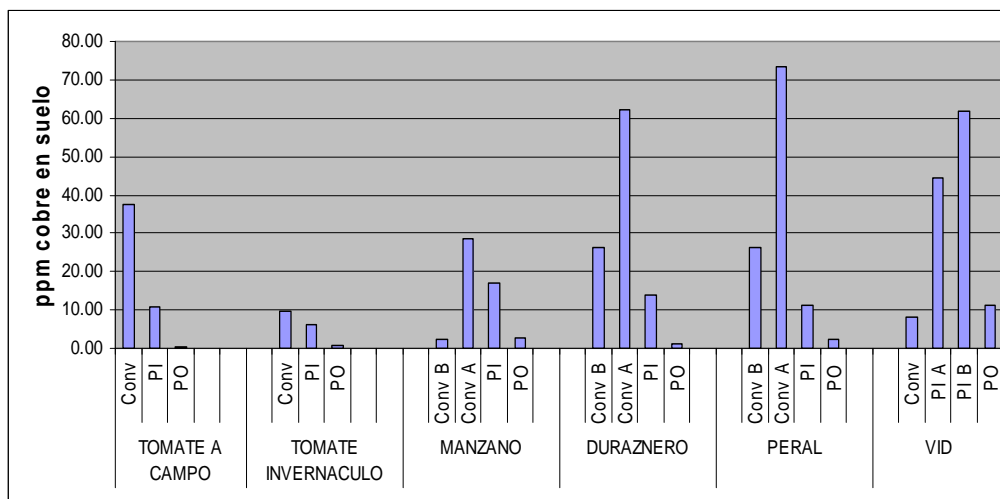
Los niveles de residuos de plaguicidas detectados en suelo fueron prácticamente despreciables, no obstante, debe destacarse que no fue posible la detección de varios grupos de plaguicidas utilizados por los productores por la falta de protocolos de análisis por parte del laboratorio de análisis al cual se enviaron las muestras.



Es de destacar que a pesar de que los insecticidas clorados no se usan en el país desde hace más de 30 años, en la mayoría de los suelos analizados se detectaron metabolitos de este grupo de plaguicidas. Esto coincide con lo que se conoce sobre este tipo de insecticidas en cuanto a su persistencia.

A excepción del clorotalonil en suelo de tomate a campo, todos los plaguicidas detectados se encuentran en niveles inferiores a las 10ppb. En ningún caso los niveles encontrados pueden ser considerados riesgosos si los comparamos con los LC 50 de lombrices de tierra.

Llama la atención de que en el caso del productor orgánico de tomate se detectaron residuos de cipermetrina. El productor mencionado ha comentado que en el predio lindero se había cultivado soja, por lo tanto una posibilidad de este hallazgo puede ser la existencia de deriva desde ese cultivo.



