



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE SUELOS
INUNDADOS SUJETOS A DESALINIZACIÓN**

OSCAR MANUEL GUEVARA OLIVAR

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2014

La presente tesis titulada: **Caracterización físico-química de suelos inundados sujetos a desalinización**, realizada por el alumno: **Oscar Manuel Guevara Olivar**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
HIDROCIENCIAS**

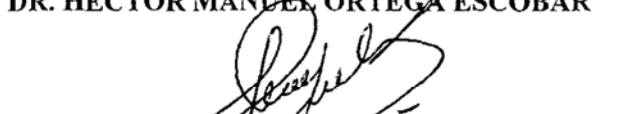
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. HECTOR MANUEL ORTEGA ESCOBAR

ASESOR



DR. CARLOS RAMÍREZ AYALA

ASESOR



M. EN C. RAMIRO RÍOS GÓMEZ

ASESOR



DR. EDGAR IVÁN SÁNCHEZ BERNAL

Montecillo, Texcoco, México, Abril de 2014

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE SUELOS INUNDADOS SUJETOS A DESALINIZACIÓN

Oscar Manuel Guevara Olivar, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

La zona chinampera de Xochimilco presenta problemas de salinidad en el 83.25% de su superficie. Con el fin de evaluar el grado de amenaza a la que está sujeta la productividad de la zona chinampera a causa de los espesores potentes de sedimentos salinos, se evaluaron las características físico-químicas de los suelos con relación a la naturaleza del material parental y deposición, así como la evaluación de tratamientos de lavado y aplicación de yeso para desalojar la mayor concentración de sodio y lixiviarlo. Se realizó la perforación de un perfil con barrena a una profundidad de 300 cm, se tomaron muestras a cada 10 cm y analizaron los parámetros físico-químicos de acuerdo con (Richards, 1973). Asimismo, se montaron columnas de pvc rellenas con suelo de la zona de estudio mezclado con yeso a diferente concentración y se les pasaron diferentes volúmenes de lavado con agua de riego adyacente al sitio de muestreo. Se encontró que a 110 cm de profundidad, una capa de ceniza semicompacta de carácter hidrófobo que actúa como membrana semiaislante durante la lixiviación y eluviación de sales. Los modelos estadísticos mostraron que el dinamismo de las propiedades físico-químicas del suelo, es alterado por la presencia de la capa de ceniza la cual impide el desplazamiento de las sales; de 0 a 110 cm las propiedades físicas y la concentración iónica disminuye cuantitativamente con el aumento de la profundidad y de 130 a 300 cm sigue una tendencia inversa. Los suelos de Xochimilco poseen características propias del material parental y sedimentos que rellenan la cuenca de México. Heredaron la composición geoquímica de componentes autóctonos y diagenéticos producto del intemperismo de minerales primarios de piroxenos y anfíboles presentes en basaltos, ceniza y vidrio volcánico transportados durante las glaciaciones e interglaciaciones. Las altas concentraciones de cloruros y bicarbonatos a diferentes profundidades, indican procesos de hidromorfismo e intemperismo autóctono y acumulación de restos de diatomeas. El análisis de varianza y la prueba de Duncan, mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados (T1, T2, T3 y T4). El volumen de agua mínimo requerido para recuperar en su totalidad 50 cm de suelo del tipo solonchak cuya fracción mineral corresponde a arcillas montmorillonitas, con agua de riego proveniente del cerro de la estrella conforme a las características químicas analizadas es de 2 (24 L); así como la adición de 40.52 g de mejorador químico correspondiente a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ para lograr una eficiencia del 90% en el desplazamiento de sodio intercambiable.

Palabras clave: hidromorfismo, mejorador químico, cuenca de México, espesores potentes, lixiviación.

PHYSICAL CHARACTERISTICS SOIL CHEMISTRY SUBJECT TO FLOODED DESALINATION

Oscar Manuel Guevara Olivar, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

The Xochimilcochinampas zone salinity problems presented in 83.25 % of its surface. To assess the degree of threat to which is subject chinampera productivity due zone thicknesses potent saline sediments , the physicochemical characteristics of the soils were evaluated with regard to the nature of the parent material and deposition and the evaluation of washing treatments and gypsum application to evict the largest concentration of sodium and lixiviation . Drilling a profile auger to a depth of 300 cm was performed; samples were taken every 10 cm and analyzed the physicochemical parameters according to (Richards, 1973). Also, columns filled with pvc floor study area with plaster mixed at different concentration and different volumes were spent wash water sampling site adjacent to irrigation were mounted. We found that at 110 cm of depth, a layer of hydrophobic character semicompacta ash which acts as the semi-insulating membrane during leaching and eluviation salts. Statistical models showed that the dynamics of the physical and chemical soil properties is altered by the presence of the ash layer which prevents movement of the salts ; from 0 to 110 cm and the physical properties of the ion concentration quantitatively decreases with increasing depth and 130 to 300cm follows a reverse trend. Xochimilco soils have characteristics of parent material and sediments filled the basin of Mexico. They inherited the geochemical composition of native components and diagenetic product of weathering of primary minerals pyroxene and amphibole present in basalts, volcanic ash and glass transported during glaciations and interglaciaciones. The high concentrations of chloride and bicarbonate at different depths indicate processes and native hydromorphism weathering and diatomaceous debris buildup. Analysis of variance and Duncan's test showed significant differences between treatments analyzed (T1, T2, T3 and T4). The minimum volume of water required to fully recovered 50 cm of soil solonchak guy whose mineral fraction corresponds to montmorillonite clays, with irrigation water from the hill of the star according to the chemical characteristics analyzed is 2 (24 L); and adding 40.52 g of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ corresponding to achieve an efficiency of 90 % at the chemical shift improver exchangeable sodium

Keywords: hydromorphism, chemical enhancer, Mexico basin, powerful thicknesses leaching.

DEDICATORIA

A MAMÁ

Por todo lo que soy, por estar conmigo todos los días de mi vida.

A PAPÁ

Por su apoyo y comprensión.

A JOSEFINA, GUADALUPE Y DOLORES

Por enriquecerme con su ejemplo

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT*, el apoyo brindado durante la estadía en el Colegio de Postgraduados y para la realización de la presente investigación.

A los doctores Héctor Manuel Ortega Escobar y Carlos Ramírez Ayala por aportarme su experiencia y enriquecerme con su compañía.

Al M.C. Ramiro Ríos Gómez, amigo y colaborador, por enriquecerme con su franca amistad y enseñarme el valor de la paciencia y ahínco.

Al Dr. Edgar Iván Sánchez Bernal por todas las facilidades otorgadas y sus valiosas aportaciones a este trabajo.

A los técnicos J. Santos de la Cruz Frutero Hernández y Manuel Coronado Cevallos, por su valiosa cooperación y ahínco en el desarrollo y conclusión de este trabajo.

Al Dr. Juan Manuel Vanegas Rico, por su valiosa colaboración e incalculable apoyo antes, durante y al término de este trabajo.

A la M.C. Esmeralda Ofelia Juárez de la Cruz por su apoyo inapreciable e incondicional y llenarme con la calidez de su presencia.

