



Correlación entre la conductividad eléctrica medida en el extracto de saturación del suelo y en extractos con cinco relaciones suelo-agua

Correlation between the electrical conductivity measured in the soil saturation extract and in extracts with five soil-water ratios

Correlação entre a condutividade elétrica medida no extrato de saturação do solo e nos extratos com cinco relações água-solo

Edgar Gutiérrez R.¹
egrguty@yahoo.com

Alfredo Cáceres C.²

¹ Catedrático de Suelos, Universidad Mayor San Simón, Bolivia
² Investigador Lab. Suelos, Universidad Mayor San Simón, Bolivia

Artículo recibido noviembre 2017, arbitrado mayo 2018 y publicado en septiembre 2018

RESUMEN

El artículo que se presenta a continuación tiene por objeto determinar si los datos de salinidad obtenidos en los extractos de saturación tienen una correlación adecuada con las respectivas suspensiones, en suelos de cinco zonas del Departamento de Cochabamba. El método empleado estuvo constituido por las muestras de suelos que se tomaron en cinco localidades de Cochabamba (Imagen 1), para posteriormente caracterizar sus propiedades físicas y químicas en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la F.C.A. P y V. de la UMSS. Parte de los resultados arrojados fue las determinaciones de pH y C.E., se obtuvieron en suspensión con una relación agua-suelo de 1:1; 1:2; 1:2.5; 1:5 y 1:10 y Extracto de Saturación, cuyos valores se muestran en los cuadros posteriores. Para finalizar se tiene que los suelos caracterizados tienen presencia de sales, cuyos valores de pH, varían desde 8.0 hasta 8.9 (para las localidades de La Tamborada y Villa Rivero, respectivamente).

Palabras clave: conductividad eléctrica; correlación; saturación del suelo

ABSTRACT

The purpose of the following article is to determine if the salinity data obtained in the saturation extracts have an adequate correlation with the respective suspensions, in soils of five areas of the Department of Cochabamba. The method used was constituted by the soil samples that were taken in five localities of Cochabamba (Image 1), to later characterize its physical and chemical properties in the Soil and Water Laboratory of the F.C.A. P and V. of the UMSS. Part of the results obtained were the determinations of pH and C.E., were obtained in suspension with a water-soil ratio of 1: 1; 1: 2; 1: 2.5; 1: 5 and 1:10 and Extract of Saturation, whose values are shown in the following tables. Finally, the characterized soils have the presence of salts, whose pH values vary from 8.0 to 8.9 (for the towns of La Tamborada and Villa Rivero, respectively).

Key words: electrical conductivity; correlation; soil saturation

RESUMIO

O objetivo do artigo a seguir é determinar se os dados de salinidade obtidos nos extratos de saturação têm uma correlação adequada com as respectivas suspensões, em solos de cinco áreas do Departamento de Cochabamba. O método utilizado foi constituído pelas amostras de solo coletadas em cinco localidades de Cochabamba (Imagem 1), para posteriormente caracterizar suas propriedades físicas e químicas no Laboratório de Água e Solo do F.C. A. P e V. do UMSS. Parte dos resultados obtidos foram as determinações de pH e EC, em suspensão com uma relação água-solo de 1: 1; 1: 2; 1: 2,5; 1: 5 e 1:10 e Extrato de saturação, cujos valores são mostrados nas tabelas a seguir. Por fim, os solos caracterizados apresentam presença de sais, cujos valores de pH variam de 8,0 a 8,9 (para as cidades de La Tamborada e Villa Rivero, respectivamente).

Palavras-chave: condutividade elétrica; correlação; saturação do solo

INTRODUCCIÓN

La salinidad de los suelos es un problema principalmente en zonas áridas y semiáridas de nuestro país, aún en suelos que originalmente contienen una proporción muy reducida de sales solubles.

Lo anterior permite establecer la necesidad de monitorear continuamente el proceso acumulativo de sales en todas las zonas de agricultura bajo riego. Los métodos que se emplean para determinar el contenido de sales solubles consisten fundamentalmente en la obtención de un extracto de saturación del suelo, en el cual se determina la proporción de las mismas por los diferentes métodos de laboratorio o se estiman por medio de una determinación de Conductividad Eléctrica (CE).

Diferentes autores han reportado la concentración de sales en porcentaje, en partes por millón o mili equivalentes por litro (me/l).

Pero también se observó que una misma concentración de sales tenía un efecto variable sobre la fisiología vegetal en plantas de la misma especie y suelos con distintas características físicas, debido a que la concentración en la solución edáfica en contacto con el sistema radicular varía de acuerdo con su contenido de humedad, el cual a su vez depende de la capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente.

Tomando en consideración lo anterior, debe utilizarse métodos adecuados entre las tensiones de humedad mencionados, sin embargo en el laboratorio de análisis de suelos no se cuenta con equipos especializados, para éste fin.