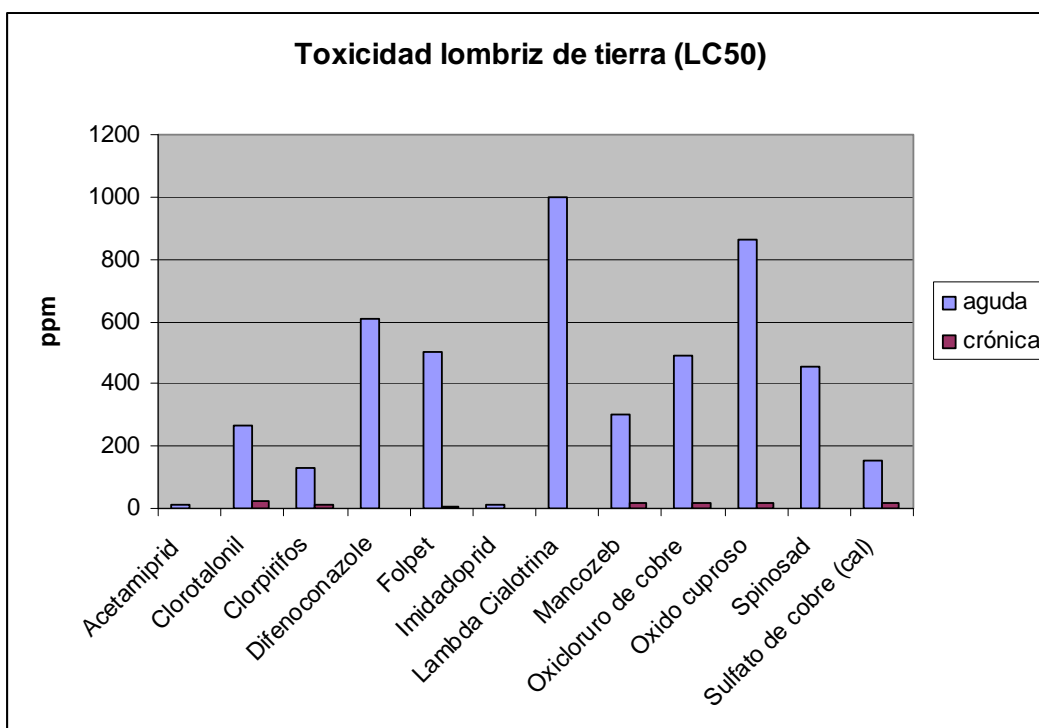
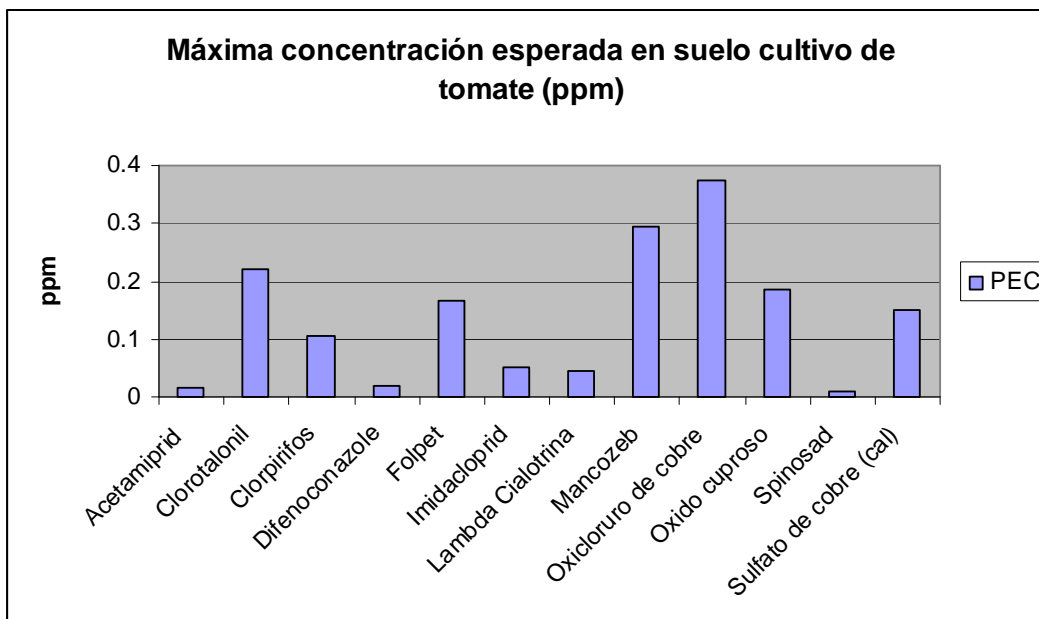
Los análisis de cobre realizados en suelo mostraron un comportamiento totalmente distinto al de los plaguicidas sintéticos. Se detectó su presencia en todas las muestras, y en algunos casos, a niveles que según la bibliografía pueden ser tóxicos para ciertos microorganismos de suelo.

Los mayores niveles no fueron encontrados en los predios de producción orgánica donde se usan corrientemente plaguicidas cúpricos. Independientemente del sistema de producción evaluado, los mayores niveles de cobre en suelo se detectaron en los cultivos perennes, lo que se debería a su uso reiterado durante muchos años en el mismo terreno y los tratamientos pre-primaverales de cobre.