A aquellas y aquellos que con su bella forma de ser, me inspiran a mantenerme en la autonomía.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPÍTULO I. Revisión de Literatura	4
1.1 Origen y naturaleza de los suelos salinos	4
1.1.1 Las sales solubles en los suelos salinos	6
1.1.1.1 Carbonatos	6
1.1.1.2 Carbonato de calcio	7
1.1.1.3 Carbonato de magnesio	8
1.1.1.4 Carbonatos de sodio	9
1.1.1.5 Carbonato de potasio	10
1.1.1.6 Sulfato de magnesio	10
1.1.1.7 Sulfato de sodio	10
1.1.1.8 Sílice	11
1.1.2 Efectos de la salinidad sobre el suelo	12
1.1.2.1 Conductividad hidráulica del suelo	12
1.1.2.2 Tasa de infiltración	13
1.2 La cuenca de México	14
1.2.1 Geología de la cuenca de México	14
CAPÍTULO II. Caracterización fisico-química de suelos hidromórficos	18
2.1 Introducción	18
2.1.1 Génesis salina y sodicidad de Xochimilco	18
2.2 Materiales y métodos	25
2.2.1 Caracterización de la zona de estudio	25
2.2.1.1 Clima	25

2.2.1.2 Edafología	26
2.2.1.3 Hidrografía	26
2.2.2 Trabajo de campo	27
2.2.3 Trabajo de laboratorio	28
2.3 Resultados	29
2.3.1 Zona chinampera de Xochimilco. Estratigrafía y geoquímica	29
2.4 Discusión	43
2.4.1 Edafogénesis de la zona lacustre de Xochimilco	43
2.4.2 Salinización y sodificación del suelo	44
2.5 Conclusiones	48
CAPITULO III. Lavado de sales y su efecto en la aplicación de sulfato de calcio (Yeso) en suelos salino-sódicos.	49
3.1 Introducción	49
3.1.1 Factores que alteran la conductividad hidráulica del suelo.	49
3.1.2 Comportamiento del sulfato de calcio en la recuperación de suelos salino-sódicos	52
3.2 Materiales y métodos	55
3.2.1 Suelo utilizado	55
3.2.2 Procedimiento del experimento	59
3.3.3.1 Materiales	60
3.3.3.2 Llenado de columnas	60
3.2.3 Instalación y manejo del experimento	61
3.2.4 Desmontado de columnas, secado y análisis físico-químico de las muestras	61
3.3 Resultados	62
3.3.1 Cambios químicos de los efluentes a partir de ($Q_a/Q_\pi=1,2$) con diferentes tratamientos de yeso.	62
3.3.2. Cambios químicos de las columnas posterior al estado de saturación del suelo ($Q_a/Q_\pi=0$) y post lavado, con diferentes tratamientos	78

de yeso y volúmenes porosos ($Q_a/Q_{\pi}=1$ y 2)	
3.4 Discusión	83
3.4.1 Cambios químicos de los efluentes post-lavado de sales con diferentes tratamientos de yeso	83
3.4.2 Concentración vertical post-lavado de sales con diferentes tratamientos de yeso	84
3.4.3 Desplazamiento de coloides en la columna de suelo	91
3.5 Conclusiones	93
3.6. Recomendaciones	94
CAPÍTULO IV. Literatura citada	95
Anexo 1	99
Anexo 2	155

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Gradiente de distribución salina de acuerdo con la topografía.	5
Figura 2. Geología y morfología de la Cuenca de México.	17
Figura 3. Microrregión chinampera y microcuencas de la porción sureste del Distrito Federal.	18
Figura 4. Derrames lávicos y huellas de deshielo al sur de la microrregión chinampera de Xochimilco.	19
Figura 5. Estratigrafía general de la Cuenca de México.	20
Figura 6. Zona de estudio. Poligonal del ANP “Ejidotes de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Patrimonio cultural y natural de la humanidad.	25
Figura 7. Relación entre densidad real, densidad aparente y porcentaje de humedad en el perfil de suelo realizado en el Distrito de Riego. Xochimilco. Distrito Federal.	31
Figura 8. Acuñaientos diversos de sedimentos lacustres durante el Pleistoceno tardío al Holoceno, hace 48,000 años.	34
Figura 9. Perfil de sales solubles en el extracto de saturación del suelo en estudio, Xochimilco.	38
Figura 10. Efluentes de la columna C, tratamiento con yeso 90% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)	63
Figura 11. Efluentes de la columna D, tratamiento con yeso 80% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)	64
Figura 12. Efluentes de la columna G, tratamiento con yeso 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)	65
Figura 13. Efluentes de la columna K, tratamiento con yeso 60% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)	66
Figura 14. Efluentes de la columna A, tratamiento con yeso 90% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (24 litros)	67
Figura 15. Efluentes de la columna B, tratamiento con yeso 90% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (24 litros)	68
Figura 16. Efluentes de la columna E, tratamiento con yeso 80% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (20 litros)	69
Figura 17. Efluentes de la columna F, tratamiento con yeso 80% y lavado	70

con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (20 litros)	
Figura 18. Efluentes de la columna H, tratamiento con yeso 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (21.4 litros)	71
Figura 19. Efluentes de la columna I, tratamiento con yeso 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (20 litros)	72
Figura 20. Efluentes de la columna J, tratamiento con yeso 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (14.3 litros)	73
Figura 21. Efluentes de la columna L, tratamiento con yeso 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (18.7 litros)	74
Figura 22. Perfil de cationes solubles en el extracto de saturación, por tratamiento de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, después de la aplicación de un volumen poroso $\frac{Qa}{Q\pi} = 0$	87
Figura 23. Perfil de cationes solubles en el extracto de saturación, por tratamiento de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, después de la aplicación de un volumen poroso $\frac{Qa}{Q\pi} = 1$	88
Figura 24. Perfil de cationes solubles en el extracto de saturación, por tratamiento de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, después de la aplicación de un volumen poroso $\frac{Qa}{Q\pi} = 2$	90

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición química principal de rocas ígneas y rocas sedimentarias	4
Cuadro 2. Reacción de hidrólisis de los aluminosilicatos durante la frotación intensa en el agua y valores de pH derivados.	21
Cuadro 3. Análisis de correlación profundidad vs DR vs DA vs %H en un espesor de 0 a 50 cm.	30
Cuadro 4. Análisis de correlación profundidad vs DR vs DA vs %H en un espesor de 50 a 110 cm.	32
Cuadro 5. Análisis de correlación profundidad vs %H vs DR en un espesor de 120 a 200 cm	32
Cuadro 6. Propiedades químicas del perfil de suelo realizado en el Distrito de Riego, Xochimilco, Distrito Federal.	35
Cuadro 7. Bases intercambiables del perfil de suelo realizado en el Distrito de Riego, Xochimilco, Distrito Federal.	37
Cuadro 8. Análisis químico del suelo del sitio, determinado en el extracto de saturación.	56
Cuadro 9. Bases intercambiables del suelo del sitio	57
Cuadro 10. Análisis químico del agua de riego durante la estación de estiaje, Canal del Bordo, Xochimilco. Distrito Federal.	57
Cuadro 11. Cantidad de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (yeso) requerido conforme a la masa de suelo, para solubilizar la mayor cantidad de sodio intercambiable.	60
Cuadro 12. a) Diferencias significativas en la concentración de iones, RSE y RSC entre tratamientos de yeso cuando se tiene volumen poroso de $Q_a/Q_\pi=2$, con un intervalo de confianza de $\alpha=0.05$. b) Diferencias significativas en la concentración de iones, RSE y RSC entre tratamientos de yeso cuando se tiene volumen poroso $Q_a/Q_\pi=1$ y 2, con un intervalo de confianza de $\alpha=0.05$.	76
Cuadro 13. Valores de cationes, CE, RSE y RSC al iniciar la lixiviación ($Q_a/Q_\pi=0.1$) tratados con un volumen poroso cercano o igual a 2.	77
Cuadro 14. Valores de cationes, CE, RSE y RSC durante la lixiviación ($Q_a/Q_\pi=24$) tratados con un volumen poroso cercano o igual a 2.	78
Cuadro 15. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Q_a/Q_\pi=2$. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente	79

significativa †.