Estudios posteriores han demostrado que existe una correlación en la concentración de sales en el Extracto de Saturación y el extracto de suelo a capacidad de campo y Punto de Marchitez Permanente (0.3 a 15 Bar, respectivamente), adoptándose finalmente la determinación de sales en Extracto de Saturación.

Pero aún ésta última determinación no siempre puede realizarse para trabajos de rutina cuando se manejan cantidades grandes de muestras, como es el caso del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UMSS o cuando se trata de muestras de suelo arcillosos o con alto contenido de materia orgánica.

Con la finalidad de obtener con mayor rapidez este importante dato es necesario realizar correlaciones entre los extractos de saturación y las diferentes suspensiones, para determinar la concentración de sales en el suelo.

El presente estudio tiene por objeto determinar si los datos de salinidad obtenidos en estos extractos de saturación tienen una correlación adecuada con las respectivas suspensiones, en suelos de cinco zonas del Departamento de Cochabamba.

Durante el final del siglo pasado y el inicio de éste, se han realizado varias investigaciones para evaluar la concentración de sales del suelo, de ésta manera se consideró como un índice de salinidad del suelo la cantidad absoluta de las sales solubles. Muchos autores señalan que el “efecto salino” se debe no solamente a la presencia física de las sales, sino fundamentalmente a su “actividad” en la solución del suelo (Aceves, 1979).

Teniendo en cuenta estos conceptos, en la actualidad se toma como base para establecer un criterio con respecto a la salinidad del suelo, el valor de Conductividad Eléctrica del Extracto de Saturación.

Para caracterizar el grado de salinización de un suelo se hace necesario, por lo tanto, que en los laboratorios de análisis de suelos se lleven a cabo las determinaciones de la Conductividad eléctrica en extracto de saturación, particularmente en las regiones agrícolas de zonas áridas bajo riego.

Con el objeto de economizar el tiempo de análisis en el laboratorio, es importante realizar suspensiones con distintos niveles de relación agua-suelo, que usualmente son: 1:1; 1:2; 1:5; 1:10. En virtud de que los datos de conductividad eléctrica en suspensión no pueden emplearse directamente para establecer el grado de salinidad del suelo, ni interpretarse tomando como base los límites establecidos para los extractos de saturación, el presente estudio se realiza con el fin de determinar el grado de correlación de C.E. existente entre el Extracto de Saturación y las diferentes suspensiones. El objeto general de la presente investigación es determinar la correlación estadística entre las determinaciones de la Conductividad Eléctrica del Extracto de Saturación con la Conductividad de la suspensión de suelo-agua.

La investigación tuvo como propósito caracterizar los suelos de muestras provenientes de cinco localidades del Departamento de Cochabamba: Villa Rivero, Playa Ancha, Collpa Pampa, La Maica y La Tamborada. Además, de determinar si los datos de salinidad obtenidos en suspensiones de 1:1; 1:2, 1:3; 1:4 y 1:5, tienen una correlación adecuada con los valores de los extractos de saturación en los suelos de las diversas zonas agrícolas del Dpto. de Cochabamba, donde se presentan éste problema con mayor intensidad.

Los suelos afectados por sales son comunes en las regiones semiáridas y áridas, donde la precipitación anual es insuficiente para satisfacer las necesidades de evapotranspiración de los vegetales. Como resultado, las sales del suelo no se disuelven. En vez de ello, se acumulan en cantidades que son perjudiciales para el crecimiento de los vegetales. Pero los problemas salinos no se limitan. Pueden presentarse aún en regiones subsúmelas y húmedas en condiciones propicias. Por otro lado, los principios químicos se aplican directamente. (Bohn y otros, 1993).

Bajo condiciones específicas se produce la acumulación de sales en el suelo, dando origen a suelos salinos y/o sódicos. Los suelos salinos continentales se producen, por el ascenso de las napas freáticas de aguas ricas en sales o por el lavado deficiente de la zona radical en donde se han acumulado las sales provenientes de las aguas de riego. Las sales solubles que se acumulan en los suelos salinos y/ sódicos, son: cloruros, sulfatos, carbonatos y ocasionalmente boratos de calcio, magnesio y sodio (Fassbender, 1975).

Cuando se investiga la salinidad del suelo con relación al desarrollo de las plantas, se recomienda usar la conductividad del extracto de saturación como un medio para evaluar la salinidad. Este método es más

tardado que el método que usa la resistencia de una pasta de suelo, pero el resultado puede relacionarse fácilmente con la respuesta de las plantas. El procedimiento consiste en la preparación de una pasta saturada de suelo, agitando durante la adición de agua destilada hasta alcanzar el punto final deseado (brillo superficial, corte central relleno). Se usa luego un filtro de succión para obtener una cantidad suficiente de extracto de saturación, destinado a la determinación de la conductividad (Richards, 1954).

