

# **Análisis del riesgo ambiental derivado del uso de fitosanitarios en el cultivo de cebolla en el departamento de Salto**

Alexandra Bozzo\*

Gabriela Eguren\*\*

\* Facultad de Agronomía-Universidad de la República-Regional Norte

\*\*Facultad de Ciencias- Universidad de la República

[alebozzo@adinet.com.uy](mailto:alebozzo@adinet.com.uy)

## **Introducción**

La economía de las sociedades humanas se sustenta en base a los recursos naturales, por tanto la capacidad de los sistemas naturales para amortiguar las presiones derivadas de las actividades humanas (agrícola, ganadera, industrial, etc.), condiciona la sustentabilidad de los sistemas de producción (Eguren, 2005).

El Uruguay es un país propicio para el desarrollo de plagas y enfermedades debido a sus características ambientales sobre todo en lo referente a temperatura y precipitación. La mayoría de las veces, los fitosanitarios<sup>1</sup> son empleados de manera inadecuada, siendo aplicados en mayor cantidad y frecuencia que las realmente necesarias, lo que resulta en una elevación de los costos de producción sin efectivamente reducir los daños, además de un aumento en los problemas ambientales y de salud humana (Pérez, 2005).

---

1-Cualquier sustancia, agente biológico, mezcla de sustancias o de agentes biológicos, destinada a prevenir, controlar o destruir cualquier organismo nocivo, incluyendo las especies no deseadas de plantas, animales o microorganismos que causan perjuicio o interferencia negativa en la producción, elaboración o almacenamiento de los vegetales y sus productos. El término incluye coadyuvantes, fito - reguladores, desecantes y las sustancias aplicadas a los vegetales antes o después de la cosecha para protegerlos contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte. (MGAP-DGSA, 2011).



Según Boroukhovitch (1992) y Albert (2000), los fitosanitarios pueden provocar desequilibrio ecológico y contaminación de las redes tróficas, eliminación de enemigos naturales, surgimiento de nuevas especies como plaga, resistencias de plagas y contaminación de suelo, aire y agua lo que obliga a utilizar cada vez mayores dosis con mayor frecuencia y a utilizar nuevos fitosanitarios. Las poblaciones de plagas expuestas continuamente a los productos son sometidas a una intensa selección natural por resistencia a dichos productos.

El uso intensivo de fitosanitarios representa un peligro de contaminación debido a que, cuando el compuesto es introducido en el ambiente puede ser transportado desde el lugar donde fue aplicado, distribuirse sobre una amplia área geográfica y alcanzar concentraciones superiores a los límites máximos permitidos (Lyman 1995).

Esto depende de varios factores como características del medio receptor, estructuras y propiedades de la sustancia activa y demás componentes (solubilidad en agua, volatilidad y capacidad de bioacumulación), rutas de transferencia, transporte y transformación (Leonard, 1990; Mackay, 2001).

La exposición de los suelos a una mezcla de varios fitosanitarios induce a efectos tóxicos pudiendo ser en general mayores que aquellos producidos por los productos en forma aislada.- La exposición a mezclas puede resultar en interacciones toxicológicas, situación en que la respuesta de los organismos es cuanti o cualitativamente distinta a la esperada si cada uno de los fitosanitarios actuara por separado (Rand *et al.*; 1995).-

El uso del suelo tiene un efecto relevante en la calidad de las aguas superficiales, durante las lluvias las partículas de los suelos ingresan a los arroyos y ríos. El lavado constituye una ruta importante de entrada de poluentes en las aguas superficiales.- La contaminación de las aguas por el lavado de fitosanitarios depende también de varios factores, como son las precipitaciones luego de la aplicación, la topografía, y el tipo de suelo de la cuenca hidrográfica y de las propiedades físico-químicas de los productos (solubilidad en agua, presión de vapor, coeficientes de partición etc.). El lavado podría tener lugar en los meses de otoño e invierno, cuando la evapotranspiración es menor.

Los procesos que sufre un fitosanitario una vez liberado al ambiente depende de varios factores, tales como: características del medio receptor, estructuras y propiedades de la sustancia activa y demás componentes, rutas de transferencia, transporte y transformación (Eguren 2003). Una característica importante es la estabilidad química del fitosanitario, expresada generalmente como vida media. La *vida media de cada compuesto* es el tiempo (días) requerido para la disipación (pérdidas) del 50% del compuesto en cada compartimento (agua, suelo, aire) y varía de acuerdo a las características del mismo (pH, alcalinidad, temperatura, contenido de carbono orgánico, intensidad luminosa, características de las comunidades microbianas presentes, etc) (Leonard, 1990).

Pérez (2005) señala que algunas características del medio receptor como temperatura, precipitaciones, propiedades físico-químicas del suelo y de los cuerpos de agua, hidrodinámica, escorrentía superficial, lixiviación, capacidad de arrastre de ríos y arroyos o tasa de recambio en lagos, son determinantes en la distribución y destino final de los fitosanitarios.

Dada la multiplicidad de factores que condicionan la distribución ambiental de productos químicos y en particular de los fitosanitarios, se han desarrollado modelos matemáticos que permiten estimar las cargas ambientales, identificar los productos así como también los compartimentos ambientales de mayor riesgo.

En la química ambiental, los modelos son utilizados como sustitutos de experimentos que no pueden ser realizados en el ambiente natural y su objetivo es predecir el impacto de las actividades humanas sobre el mismo (Wania, 2001). Los programas de monitoreo de campo para detectar residuos de fitosanitarios en aguas superficiales pueden ser caros, especialmente cuando los contaminantes están en bajas concentraciones, son difíciles de analizar y las características del ecosistema son tales que es necesario tomar un gran número de muestras para evaluar variaciones espaciales y temporales (Mackay and Wania, 1995, citado por Pérez, 2005).

