

EVALUATION OF A MODULAR GEOELECTRIC EQUIPMENT FOR THE STUDY OF EXPEDITIOUS SURVEYS ON IRRIGATED CROPS

María Victoria Bongiovanni^a, Néstor Bonomo^c, Javier E. Toobe^b, Pedro Elizalde^b y Giuliano Vitali^d

^aFacultad de Ingeniería, LIDTUA, Universidad Austral, CONICET, Buenos Aires, ARGENTINA

^bFacultad de Ingeniería, LIDTUA, Universidad Austral, Buenos Aires, ARGENTINA

^cGAIA, Universidad de Buenos Aires, IFIBA-CONICET, Buenos Aires, ARGENTINA

^dDepartment of Agricultural and Food Sciences (DISTAL), Alma Mater Studiorum-University of Bologna, Italy

e-mail: mbongiovanni@austral.edu.ar

INTRODUCCIÓN

En la agricultura de riego, uno de los principales desafíos es optimizar la eficiencia del uso del agua, evitando tanto déficits hídricos como excesos que puedan inducir escorrentía, anegamiento, drenaje superficial o subterráneo de nutrientes y erosión. Esta problemática está estrechamente ligada con la variabilidad de los parámetros hidráulicos del suelo, lo que resalta la necesidad de herramientas precisas para la caracterización del perfil edáfico y el monitoreo continuo de la humedad. El método geoelectrico constituye una técnica robusta para mapear la estratificación del suelo y evaluar la distribución del agua a lo largo del perfil durante el ciclo de cultivo. Aunque se ha demostrado su eficacia en el riego de huertos y cultivos hortícolas, los equipos comerciales presentan costos elevados y limitaciones para su implementación rutinaria. En estudios previos, los autores desarrollaron un georesistivímetro modular de bajo costo basado en la plataforma Arduino, capaz de adquirir datos con velocidades comparables a las de sistemas comerciales. En este estudio, se evalúa el rendimiento del instrumento para el monitoreo de humedad del suelo en un marco general de riego de precisión. Los resultados muestran que el georesistivímetro basado en Arduino proporciona mediciones de humedad del suelo con muy buena resolución y consistencia, comparables a las de un equipo comercial. Su modularidad y bajo costo facilitan la implementación en ensayos experimentales y en sistemas de riego a pequeña y mediana escala. El instrumento muestra una respuesta apropiada para diferentes contenidos de humedad, y un buen potencial de aplicación en monitoreo continuo.

METODOLOGÍA

Utilizamos un recipiente de vidrio lleno de tierra fértil de dimensiones 80 cm x 108 cm x 15 cm de profundidad. Realizamos una línea de geoelectrica longitudinal, comenzando a 15 cm de las paredes laterales, a fin de despreciar los efectos de borde. Utilizamos ambos equipos; el comercial (SARIS) y de desarrollo propio (ver Figuras 1 y 2). Colocamos 16 electrodos cada 5 cm, y elegimos la configuración dipolo-dipolo con n máximo de 6, corrimiento lateral de 5 cm, y aberturas desde 5 hasta 20 cm.