La ventaja especial del método del extracto de saturación para medir la salinidad, radica en el hecho de que el porcentaje de saturación está relacionado directamente con los distintos valores de la humedad de campo. La concentración de sales solubles del extracto de saturación tiende, por lo tanto, a ser casi la mitad de la concentración de la solución del suelo en el límite superior de humedad y casi la cuarta parte de la concentración ejemplo. El límite inferior de humedad (P.M.P), (Personal del

Laboratorio de Salinidad de Estados Unidos de América, 1974).

La conductividad de las relaciones agua-suelo, se usa a veces para estimar la salinidad a través de la C.E. en suspensiones. Las estimaciones de salinidad de las suspensiones son muy convenientes para determinaciones rápidas, particularmente si la cantidad de muestra es limitada, o cuando se hacen muestreos repetidos para determinar el cambio en la salinidad debido a tiempo o a tratamiento.

La seguridad de las determinaciones depende de las sales presentes. (Laboratorio de salinidad de Estados Unidos de América, 1974).

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de suelos ser tomaron en cinco localidades de Cochabamba (Figura 1), para posteriormente caracterizar sus propiedades físicas y químicas en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la F.C.A. P y V. de la UMSS

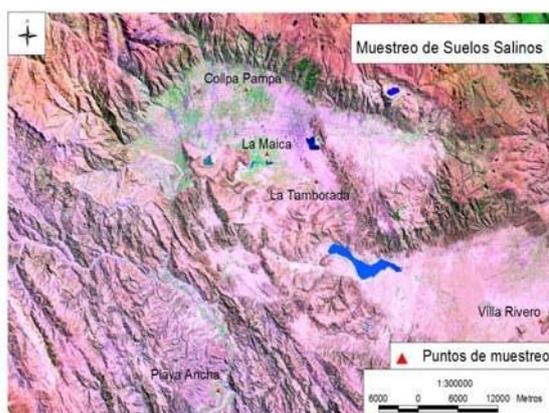


Figura 1. Zonas de estudio 4.1.- Análisis Granulométrico.

Las muestras que se incluyeron en el estudio, fueron sometidas al análisis granulométrico por el método del hidrómetro

de Bouyoucos, y posteriormente se determinó el grupo textural de cada una de las muestras, cuyos resultados se muestran en la tabla 1.

Preparación de los extractos

La obtención del “Extracto de Saturación” se realizó siguiendo el método del manual 60, tomando una muestra de 200 g. de suelo tamizado en una malla 10 (2mm tamaño orificio) y posteriormente se saturó con agua destilada, hasta obtener una pasta saturada;

luego de reposar durante 24 horas y se somete a una bomba de vacío, para obtener el extracto de saturación, donde se determinará la reacción del suelo y la Conductividad Eléctrica, además de los cationes y aniones solubles de cada muestra. (Figuras 2, 3, 4 y 5).



Figura 2. Muestras de suelo.



Figura 3. Equipo para “Pasta de saturación”.



Figura 4. Embudo “Buckner” y bomba de vacío.



Figura 5. Peachímetro.

Determinación de la reacción del suelo

Para la determinación de la Reacción del suelo, en los extractos de saturación y las suspensiones se utilizó un peachímetro de calibró el equipo con soluciones electrodo

combinado (figura 5): previamente a las lecturas de los extractos y suspensiones se Buffer (pH: 7 y 10), luego se procedió a la determinación de las 60 muestras.

Determinación de la conductividad eléctrica

Para realizar esta determinación se procedió a calibrar el Conductivímetro (figura 6) con soluciones salinas standard y posteriormente se hicieron las lecturas de Conductividad Eléctrica (C.E.) tanto en las suspensiones como en el Extracto de Saturación; se hicieron lecturas con tres repeticiones. Bohn et. al. (1993), indican que más recientemente, la salinidad se ha medido en términos de la *conductividad eléctrica* (C.E) de la solución.

Para determinar la C.E. se coloca la solución entre dos electrodos de

configuración constante que incluyen una distancia de separación también constante. Cuando se aplica un potencial eléctrico, la cantidad de corriente que circula varía directamente con la concentración total de las sales disueltas. A potencial constante, la corriente es inversamente proporcional a la resistencia de la solución y se puede medir con un puente de resistencia. La conductancia es el recíproco de la resistencia y sus unidades también son los recíprocos del ohm o el siemens (anteriormente mhos).



Figura 6. Conductivímetro.

RESULTADOS

En los cuadros posteriores, se presentan los resultados de la Conductividad Eléctrica, tanto en extracto como en suspensiones, dichos resultados serán analizados y discutidos, para cada una de las zonas agrícolas mencionadas en el estudio. Todas las ecuaciones se ajustaron al origen.

