



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

### **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN PASTA Y EXTRACTO MODIFICANDO TIEMPOS DE REPOSO EN SUELOS DE REGIONES HÚMEDAS**

LUCIANO LARRIEU<sup>1,\*</sup>; MAURO CLAUSÍ<sup>1</sup>; FLORENCIA BONGIORNO<sup>1</sup>; VICTOR MERANI<sup>1</sup>; LEANDRO NUGHES<sup>1</sup>; LUCIANO JUAN<sup>1</sup>; JULIAN MAINERO<sup>2</sup>; DANIEL BENARDI<sup>3</sup> & GUILLERMO MILLÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias agrarias y Forestales, U.N.L.P. <sup>2</sup>Becario BENTRE de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs As. <sup>3</sup>Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U.N.L.P. \*Calle 60 y 119, La Plata (1900), Buenos Aires.

\*[larrieuluciano@gmail.com](mailto:larrieuluciano@gmail.com)

**Palabras clave:** Salinidad, métodos de determinación, coeficientes de conversión.

#### **Resumen**

La evaluación de la salinidad en suelos se efectúa mediante la determinación de la CE. La metodología reconocida como referencia se realiza en el extracto de la pasta saturada de suelo y fue descrita en 1954 en el Agriculture Handbook 60. Debido a las dificultades operacionales que se le adjudican a esta metodología se han buscado modificaciones que simplifiquen esta determinación. El objetivo del presente trabajo fue analizar la variabilidad existente entre las mediciones de la conductividad eléctrica en pasta saturada de suelo y en el extracto de saturación de dicha pasta en suelos de regiones húmedas. De manera conjunta se analizó el efecto producido por la modificación del tiempo de reposo en la determinación, comparando entre 10 min y 24 hs de reposo. Se realizó el muestreo, secado y recolección de 99 suelos clasificados como salinos y no salinos. La textura de los suelos analizados cubre el espectro entre franco arenoso y arcilloso. Se observó que existe una alta variabilidad entre la determinación en pasta y extracto de saturación. Estas diferencias en los valores de CE determinados alcanzan valores de 6,3 dS m<sup>-1</sup> a 19,5 dS m<sup>-1</sup> para la pasta y el extracto respectivamente. Asimismo se aprecia que dicha diferencia se acentúa en la medida que aumenta la CE. Esta diferenciación entre metodologías alcanza un punto de inflexión a partir del valor de 1dS m<sup>-1</sup>. No se evidencia correlación lineal entre la evaluación en pasta y en el extracto, ni aún a bajas concentraciones salinas. En relación a esto último es que los resultados obtenidos invalidarían la utilización de factores de conversión entre ambas metodologías. Se determinó que el tiempo de reposo no modifica de manera significativa la determinación de CE, dentro de cada una de las metodologías seleccionadas. Los valores obtenidos de CE<sub>ex10</sub> y CE<sub>ex24</sub> presentan una gran similitud ( $r_2 = 0,997$ ). De la misma manera resultó la comparación entre CEP<sub>10</sub> y CEP<sub>24</sub> ( $r_2 = 0,926$ ). La determinación en pasta no permite realizar un diagnóstico correcto de la salinidad de un suelo. A mayor salinidad en el extracto mayor es la diferencia con la determinación en la pasta. La utilización de factores de



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

conversión lineales entre ambas metodologías ensayadas (pasta y extracto) sería inapropiada. Habría que incorporar el análisis de otras propiedades del suelo como variable.

### **Introducción**

La salinidad del suelo es uno de los factores que mayores limitaciones ofrece a la explotación agropecuaria. Ocupa el segundo lugar como causante de la degradación mundial de suelos, detrás de la erosión. Según FAO la salinización de las tierras irrigadas avanza anualmente a valores que alcanzan un 1 a 2%. Por otro lado, las tierras disponibles para uso futuro de la agricultura, se ubican en regiones áridas y semiáridas, donde la salinidad es de origen natural y a su vez solo estarían disponibles por el uso del riego, práctica que posee un alto potencial de producir salinización.