Respecto a los análisis de residuos de cobre en reservas de agua, entre diciembre de 2007 a febrero de 2008 se muestrearon todos aquellos productores que disponían de reservas de agua como polders, tajamares y pozos escavados. De 11 predios analizados solo se detectó cobre en el productor convencional de viña. La cantidad detectada fue de 0,029 mg de Cu/ litro de agua.

Comparación de residuos de plaguicidas detectados respecto a modelos de predicción de concentración ambiental (PEC).

Los siguientes gráficos permiten realizar las comparaciones respectivas. En todos los casos los niveles estimados de residuos de plaguicidas, son al menos 100 veces inferiores a aquellos correspondientes a los LC50 del organismo indicador. Puede observarse que la mayoría de los plaguicidas utilizados no fueron detectados en los análisis químicos practicados, probablemente por las restricciones técnicas citadas anteriormente. No obstante existen varios plaguicidas, aunque en niveles muy bajos, que de acuerdo a la encuesta no fueron utilizados durante los últimos meses por los productores y se detectaron en los análisis químicos. Estos plaguicidas fueron fundamentalmente clopirifos, endosulfan, diazinon, clorotalonil y metilparation, los que en general tiene una vida media en el suelo relativamente larga. El caso más extremo es el de los insecticidas clorados, los que no se usan desde hace más de 30 años y aun se detectan residuos en suelo.

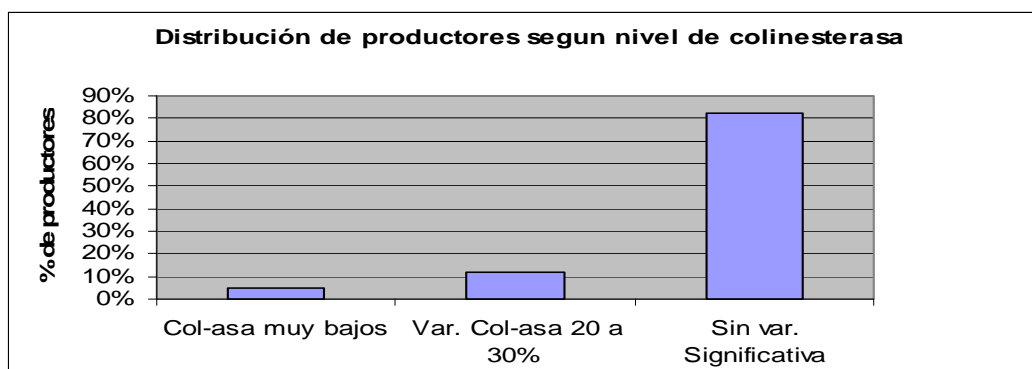
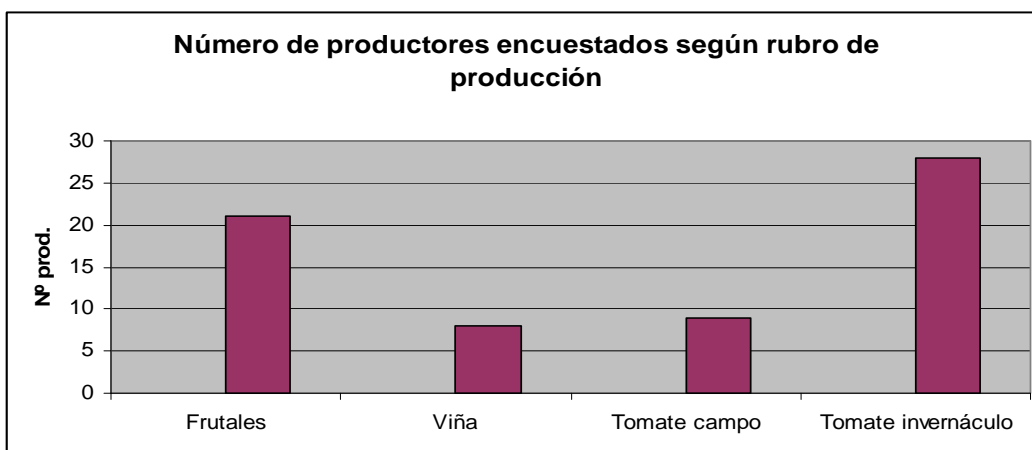