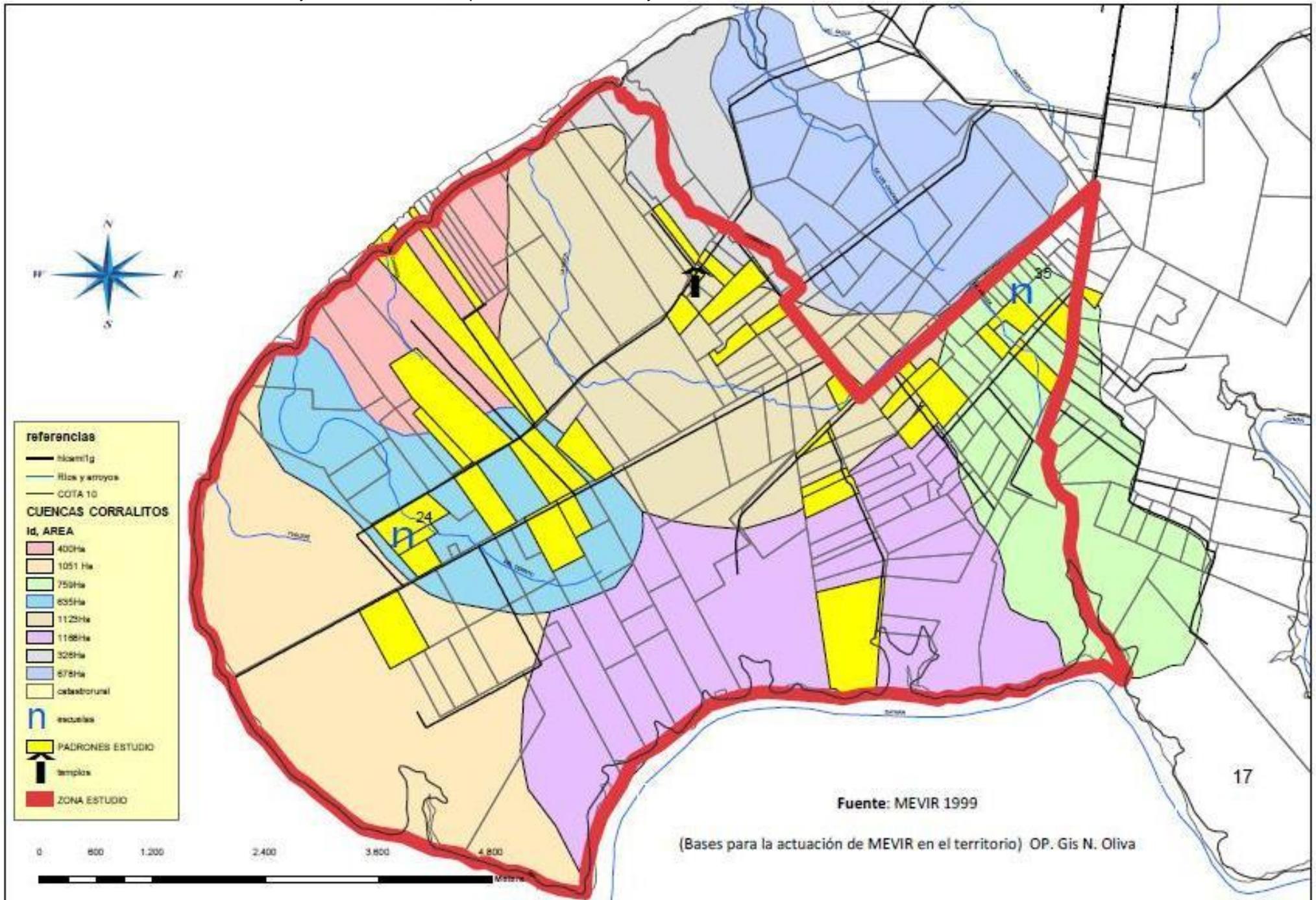
### **Objetivo general**

El objetivo del presente estudio fue evaluar el riesgo ambiental asociado al uso y manejo de fitosanitarios aplicados en el cultivo de cebolla en el departamento de Salto, durante el año 2006.

## **Area de estudio**

El área de estudio se halla ubicada en el sur del departamento de Salto y corresponde a las zonas de Corralito y oeste de Nueva Hespérides. Los límites sur, oeste y norte del área lo constituyen el Río Daymán, Río Uruguay y Cañada Corralito. El límite este lo constituye la Avenida Solari. El área comprende una zona suburbana de aproximadamente 5.100 ha de las cuales 115,5 ha corresponden a 31 productores de cebolla **(Fig. 1)**.

**FIGURA 1.** Zonas de Corralito y oeste de Nueva Hespérides, microcuencas y establecimientos estudiados, Salto, año 2006.



## Herramientas metodológicas

Se caracterizó el uso y manejo de fitosanitarios por parte de los productores, se identificaron los productos que representaron mayor riesgo de contaminación ambiental, se estimaron sus concentraciones en agua y suelos y se evaluaron los posibles efectos adversos sobre organismos acuáticos.

Se seleccionó el cultivo de cebolla debido a que constituye uno de los principales cultivos hortícolas a campo que se producen en el departamento de Salto, abarcando en el año hortícola 2008-2009 una superficie de 469 ha, correspondiente a un 26% de la superficie de los cultivos a campo en el cordón hortifrutícola de Salto (MGAP: DIEA – DIGEGRA, Encuesta Litoral Norte 2009) y además dado que requiere un uso intensivo de fitosanitarios debido a su susceptibilidad a enfermedades y plagas.

Dado que no se cuenta con información censal detallada sobre el uso de manejo de fitosanitarios, la misma fue obtenida a partir de encuestas a productores y entrevistas a técnicos que trabajan en la zona. Las encuestas fueron estructuradas en unidades temáticas con preguntas cerradas abordando aspectos como: características del predio y del productor, si recibe asistencia técnica, principales rubros, plagas y enfermedades, principales fitosanitarios usados, manejo de los mismos, dosis y forma de aplicación, uso de equipos de protección y costos de producción, entre otros.

A partir de la información obtenida en las encuestas se evaluó el impacto ambiental de los fitosanitarios mediante **Indices Ambientales** (para cada padrón). El Indice de Riesgo Ambiental/padrón, desarrollado por los autores del presente estudio y el Cociente Ambiental de Campo/ padrón elaborado por Kovach *et al.*, (1992), el cual fue calculado en este trabajo. Para la elaboración del **Indice de Riesgo Ambiental/padrón** se seleccionaron 7 ítems contenidos en la encuesta, los cuales consideraban los aspectos más relevantes relacionados al uso y manejo de fitosanitarios utilizado en cebolla en el año 2006. Para la identificación de los fitosanitarios de *mayor riesgo de contaminación* utilizados en cada predio se aplicó el **Cociente de Impacto Ambiental de Campo (EIQ\*) /padrón**.

Dicha herramienta metodológica se basa en la relación entre un umbral toxicológico (concentración a la cual se observa un efecto) y una concentración ambiental esperada (Finizio *et al.*, 2001). Los mismos son calculados a partir de indicadores de exposición (número de aplicaciones, dosis y superficie donde se aplicó) y de los efectos (vida media, toxicidad y potencial de bioacumulación) que estas sustancias puedan ejercer sobre organismos no blanco representativos (Finizio *et al.*, 2001).

Para realizar la **evaluación de riesgo**, los datos ecotoxicológicos utilizados fueron: concentración letal 50 en peces (CL50 96 h)<sup>2</sup>, concentración letal 50 en el microcrustáceo *Daphnia Magna*<sup>3</sup> (CL50 48 h), concentración letal 50 en lombriz terrestre (CL 50 14 días), concentración media máxima efectiva en algas (EC50 72hrs)<sup>4</sup> y concentración sin efecto observado en *D. magna* (NOEC 21 días)<sup>5</sup>.

