



## Geoeléctrica aplicada a la detección de glifosato en el suelo

Lemeillet<sup>1</sup> F.A. y Losinno<sup>1</sup> B.N.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra, Cátedra de Física

[losinno@agro.uba.ar](mailto:losinno@agro.uba.ar), Av. San Martín 4453, C.A.B.A., C1417DSE, 011-4524-8000 int 8269

### Resumen

Dada la creciente aplicación de glifosato, herbicida utilizado para controlar malezas, y la posibilidad de que en la pulverización las gotas se depositen también en el suelo, resulta importante poder evaluar su presencia. En este trabajo se propuso establecer si la tomografía de resistividad eléctrica (TRE) es sensible a la presencia de dicho agroquímico. Se espera detectar variaciones de la resistividad eléctrica ( $\rho$ ) en el suelo, debido a la presencia de sustancias contaminantes.

Se llevaron a cabo ensayos de laboratorio, en macetas, con tres tipos de suelos: arena (sustrato homogéneo), suelo Argiudol Típico (22 a 24 % de arcilla), y Hapludol típico (12,5% de arcilla).

Se realizaron seis TRE a pequeña escala (dos en cada maceta) previo y posterior al derrame del herbicida que se realizó en la mitad de la maceta. La humedad en todos los ensayos se mantuvo entre 22 y 17 %. Los datos experimentales de resistividad aparente, fueron procesados con el programa de inversión DCIP2D.

Inicialmente la muestra de arena y la de Argiudol presentaron modelos homogéneos, mientras que el modelo de la muestra del Hapludol mostró características más heterogéneas.

Inmediatamente después de la aplicación del glifosato, en todas las situaciones se observó en la zona del vertido un descenso importante de la resistividad, proporcionada por los modelos. Resaltando las características más conductoras del agroquímico.

Adicionalmente se midió la conductividad eléctrica en Pasta de Saturación (CEs) de las muestras testigo.

Se puede inferir que con las presentes concentraciones del agroquímico, la metodología es capaz de identificar las zonas donde se ha producido la aplicación. De esta manera, el paso siguiente será poder consolidar el uso de la geoeléctrica como método de diagnóstico a campo, de fácil y rápida aplicación, no invasivo y de bajo costo para evaluar el área afectada por aplicación de glifosato en el suelo.

**Palabras Clave:** glifosato, geoeléctrica, resistividad eléctrica.

### Introducción

La metodología geoeléctrica hace uso de la conductividad eléctrica (CE) particularmente para el diagnóstico de la contaminación (Telford y otros, 1990). Las variaciones de la CE (inversa de la resistividad eléctrica  $\rho$  en el suelo) son causadas por cambios en la humedad, la textura y estructura del suelo, el contenido de arcilla, la conductividad del agua, y también por la presencia de sustancias contaminantes (Sainato y otros, 2006), (Losinno, 2014).



En este trabajo se propuso establecer si la tomografía de resistividad eléctrica (TRE) es sensible a la presencia del herbicida.

## **Materiales y Métodos**

### *Ensayo de Laboratorio*

En el laboratorio se armaron tres macetas, de 90 cm de largo por 10 cm de alto y 10 cm de ancho (figura 1). Una con arena (sustrato homogéneo), otra con suelo proveniente de un campo de la localidad de Pergamino (Argiudol Típico, horizonte A, con un porcentaje de arcilla del 22 a 24 % y 2.5 a 3 % de materia orgánica) y la última con una muestra de suelo del establecimiento “La Ydalina”, de la localidad de Los Toldos (Hapludol Típico de textura franco arenosa).

Al comienzo del ensayo, las macetas fueron llevadas a capacidad de campo (CC). Se hicieron seis sondeos geoelectrónicos (2 en cada maceta), el primero en la situación testigo, y el segundo luego de haber realizado el derrame del herbicida en la mitad de la maceta (300 ml, sobre un volumen total de 18 dm<sup>3</sup>, figura 2).

Adicionalmente, se quiso conocer para las tres muestras testigo, como era la relación entre sus respectivas conductividades eléctricas utilizando la técnica de CE en Pasta de Saturación (CEs) (Page, 1982).

### *Tomografía de resistividad eléctrica con dispositivos multielectrónicos a pequeña escala.*

Los sondeos consistieron en colocar, sobre la muestra, un perfil lateral de electrodos separados por una distancia “a” de 2 cm, con una distancia máxima entre el primer y el último electrodo de 72cm. (figura 1). Se utilizó un resistímetro SARIS (SCINTREX) que hace circular la corriente de intensidad “i” entre los electrodos de corriente A y B. A través de dos electrodos M y N se mide la diferencia de potencial que se originó ( $\Delta V$ ) (Allred y otros, 2008). Las posiciones de los electrodos AB y MN de corriente y potencial utilizados varían para las distintas mediciones a lo largo del perfil lateral.