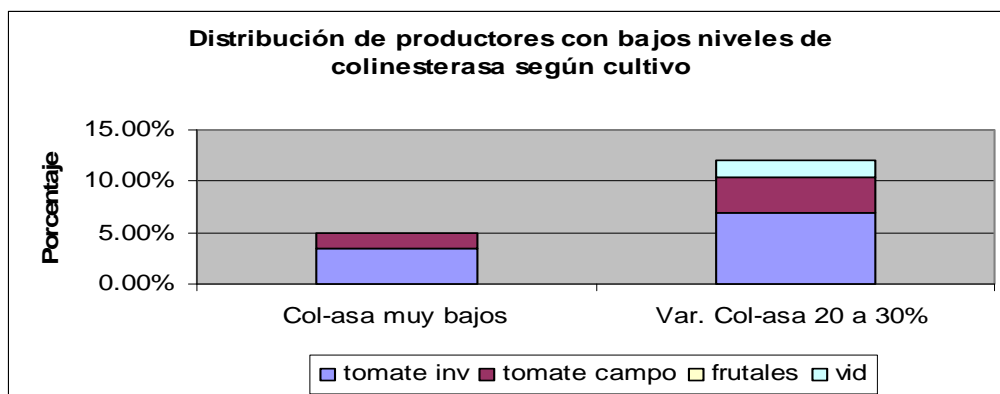
2) Estudios preliminares acerca de efectos sobre la salud del productor y de sus trabajadores.

La variación en los niveles de acetilcolinesterasa en sangre es un indicador de los niveles de exposición a insecticidas fosforados y carbamatos. De acuerdo a ello se analizó el nivel de esta enzima durante el período de exposición a estos plaguicidas (febrero 2008) y durante un período de no exposición (julio 2008). En total se analizaron de 58 trabajadores y o productores, en once predios.

A nivel de muchos países, se considera que las variaciones de acetilcolinesterasa entre los períodos de exposición y no exposición deben ser inferiores al 20%. Variaciones entre 20 y 30% deben ser consideradas potencialmente peligrosas, mientras que variaciones superiores al 30% debe procederse a la eliminación total de la exposición al plaguicida.

En los análisis de la variación de los niveles de acetilcolinesterasa se encontraron variaciones de esta enzima superiores al 30% en un 5% de los casos analizados (58). Mientras que se detectaron variaciones de entre un 20 a 30% en un 15% de los casos analizados. La mayoría correspondía a trabajadores o productores rurales vinculados a invernáculos.





3) Determinación de biodiversidad en suelo/follaje.

Biodiversidad en follaje

En las colectas realizadas mediante trampas de succión durante el período de mayor presión de uso de plaguicidas (diciembre-enero) se encontró en general mayor abundancia de artrópodos y valores más altos del índice de diversidad de Shannon en los predios donde se sigue el sistema de producción orgánica.

