

ESTIMACION DEL RIESGO DE CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA POR PLAGUICIDAS EN SUELOS DE LA PAMPA ONDULADA

María Jimena Dalpiaz^{1*}, Luis Milesi Delaye¹, Adrian Andriulo¹

Palabras clave: riesgo, contaminación, agua subterránea, glifosato, atrazina

Una estimación efectiva del potencial contaminante del agua subterránea por parte de plaguicidas (que son aplicados en suelos de diferente calidad), puede contribuir a sentar las bases para la protección del acuífero en la Pampa Ondulada en el marco de políticas de reducción del impacto ambiental regional.

INTRODUCCION

Para manejar los suelos es esencial conocer su patrón de distribución, incluyendo la clasificación, la cartografía, las propiedades, el índice de productividad y las unidades de suelo, cuyos principales productos de información son los mapas y bases de datos contenidos en los sistemas de información geográfica. Con ellos se realiza la evaluación de tierras, la cual se centra en la combinación de requisitos específicos del uso de la tierra con las propiedades del suelo.

Un aspecto clave es conocer el grado de degradación del suelo y su evolución, indicado por el cambio en su calidad/salud. Así, cuando este cambio es importante se ve disminuida la capacidad del agroecosistema para proporcionar bienes y servicios.

Aún después de contar con la información de suelo y de haber adoptado y validado una serie de indicadores edáficos claves (que permiten dar alertas tempranas sobre el estado de degradación de los suelos y/o proponer prácticas de uso y manejo para mantener su capacidad productiva), no es una tarea sencilla poder responder sobre cuál será su evolución más probable luego de la adopción de las prácticas. Muchas veces éstas se adoptan masivamente como si tuvieran aplicabilidad universal, sin una evaluación cabal previa de sus posibles impactos negativos. De este modo, los mismos pueden manifestarse a escalas de tiempo y espacio que no se corresponden con las escalas de los tomadores de decisión (nivel de lote/establecimiento).

El objetivo de la presente contribución es deter-

minar la potencialidad de uso del índice de riesgo de contaminación del agua subterránea por plaguicidas (GWCP de sus siglas en inglés), construida a partir de las propiedades de los plaguicidas y del suelo, que puede contribuir a mejorar la gestión del territorio. Asimismo, se busca estimar el riesgo de contaminación por glifosato y atrazina (dos principios activos frecuentemente detectados en relevamientos regionales), tomando como base dos suelos de textura contrastante representativos de la Pampa Ondulada.

MATERIALES Y METODOS

Recomendaciones para la aplicabilidad a nivel de lote.

El índice GWCP (Groundwater Contamination Potencial), índice de riesgo de contaminación del agua subterránea por plaguicidas, fue desarrollado originalmente por Warren y Weber (1994) y está basado en la integración de otros dos índices. El primero de ellos es el **SLPI** (Soil Leaching Potential Index) que estima la capacidad del suelo para atenuar la lixiviación del plaguicida y su vulnerabilidad, utilizando para ello algunas propiedades del suelo tales como el contenido de materia orgánica, textura y el pH. El segundo índice, **PLPI** (Pesticide Leaching Potential Index) estima el potencial del plaguicida para lixiviar hacia el acuífero empleando algunas propiedades de los plaguicidas como el coeficiente de reparto en carbono orgánico-agua (Koc), la vida media del plaguicida en el suelo ($T_{1/2}$), la tasa de aplicación (cantidad de ingrediente activo por hectárea) y el momento de aplicación (preemergencia o postemergencia del cultivo de referencia).

1- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Av. Frondizi (Ruta 32) Km. 4,5, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