Cuadro 16. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Qa/Q\pi=1$ y yeso 90%. Correlación negativa significativa, * correlación positiva significativa**, correlación positiva altamente significativa †. 80

Cuadro 17. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Qa/Q\pi=1$ y yeso 80%. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa†. 80

Cuadro 18. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Qa/Q\pi=1$ y yeso 70%. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa †. 81

Cuadro 19. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Qa/Q\pi=1$ y yeso 60%. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa †. 81

INTRODUCCIÓN GENERAL

La zona lacustre de Xochimilco junto con los humedales de Tláhuac, en México D.F., representan un área de importancia internacional reconocida en 1987 como patrimonio cultural y natural de la humanidad (UNESCO, 1987). Dicho reconocimiento incluye el sistema de chinampas en zonas de Xochimilco y Tláhuac; y sitio Ramsar el 2 de febrero de 2004 en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, con la denominación “Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (GODF, 2011).

Actualmente, la zona chinampera que conforma el sistema de humedales de la porción sureste del Distrito Federal, se encuentra alterada en sus componentes biológico, productivo y social. Entre las causas se observan la contaminación de los cuerpos de agua, disminución de especies nativas de flora y fauna, especulación territorial y salinización excesiva del suelo. El aumento de chinampas salinizadas (conductividad eléctrica superior a 4dS m^{-1}) es el factor principal por el que se da el abandono de la producción agrícola, debido a la sensibilidad que los cultivos de maíz, frijol y hortalizas.

La zona chinampera de Xochimilco presenta problemas de salinidad en el 83.25% de su superficie, categorizadas de la siguiente forma: 41.02 % de la superficie tiene aptitud productiva con riesgos de salinidad, 18.21 % sin aptitud productiva por salinidad, 1.23 % de aptitud alta con riesgos por sodicidad y 22.79 % sin aptitud por salinidad y sodicidad, (INECOL, 2001). Los suelos y espesores subyacentes de la zona chinampera, contienen cantidades variables de sales solubles, y la rehabilitación de suelos salino – sódicos se basa sólo en la utilización de mejoradores químicos-lavados, compostas o estiércoles (Richards, 1973; López, 1988; CNA, 2000).

Estas acciones se realizan sin un conocimiento sobre las características geoquímicas y físico-químicas del paisaje (Pérez, 1994), las cuales son el punto de partida para la comprensión de los procesos químicos de salinización y métodos de recuperación.

En el mejoramiento de los suelos salinos y salino-sódicos se presentan dos procesos intrínsecamente relacionados: 1) disminución de contenido excesivo de sales solubles y 2) desplazamiento de sodio del complejo de intercambio del suelo. El desalojo de sales solubles en el caso de suelos salino-sódicos se realiza hasta valores denominados umbrales de las concentraciones de las soluciones de los suelos, a partir de los cuales se debe iniciar la aplicación de mejoradores químicos. La aplicación del tipo y concentración del mejorador está en función del pH de la solución del suelo, debiéndose indicar que en suelos moderadamente alcalinos se utilizan ampliamente compuestos cálcicos y en el caso de los suelos excesivamente alcalinos, la aplicación de compuestos se hace de una manera combinada, empleando ácidos y compuestos de calcio. El sulfato de calcio es un compuesto que se encuentra en el suelo en bajas concentraciones, sin embargo, es un compuesto de amplias expectativas de uso en la recuperación de suelos sódicos y salino-sódicos (Pizarro, 1985).

La solubilidad del yeso en el suelo a temperatura ordinaria es de 30 meq. L.⁻¹ en agua destilada, y de 50 meq.L.⁻¹ o más en soluciones muy alcalinas. Sin embargo, debido al efecto del ion común, un exceso de calcio o sulfato puede causar que disminuya su solubilidad hasta 20 meq. L.⁻¹. La cantidad de yeso que se requiere para recuperar los suelos sódicos de Xochimilco se calculó de acuerdo con la siguiente reacción:



Donde: XNa_1 cantidad de sodio intercambiable en las muestras de suelo en meq. 100g⁻¹ de suelo.

XNa_2 cantidad de sodio intercambiable permisible en las muestras de suelo en meq. 100g⁻¹ de suelo.

$XNa_1 - XNa_2$ cantidad de sodio a desplazar de las muestras de suelo meq. 100g⁻¹ de suelo.

CO_3^{2-} concentración del ion carbonato soluble en meq. 100g⁻¹ de suelo.

HCO_3^- concentración del ion bicarbonato soluble en meq. 100g⁻¹ de suelo.

$CaSO_4 \cdot H_2O$ cantidad de yeso necesaria (RY) en meq. 100g⁻¹ de suelo.

El conocimiento adquirido acerca del desplazamiento de sodio en el perfil de suelo a partir de diferentes volúmenes activos de lavado ($\pi=0, 1$ y 2) asociado a dosis heterogéneas de yeso, permitirá manejar en un proceso integral la recuperación de los suelos salino – sódicos. Así mismo, al considerar los requerimientos productivos de la zona de estudio, se propuso estudiar el efecto que tienen diferentes concentraciones de Sulfato de calcio (yeso) en la matriz del suelo en combinación con diferentes láminas de lavado, mediante análisis de efluentes de lixiviación en columnas de suelo, a fin de lograr el máximo efecto de desplazamiento de sodio intercambiable.

Hipótesis

El desplazamiento diferencial de sales solubles en espesores de suelo salinizado, depende de diferentes laminas de lavado fraccionadas.

Con base en lo anterior, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar los cambios físico-químicos en el suelo, con base en la evaluación de las relaciones funcionales de salinidad inicial y láminas de lavado y salinidad residual en suelos saturados.

Objetivos particulares

- Establecer las diferencias cuantitativas en la extracción de sales, mediante la utilización de relaciones variadas de suelo-agua.
- Evaluar los cambios físico-químicos del suelo respecto a las relaciones funcionales salinidad inicial, láminas de lavado, salinidad extraída y salinidad residual.
- Evaluar las relaciones funcionales entre láminas de lavado con respecto a la concentración de sales inicial, concentración de sales extraídas y sales residuales.

CAPÍTULO I

Revisión de Literatura

1.1. Origen y naturaleza de los suelos salinos

La formación de minerales secundarios arcillosos se realiza por el intemperismo de las diferentes rocas, que produce la ruptura de enlaces de los elementos químicos, surgiendo nuevos enlaces, y con ello, compuestos más sencillos como las sales minerales (Ortega, 1983). Dichas sales se acumulan en los suelos y en las aguas como producto de reacciones geoquímicas y formación de territorios cuyo origen está íntimamente relacionado con rocas volcánicas o con la redistribución de sales que se han acumulado en los espesores de rocas sedimentarias que contienen sales solubles. En el cuadro 1, se muestra una comparación respecto al contenido de diferentes elementos contenidos en rocas ígneas y sedimentarias, señalándose la importancia de los elementos químicos en el proceso de salinización, cuya proporción es menor en rocas sedimentarias respecto de las ígneas (Szabolcs, 1989).

Cuadro 1. Composición química principal de rocas ígneas y rocas sedimentarias (Szabolcs, 1989).