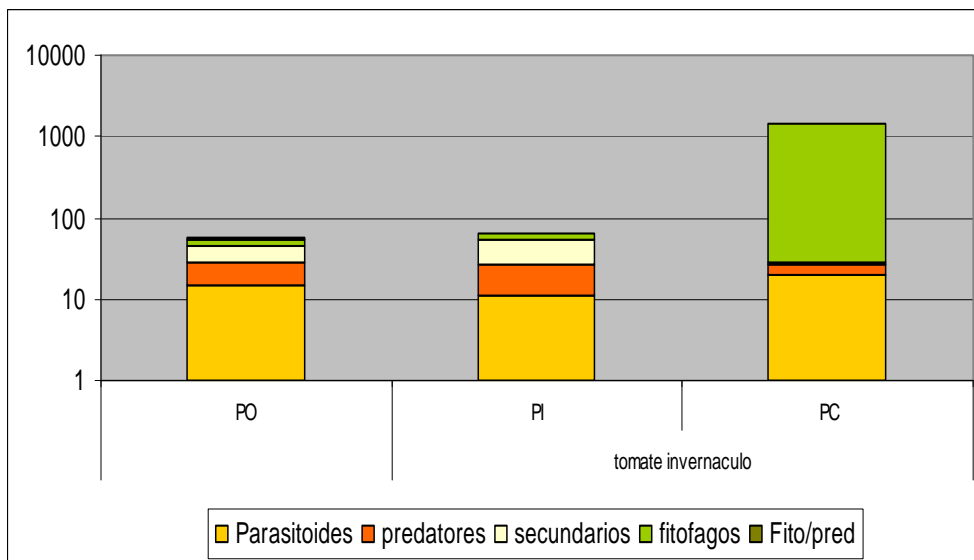
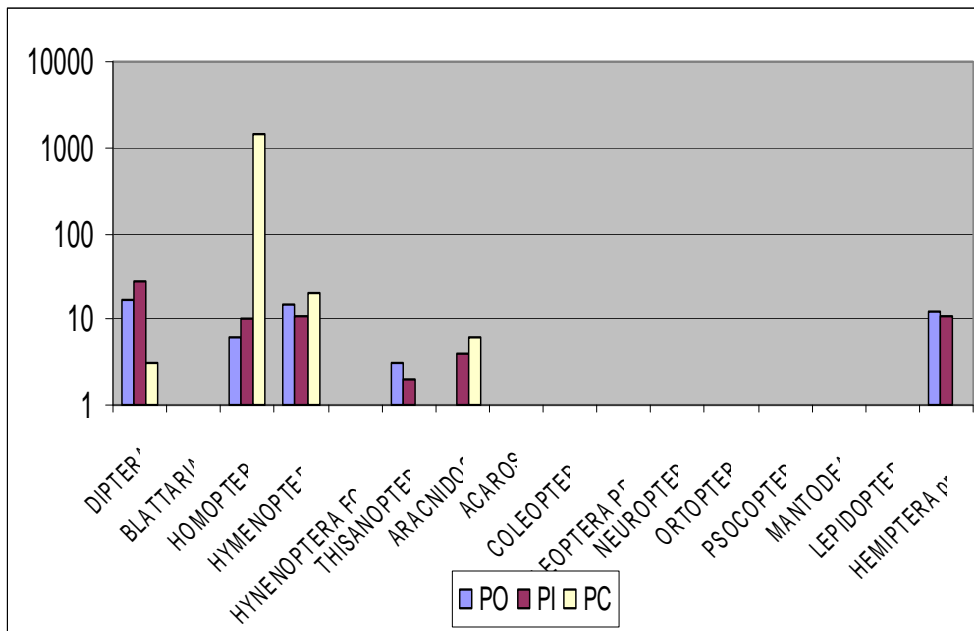
Por su parte, los predios que siguen el sistema de producción integrada presentaron valores intermedios de estos parámetros respecto a los de producción orgánica y convencional. No obstante, en algún caso en particular se registraron mejores valores en predios de producción convencional que de producción integrada. Estos casos específicos concuerdan con el hecho de que el productor convencional realizó menor número de aplicaciones de plaguicidas que el productor integrado. Las tendencias anteriormente discutidas son bastante más claras en cultivos perennes que en cultivos anuales.