En función de la cantidad de padrones con valores medios y elevados de Cociente Ambiental de Campo (EIQ\*), de las características físico-químicas de suelo y topografía contrastantes fueron seleccionadas dos microcuencas para comparar el comportamiento de los fitosanitarios de mayor riesgo ambiental.

Una de las microcuencas seleccionadas se encuentra ubicada en Corralito, sobre la *Unidad Espinillar* y abarca 635ha. Está integrada por 10 padrones, con una superficie total de cebolla de 20,5 ha. (**Fig. 1: microcuenca color celeste**). Los suelos predominantes son Brunosoles Eutricos Típicos pertenecientes al Grupo CONEAT 1013. Dicha microcuenca vierte sus aguas a la Cañada del Cerrito la cual desemboca el Río Uruguay. *Los suelos Brunosoles Eutricos de la Unidad Espinillar pertenecen al Orden de Suelos Melánicos. Son suelos oscuros, con contenidos elevados de materia orgánica, al menos en los horizontes superficiales, alta saturación en bases en todo el perfil, diferenciación textural variable aunque predominantemente media a máxima. La secuencia de horizontes más frecuente es: A-B-C, en la que el horizonte, de color oscuro y con estructura bien expresada-casi siempre de bloques gruesos- pero que no restringe de manera significativa el movimiento del agua o la difusión del aire. La pendiente de estos suelos es de 1,5%. (Durán y Préchac, 2007).*

**2-CL50:** Concentración del tóxico que mata el 50% de los organismos expuestos durante un período de tiempo determinado. Considera la toxicidad aguda (Barra, 2002).

**3- *Daphnia Magna*:** crustáceo cladóceros más comúnmente utilizado en ensayos ecotoxicológicos, por ser de fácil establecimiento en el laboratorio y corto ciclo vital. Asimismo *D. magna* representa de manera ideal al zooplancton en estudios ecotoxicológicos (Dodson & Hanazato, 1995).

**4- EC50:** Concentración del tóxico que induce el 50% de la respuesta máxima luego de un tiempo específico de exposición. Se aplica en estudios acuáticos donde es muy difícil determinar la dosis. (Barra, 2002).

**5-NOEC 21 días:** Concentración máxima comprobada del tóxico en la cual no se observan efectos adversos observables (Barra, 2002).

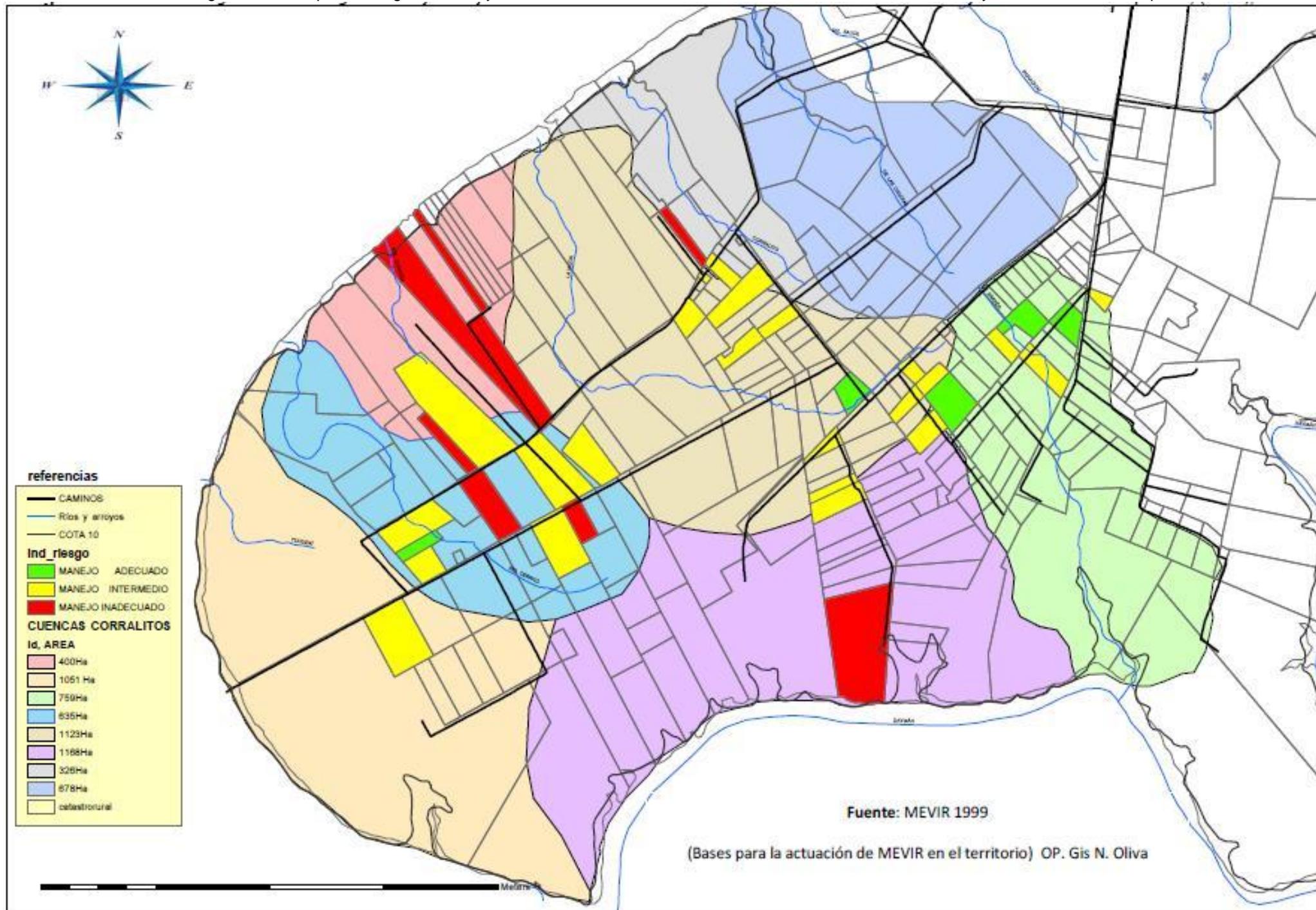
La segunda microcuenca seleccionada se encuentra ubicada en Nueva Hespérides, sobre la *Unidad Constitución* y consta de una superficie de 1168 ha. Está integrada por 3 padrones con una superficie total de cebolla de 15 ha (**Fig. 1: microcuenca color violeta**). Los suelos predominantes son Inceptisoles Ocrícos, pertenecientes al Grupo CONEAT: 0910. Dicha microcuenca vierte sus aguas en el Río Daymán. Los suelos *Inceptisoles Ocrícos* que integran la Unidad Constitución son suelos poco desarrollados, de mayor profundidad que los Litosoles, textura más fina que los Arenosoles y sin estratificación de origen aluvial. El horizonte superior es de color pardo muy claro, textura arenosa, fertilidad muy baja y drenaje interno bueno. Pueden poseer un horizonte cámbico de alta o baja saturación en bases.