Debido a la importancia de la problemática, desde los comienzos de su estudio se han desarrollado metodologías para el diagnóstico y cuantificación de salinidad en suelos. La determinación de la Conductividad Eléctrica (CE) es la metodología indirecta más utilizada en la determinación de sales. El método de referencia utilizado para la determinación de la CE en suelos es el que se realiza en el extracto de la pasta saturada de suelo descripto en el *Agriculture Handbook 60* (1954). Dicha metodología ha tenido una alta aceptación debido a que el estado de saturación representa una de las constantes hídricas y por consiguiente corrige la dilución de sales en función de la textura. Si bien no presenta una alta complejidad, tiene la particularidad de necesitar equipamiento específico (equipos de vacío) y posee cuestiones operativas que complican la metodología. Existen cuestionamientos relacionados con la lentitud del proceso y cierta subjetividad de la determinación del punto de pasta saturada. Estas características dificultan manejos que requieren seguimientos, controles y mediciones periódicas. Por otro lado existe una cuestión agronómica que justifica la determinación en ese extracto debido a la correlación de dicha medición y el desarrollo de los cultivos. Asimismo, la concentración de iones y sales en el extracto de saturación guarda relación con otras constantes hídricas como Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP). Por estas razones se han desarrollado a lo largo de los años estudios relacionados con la determinación de la conductividad eléctrica en la pasta o extractos de relaciones fijas suelo: agua, y su conversión a extracto de pasta saturada. La mayor cantidad de estos estudios se realizó en suelos de zonas áridas, donde la salinidad representa una de las principales problemáticas, pero no se ha desarrollado el estudio con el mismo énfasis en suelos de regiones templado-húmedas. Asimismo, se han obtenido resultados disímiles en esta búsqueda, ya que al observar la literatura existente se aprecia variabilidad tanto en los factores de conversión calculados como en el intervalo de CE en el cual mantienen una relación lineal las distintas formas de medir la conductividad con el método de referencia (Hogg and Henry 1984; McKenzie et al, 1983; Khorsandi and Yazdi, 2007). Por otro lado, si bien se ha trabajado mucho con valores obtenidos a distintas relaciones suelo: agua en comparación con el extracto de



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

pasta de saturación, hay escasos trabajos que analicen la reducción del tiempo de reposo, cuestión que nos parece fundamental para aportar una posibilidad de contribuir a la simplificación de la metodología.

En relación a lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue analizar la variabilidad existente entre las mediciones de la conductividad eléctrica en pasta saturada y en el extracto de saturación de dicha pasta de suelos pertenecientes a la Región Pampeana Argentina. De manera conjunta se analizó el efecto producido por la modificación del tiempo de reposo en la determinación, comparando entre 10 min (tiempo aproximado de preparación de la pasta) y 24 hs de reposo.

### **Materiales y Métodos**

En el presente ensayo se utilizaron 99 muestras de suelo, pertenecientes a la región ecológica denominada Pampa Húmeda, Argentina. Dichos suelos fueron seleccionados en función de obtener diversidad y características contrastantes en sus propiedades físicoquímicas. Se utilizó como parámetro principal de selección la textura, de manera tal de cubrir un espectro de clases texturales que va de franco arenosa hasta arcillosa.

Se realizó el muestreo, secado y desagregado de los suelos. Luego se procedió con la homogeneización, molienda y tamizado por 2mm. Con dichas muestras de suelo se procedió a realizar la pasta saturada de suelo, de la manera en que describe la técnica que se detalla en el SAMLA, SAGPyA (2004).

Se confeccionó la pasta saturada de suelo, a los 10 minutos se determinó la CE (CE p10) en la pasta saturada. A continuación, se procedió a fraccionar la pasta saturada para obtener de una mitad el extracto de saturación con un tiempo de reposo de 10 minutos (CE ex10). A la otra mitad de la pasta se la dejó en reposo durante 24 horas. Al día siguiente se determinó la CE en la pasta (CE p24) y a posteriori se obtuvo el extracto y se determinó su conductividad (CE ex24). La CE fue determinada en todos los casos con un conductímetro digital marca Digicom modelo 2006.

La comparación entre los datos obtenidos con las diferentes metodologías fueron analizados con la prueba estadística “t” de Student apareada.

### **Resultados y Discusión**

En la figura 1 se expone la totalidad de los datos obtenidos en las determinaciones de CE con las distintas variantes seleccionadas. Se observa que existe una gran variabilidad entre la forma seleccionada para medir la conductividad eléctrica. Al determinar la CE en la pasta de saturación se obtuvieron valores siempre por debajo de los obtenidos en el extracto de suelo.