Compuesto	Rocas ígneas (%)			Rocas sedimentarias (%)		
	Granito	Grandiorita	Basalto	Arcilla	Arcillas mayores	Limos
SiO ₂	70.77	65.69	51.55	79.63	61.16	5.24
TiO ₂	0.39	0.57	1.48	0.15	0.68	0.06
Al ₂ O ₃	14.59	16.11	14.95	4.85	16.21	0.82
Fe ₂ O ₃	1.58	1.76	2.55	1.09	4.23	0.55
FeO	1.79	2.68	9.10	0.31	2.58	0.55
Fe	2.50	3.31	8.86	0.99	4.96	0.43
MnO	0.12	0.07	0.20	trazas	trazas	trazas
MgO	0.89	1.93	6.63	1.18	2.57	7.96
CaO	2.01	4.47	10.00	5.59	3.27	42.97
Na ₂ O	3.52	3.74	2.35	0.46	1.37	0.05
K ₂ O	4.15	2.78	0.89	1.33	3.41	0.33
P ₂ O ₃	0.19	0.20	0.30	0.08	0.18	0.04
CO ₂	-	-	-	5.11	2.77	41.93

Polynov (1956), empleó el ejemplo del paisaje del desierto de Gobbi para demostrar los diferentes tipos de distribución de productos solubilizados, el material aluvial con presencia de carbonato de calcio contenido en elevadas porciones de la cuenca, contiene igualmente sedimentos ricos con sulfatos y cloruros que pueden acumularse en las depresiones o en lagos salinos (Figura 1). Los sedimentos continentales así como el drenaje restringido tienen gran importancia en la formación de suelos salinos. Estos sedimentos, están diversamente distribuidos en forma de compuestos geoquímicos y son transportados generalmente por el agua. Desde el punto de vista hidrológico la acumulación de sales ocurre cuando el balance de las aguas freáticas es regulado por la evaporación y transpiración y no por el ingreso de aguas freáticas a la zona de acumulación. La intensidad de evaporación de las aguas freáticas y el proceso de acumulación de sales en las mismas y en los suelos aumenta con el acercamiento del nivel de las aguas freáticas a la superficie. El drenaje de las aguas con sales de las tierras de arriba de la depresión, puede elevar el nivel de la capa freática hasta la superficie en las tierras bajas, causar un flujo temporal o formar lagos salados permanentes. Bajo tales condiciones, el movimiento ascendente del agua subterránea o la evaporación del agua superficial da origen a la formación de suelos salinos. (Richards *et al*, 1973; Ortega, 1983)

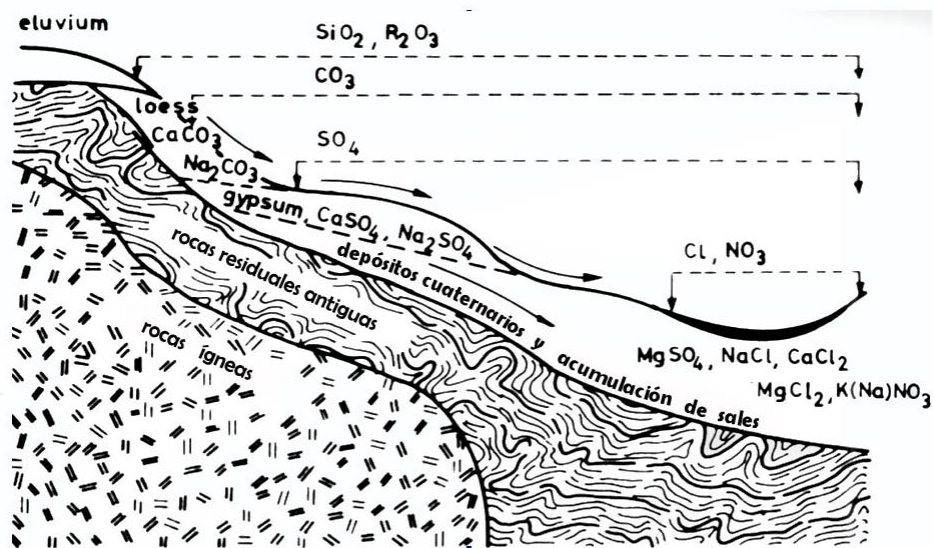


Figura 1. Gradiente de distribución salina de acuerdo con la topografía.

El término “salino” se aplica a suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos cm^{-1} , a 25°C , con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15. Generalmente el pH es menor de 8.5. En estos suelos el establecimiento de un drenaje adecuado, permite eliminar por lavado las sales solubles, lo que favorece su desalinización temporal a niveles que permiten el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

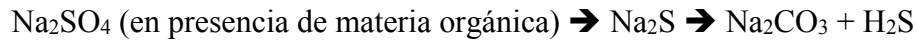
1.1.1. Las sales solubles en los suelos salinos

Las sales solubles del suelo consisten principalmente en varias proporciones de cationes de sodio, calcio y magnesio, y de los aniones cloruro y sulfato. Mientras que el catión potasio y los aniones bicarbonato, carbonato y nitrato, se encuentran generalmente en cantidades menores. La fuente original, y en cierto modo la más directa, donde provienen las sales antes mencionadas, son los minerales primarios que se encuentran en los suelos y en las rocas expuestas de la corteza terrestre. El contenido medio estimado de cloro y azufre en la corteza terrestre es de 0.05 y 0.06 por ciento respectivamente, mientras que el sodio, calcio y magnesio casi se encuentran entre el 2 y 3 por ciento de abundancia, (Clark, 1924), estos constituyentes son liberados gradualmente adquiriendo mayor solubilidad durante el proceso de intemperización química que comprende reacciones de hidrólisis, hidratación, solución, oxidación y carbonatación (Richards. *et al*, 1973).

1.1.1.1 Carbonatos.

La formación, migración y acumulación de los carbonatos y bicarbonatos de los metales alcalinos es uno de los procesos geoquímicos de común ocurrencia en los suelos, y ampliamente conocido en la actualidad (Ortega, 1983). Los iones bicarbonato se forman como consecuencia de la solución del bióxido de carbono (CO_2) en agua. El CO_2 puede ser de origen atmosférico o biológico y el agua que contiene CO_2 es un agente activo intemperizante que libera cantidades apreciables de cationes en forma de bicarbonatos (HCO_3^-), al respecto Williams (1983) considera que durante la formación de suelos, primero se reducen los compuestos de nitrógeno, luego los compuestos de azufre y después

los compuestos de hierro. Un mayor peso específico en la formación de soda tienen los procesos bioquímicos de reducción de sulfatos de sodio como se expresa en la reacción siguiente:



La existencia de carbonatos y bicarbonatos de los metales alcalinos condicionan la aparición de salinización sódica en los suelos con una reacción fuertemente alcalina. Por eso el pH de los suelos alcalinos de salinidad sódica es mayor a 8.5 y varía en rangos de 9 a 11. Estos carbonatos y bicarbonatos pueden existir en forma pura o en mezclas con cloruros y sulfatos.

1.1.1.2. Carbonato de calcio CaCO_3

El carbonato de calcio tiene baja solubilidad (0.01 g L^{-1}), y ésta aumenta considerablemente en presencia de bióxido de carbono (CO_2) debido a la formación de bicarbonatos de calcio, de acuerdo con la reacción siguiente:



Las soluciones de carbonato de calcio como sales formadas de una base fuerte con un ácido débil, en ausencia de ácido carbónico libre, poseen alta alcalinidad. El pH de estas soluciones puede alcanzar valores de $\text{pH}=10.0 -10.2$, aunque la existencia de bióxido de carbono en cantidades propias de las que se encuentran en la atmósfera de los suelos, hace que disminuya la alcalinidad de las soluciones del bicarbonato de calcio hasta valores de pH más bajo ($\text{pH}=7.5-8.5$).