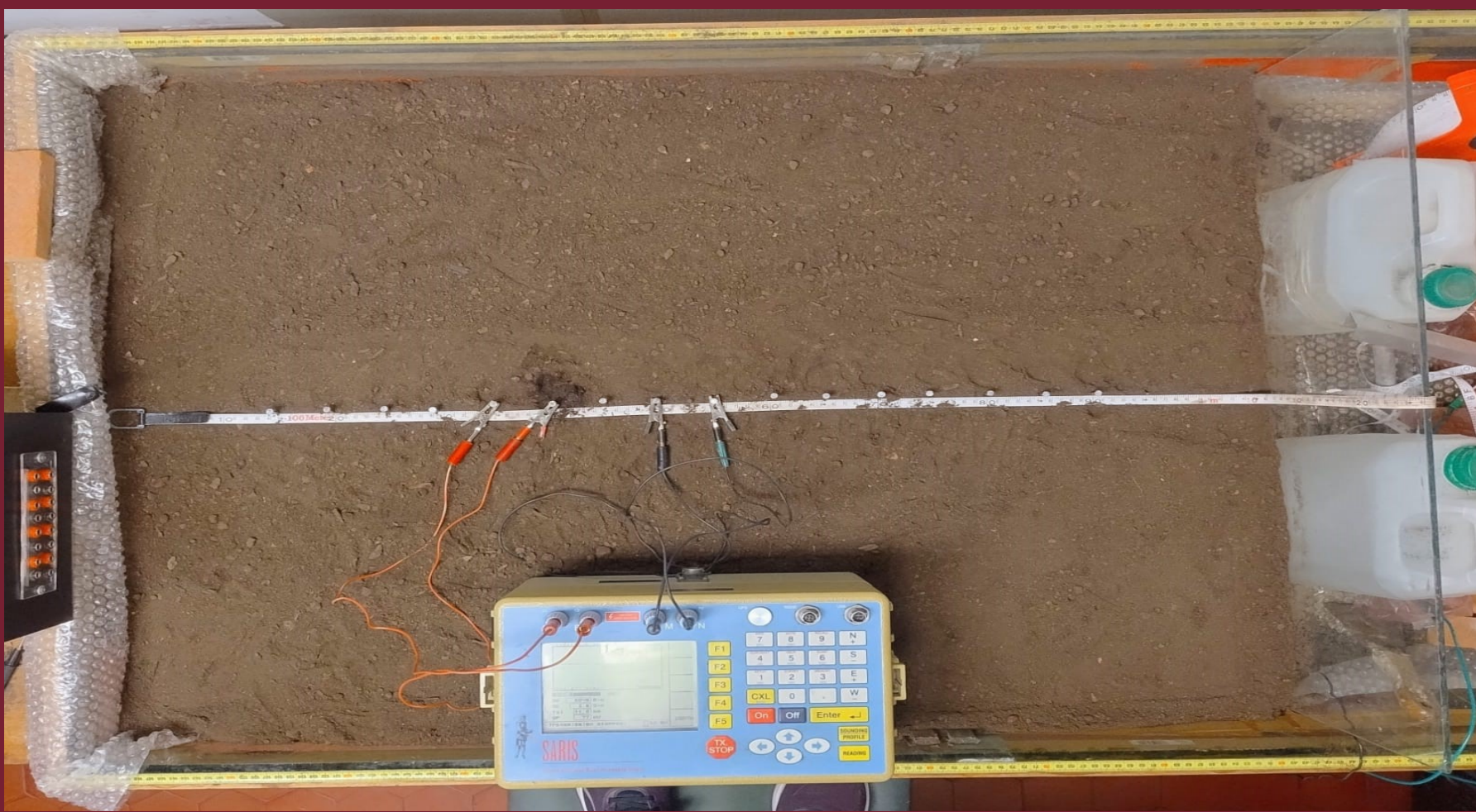


Figura 2: Dispositivo experimental con equipo automático de geoelectrica.