Se calculó las ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación, correlación, para los resultados obtenidos en el presente estudio (Benza, 1976). Cumpliendo con los objetivos planteados y los métodos indicados.

Determinación de la reacción del suelo (PH) y conductividad eléctrica en suspensión y extracto de saturación

Las determinaciones de pH y C.E., se obtuvieron en suspensión con una relación agua-suelo de 1:1; 1:2; 1:2.5; 1:5 y 1:10 y Extracto de Saturación, cuyos valores se muestran en los cuadros posteriores.

La presentación de los resultados y los gráficos de correlación serán por localidades o zonas de estudio.

Resultados de PH y C.E. de la localidad de “Villa Rivero”

La localidad de “Villa Rivero” se encuentra en la provincia de Punata a 50 Km. de la ciudad de Cochabamba; a una altura aproximada de 2736 msnm. Geográficamente se encuentra entre las UTM's 201802 y 8050178.

Los resultados de la caracterización, señalan que los suelos de la zona, tienen un pH de 8.94; la C.E. es de 140.200 dS/m, correspondiendo a un suelo salino-sódico (Speck y otros, 1970), con preponderancia de sodio (3200 me/l.) De los resultados obtenidos en el extracto y las suspensiones, se puede deducir que, en la medida que aumenta la suspensión también aumenta el pH, probablemente se deba al incremento de los iones OH, por la solubilidad de las sales, en la solución edáfica, al incrementar el solvente (agua), en cambio la C.E. disminuye cuando se

incrementa el agua en las suspensiones y en el extracto, esto podría deberse a la disminución de la conductancia por la dilución salina.

En tabla 1, se observa que cuando incrementa la relación suelo-agua, disminuye la Conductividad Eléctrica, esto se debe a que existe una mayor dilución de las sales del suelo. Como quiera que la Conductividad Eléctrica es la medida de la concentración de sales en el suelo y en el Extracto de Saturación se encuentran todas las sales del suelo disueltas (Lamb y Richards, 1974); entonces la relación entre la C.E de extracto y de suspensiones es positiva

En el cuadro 1 y figura 6 se presentan los resultados de los análisis de la C.E en extracto y la C.E en suspensiones, para poder ver la interrelación de dos características con el fin de medir el grado de asociación que existe entre ellos.

Tabla 1. Análisis de pH y C.E. de la localidad de Villa Rivero.

No Det.	Suspensión	pH	C.E. SUSPENSIÓN	C.E. EXTRACTO
1	1:1	8.9	0.651	0.782
2	1:2	8.92	0.428	0.692
3	1:2.5	9.02	0.369	0.564
4	1:5	9.1	0.259	0.328
5	1:10	9.2	0.138	0.294

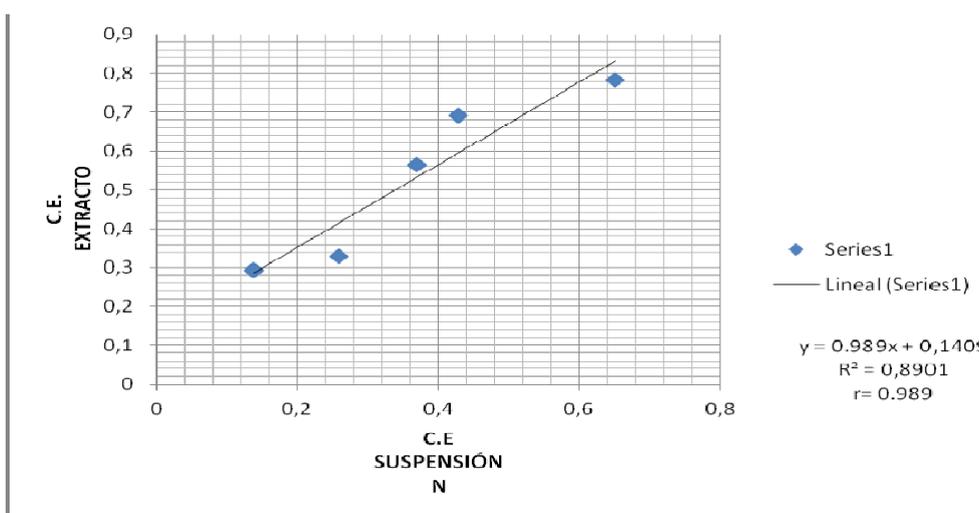


Figura 7. Correlación entre C.E. del Ext. y la C.E. en suspensión (Villa Rivero).

Como se puede observar en la figura 7, en la zona de Villa Rivero, se puede apreciar la correlación de las variables de la Conductividad Eléctrica del extracto de saturación y la Conductividad de las suspensiones; tienen una tendencia positiva, es decir que a medida que se incrementa uno también se aumenta el otro.