La acumulación de carbonato de calcio en los horizontes de los suelos, tiene su origen en las aguas de los niveles freáticos someros, debido a los procesos de evapotranspiración. Todas las aguas dulces y aguas subterráneas de baja concentración contienen cantidades considerables de bicarbonato de calcio en solución.

Los sedimentos que se han depositado en las diferentes zonas áridas por las aguas de los ríos, lagos y de mar también son muy ricos en carbonato de calcio (hasta 7.0 – 15.0 %). Los suelos de las zonas áridas y semiáridas casi por lo general, tienen un considerable contenido de carbonatos. La cantidad de CaCO_3 en los suelos de las zonas áridas y semiáridas puede alcanzar valores de 10.0 – 20.0 % y en algunos casos hasta 50.0-80% sobre un peso determinado de suelo.

Los horizontes ricos en carbonatos, por lo general, están fuertemente cementados y son impermeables a las aguas de riego. Además, estos espesores cementados son difícilmente atravesados por el sistema de raíces de diferentes cultivos (Pizarro, 1985). A veces se acumulan los carbonatos en la superficie de los suelos debido a los procesos de evapotranspiración y de ascenso capilar desde los niveles freáticos someros, y, entonces en estos casos, la cementación de los suelos ocurre en un periodo de 5.0 -7.0 años, después de haberse introducido el riego en una zona determinada. Durante el predominio de los flujos descendentes de soluciones y en determinadas condiciones físico-químicas el CaCO_3 se lixivia paulatinamente. Los carbonatos de calcio fácilmente son determinados desde el punto de vista morfológico, de acuerdo con los tonos blanquecinos de los horizontes ricos en carbonatos.

1.1.1.3. Carbonato de magnesio.

El carbonato de magnesio (MgCO_3), es una sal formada por una base fuerte y un ácido débil. Se diferencia del carbonato de calcio de acuerdo con una particularidad relacionada con una mayor solubilidad. Misma que aumenta considerablemente en presencia del bióxido de carbono, y gracias a la formación de bicarbonatos de magnesio. Durante el proceso de hidrólisis alcalina, el MgCO_3 transmite una alta alcalinidad a la solución del suelo (hasta $\text{pH} = 9.0- 10.0$), lo que puede limitar el desarrollo de los diferentes cultivos (Pizarro, 1985), Por esta razón, la presencia de carbonato de magnesio libre en los suelos, puede considerarse como una situación negativa que conduce a una disminución de la fertilidad de los suelos.

Sin embargo, la acumulación de carbonato de magnesio en forma libre, es un fenómeno que ocurre con poca frecuencia, debido a que en los suelos se tiene un proceso de adsorción del magnesio por los sistemas arcillosos de los suelos, así como la formación en suelos de zonas áridas y semiáridas de un compuesto de magnesio llamado dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, y a la formación de concreciones “dolomitizadas” que contienen hasta 2.5% de carbonato de magnesio (Ortega, 1983).

1.1.1.4. Carbonatos de sodio $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3$.

El carbonato de sodio es una sal que se forma por la disociación de carbonatos de ácido carbónico y su interacción química con el ion sodio. El carbonato de sodio (Na_2CO_3) se encuentra en los suelos y en las aguas freáticas en forma de carbonato de sodio Na_2CO_3 y en forma de bicarbonato de sodio NaHCO_3 . Las sales del ácido carbónico (H_2CO_3) y del sodio se encuentran acumuladas en la naturaleza y en los suelos, y a veces se presentan en cantidades considerables en los espesores de los diferentes suelos salinos, esto debido a la formación y acumulación intensiva de yeso (CaSO_4) sobretodo en la mayoría de los suelos de las zonas áridas y semiáridas. La soda en presencia de yeso pasa a ser carbonato de calcio de acuerdo con la siguiente reacción:



Por ello, la soda libre o bicarbonato de sodio puede acumularse en importantes cantidades solamente en aquellas rocas formadoras de suelo, en las cuales no se tienen cantidades considerables de yeso. Los contenidos de soda en los suelos salino-sódicos puede alcanzar valores de 2 a 5 % y su solubilidad disminuye fuertemente a temperaturas menores de 8 a 5°C así como puede disminuir su lixiviación con el descenso de la temperatura, lo que lleva a acumularse en los horizontes.

Los suelos que contienen cantidades considerables de bicarbonatos y carbonatos de sodio son alcalinos y salinos, con una fertilidad natural muy baja, y por lo tanto, requieren de mejoradores químicos para acondicionarlos al uso agrícola.

1.1.1.5. Carbonato de potasio (K_2CO_3)

El carbonato de potasio es una sal que deriva del intemperismo de minerales primarios y secundarios como olivinos y anfíboles mediante reacciones de hidratación, hidrólisis y oxidación (Ortega, 1983). Se presenta en el suelo en cantidades considerablemente pequeñas en comparación con el carbonato de sodio. De acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas como: alta solubilidad, hidrólisis alcalina, por su toxicidad al desarrollo y crecimiento de los cultivos, por su efecto de desagregación en los sistemas coloidales de los suelos y por su efecto negativo en la estructura de los suelos, el carbonato de potasio se asemeja al comportamiento del carbonato de sodio, dado que el potasio es uno de los iones más absorbidos por las plantas; además es fijado fuertemente por los sistemas coloidales.

1.1.1.6 Sulfato de magnesio $MgSO_4$.

El sulfato de magnesio o Epsomita ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) es un componente típico de los suelos salinos que se acumula en éstos en cantidades considerables. Su presencia es muy común, por lo general, en las aguas freáticas salinas y en muchos lagos salinos y sedimentos pelíticos. Raras veces el sulfato de magnesio se acumula en los suelos en forma de sal pura y se mantiene asociada a otras sales de fácil solubilidad. Debido a su alta solubilidad (252.0 g L^{-1}), el sulfato de magnesio posee alta toxicidad.

1.1.1.7. El sulfato de sodio Na_2SO_4 .

El sulfato de sodio es una sal típica de los suelos salinos en las aguas freáticas salinas de los lagos y los sedimentos pelíticos. La toxicidad del sulfato de sodio es dos o tres veces menor respecto del sulfato de magnesio. Debido a los cambios en la solubilidad cuando se tienen variaciones en la temperatura, el comportamiento del sulfato de sodio es muy complejo.

Durante las estaciones calientes del año, el sulfato de sodio asciende por capilaridad hacia la superficie de los suelos de manera conjunta con las sales más solubles (sulfato de magnesio $MgSO_4$, cloruro de magnesio $MgCl_2$ y cloruro de sodio $NaCl$). En las estaciones frías del año, el sulfato de sodio no se lixivia en el suelo debido a la disminución de su solubilidad con los flujos de humedad descendentes quedándose en la superficie del suelo.

Mientras que el sulfato de sodio se precipita de las soluciones saturadas cuando la temperatura de los suelos disminuye; en esas situaciones, el sulfato de sodio se precipita formando cristales transparentes de mirabilita ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$). Después, durante las estaciones calientes del año, la mirabilita se deshidrata transformándose en un polvo blanco deshidratado de sulfato de sodio $NaSO_4$. A veces el sulfato de sodio se cristaliza conjuntamente con el sulfato de calcio formándose una sal llamada glauberita ($CaSO_4 \cdot Na_2SO_4$). Cuando el sulfato de sodio (tenardita) se acumula en las partes superiores de los suelos conjuntamente con el yeso y el carbonato de calcio, forma costras terrosas de sales.