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

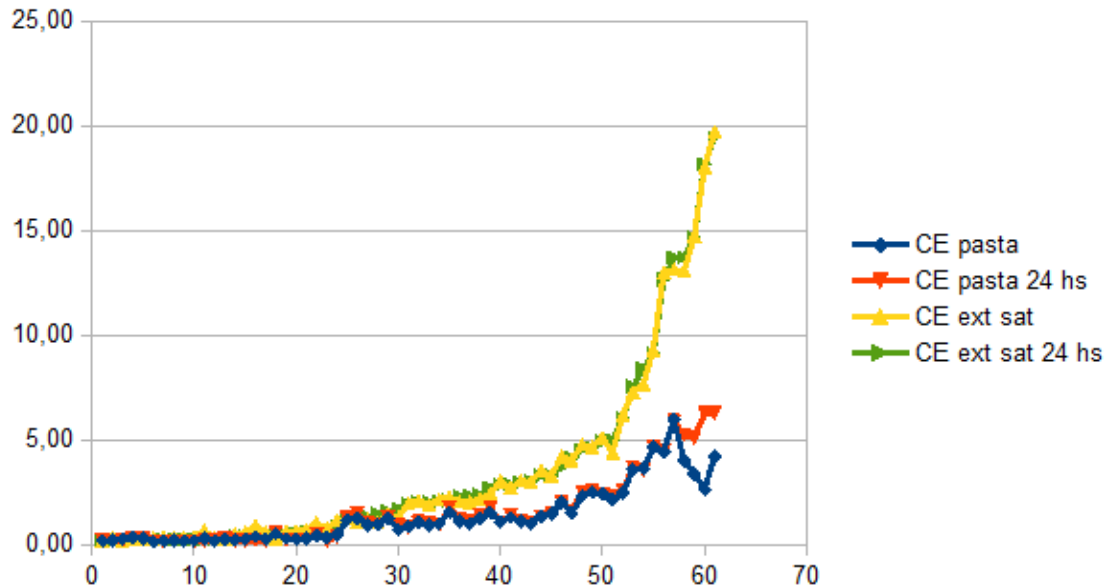


Figura 1: Datos de conductividad obtenidos del total de muestras analizadas y para cada una de las metodologías utilizadas.

Asimismo se aprecia que a medida que aumenta el valor de la CE en el extracto mayor es la diferenciación con las determinaciones en la pasta. Estas diferencias en los valores de CE determinados alcanzan diferencias de  $6,3 \text{ dS m}^{-1}$  a  $19,5 \text{ dS m}^{-1}$  para la pasta y el extracto respectivamente. Esta diferenciación entre metodologías alcanza un punto de inflexión a valores superiores a  $1 \text{ dS m}^{-1}$ . Dicho valor obtenido es muy bajo en relación a valores que reportan otros autores de hasta  $8 \text{ dS m}^{-1}$  (Khorsandi and Yazdi, 2007; Zalba et al, 2013). Asimismo la gran diferencia que se manifiesta entre las determinaciones en pasta y en extracto se explicarían por el efecto que produce el sólido debido a sus cargas y la tortuosidad que genera en el recorrido de los iones (Rohades, 1998).

Por otro lado existen investigaciones que a lo largo de los años han buscado la manera de simplificar la determinación calculando factores de conversión que permitan transformar determinaciones en pasta o extractos de relación fija, a valores de CE en extracto (Hogg and Henry, 1984; Nijensohn, 1988; Zalba et al, 2013). El análisis de los datos obtenidos en el presente trabajo (figuras 2 y 3) indica que la relación entre cualquiera de las 2 variantes seleccionadas para medir la conductividad eléctrica en pasta comparada a la determinación en extracto, se aparta de la linealidad. Por consiguiente no se adaptaría al uso de factores fijos de conversión. Esto podría atribuirse a que existen diferencias sustanciales en el tipo de suelo y región sobre la que se realizaron la mayoría de dichos estudios. Mientras en el presente trabajo se realizó la investigación sobre suelos de una región templado-húmeda, en la mayoría de los trabajos citados se han estudiado suelos de regiones áridas. Asimismo, la obtención de coeficientes incluye factores como la textura y el contenido hídrico porcentual de

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

saturación, factores que no se han incluido en el presente análisis y que podrían corregir la desviación (Zalba et al, 2013).