* dalpiaz.maria@inta.gob.ar

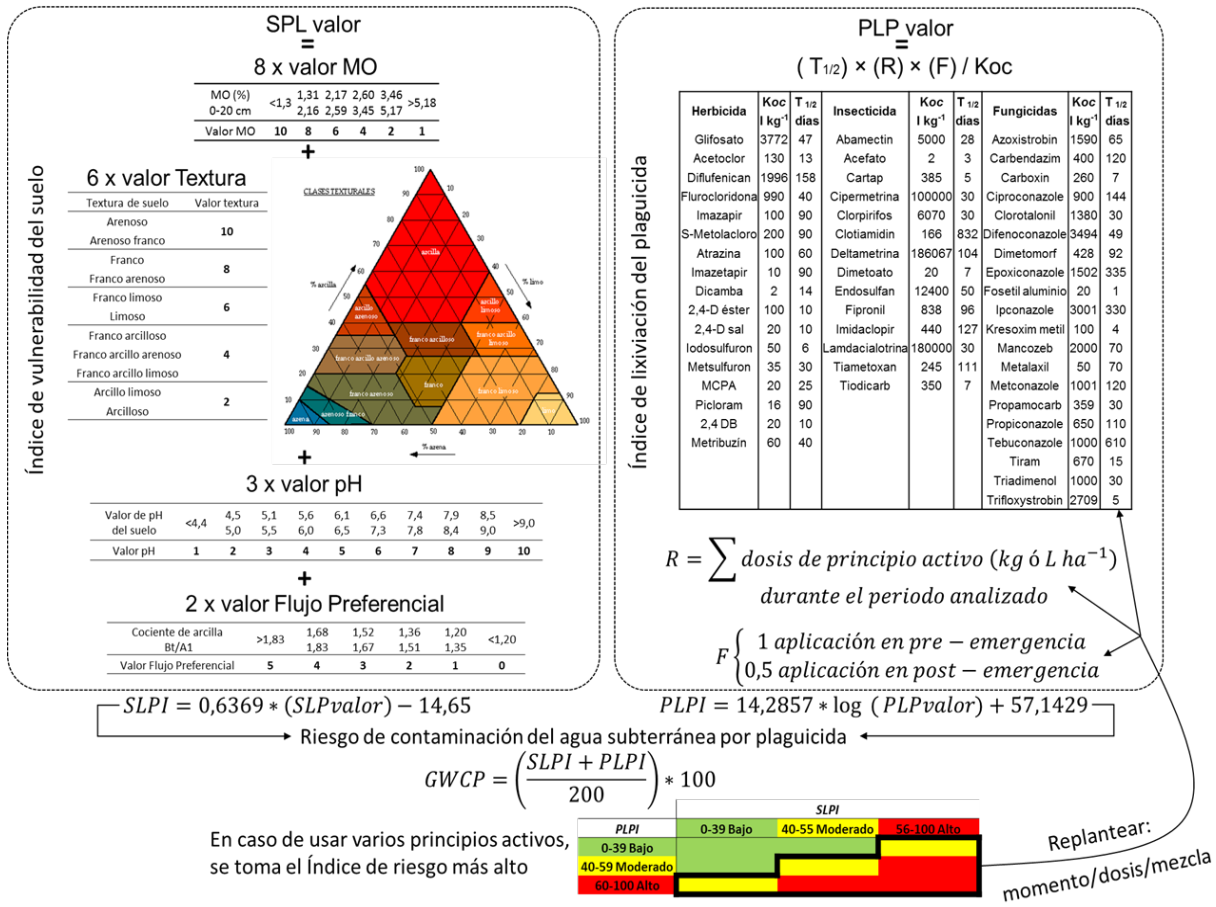


Figura 1. Diagrama para la aplicación del Índice de contaminación del agua subterránea por plaguicidas (GWCP) como herramienta para mejorar la planificación del uso de plaguicidas.

Para poder utilizar este índice en nuestra región se le realizaron **dos modificaciones simultáneas**: a) se adaptaron los intervalos de MO y b) se agregó un factor de flujo preferencial. (Figura 1).

Dadas dos series de suelos contrastantes (Tabla 1), un Argiudol típico serie Pergamino y un Hapludol típico serie Junín, se calcularon los valores de los parámetros necesarios para la estimación de su vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea (**SLPI**) (Tabla 2 y 3). En cada una de

esas series de suelo, existe una tendencia al monocultivo de soja, en la que se aplican 14 L ha⁻¹ de glifosato (48% principio activo) durante el ciclo de un cultivo de soja (desde preemergencia). Con esta información, más las propiedades físico-químicas de glifosato y atrazina (Tabla 4), se estimó el índice de potencial de lixiviación del plaguicida (**PLPI**). Finalmente, se obtuvo el riesgo de contaminación por glifosato y atrazina para ambas series (Figura 1).

Tabla 1. Propiedades de las series de suelo Junín y Pergamino.

| Serie de Suelo | Horizonte | Espesor cm | Arcilla % | Limo % | Arena % | MO | pH |
|----------------|-----------|------------|-----------|--------|---------|-----|-----|
| Junín | A | 0-20 | 15,7 | 25,7 | 58,6 | 1,8 | 6,2 |
| | Bw | 20-60 | 16,3 | 24,4 | 59,3 | 1,6 | 6,4 |
| | BC | 60-90 | 11,8 | 21,6 | 66,6 | 0,3 | 7,3 |
| Pergamino | A | 0-20 | 22,8 | 64,9 | 12,3 | 3,0 | 5,8 |
| | BA | 20-29 | 30,3 | 56,8 | 12,9 | 1,5 | 6,2 |
| | Bt1 | 29-70 | 43,5 | 47,5 | 9,0 | 1,1 | 6,3 |
| | Bt2 | 70-90 | 30,2 | 56,4 | 13,4 | 0,6 | 6,5 |