En los horizontes de los suelos terrosos los contenidos de sulfato de sodio alcanzan valores de 25.0 a 30.0 %. El mejoramiento de los suelos salinizados con el sulfato de sodio, se fundamenta en la necesidad de lixiviar el sulfato de sodio mediante la aplicación de lavados en grandes cantidades de agua. Estos lavados deben realizarse durante las estaciones calientes del año. Estas actividades de mejoramiento de los suelos que contienen grandes cantidades de sulfato de sodio, se pueden combinar con cultivos de inundación.

1.1.1.8. Sílice

En las soluciones de los suelos alcalinos y en aguas freáticas alcalinas casi siempre se encuentran altas concentraciones de sílice soluble. Estas soluciones son parcialmente coloidales, y la cantidad total de óxido de silicio soluble que es extraído con el extracto de los suelos alcalinos, puede alcanzar a veces valores de 0.05 – 0.1 %. La cantidad de Sílice (Si_2O) soluble en los suelos aumenta con el valor de pH.

Desde el punto de vista de la composición mineralógico-química, la fracción altamente dispersa de los suelos de salinidad sódica, se caracteriza por una amplia relación de los compuestos de sílice respecto a los sesquióxidos.

1.1.2. EFECTOS DE LA SALINIDAD SOBRE EL SUELO

1.1.2.1. Conductividad hidráulica del suelo

Los agregados de un suelo forman la estructura y se constituyen a partir de la interacción entre las partículas (arena, limo y arcilla) del suelo. La agregación de estas partículas asegura la formación de poros de mayor o menor diámetro por donde fluye el agua y el aire. La expansión y dispersión de las arcillas son fenómenos físico-químicos que promueven la desagregación de las partículas y comprometen la permeabilidad del suelo, o su conductividad hidráulica. La dispersión de las arcillas ocurre cuando las fuerzas de repulsión (-) resultantes de la interacción electrostática que se produce entre sistemas de cargas de mismo signo (-), superan a las fuerzas de Van der Waals (de atracción) que son producto de la asimetría de la distribución de cargas de las partículas. Las fuerzas de repulsión, aumentan con la reducción de la concentración de los electrolitos y el aumento en la proporción de cationes monovalentes en los puntos de cambio del suelo.

Cuando se eleva el PSI de un suelo aumenta su riesgo de dispersión, fenómeno que puede ser provocado por el sodio por dos mecanismos diferentes. La superficie externa de las arcillas es del orden del 20% de la superficie total. El Na^+ es adsorbido preferentemente por las superficies externas, mientras que el Ca por las internas. Cuando el Na^+ se encuentra en porcentajes no excesivamente altos ($\text{PSI} < 20\%$), las superficies internas de las arcillas contienen Ca^{2+} y las externas Na^+ . El predominio del Na^+ en las superficies externas aumenta el espesor de la capa doble difusa (CDD), provocando la dispersión (Pizarro 1985)

Como consecuencia, el suelo es susceptible a perder la estructura, disminuir la permeabilidad, sufrir encharcamientos, falta de aireación y dificultad mecánica para la penetración de las raíces.

1.1.2.2. Tasa de infiltración

La tasa de infiltración se refiere al volumen de agua que fluye a través del perfil del suelo por unidad de área. Si el aporte de agua a la superficie es inferior a la capacidad de infiltración del suelo, el agua se infiltra rápidamente y el proceso es regulado por la tasa de aporte de agua. Sin embargo, si el aporte de agua es mayor que la capacidad de infiltración del suelo, ésta regulará el proceso de infiltración. La disminución en la capacidad de infiltración de la superficie puede deberse a la reducción en el gradiente de succión matricial. A medida que el agua se infiltra, el gradiente de succión disminuye (Shaimberg y Singer, 1990). La tasa de infiltración también decrece cuando la estructura del suelo se deteriora, lo que puede deberse a la acción mecánica de las gotas de agua sobre los agregados de la superficie del suelo, o bien, a la dispersión fisicoquímica de varios minerales de arcilla por la adhesión de sodio en las micelas coloidales (Waisel, 1972).

1.2.La cuenca de México

1.2.1. Geología de la cuenca de México

La actividad volcánica en México se desarrolló en su mayoría durante el Pleistoceno, particularmente en el Nevado de Toluca, donde se produjeron grandes explosiones hace 36,000, 22,000, 12,000 y 10,000 años, asociados con eventos significativos en la Sierra de Guadalupe, el volcán Xitle, el Eje Volcánico Transmexicano y por ultimo hacia el Sur en la Sierra de Santa Catarina hace poco más de 28,000 años.

Como parte de la actividad volcánica ocurrieron coladas de barro, levantamiento del fondo del lecho como consecuencia de un deslizamiento por rotación en la parte baja de la vertiente y edificación de conos de deyección por un torrente afluente durante una creciente brusca y violenta.

Cuando se trata de lahares y coladas de barro, estas pueden represar el valle principal al que transforma en lago tanto más largo cuanto la pendiente de este valle sea más débil, y tanto más profundo cuanto la colada sea espesa. Si el represamiento es bastante alto, el lago puede desbordar en otro valle, hecho que ocurrió en el Valle de México durante el Cuaternario (Tricart, 1985). La interpretación de las edades de las formaciones volcánicas ha permitido inferir que la cuenca de México originalmente drenaba hacia el Océano Pacífico y que la erupción basáltica de la sierra Chichinautzin la cerró hace 600,000 años (Santoyo *et al*, 2005).

De acuerdo con Mosser (1975), en el terciario superior, se formaron los volcanes de las Sierras de las Cruces y de Río Frío, y se estableció a partir de ellos una red de desagüe corriendo hacia el sur, hacia el Balsas. Se edificaron, en el valle de México, abanicos aluviales (Formación Tarango) integrados por arena con las intercalaciones de lahares pumíticos.

A lo largo del fracturamiento Humbolt, nacen posteriormente los volcanes del Ajusco, del Iztaccíhuatl, del Popocatepetl y, por fin, en el Cuaternario, hace menos de 1,000, 000 de años, la Sierra Chichinautzin la cual corta el camino de los ríos hacia el sur y el valle de México se transforma en una cuenca cerrada.

Después del depósito de las Formaciones Tarango y Cuernavaca, surgieron numerosas erupciones volcánicas de roca basáltica en la parte sur de la Cuenca de México, principalmente en el área entre la ciudad de México y Cuernavaca. Las emisiones del Grupo Chichinautzin que se realizaron a través de fracturas dirigidas de suroeste a noreste, están interestratificadas con depósitos lacustres, y aparecen en él, sobre todo, basaltos de olivino, aunque también se incluyen basaltos de piroxena, andesitas basálticas y en cantidades más reducidas andesitas de piroxena y andesitas de hornablenda (Mooser, 1962).

Desde el cierre de la cuenca en la porción sur, existen evidencias de dos períodos calientes o interglaciales y dos de glaciación (Figura 2). El Yarmouth o gran interglacial que imperó hace 400,000 a 600,000 años en todo el orbe; fue seguido por el Illinois o tercer glacial. El tercer interglacial fue el Sangamon el cual ejerció gran influencia en el Valle. Cuando nuevamente se enfrió el clima, tuvo lugar la cuarta glaciación, la Winsconsin, caracterizada por tres oscilaciones y dos estadales de clima moderado; terminó hace unos 10,000 años. Es entonces cuando principió el Holoceno, periodo climático moderado, tendiendo a caliente, períodos geológicos en los cuales se desarrollan los procesos de formación de suelos (Santoyo *et al.*, 2005).

Lluvias abundantes y frecuentes erupciones de cenizas, explica el relleno de la cuenca en un tiempo relativamente corto, mediante acarreo fluvial en forma de abanicos de deyección, formados por los ríos: Hondo, Mixcoac, Contreras y por otros ríos sepultados por las lavas del Ajusco (Mooser, 1975). Con base en Bradbury (1970), en ciertos horizontes de la cuenca, debajo de los 35 metros, se encuentran diatomeas planctónicas de agua dulce que indican un lago extenso.