El coeficiente de determinación llega a un valor de $R^2 = 0.89$, lo que indica es que las dos variables están relacionadas a ese nivel. El intercepto es de 0.989 y la pendiente de la línea de correlación tiene un valor de 0.989; esto señala que la diferencia entre el punto de origen y el último punto de la línea no es muy significativa.

Resultados de pH y C.E. de la localidad de “Playa Ancha”

La localidad de “Playa Ancha”, es una región que se encuentra en la provincia de Capinota del Departamento de Cochabamba, aproximadamente a 60 km de la ciudad. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 17° 43' de Latitud Sud y 65° 14' de Latitud Oeste, se encuentra a 2625 msnm.

Los suelos de la zona de “Playa Ancha”, están caracterizadas, por tener un pH de 8.5 y una C.E. de 2460 dS/m. por tanto, son considerados como suelos salinos, con predominancia de sodio y magnesio y entre los aniones los sulfatos.

Tabla 2. Análisis de pH y C.E. de la localidad de “Playa Ancha”

Nº Det.	Suspensión	pH	C.E. SUSPENSION	C.E. EXTRACTO
1	1:1	9.33	38.867	42.100
2	1:2	9.7	18.767	21.361
3	1:2.5	9.71	20.600	22.090
4	1:5	9.84	14.433	16.720
5	1:10	9.90	7.613	9.107

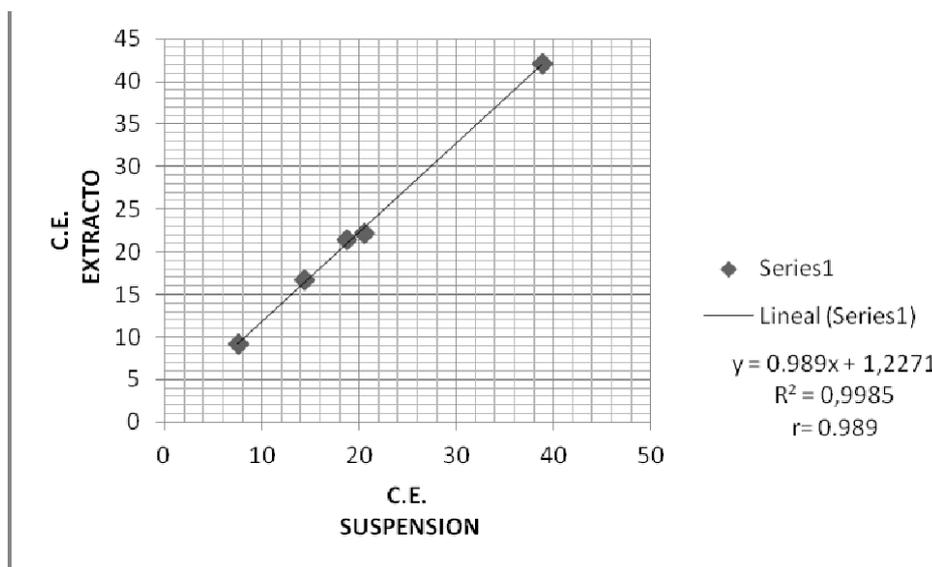


Figura 8. Correlación entre C.E. del Ext. y la C.E. en suspensión (Zona Playa Ancha).

Los resultados de la tabla 2, muestran que el pH en las suspensiones fluctúa entre 9.33 y 9.90, aumentando el pH cuando se incrementa la cantidad de agua en la suspensión, probablemente por la mayor disociación del NaOH y KOH. En cambio los valores de la C.E. reducen con el aumento del agua, esto se podría deber al disminuir la disociación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$, como indica Bohn (1993).

La figura 8, indica el grado de correlación entre los valores de C.E. del Extracto de saturación y la C.E. de las suspensiones, dicha correlación es alta, tal como lo demuestra el Coeficiente de determinación que es $R^2 = 0.9985$ y el Coeficiente de Correlación es de 0.989.

La Provincia de Tiquipaya, aproximadamente a 15 Km. de la ciudad de Cochabamba. Situada entre las coordenadas $17^\circ 20' 41''$ L.S. y $66^\circ 13' 50''$ de L. W., a una altitud de 2625 msnm.

Las características de los suelos de la zona de "Collpa Pampa", son: pH 8.5, la C.E. es de 10.800 dS/m, por lo tanto se considera un suelo salino, con predominancia de Mg y

sulfatos.

Los resultados de la tabla 3, muestra la variabilidad de los resultados de pH y C.E. en función de las diferentes suspensiones. Teniéndose la ecuación $Y = 0.989x + 1.2271$. Lo que indica que se puede determinar el valor de la C.E. en extracto teniendo como dato la C.E. en suspensión.

Resultados de pH y C.E. de la localidad de "Collpa Pampa"

La localidad de "Collpa Pampa", se encuentra en la medida que se incrementa la suspensión o la cantidad de agua se incrementa el potencial Hidrogeniónico, de 8.83 (1:1) a 9.2 (1:10), esto probablemente se deba al incremento de los iones oxidrilo en la suspensión y la dilución de las sales o incremento de las mismas en la solución del suelo.