DETERMINACIÓN DE MORFOESPECIES AEREAS (EPYGEAS) SEGÚN CULTIVO Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN

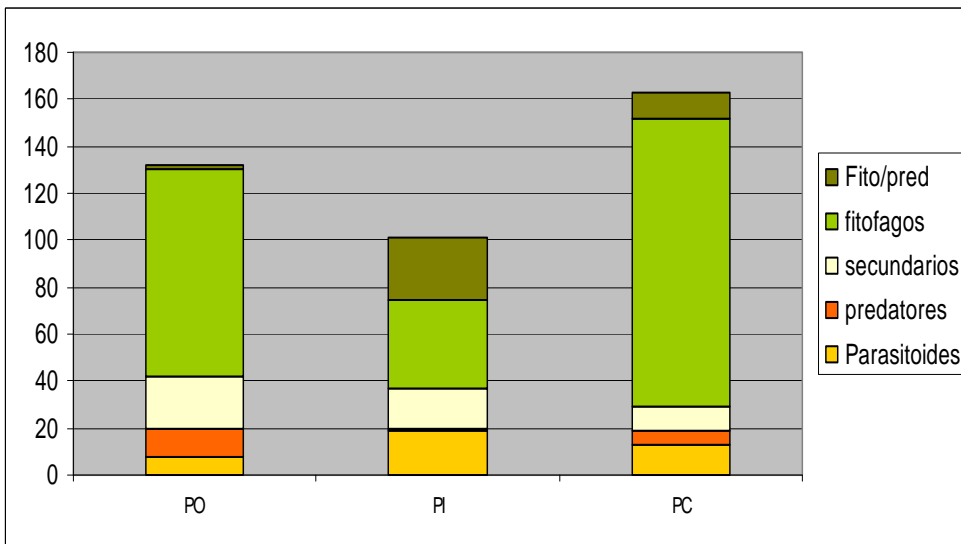
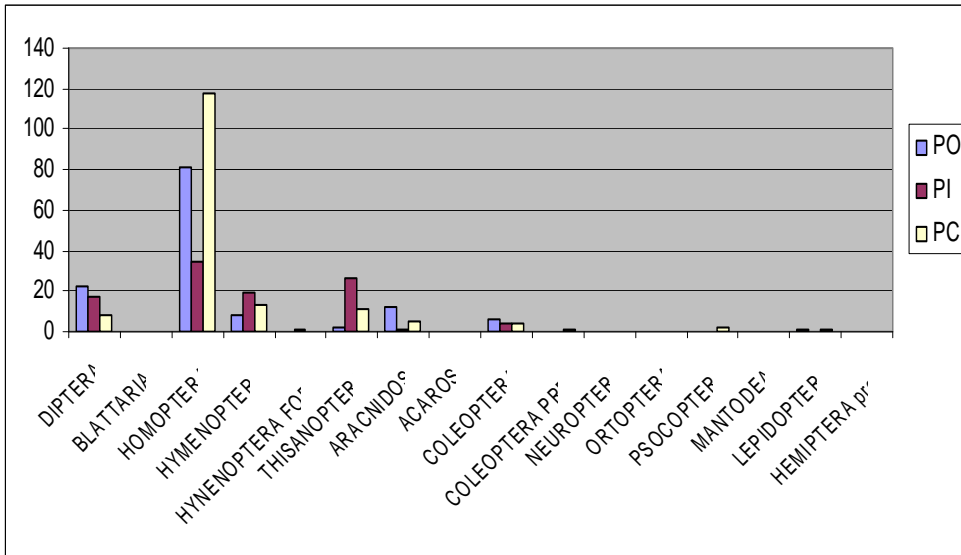
Rubro	Sistema	Nº total artrópodos	Riqueza (Nº de morfoespecies)	Diversidad Índice de Shannon
Tomate campo	O	133	22	1.97
	I	105	23	2.05
	C	169	22	1.4
Tomate invernáculo	O	77	22	2.07
	I	76	17	1.98
	C	1434	8	0.45

Desde el punto de vista de los distintos grupos identificados y su clasificación según grupos funcionales, existe prevalencia de parasitoides y predadores en los sistemas de producción orgánica. Esta tendencia fue mucho mas clara en los cultivos perennes que en tomate.

Tomate invernáculo:



Tomate campo:



PO. Producción orgánica
 PI. Producción integrada
 PC. Producción convencional

SISTEMA DE Biodiversidad en suelo

En el caso de los estudios realizados sobre la macrofauna del suelo, los predios bajo producción orgánica mostraron mayor abundancia de individuos, sin embargo esto no se reflejó en valores más altos del índice de diversidad. De acuerdo a las tendencias observadas es probable que la macrofauna del suelo sea mas afectada por el manejo de suelo que por los plaguicidas utilizados.

DETERMINACIÓN DE MORFOESPECIES EN SUELO (HIPOGEAS) SEGÚN CULTIVO Y PRODUCCIÓN

Rubro	Sistema	Densidad	Riqueza	Diversidad
-------	---------	----------	---------	------------

		Ind/m2	Nº de morfoespecies	Indice de Shannon
Tomate campo	O	84	15	2.28
	I	48	6	1.5
	C	56	15	2.58
Tomate invernáculo	O	546	14	0.96
	I	212	8	0.98
	C	54	4	1.16