Los Inceptisoles ocupan terrenos caracterizados por ser áreas de erosión y no de acumulación. En los departamentos de Salto y Artigas estos suelos ocurren en posición de terrazas, groseros: conglomerados y acumulaciones de cantos rodados, a veces recubiertos por capas arenosas. La secuencia de horizontes es A-C o A-B-C (horizonte B cámbico). El horizonte superficial es de textura media liviana (franco a franco arenoso), a veces con contenidos muy elevados de gravas y guijarros. La capacidad de retención de agua puede ser limitante. Presentan una fuerte acidez, baja saturación en bases y elevado contenido de Aluminio intercambiable y un riesgo de erosión alto debido a la ocurrencia en pendientes fuertes (pendiente: 2,5%). (Durán y Préchac, 2007).

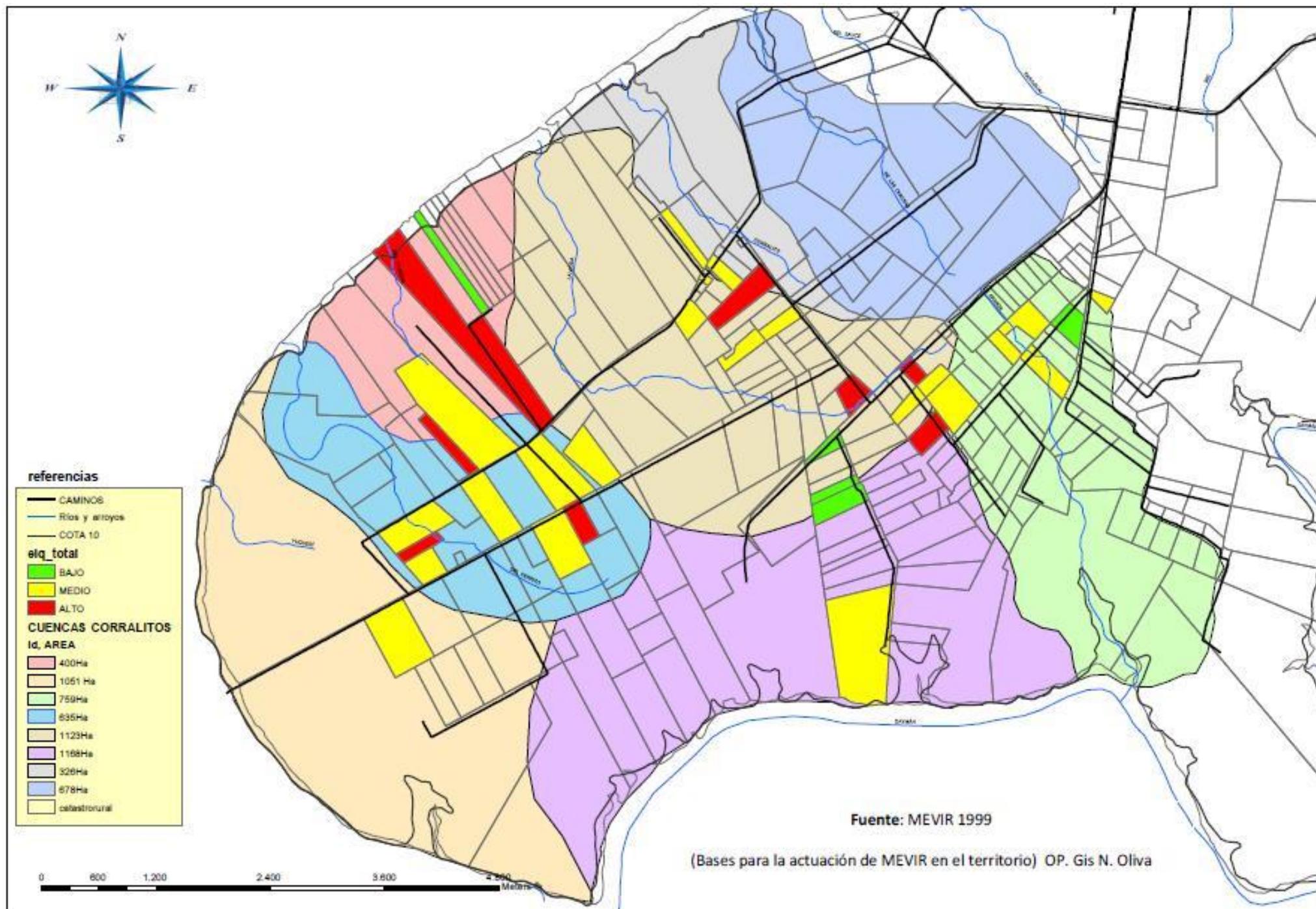
## Resultados

- En la zona se utilizaron **21 principios activos de fungicidas, 6 de insecticidas y 6 de herbicidas.**
- **El Metamidofós y el Metomil**, insecticidas pertenecientes a la Categoría I, fueron aplicados por el 24% (23 ha) y 5% (5,5 ha) de los productores respectivamente. Según la normativa que rige la DGSA, el Metamidofós se encuentra registrado solamente para su aplicación en el *cultivo de papa*. Los insecticidas más utilizados en el área de estudio fueron el Clorpirifos y el Endosulfán. Estos 2 insecticidas pertenecen a la categoría II (tóxicos) y el 74% de los productores aplicó uno de ellos o ambos. La Cipermetrina (piretroide, categoría II) fue aplicada por un 45% de los productores.
- Se realizaron un promedio de **18 aplicaciones por predio** durante el ciclo del cultivo (40% de los predios realizó más de 21 aplicaciones y 55% de los predios entre 11 y 21).
- El 86 % de los predios presentó un manejo inadecuado de los fitosanitarios reflejado en el **Índice de Riesgo Ambiental**, y el 84% de ellos presentó valores intermedios y altos del **Cociente Ambiental de Campo (EIQ\*) (Figs 2 y 3)**

**FIGURA 2.** Índice de Riesgo Ambiental /padrón según el manejo de fitosanitarios realizado en cebolla en las zonas de Corralito y oeste de Nueva Hespérides, Salto, 2006.



**FIGURA 3.** Cociente Ambiental de Campo/padrón en el cultivo de cebolla en las zonas de Corralito y oeste de Nueva Hespérides (Salto), 2006.