Durante los periodos secos, el nivel del lago disminuyó debido al balance hidrológico menos favorable, lo que permitía la existencia de manantiales cerca de la orilla transformada en un área pantanosa. Hacia el centro de la Cuenca los sedimentos limo-arenosos se estratificaron con cenizas volcánicas y pómez provenientes de las erupciones volcánicas de la Sierra Ajusco-Chichinautzin.

Los fenómenos meteorológicos como la actividad volcánica, el drenaje fluvial y aluvial, los periodos glaciales e interglaciales en los últimos 100,000 años, además de la precipitación pluvial, formaron grandes lagos que frecuentemente se comunicaban entre sí. Se ha caracterizado a los lagos de la Cuenca de México en el caso de Xaltocán y Texcoco como vasos de evaporación formados en las partes bajas y los de Piamonte de la sierra Chichinautzin alimentados por manantiales con agua dulce como Xochimilco y Chalco. En este sentido, es posible que la salinidad del lago de Texcoco no deba su origen exclusivamente a procesos de evaporación, puesto que está situada en una zona distensiva la cual incide en los manantiales termales de Pathé, Tecozautla y otros en el estado de Hidalgo; por lo que, parte de su salinidad es de origen hidrotermal (Mooser, 1975).

Algunos sedimentos clásticos piroclásticos se agrupan como depósitos lacustres, producto de la actividad volcánica del Popocatepetl y de la sierra Chichinautzin, estos depósitos forman una altiplanicie lacustre, extendida desde Zumpango hasta Chalco y desde Texcoco hasta el cerro de Chapultepec. La composición química de estos materiales corresponde a arcillas bentoníticas y montmorilloníticas, con carbonato de calcio, diatomeas, ostrácodos e interestratificaciones de ceniza y pómez (Bryan, 1948). Hacia la porción sur de la cuenca en la subcuenca de Chalco, las columnas estratigráficas muestran una secuencia piroclástica basáltica y andesítica de caída, con materia orgánica e intercalaciones de arena de playa, turba, suelos y tierra diatomácea, los materiales piroclásticos están compuestos por cenizas vítreas, cristalinas y líticas, además de varios horizontes formados por lapillis angulosos, pumíticos y líticos.

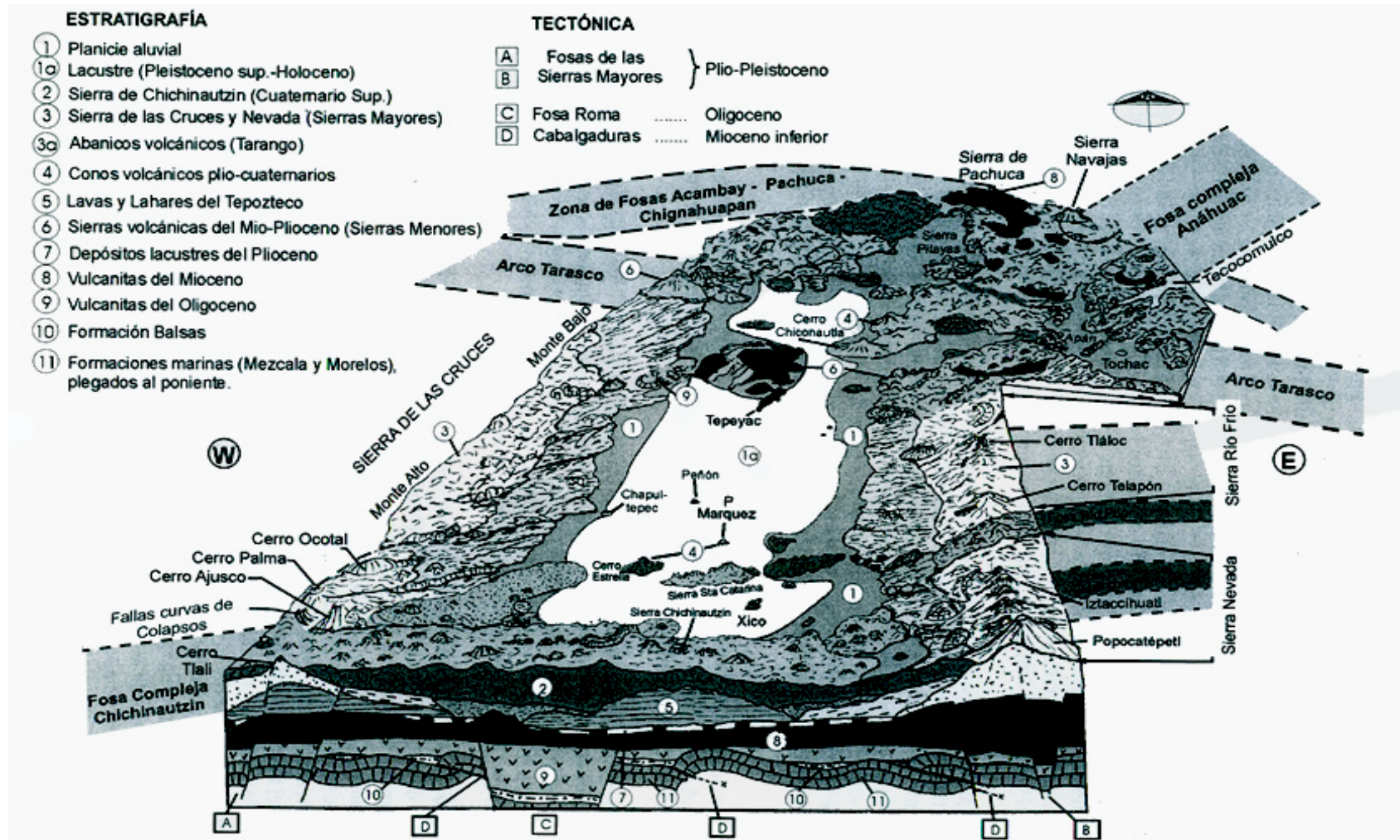


Figura 2. Geología y morfología de la Cuenca de México (Santoyo *et al*, 2005)

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE SUELOS HIDROMÓRFICOS

2.1. INTRODUCCIÓN

2.1.1 Génesis salina y sodicidad de Xochimilco.

La zona chinampera de Xochimilco está definida como una de las microrregiones del Suelo de conservación del Distrito Federal (Figura 3.)

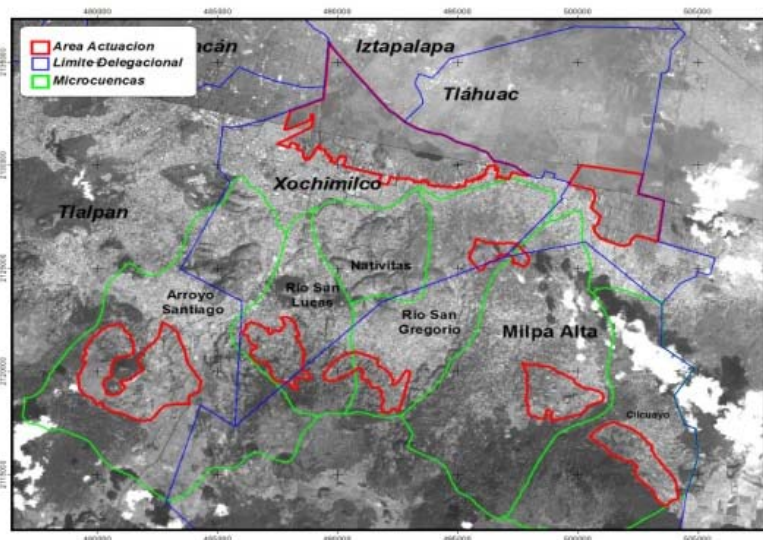


Figura 3. Microrregión chinampera y microcuencas de la porción sureste del Distrito Federal.