Para las distintas posiciones de los electrodos AB y MN, se calcula la resistividad aparente  $\rho_a$  (inversa de la Conductividad eléctrica aparente, CEa) con el valor de corriente, la diferencia de potencial originada y un factor geométrico que depende de la ubicación de los electrodos.

Una vez obtenidos los datos experimentales de resistividad aparente, estos fueron procesados mediante el programa de inversión DCIP2D (UBCGIF), (Oldenburg y Li, 1994); el cual provee un modelo bidimensional de resistividades reales ( $\rho$ ) del perfil de las muestras, utilizando una rutina de inversión por cuadrados mínimos. La metodología consiste en encontrar un modelo de distribución de  $\rho$  cuya respuesta de resistividad (predicha), sea lo más cercana posible a los datos experimentales obtenidos en el laboratorio. De esta manera se obtuvieron modelos de distribución de resistividad en el contenido de las macetas. Se calculó un valor (promedio ponderado) de la resistividad del medio

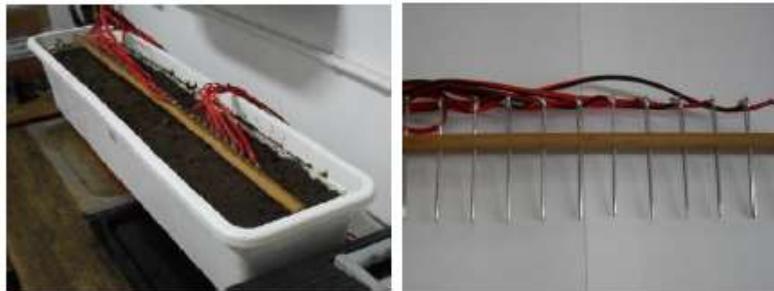


Figura 1: Maceta con muestra y dispositivo multielectrónico.

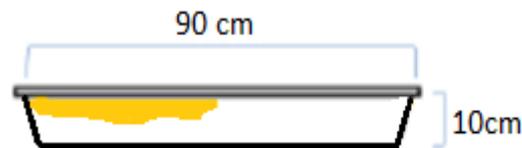


Figura 2: Dimensiones de la maceta y zona de la aplicación del glifosato (izquierda).

## Resultados y Discusión

La figura 3 muestra los modelos de resistividad eléctrica obtenidos.

En la muestra de arena, el testigo presentó un modelo homogéneo (figura 3a) con un valor de  $\rho$  del orden de los 122 ohmm, compatibles con el tipo de sedimento. Inmediatamente después de la aplicación del glifosato, se observó en la zona del vertido, y para toda la profundidad de la maceta, un descenso importante de la resistividad, con un promedio ponderado de 12 ohmm (figura 3b). La idea de utilizar en primera instancia arena, fue para independizarnos de la presencia de arcillas y materia orgánica (MO), dadas su influencia sobre la CE. La humedad se mantuvo entre 22 y 18 %.

El mismo procedimiento se realizó en las macetas con muestras de suelo. El testigo de Pergamino presentó un modelo homogéneo, con valores promedio de  $\rho$  de 72 ohmm (figura 3c). En la figura 3d, se puso en evidencia la zona del derrame con una baja notable de estos valores hasta los 9,6 ohmm. La humedad registrada durante el ensayo para Pergamino fue entre 19 y 17 %. Seguidamente, en la muestra de Los Toldos, el modelo del testigo arrojó niveles promedio de  $\rho$  de 80 ohmm (figura 3e), mientras que luego del derrame (figura 3f) se produjo un descenso de un orden de magnitud (5,6 ohmm). La humedad se mantuvo en este caso entre 22 y 24 %.

Al analizar la resistividad entre los tres testigos (sin derrame), se cumplió la tendencia esperada de reducción de la  $\rho$  a medida que disminuía la presencia de arena en la muestra.

Una vez realizados los derrames, la tendencia se conservó para la muestra de arena, no siendo así estrictamente para los dos suelos restantes, probablemente dado por una variación en el contenido de humedad.

Para ambos tipos de suelo (Pergamino y Los Toldos) se resaltan las características más conductoras del agroquímico.

Se determinó que la TRE es sensible a la presencia del glifosato en la dosis aplicada para estos suelos.

Con respecto a la Conductividad Eléctrica estimada a través de la técnica de pasta saturada (CEs), se obtuvieron valores muy similares para los testigos de Pergamino y

Los Toldos (0.82 y 0.87 mS/cm respectivamente), difiriendo, como era de esperar, en la muestra de arena, en un orden de magnitud (0.08 mS/cm).