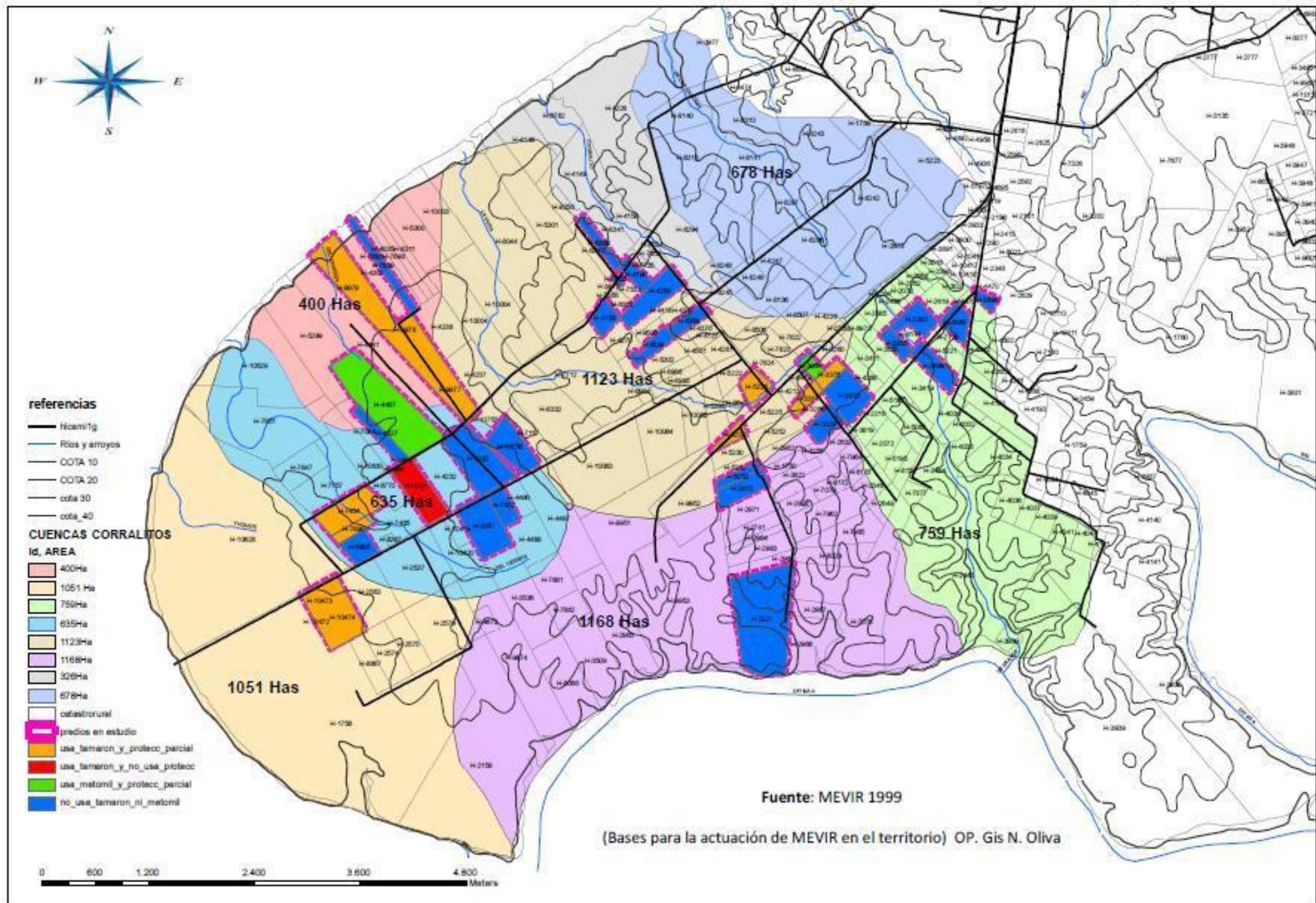
- La asistencia a los productores por un técnico fue poco relevante, solamente recibió esta asistencia el **21% de los productores en forma permanente**, durante todo el ciclo del cultivo.

- En cuanto al uso de protección personal durante la preparación de la mezcla y/o aplicación del producto, se concluyó que **ninguno de los aplicadores utilizó una protección total**, presentando una protección parcial el 95% de ellos. Este punto adquiere mayor importancia si se tiene en cuenta que varios de los productos aplicados en la zona de estudio pertenecen a la Categoría Toxicológica I (uno), como fue mencionado en párrafos anteriores (**Fig. 4**).

- En relación a los **casos de intoxicación aguda** por fitosanitarios en esta zona, el 50% de los productores expresaron que ellos mismos se habían intoxicado o que sabían de otras personas que habían presentado un problema de salud.-

- Con respecto al **manejo de los envases vacíos** se puede señalar que el 68% de los productores los eliminó mediante la quema trasladando el problema ambiental a otro compartimento, el aire. Solamente un 11% realizó el triple lavado y los depositó en el basurero municipal. Esto coincide con lo reportado por Bruno (2003) y Aguirre (2007).

FIGURA 4. Uso de protección en la preparación y/o aplicación de fitosanitarios Categoría I en cebolla en Corralito y oeste de Nueva Hespérides, Salto, 2006.



- El fitosanitario que presentó **mayor Cociente Ambiental de Campo fue Mancozeb**, cuyo valor fue de 22,8 en la microcuenca de la Unidad Espinillar y de 10,5 en la Unidad Constitución. Con respecto al *Mancozeb*, cuatro de los productos comerciales utilizados en el cultivo de cebolla presentan en su formulación este producto activo (fungicidas mezcla). Uno de ellos tiene Mancozeb como único principio activo; el Rider y el Ridomil presentan en su formulación Mancozeb combinado con Metalaxil (Rider: Metalaxil 48 % + Mancozeb 10% y Ridomil Metalaxil 4% + Mancozeb 64%), y el Curzate, presenta el Mancozeb combinado con Cymoxanil (Cimoxanil 8% + Mancozeb 64%). Por su parte el **Carbendazim** presentó un EIQ\* de 19,5 en la microcuenca de la Unidad Espinillar. (**Tablas 1 y 2; Fig. 5**).