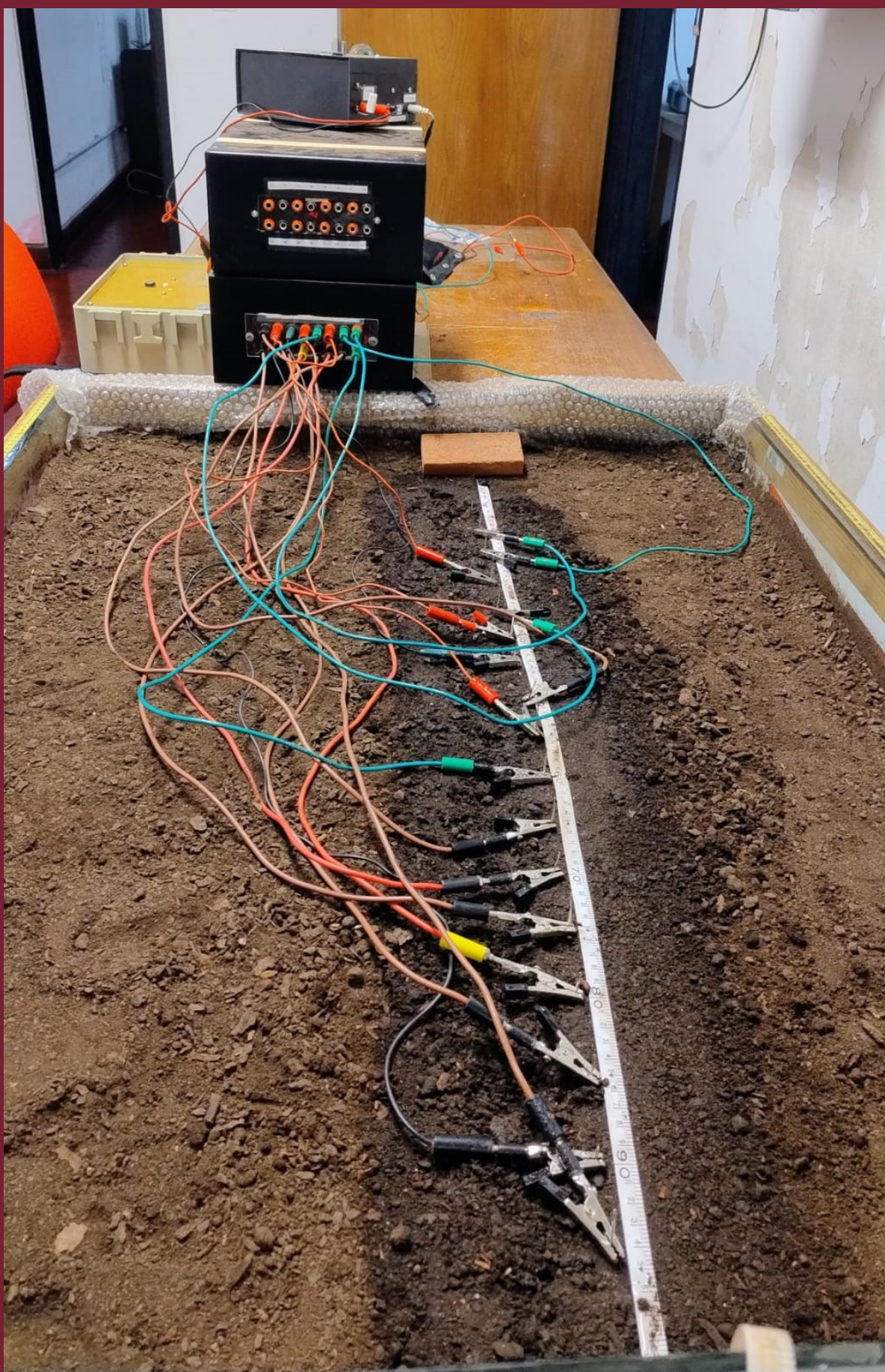


Figura 1: Dispositivo experimental con equipo automático de geoelectrica.