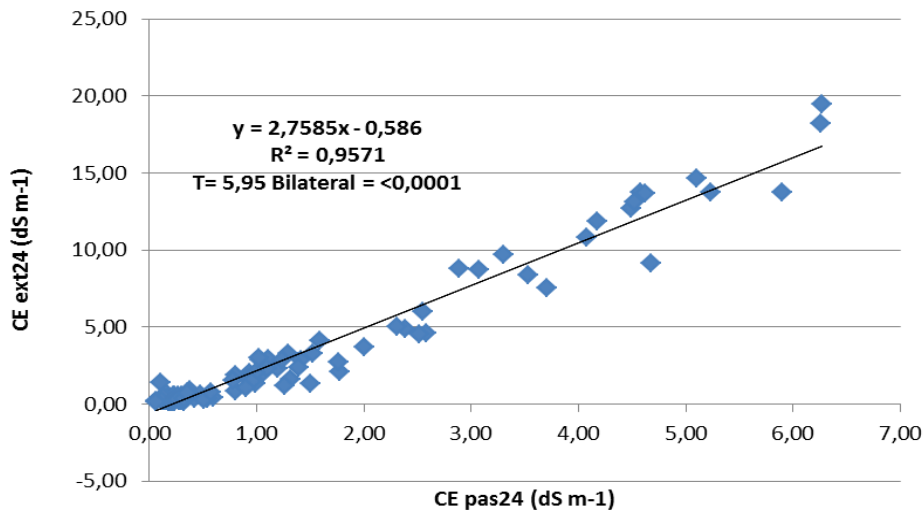


Figura 2: Relación entre CE pasta 24 horas (CE pas24) y CE extracto 24 horas (CE ext24)

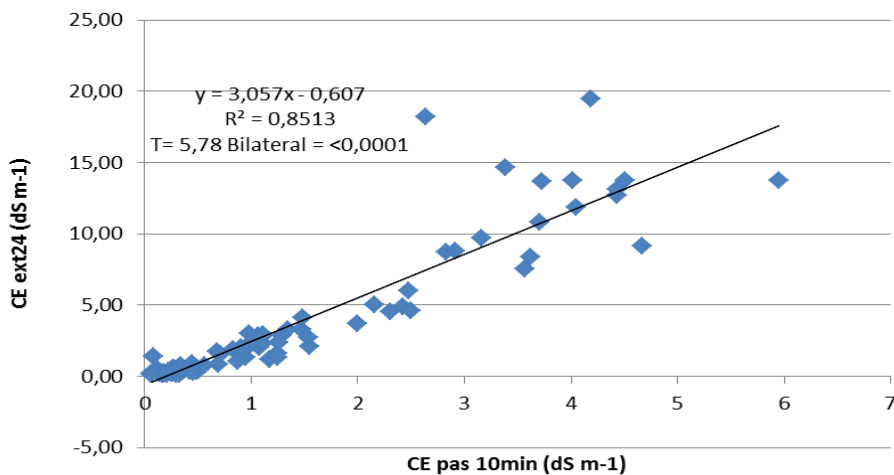


Figura 3: Relación entre conductividad eléctrica en extracto 24 horas (CE ext24) y conductividad eléctrica en pasta 10 minutos (CE pas10).

Si analizamos la figura 4 y 5 observamos que existe una estrecha relación cuando se mantiene la forma de determinar la CE (pasta o extracto) y se modifica el tiempo de reposo. Algunos autores afirman que el tiempo de contacto o reposo, que inclusive en las suspensiones resulta ser tiempo de agitado, tiene como principal función asegurar el ingreso del agua a todos los poros del suelo y conseguir de esa manera una solución equilibrada (Nijensohn, 1998). Sin embargo, los resultados obtenidos indican que no se

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

manifiestan diferencias significativas entre la determinación de la conductividad eléctrica en extracto con un tiempo de reposo de 10 minutos o de 24 horas. Resultados similares se obtuvieron al realizar la comparación de los datos obtenidos en la determinación de conductividad eléctrica en pasta para 10 minutos y 24 horas de reposo. En este punto vuelve a ser importante remarcar que el presente trabajo ha sido realizado con suelos que carecen precipitados de yeso, entre otras características comunes a los suelos de zonas áridas.

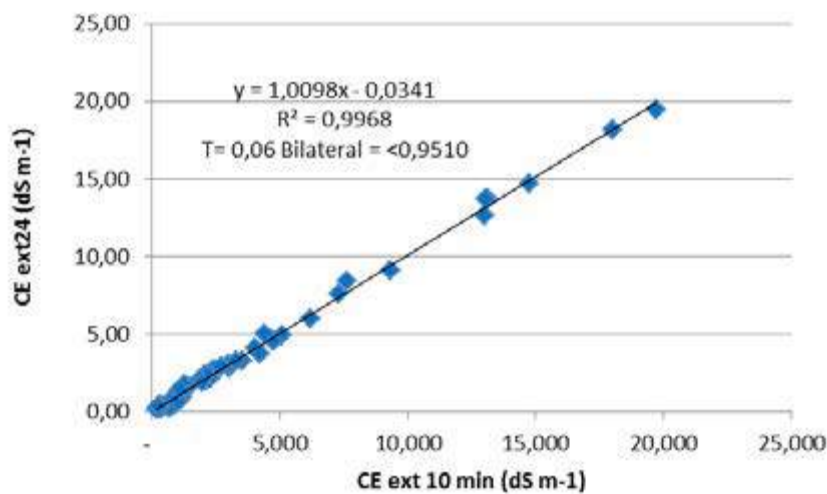


Figura 4: Relación entre conductividad eléctrica en extracto a los 10 minutos (CE pas10) y a las 24 horas (CE ext24).