Tabla 2. Propiedades del suelo ponderadas para 0-90 cm de profundidad, MO de 0-20 cm y factor de flujo preferencial.

| Serie de suelo | Arcilla | Limo | Arena | pH | Textura 0-90 cm | MO 0-20 cm % | Arcilla Bt/A |
|----------------|---------|------|-------|-----|-----------------------|--------------|--------------|
| Junín | 14,7 | 23,8 | 61,6 | 6,7 | Arenoso franco | 1,8 | 0 |
| Pergamino | 34,6 | 54,3 | 11,1 | 6,2 | Franco arcillo limoso | 3,0 | 1,9 |

RESULTADOS

Cálculo del SLPI

Tabla 3. Índice de vulnerabilidad de las series de suelo Junín y Pergamino.

| | MO | Textura | pH | Flujo Preferencial | SLPI valor | SLPI | |
|-------------|----|---------|----|--------------------|------------|------|------|
| Factor peso | 8 | 6 | 3 | 2 | | | |
| Junín | 8 | 10 | 6 | 0 | 142 | 76 | ALTO |
| Pergamino | 4 | 4 | 5 | 5 | 81 | 37 | BAJO |

Cálculo del PLPI

Tabla 4. Propiedades físico-químicas de glifosato y atrazina: coeficiente de adsorción al suelo (Koc) y tiempo de vida media (T_{1/2}).

| | Koc L kg ⁻¹ | T _{1/2} días |
|-----------|---------------------------|--------------------------|
| Glifosato | 3772 | 47 |
| Atrazina | 100 | 60 |

$$= 47 \times 7 \times 0,5 / 3772 = 0,044$$

$$= 38 \Rightarrow \text{BAJO}$$

$$60 \times 2 \times 0,5 / 100 = 0,72$$

$$= 54 \Rightarrow \text{MODERADO}$$

Cálculo del GWCP para GLIFOSATO:

Serie Junín: $GWCP = ((76+38)/200) \times 100 = 57 \Rightarrow$ **RIESGO ALTO**

Serie Pergamino: $GWCP = ((37+38)/200) \times 100 = 37,5 \Rightarrow$ **RIESGO BAJO**

Cálculo del GWCP para ATRAZINA:

Serie Junín: $GWCP = ((76+54)/200) \times 100 = 65 \Rightarrow$ **RIESGO ALTO**

Serie Pergamino: $GWCP = ((37+54)/200) \times 100 = 45 \Rightarrow$ **RIESGO MODERADO**

De la aplicación del GWPC puede observarse que en la serie Junín es imprescindible reducir las dosis y producir cambios en el sistema de cultivo (rotaciones, cultivos de cobertura) con el fin de mejorar el control de malezas. Aunque con riesgo menor, en la serie Pergamino también debería estimularse el aumento de las reservas de carbono orgánico para permitir que los plaguicidas y sus metabolitos puedan ser degradados y/o retenidos

por más tiempo dentro del suelo.

Dalpiaz y Andriulo, (2017) mostraron que el índice GWCP, además de ser simple, resulta efectivo para diferenciar el riesgo de lixiviación de plaguicidas en suelos con diferente textura, pH, flujo preferencial y contenido de MO del horizonte superficial. Asimismo, resulta ser sensible para reaccionar ante los cambios de dosis utilizadas, cuando compararon los resultados obtenidos por el índice GWCP con aquellos obtenidos en lisímetros. A pesar de las limitaciones que puede presentar en relación a las mediciones directas, los resultados se pueden tomar como una contribución original para la estimación del riesgo potencial de contaminación del agua subterránea. Permite identificar las zonas donde prioritariamente se deberían implementar estrategias de prevención de la contaminación del agua subterránea.

CONCLUSIONES

Este nuevo índice constituye uno de los requisitos mínimos para una gestión sustentable de los suelos. Se requerirá de políticas futuras adecuadas y principios de buenas prácticas para proteger y aprovechar todo su potencial.

REFERENCIAS

Dalpiaz, M.J.; Andriulo, A.E. 2017. Comparación de índices de riesgo de lixiviación por plaguicidas. En: Revista Ciencia del Suelo. 32(2): 365-376.

Warren, R.L.; Weber, J.B. 1994. Evaluating pesticide movement in North Caroline Soils. En: Soil Science Society of North Caroline Proceeding. XXXVII: 23-29..<<