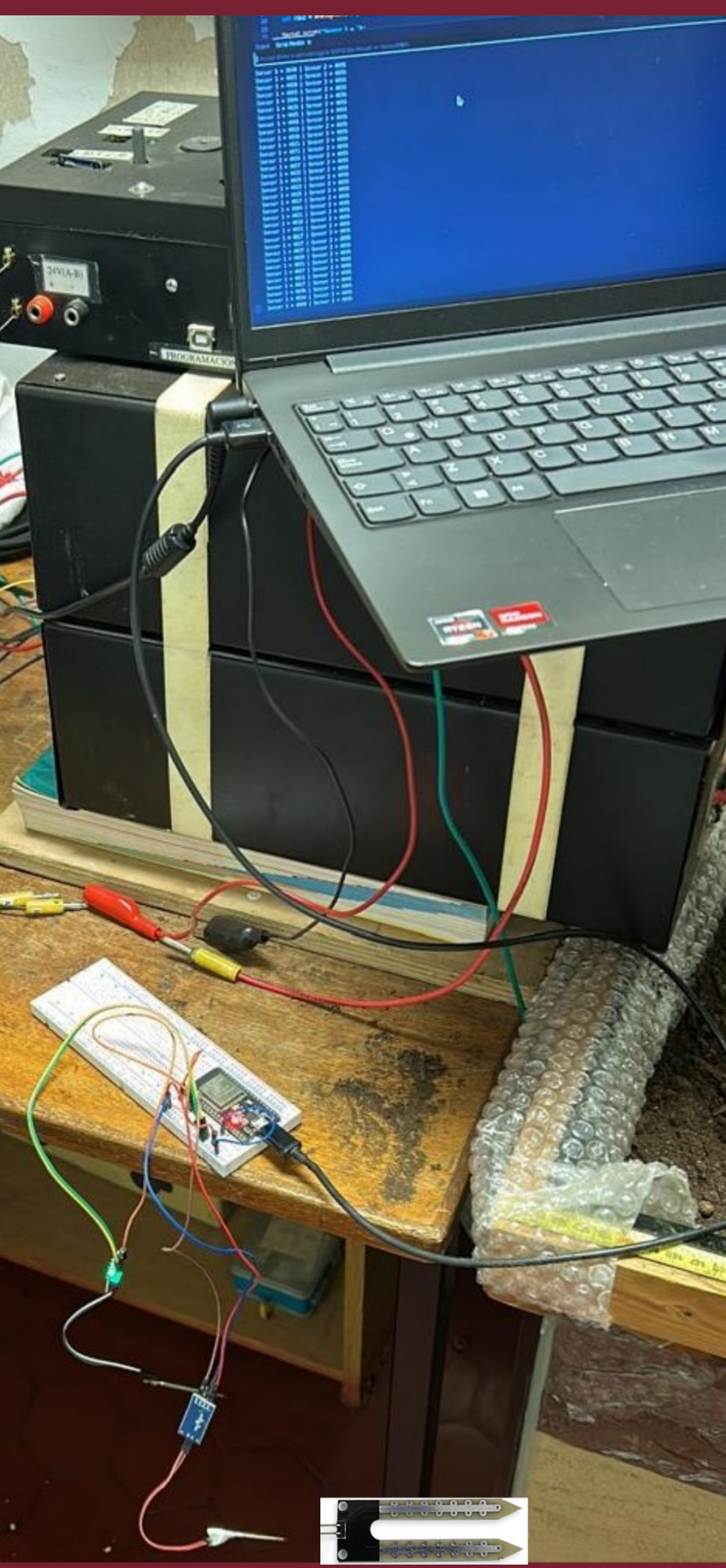


Figura 3: Sensor de humedad con Arduino conectado a la PC.