Los valores de la C.E. tanto en las suspensiones como en el extracto disminuyen a medida que se incrementa la cantidad de agua. Estos datos son sometidos a un análisis de Correlación, con el objeto de validar la relación de las dos determinaciones, siendo

necesario que la distribución bivariada sea normal, tanto para los valores del Extracto de saturación como de las suspensiones (Snedecor y Cochran, 1977).

En la tabla 3, se observa que los valores de C.E. en el extracto varían en un 31 % (entre el mayor y menor), en cambio en el valor de C.E. en las suspensiones varían en un 30.5 %; lo que significa que cuando se incrementa la relación agua-suelo, disminuye los valores de la Conductividad eléctrica como indica Lamb y Richards (1974).

La figura 8 demuestra la correlación entre las variables de Conductividad Eléctrica de los extractos con la de las suspensiones. Los cálculos de correlación indican que se tiene un coeficiente de determinación de 0.88; lo que indica que la diferencia entre los puntos determinados con los calculados no tiene mayor significancia. El Coeficiente de correlación (r) tiene un valor de 1.3306, esto señala el grado de asociación de las variables (C.E. en extracto y suspensión).

Tabla 3. Resultados de pH y C.E. en extracto y suspensión de “Collpa pampa”

Nº Det.	Suspensión	pH	C.E. SUSPENSIÓN	C.E. EXTRACTO
1	1:1	8.83	2.360	3.610
2	1:2	9.00	2.150	3.110
3	1:2.5	9.10	1.900	2.140
4	1:5	9.10	1.110	1.870
5	1:10	9.2	0.720	1.120

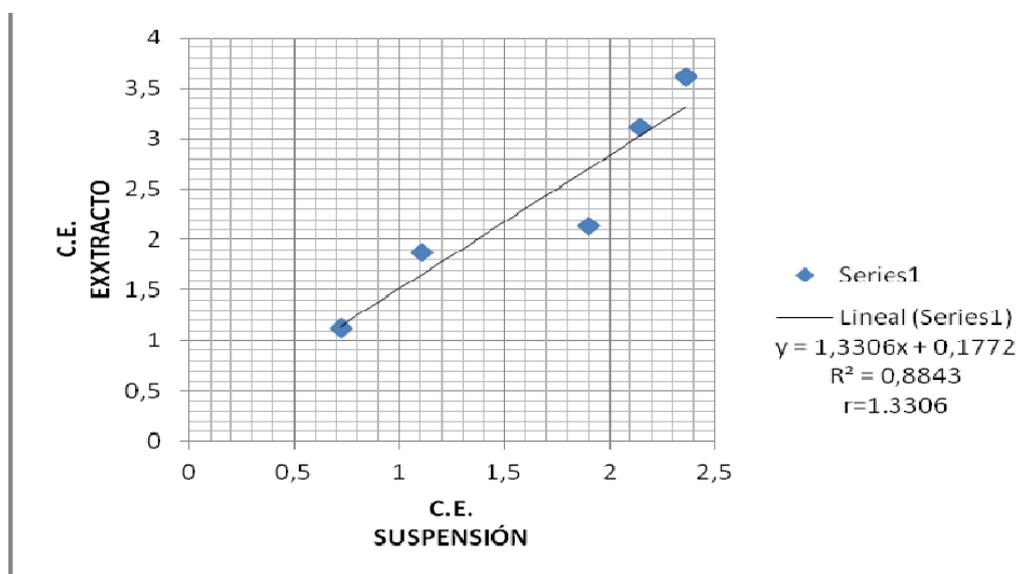


Figura 9. Correlación de C.E. de Ext. Y C.E. en suspensión (Collpa Pampa).

Resultados de pH y C.E. de la localidad de “La Maica”

La localidad de La Maica, se encuentra en la Provincia Cercado, a 7 Km de la ciudad de Cochabamba; a una altura de 2559 msnm, entre las coordenadas 794931 y 8080091.

Los suelos de la zona de “la Maica” tienen un pH 8.4 (salino) y una conductividad eléctrica de 1880. Teniendo como catión predominante el sodio y el calcio, además de los bicarbonatos la tabla 4 demuestra que el pH se incrementa en la medida que la

cantidad de agua aumenta y la Conductividad Eléctrica disminuye en los extractos y en las suspensiones.

El Coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9899$) para ésta relación de variables demuestra que, existe una relación de observaciones junto a la línea calculada; el coeficiente de correlación ($r = 0.964$), denota el grado de asociación de las dos variables, vale decir los valores de los extractos con los valores de las suspensiones.