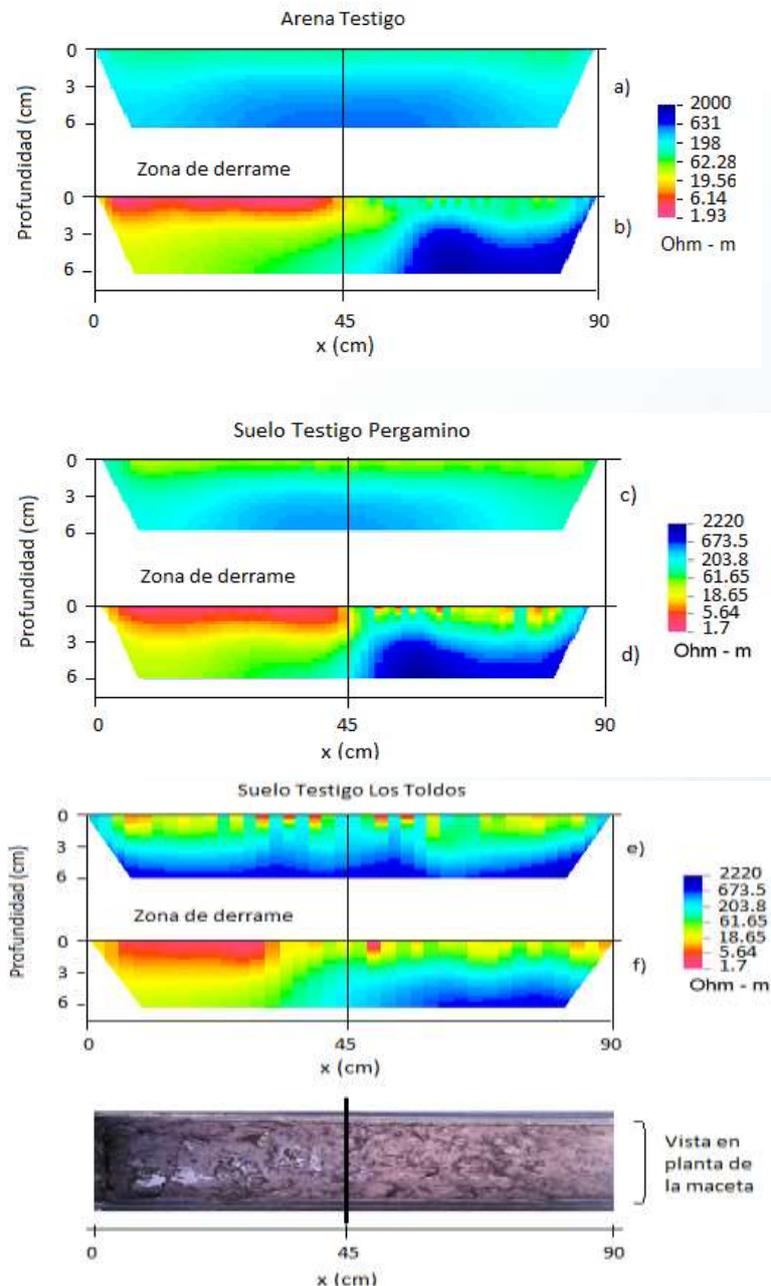


Figura 3: Modelos de resistividad eléctrica de las tres macetas ensayadas: Arena (a), Arena con glifosato (b); Suelo de Pergamino (c), Pergamino con glifosato (d); Suelo de Los Toldos (e), Los Toldos con glifosato (f).

### Conclusión

Se puede inferir que con las presentes concentraciones del agroquímico, la metodología geoléctrica es capaz de identificar las zonas donde se ha producido la aplicación. De esta manera, el paso siguiente será poder consolidar el uso de la geoléctrica como método de diagnóstico a campo, de fácil y rápida aplicación, no



invasivo y de bajo costo para evaluar el área afectada por aplicación de glifosato en el suelo.

### Referencias

- Allred, B.J., Daniels, J.J., Ehsani, M., 2008. Handbook of Agricultural Geophysics. CRC Press, London, UK (410 pp.).
- Losinno, B.N. y Lemeillet, F. A. 2014. Sensibilidad de la tomografía de resistividad eléctrica a la presencia de glifosato en el suelo". XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Bahía Blanca, Buenos Aires. CDRom.
- Oldenburg, D.W., Li, Y. 1994. Inversion of induced polarization data. Geophysics 59, 1327–1341. <http://dx.doi.org/10.1190/1.1443692>.
- Page, A.L., 1982. Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. 2<sup>o</sup> ed. (Part 2), in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc. SSSA, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA, p1159.
- Telford W.M., Geldart L.P., Sheriff R.E. 1990. Applied geophysics. Ed. Cambridge University Press. Cambridge. Usa. 770p.
- Sainato C.M., Galindo G., Heredia O. Agua Subterránea: Exploración y utilización agropecuaria. 2006. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 115pp.