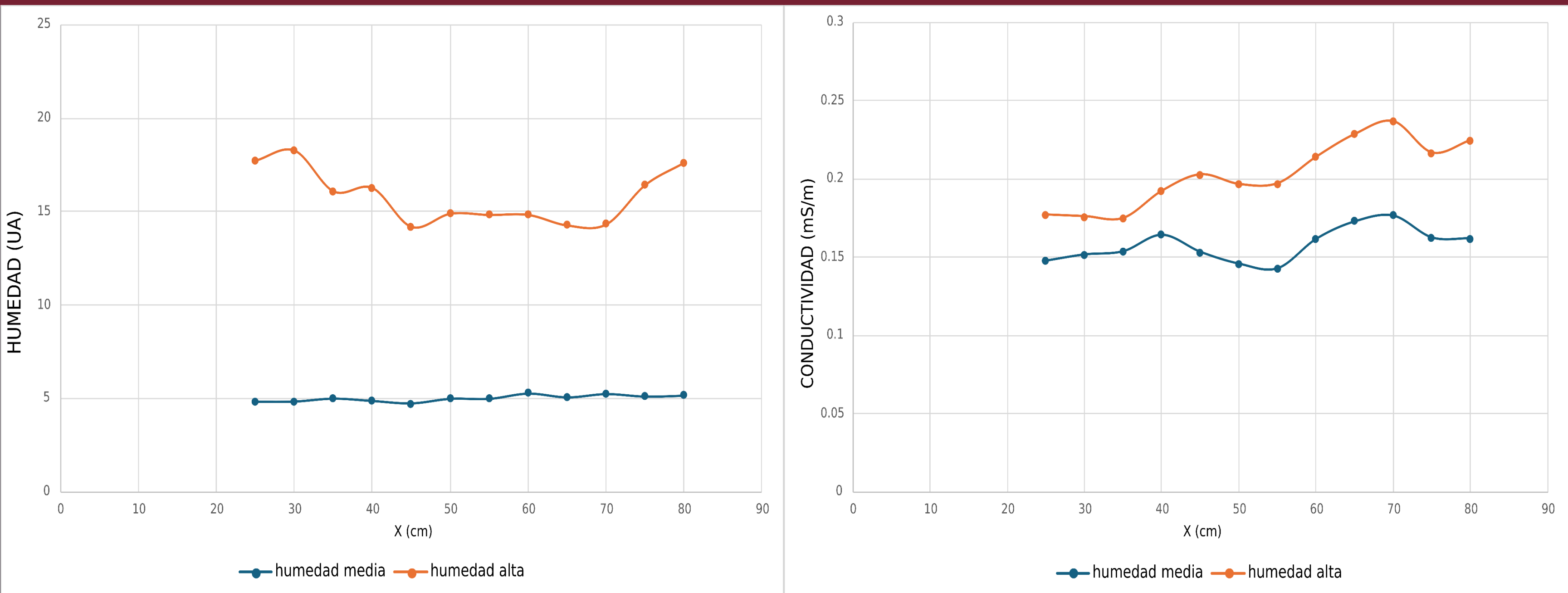


Figura 4: a) Etapas de simulación con humedad media y alta. a) Humedad medida con el sensor en Unidades Arbitrarias y b) conductividad aparente medida con el equipo propio.