Tabla 4. Resultados de pH y C.E. de la localidad de “La Maica”

No. Det.	Suspensión	pH	C.E. SUSPENSIÓN	C.E. EXTRACTO
1	1:1	7.85	0.751	1.210
2	1:2	7.98	0.546	0.840
3	1:2.5	8.00	0.466	0.800
4	1:5	8.16	0.289	0.470
5	1:10	8.16	0.188	0.260

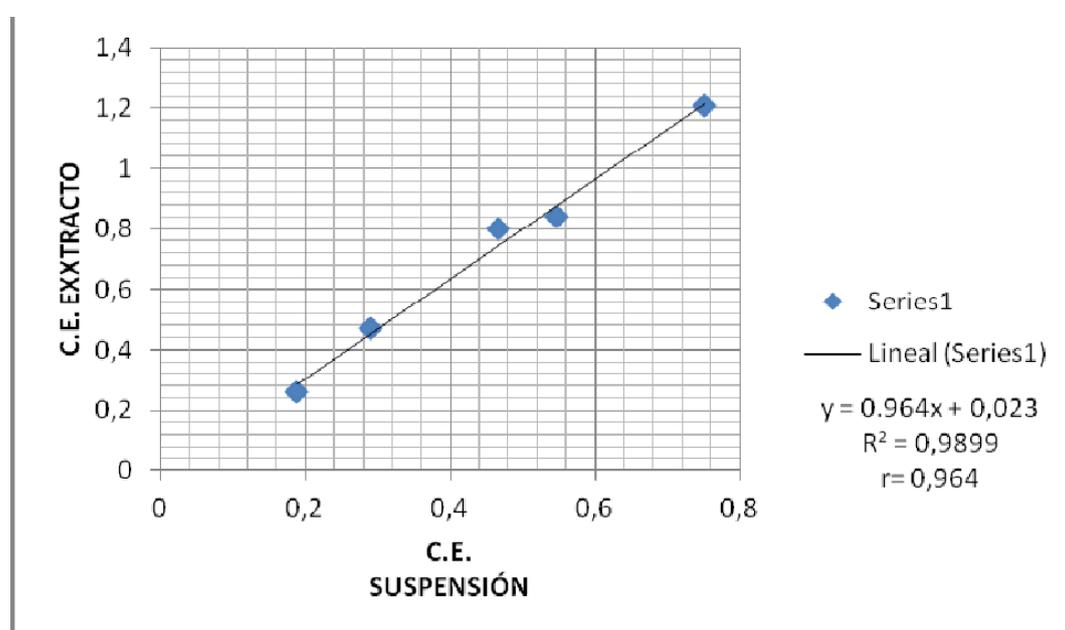


Figura 10. Correlación de C.E. de Ext. y C.E. en suspensión (La Maica).

Por lo expuesto se puede usar la ecuación para calcular la C.E. en el extracto teniendo valores de C.E. en una suspensión.

Resultados de pH y C.E. en la zona de “La Tamborada”

Los suelos de “La Tamborada”, se encuentran en los fundos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias; a 5 Km. De la ciudad de Cochabamba, entre las coordenadas 804914 y 8067829, a una altura de 2620msnm.

Estos suelos tienen un pH de 8.4 y una Conductividad eléctrica de 1880 dS/m. considerándose como suelos salinos con predominancia de calcio y carbonatos.

El cuadro 5, muestra los resultados de pH y C.E. de cinco muestras, donde se puede ver que el pH. varía de 7.53 a 7.80, por tanto son suelos alcalinos por la presencia de Ca. El pH se incrementa a medida que la cantidad de

agua se aumenta en la suspensión, esto puede deberse a la liberación de los iones OH, en la solución del suelo, En cambio la Conductividad Eléctrica, disminuye en sus valores cuando se incrementa la relación agua-suelo.

El Coeficiente de determinación ($R^2 = 0.948$) para ésta relación de variables demuestra que, existe una relación de observaciones junto a la línea calculada; el coeficiente de correlación ($r = 0.9787$), denota el grado de asociación de las dos variables, vale decir los valores de los extractos con los valores de las suspensiones. Por lo expuesto se puede usar la ecuación para calcular la C.E. en el extracto teniendo valores de C.E. en una suspensión.