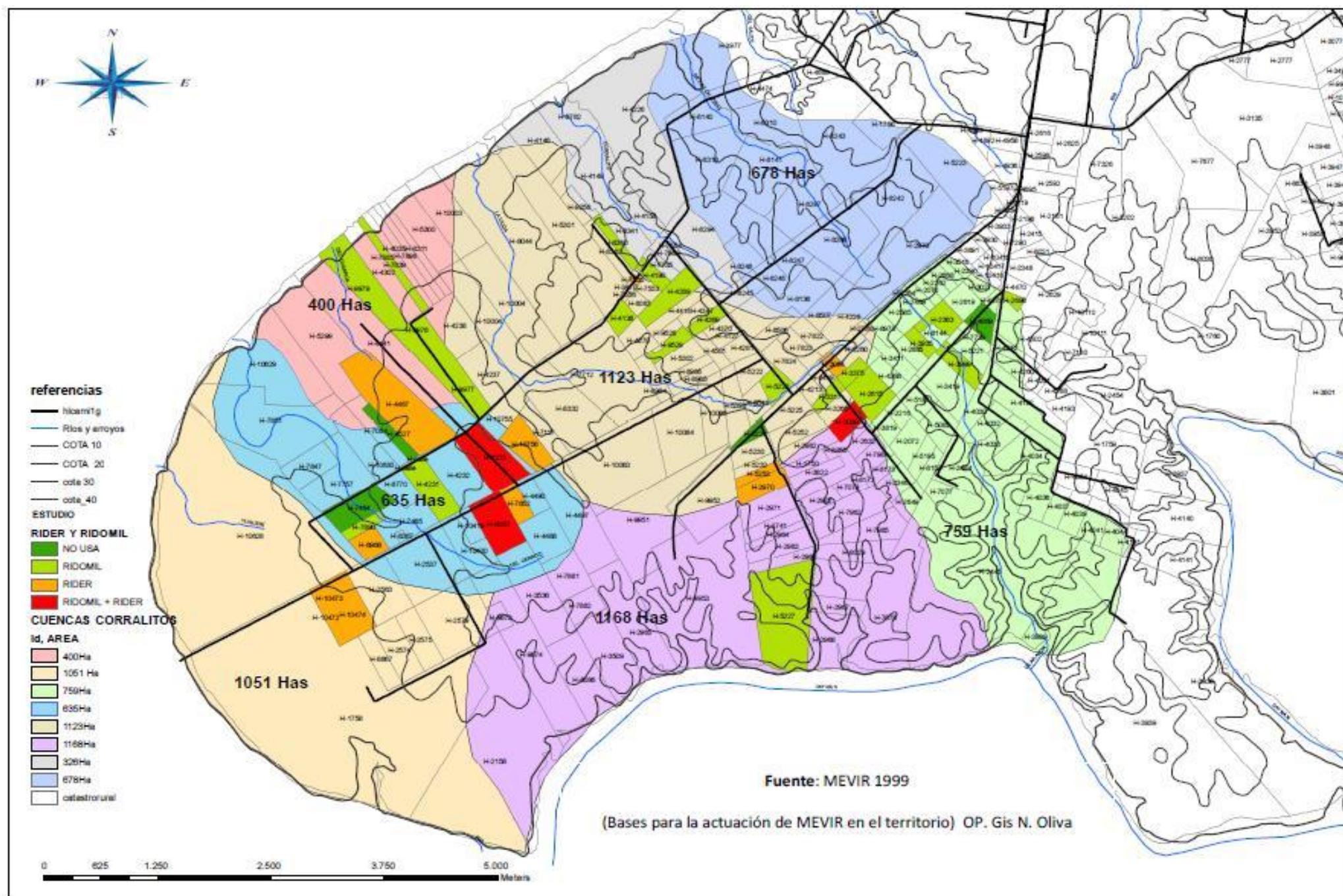
**TABLA 1. Cociente Ambiental de Campo (Q\*) de los fitosanitarios utilizados en el cultivo de cebolla en las microcuencas correspondientes a la **Unidad de suelo Espinillar** de la zona de Corralito y Nueva Hespérides (Salto).**

| <b>Nombre Comercial</b>  | <b>Principio activo</b> | <b>(EIQ*) total</b> |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Lorsban 48               | Clorpirifos             | 8.3                 |
| Tamarón                  | Metamidofós             | 5.2                 |
| Endosilán                | Endosulfan              | 3.3                 |
| Metomex                  | Metomil                 | 1.7                 |
| Xiper                    | Cipermetrina            | 6.0                 |
|                          | <b>Mancozeb</b>         | <b>22.8</b>         |
| Ridomil/ Rider           | Metalaxil               | 5.7                 |
| Hidróxido de Cobre       | Hidroxido de Cobre      | 22.0                |
| Bravo                    | Clorotalonil            | 7.3                 |
| Quick                    | Propiconazol            | 4.2                 |
| Impact FH                | Flutriafol              | 9.3                 |
| <b>Carbendazim Agrin</b> | <b>Carbendazim</b>      | <b>19.5</b>         |
| Topsil 70                | Metiltiofanato          | 2.3                 |
| Botrisán                 | Procimidone             | 7.0                 |
| Stroby                   | Kresoxim-metil          | 2.8                 |
| Goal                     | Oxifluorfen             | 8.0                 |
| Ronstar                  | Oxadiazon               | 7.5                 |
| Leopard                  | Quizalofop-P-Etil       | 6.2                 |

**TABLA 2.** Cociente Ambiental de Campo (Q\*) de los fitosanitarios utilizados en el cultivo de cebolla en la microcuenca correspondientes a la **Unidad de suelo Constitución** de la zona de Nueva Hespérides (Salto).

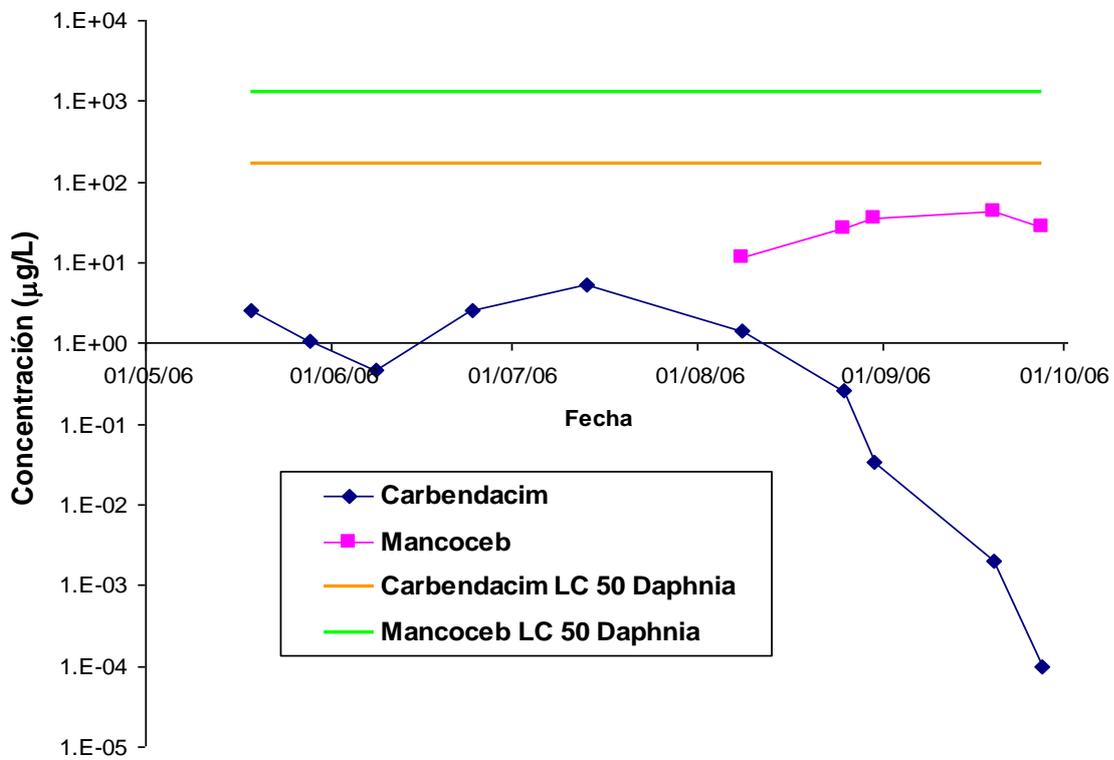
| <b>Nombre Comercial</b> | <b>Principio activo</b> | <b>(EIQ*) total</b> |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Lorsban 48              | Clorpirifos             | 4                   |
| Xiper 25                | Cipermetrina            | 3.0                 |
|                         | <b>Mancozeb</b>         | <b>10.5</b>         |
| Ridomil/ Rider          | Metalaxil               | 5.7                 |
| Hidróxido de Cobre      | Hidróxido de Cobre      | 6,7                 |
| Bravo                   | Clorotalonil            | 1.8                 |
| Quick                   | Propiconazol            | 1.33                |
| Impact FH               | Flutriafol              | 3.7                 |
| Carbendazim Agrin       | Carbendazim             | 2.3                 |
| Botrisán                | Procimidone             | 6.0                 |
| Goal 2 E_C              | Oxifluorefen            | 1.8                 |
| Leopard 1,8 LPU         | Quizalofop-P-Etil       | 2.3                 |