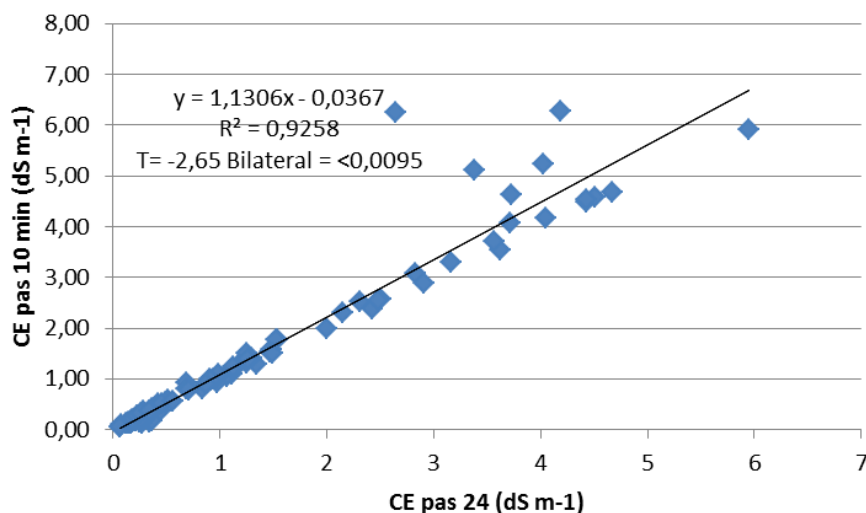


Figura 5: Relación entre conductividad eléctrica en pasta a los 10 minutos (CE pas10) y a las 24 horas (CE ext24)



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

La gran similitud registrada entre los datos obtenidos en la determinación de la conductividad eléctrica en extracto, permitirían agilizar la determinación de conductividad eléctrica de manera significativa.

### **Conclusiones**

La determinación de la conductividad eléctrica en pasta de suelo arrojó valores muy por debajo de los determinados en el extracto de suelo, con diferencias de tal magnitud que cambiaría el diagnostico salino de los suelos.

El tiempo de reposo o contacto no modifica los valores en la determinación de conductividad eléctrica.

De mediar estudios que confirmen la baja influencia del tiempo en la determinación de la CE sería una ventaja metodológica que permitiría agilizar el proceso de determinación y diagnostico de salinidad en suelos.

### **Bibliografía**

FAO. [www.fao.org/worlfootsummit/spanish/newsroom/focus/focus1.htm](http://www.fao.org/worlfootsummit/spanish/newsroom/focus/focus1.htm). (Ultimo acceso 29/12/2015).

Fowler, D. and Hammz, J. 1980. Crop response to saline soil conditions in the parkland area of Saskatchewan. *J. Soil Sci.* 60: 439-449.

Hogg, T. J. and Henry, J. L. 1984. Comparison of 1:1 and 1:2 suspensions and extracts with the saturation extract in estimating salinity in Saskatchewan soils. *Can. J. Soil Sci.* 64:699-704.

Khorsandi, F. and Yazdi, F. 2007. Gypsum and Texture Effects on the Estimation of Saturated Paste Electrical Conductivity by Two Extraction Methods *Soil Science and Plant Analysis*, 38: 1105–1117.

Mc Kenzie, R.; Sprout, C. and Clark, F. 1983. The relationship of the yield of irrigated barley to soil salinity as measured by several methods. *Can. J. Soil Sci.* 63: 519-528.

Nijensohn, L. 1988. Determinación del nivel de salinidad edáfica a partir del nivel de salinidad edáfica a partir del quintuple extracto de saturación. *Ciencia del Suelo* 6: 8<sup>-13</sup>.

Rhoades J., Chanduvi F. and Lesch. S. 1999. Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurement. *FAO Irrigation and Drainage*. Roma. 57pp.



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

SAMLA, SAGPyA. 2004. Sistema de apoyo metodológico a laboratorios de análisis de suelos, aguas, vegetales y enmiendas orgánicas. Buenos Aires. 302 pp.

United State Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60 Richards Ed. Washington. 160 pp.

Zalba P.; Garay, M.; Amiotti, N. y Ares, A. 2013. Improved Field Method For Estimating Soil Salinity Ciencia del Suelo. Buenos Aires 31(2):265-269.