Tabla 5. Resultados de pH y C.E. de la localidad de La Tamborada

No. Det.	Suspensión	pH	C.E. USPENSIÓN	C.E. EXTRACTO
1	1:1	7.53	2.610	3.200
2	1:2	7.68	2.050	2.910
3	1:2.5	7.75	1.770	2.410
4	1:5	7.80	0.990	1.410
5	1:10	7.65	0.541	1.410

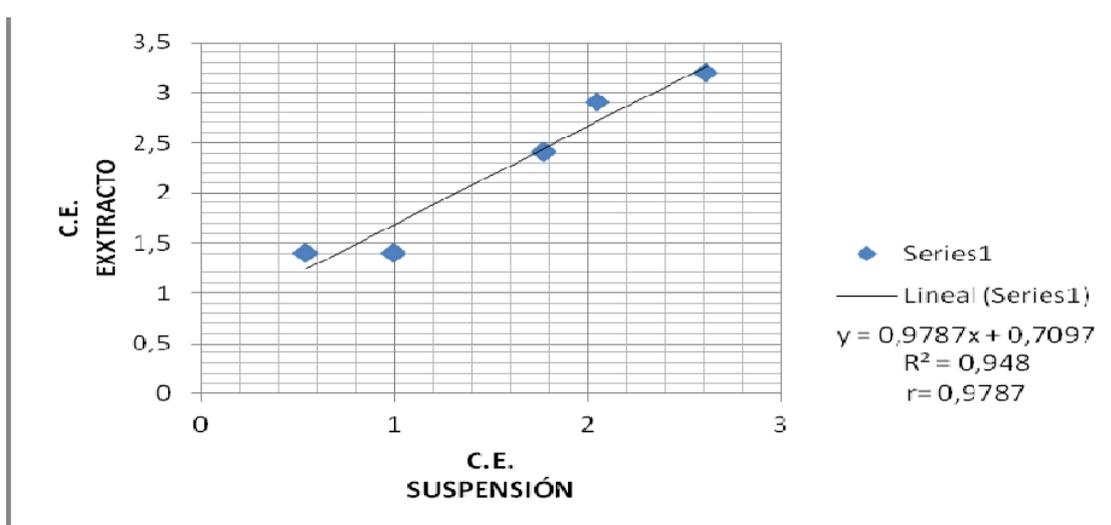


Gráfico 1. Correlación entre la C.E. de Extracto y C.E. en Suspensión (La Tamborada).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y resultados obtenidos, se tienen las siguientes conclusiones:

Las cinco zonas de estudio del Departamento de Cochabamba, de acuerdo a la caracterización física y química, son suelos de textura Franca a Franco arenoso (F-FA).

Los suelos caracterizados tienen presencia de sales, cuyos valores de pH, varían desde 8.0 hasta 8.9 (para las localidades de La Tamborada y Villa Rivero, respectivamente).

Los valores de la Conductividad Eléctrica varían desde 1,880 hasta 140,200 dS/m, para las zonas de La Maica y la zona de Villa Rivero, respectivamente. La relación 1:2.5 se utilicen solamente sobre la base de estudios de correlación regionales en virtud de las variaciones tan amplias que se observan en los coeficientes de regresión, para diversas zonas agrícolas.

Se recomienda realizar estudios de ésta misma naturaleza, en todas las zonas agrícolas que tengan problemas de salinidad, para precisar los resultados.

Los análisis de correlación en todos los casos de estudio, muestran un alto grado de asociación entre dos características de una distribución variada.

Que los datos se reporten invariablemente como Conductividad Eléctrica del Extracto de saturación calculada, en base a las ecuaciones encontradas, para cada zona.

Que, en aquellos casos en que se dificulte la obtención de extractos de saturación se utilice la relación agua- suelo 1:5.

REFERENCIAS

Aceves E. N. (1979). El ensalitramiento de los suelos bajo riego. Colegio de postgraduados Chapingo México

- Bohn H., Mcneal, B Y O'connor G. (1993). Química del suelo Edit. LIMUSA, México
- Callirgos Benza, A. M. (1976). La sociedad agrícola de interés social y la solución a problemas de la sierra peruana [organizaciones agrarias]. [The agricultural society of social interest and the solution to the problems of the Peruvian Sierra [agricultural organizations]]
- Fassbender, H. W. (1975). Experimentos de laboratorio para el estudio del fuego de la quema de restos vegetales sobre las propiedades del suelo. Turrialba 25: 249-254
- Lamb, RJ y Richards, BN (1974). Inoculación de pinos con hongos micorrícicos en suelos naturales — II: Efectos de la densidad y el tiempo de aplicación del inóculo y la modificación del fósforo en el rendimiento de las plántulas. Biología y bioquímica del suelo, 6 (3), 173-177
- Hervè D; Ledezma R. Y Orsag V. (s/f). Avances en el conocimiento y el uso de los suelos salinos y/o sódicos en el Altiplano Boliviano CONDESAN, Memorias del VII Congreso Nacional de México, 1974
- Richards, L.A. (ed) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington D.C; US Department of Agriculture, 1954. 160p. Agricultural Handbook, 60
- Snedecor G. Y Cocran W., (1977). Métodos estadísticos. Editorial CECSA. México
- Speck, N., Sourrouille, E., Winjhoud, S., Munist, E., Monteith, N., Volkheimer, W., y Menéndez, J. (1970). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual de Agricultura N°60, LA Richards, Ed. Centro Regional de Ayuda Técnica, AID México, Bs. As