**FIGURA 5.** Uso del fungicida Mancozeb (Rider y Ridomil) en el cultivo de cebolla en las zonas de Corralito y oeste de Nueva Hespérides, Salto, 2006.

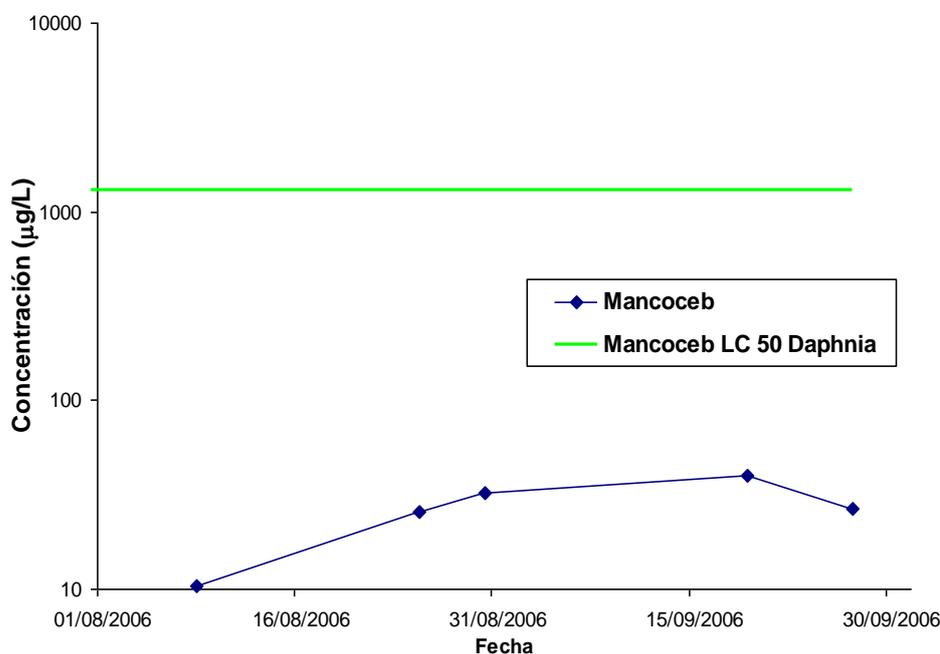


A partir de los resultados mencionados se aplicó el modelo “SoilFug” desarrollado por Di Guardo *et al.*, (1994). Dicho modelo permite predecir la concentración de fitosanitarios en agua superficial y suelo, a escala de cuenca hidrográfica. Fue aplicado en ambas microcuencas seleccionadas y se estimaron las concentraciones ambientales esperadas de Mancozeb y Carbendazim en aguas superficiales y suelo (Figs 6 y 7).

**FIGURA 6.** Concentraciones estimadas de Mancozeb y Carbendazim en agua a boca de la microcuenca de la Unidad Espinillar.



**FIGURA 7.** Concentraciones estimadas de Mancozeb en agua a boca de la microcuenca de la Unidad Constitución



- A pesar de las altas tasas de aplicación de Mancozeb y Carbendazim en la microcuenca de la Unidad Espinillar, las concentraciones estimadas durante el período en estudio no alcanzaron los umbrales de toxicidad acuática. En el gráfico de la **Figura 6** se observa que las concentraciones de ambos fungicidas se encontraron por debajo de la toxicidad acuática para *Daphnia Magna* (LC50 48 hr) y peces (LC 50 96 hr) .

- Las concentraciones estimadas de Mancozeb en agua en ambas microcuencas, se encontraron por debajo de la toxicidad acuática para *Daphnia Magna* (LC50 48 hr ) y peces (LC50 96 hr), cercanos a los valores de toxicidad para fitoplancton (EC 50 72 hr) y superaron en gran medida los valores de NOEC 21 días crónico para *Daphnia Magna*

- Por su parte, las concentraciones estimadas de Carbendazim en agua a boca de la microcuenca correspondiente a la Unidad Espinillar estuvieron por debajo de la toxicidad acuática para *Daphnia* (LC50 48 hr) y peces (LC 50 96 hr) y de la toxicidad acuática para fitoplancton (EC 50 72 hr) y superaron en gran medida los valores de NOEC 21 días crónico, para *Daphnia Magna*.

- Las concentraciones estimadas de Mancozeb en el suelo en ambas microcuencas estuvieron por debajo de los valores de referencia de toxicidad LC50 14 días para las lombrices de tierra a pesar de la preferencia por este compartimento de estos dos productos.
- Los niveles de Carbendazim en el suelo en la microcuenca de la Unidad Espinillar se encontraron por debajo de los valores de referencia de toxicidad LC50 14 días para las lombrices de tierra.
- Las concentraciones de Mancozeb detectadas en el agua de la microcuenca de la Unidad Espinillar alcanzaron mayores valores en todos los momentos que en el agua de la microcuenca de la Unidad Constitución.
- En cuanto a los procesos de disipación del Mancozeb y el Carbendazim en ambas microcuencas se destacan en orden decreciente de importancia, los procesos de degradación (físico-química y biológica), el escurrimiento y por último la volatilización. Se detectaron mayores pérdidas del Mancozeb mediante la degradación biológica y química en los suelos de la Unidad Espinillar que en los de Constitución.