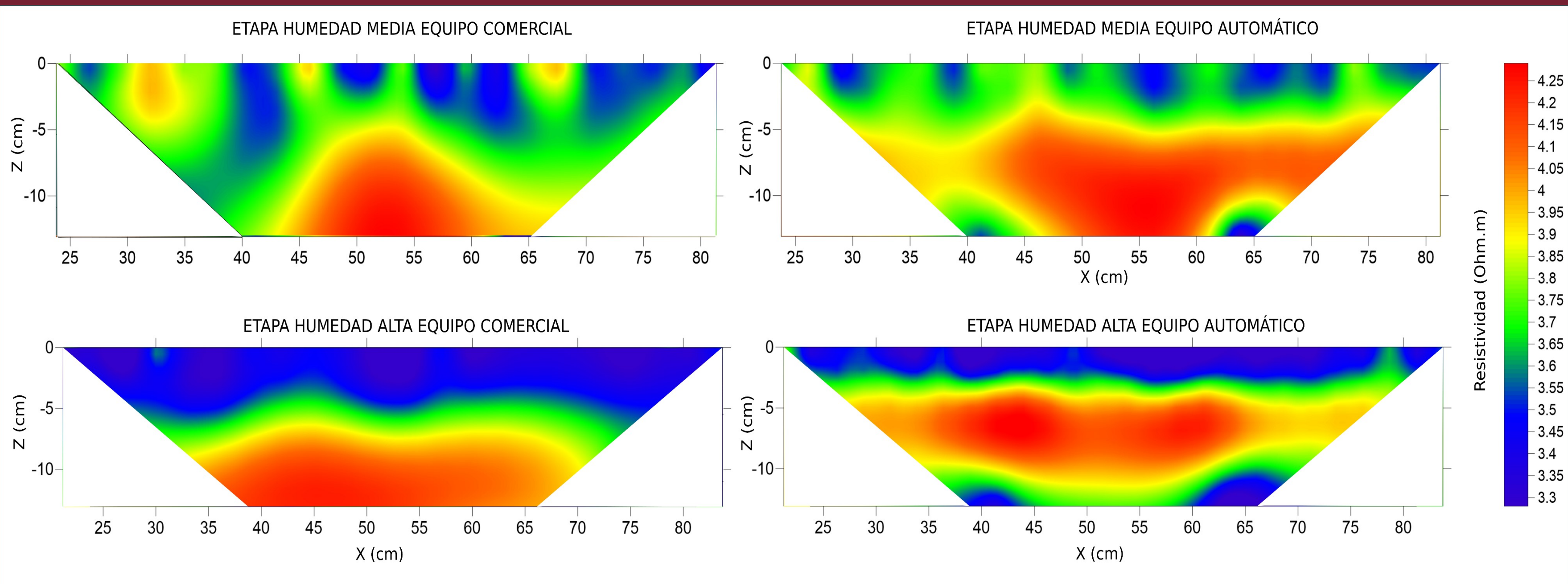


Figura 5: Resistividades obtenidas con la inversión de los datos de ambos equipos, en las etapas de humedad media y alta.

Se utilizó un sensor de humedad de suelo conectado con un Arduino Uno, que al conectarlo a la PC se registra el porcentaje de humedad que tiene el suelo donde tenemos el sensor enterrado (ver Figura 3).

Primeramente hemos humedecido la tierra para lograr niveles de humedad mínimos. Con el equipo propio y el programa de inversión RES2DINV (Locke, 1996). Se observa un intervalo superficial menos resistivo, en la cual se ha concentrado el agua irrigada, y un intervalo más profundo y resistivo, que se mantiene seco. En una segunda etapa, añadimos un volumen de agua homogéneamente distribuido en superficie con un aspersor fino, simulando riego. Esperamos un tiempo de equilibrio (20 minutos), y prospectamos con los dos equipos geoelectricos, para comparar sus resultados. Además realizamos mediciones de humedad con el sensor específico, paralelamente a la línea geoelectrica (a 3 cm de esta), cada 5 cm, desde x = 25 hasta x = 80 cm. Finalmente, repetimos el procedimiento, pero con mayor cantidad de agua, simulando un nivel de humedad alta.

RESULTADOS

En la Figura 4a se muestra un gráfico de los valores obtenidos con el sensor de humedad, y en la Figura 4b se grafica la conductividad aparente obtenida con el equipo geoelectrico propio. Se observan comportamientos de estas curvas que son compatibles. El equipo geoelectrico permite discriminar ambos contenidos de humedad a partir de los valores de resistividad aparente medidos. Las diferencias entre ambas curvas mayormente se deben al desplazamiento ambas líneas de sondeo, además de variaciones en los contactos. También invertimos los datos adquiridos con ambos equipos geoelectricos (Figura 5). El equipo automático propio presenta resultados comparables a los obtenidos con el comercial, incluso con una mayor continuidad lateral de la capa húmeda del suelo.

CONCLUSIONES

La sensibilidad a los cambios de humedad en la resistividad aparente, similares a los medidos directamente con el sensor de humedad, permite caracterizar satisfactoriamente la capa húmeda del suelo. La comparación de los perfiles de datos invertidos entre los dos equipos geoelectricos, permiten concluir que el instrumento desarrollado muestra una respuesta apropiada para distintos grados de humedad, lo que sugiere un buen potencial de aplicación en monitoreo continuo. Futuras investigaciones podrían enfocarse en la integración de una interfaz de análisis de datos en tiempo real al equipo, y el control automatizado para sincronía con el riego.