## **Conclusión**

La persistencia de los fitosanitarios en el agua por períodos de tiempo prolongados, interacciones toxicológicas y efectos indirectos a través de la trama trófica, podrían estar produciendo efectos negativos en organismos benéficos. La selección de aquellos productos de menor cociente de impacto ambiental, menores dosis y menor frecuencia de aplicación, mejoraría la sustentabilidad de los predios.

## **Agradecimientos**

*Parte de los resultados presentados en este capítulo fueron extraídos del estudio realizado como requisito exigido en el Curso curricular titulado: “Diagnóstico Ambiental”. El mismo fue desarrollado en el marco de la Maestría en Ciencias Ambientales- Facultad de Ciencias –UDELAR llevada a cabo por una de las autoras del presente artículo, Ing.Agr. Alexandra Bozzo y aprobada en setiembre de 2010.*

*Deseamos expresar nuestros sinceros agradecimientos a la Ing. Quím. Andrea Corujo, por su valiosa colaboración en la corrida del Modelo SoilFug y a todos los que directa o indirectamente brindaron su apoyo e hicieron posible la realización de esta investigación.*

## **Bibliografía**

- AGUIRRE, S. 2007. Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 76 p.
- ALBERT, L. 2000. Profesora invitada al Curso “Fitosanitarios: contaminación y toxicología. Aspectos globales y regionales”. (Comunicación Personal) Curso dictado en la Universidad de la República, Facultad de Química, Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental, Montevideo, Uruguay. México: Centro de Ecodesarrollo, 331 p.
- BARRA, R. 2002. Ecotoxicología. Exposición y efectos de contaminantes ambientales. Curso de post-grado. Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay. Julio 2002.
- BOROUKHOVITCH, M. 1992. Fitosanitarios y medio ambiente, p. 11-28. **En:** Fitosanitarios agrícolas y su impacto ambiental. Montevideo: Fundación Prudencio Vázquez y Vega, Fundación Hanns-Seidel de Alemania, 1992. 123 p.
- BRUNO, A. 2003. Estimación de los efectos ambientales y socioeconómicos del uso de fitosanitarios en sistemas de producción fruti-vitícola del departamento de Canelones. Tesis Magíster en Ciencias Ambientales. Montevideo. Uruguay. Facultad de Ciencias. 88p.
- CO.N.E.A.T. 1979. Índices de productividad y grupos de suelos. Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra. Ministerio de Agricultura y Pesca. Montevideo.
- DIEA, MGAP. 2009. (en línea). Encuestas hortícolas 2009, Zona Sur y Litoral Norte. [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy).

- DI GUARDO, A.; D. CALAMARI; G. ZANIN; A. CONSALTER y D. MACKAY. 1994. A fugacity model of pesticide runoff to surface water: development and validation. *Chemosphere*, Vol. 28, Nº 3 pp. 511-531. Elsevier Science Ltd. Great Britain.
  
- DODSON S. & T. HANAZATO. 1995. Commentary on effects of anthropogenic and natural organic chemicals on development, swimming behavior, and reproduction of *Daphnia*, a key member of aquatic ecosystems. *Environ. Health*.
  
- DURÁN, A y PRÉCHAC, F. 2007. Suelos del Uruguay. Origen, clasificación, manejo y conservación. Volumen II. Montevideo. Editorial Hemisferio Sur. 358 p.
  
- EGUREN, G., 2003. "Evaluación y monitoreo de la contaminación ambiental". Curso de la Licenciatura en Ciencias Biológicas. Profundización Ecología. Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay, 2003.
  
- EGUREN, G. 2005. Recursos Naturales: Bases para el sustento de las sociedades humanas. Proyecto SUMA, CUDECOOP. 9 pp.
  
- EPA (Environmental Protection Agency). 2003. <http://www.epa.gov/pesticides>.
  
- EXTOXNET, 1993. Entry and fate of chemicals in humans. <http://www.epa.gov/>
  
- FINIZIO A., M. CALLIERA y M. VIGHI. 2001. Rating systems for pesticide risk classification on different ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 49, 262-274.
  
- KOVACH, J., C. PETZOLD, J. DEGNI y J. TETTE. 1992. A method to measure the environmental effect of pesticides. *N.Y. Food Life Sci. Bull.* Nº 139. U.S.A.
  
- LEONARD, R. 1990. Movement of pesticides into surface waters. In: H.H. Cheng ed. *Pesticides in the Soil Environment: Processes, impacts and modeling*. Soil Science Society of American Book Series. Madison, U.S.A. pp. 303-349.
  
- LYMAN, W.; 1995. Transport and transformation processes. En: *Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment*. Rand, G., M., (Ed.). Ecological Services Inc. North Palm Beach, Florida. pp. 449-492.

- MACKAY, D.; WANIA, F, 1995. Transport of contaminants to the Arctic: Partitioning, processes and models. Science Total Environment. 160-161:25-38.

-- MACKAY, D. 2001. Multimedia Environmental Models. The Fugacity Approach. Second Edition. Lewis Publications. CRC, Press, Boca Raton, USA.

-MGAP- DOCUMENTACION CONEAT.  
<http://www.prenader.gub.uy/coneat/doc/doc.coneat>.

-M.E.V.I.R. Unidad de estudios territoriales. 1999. Bases para la actuación de M.E.V.I.R en el territorio. Cordón Hortifrutícola de Salto. Documento de trabajo N° 1. 55 p.

- PAN PESTICIDES DATABASE ([www.pesticideinfo.org](http://www.pesticideinfo.org)).

- PEREZ, V. 2005. Evaluación del riesgo de fitosanitarios asociados al cultivo de papas en Laguna del Sauce (Departamento de Maldonado, Uruguay). Tesis Licenciada en Ciencias Biológicas. Montevideo. Uruguay. 92 p.

- RAND, G.; WELLS, P.; MC CARTY, L. 1995. Introduction to Aquatic Toxicology. En: Fundamentals of Aquatic Toxicology. Effects, Environmental Fate and Risk Assessment. Rand, G.M., (Ed.). Ecological Services Inc. North Palm Beach, Florida. pp. 3- 67.

- SATA. 2009. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. Alfatrade S.R.L. Canelones, Uruguay.

-URUGUAY. DIEA, MGAP. 2008. (en línea). Encuestas hortícolas 2007, Zona Sur y Litoral Norte. [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy).

-URUGUAY. DGSA, MGAP. 2011. (en línea). <http://www.mgap.gub.uy/DGSSAA/DivAnalisisDiagnostico/DAYD.htm>.

-WANIA, F. 2001. Multi-compartmental models of contaminant fate in the environment. NILU Norwegian Institute for Air Research. Tromso, Norway.