Los suelos arcillosos blandos de la zona chinampera en la porción sureste de la cuenca de México, son la consecuencia del proceso de deposición y de alteración fisicoquímica de los materiales aluviales y de las cenizas volcánicas en el ambiente lacustre, donde existían abundantes colonias de microorganismos y vegetación acuática. El proceso sufrió largas interrupciones durante los periodos de intensa sequía, en los que el nivel del lago bajó y se formaron costras endurecidas por deshidratación inducida por secado solar. Otras breves interrupciones fueron provocadas por violentas etapas de actividad volcánica, que cubrieron toda la cuenca con mantos de arenas basálticas o pumíticas; eventualmente, en los periodos de sequía también ocurrían erupciones volcánicas, las que formaban costras duras cubiertas por arenas volcánicas.

La velocidad con la que se depositaron los suelos es del orden de un metro por cada cuatro mil años. Esta sucesión de eventos, formó una secuencia ordenada de estratos de arcilla blanda, separados por lentes duros de limos y arcillas arenosas, costras secas y arenas, basálticas o pumíticas de las emisiones volcánicas.

Los espesores de las costras duras por deshidratación solar tienen cambios graduales debido a las condiciones topográficas del fondo del lago; alcanzan su mayor espesor hacia las orillas del vaso y pierden importancia y aún llegan a desaparecer al centro del mismo. Esto último se observa en el antiguo lago de Texcoco, lo que demuestra que esta región del lago tuvo escasos y breves periodos de sequía (Santoyo *et al*, 2005).

Los depósitos fluviales que se reconocen hoy en numerosos puntos de Las Lomas, así como el pie de ellas en la transición a la planicie central, forman vastos abanicos aluviales que se depositaron al final de los periodos glaciales cuando crecieron arroyos y ríos caudalosos, durante los deshielos (Figura 4). En algunos sitios del valle se formaron manchas delgadas de sedimentos hidrotermales, verdaderas rocas calizas originadas por la precipitación de carbonatos y sólidos en charcas y canales por donde se acumulaban y escurrían las aguas calientes que brotaban en varios sitios.



Figura 4. Derrames lávicos y huellas de deshielo al sur de la microrregión chinampera de Xochimilco.

En el subsuelo se identifican cuatro mantos de sedimentación de arcillas, que corresponden a igual número de antiguos lagos (figura 5). El estrato superior tiene los suelos más blandos, el que subyace es menos blando y los dos estratos profundos son de arcillas comparativamente duras.

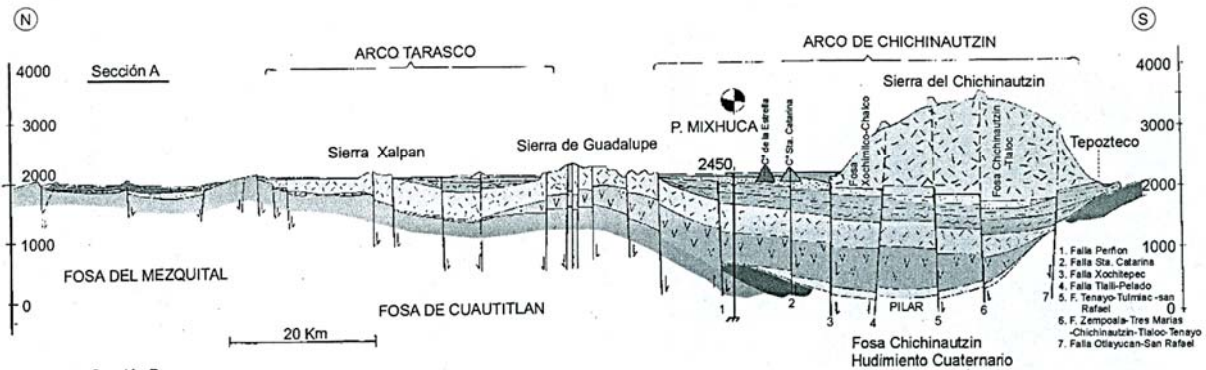


Figura 5. Estratigrafía general de la Cuenca de México (Santoyo *et al.*, 2005)

Cabe señalar que las arcillas se depositaron como flóculos de minúsculas partículas en ambientes de diferente salinidad como los lagos de Texcoco y México, pero en especial en el primero donde las aguas eran saladas, mientras que en los de Xochimilco y Chalco eran dulces (Santoyo *et al.*, 2005). Díaz-Rodríguez *et al.*, (1998), realizaron un análisis de los sedimentos lacustres de la cuenca de México, en donde los clasifican de acuerdo con su origen en tres grupos:

- Componente alóctona, consiste de minerales detríticos, tales como la plagioclasa, hornablenda, hiperstena, cristobalita, vidrio volcánico, minerales de arcilla, ceniza volcánica y materia orgánica. Todos estos componentes son resultado de la erosión de la cuenca.
- Componente autóctona, incluye precipitado de calcita bioquímica (valvas de ostrácodos y conchas de gastrópodos), sílice biogénica (frústulas de diatomeas), olitos, y materia orgánica.
- Componente diagenética, incluye componentes que se formaron de la alteración de vidrio volcánico o de la inestabilidad de otros componentes primarios después de su deposición (sílice, ópalo y minerales ferromagnesianos). Se identifican ópalo-CT, cristobalita, goetita, calcita y pirita.

Las lavas volcánicas, los basaltos, y cenizas volcánicas con acción de las aguas naturales y del ácido carbónico intensamente se destruyen con la formación de grandes cantidades de óxido de silicio y aluminatos, bicarbonatos y carbonatos libres. Así mismo, la presencia de minerales feldespáticos conduce a la formación de soluciones de silicatos, bicarbonatos, carbonatos de los metales alcalinos, y alcalino-terreos).

Cuadro 2. Reacción de hidrólisis de los aluminosilicatos durante una frotación intensa en el agua y valores de pH derivados (Carron y Stevens, 1948 citado en Ortega, 1983).

MINERALES	pH DURANTE LA FROTACIÓN
Anfiboles	10-11
Carbonatos	8-10
Minerales arcillosos y Óxidos de aluminio	5-7
Feldespatos	8-10
Feldespatoides	10-11
Micas	7-9
Olivino	10-11
Piroxenos	9-11
Cuarzo	6-7

Ortega *et al.*, (1997). Es su estudio acerca de la cuenca de Chalco, deducen que la concentración salina de la zona, se produjo de forma progresiva, mediante evaporación del agua del lago y el aporte de agua de alta concentración electrolítica del acuitardo.

Así mismo, la concentración de otras sales o sales subsecuentes cuya génesis tiene el acuitardo, se desarrollaron de acuerdo con el concepto de zona de evaporación de las típicas cuencas cerradas, no así la presencia de sulfatos los cuales, deben su origen a procesos de reducción bioquímica.

Al respecto los autores han propuesto tres hipótesis acerca de la salinidad en la cuenca:

- 1) Evaporación del agua de los lagos que fluían a través de las capas de roca basáltica.
- 2) Flujo de remanentes de agua marina atrapada en el periodo Cretácico, ubicados bajo depósitos lávicos y calentados por intrusiones magmáticas y,
- 3) Evaporación y microfiltración de agua de depósitos termo minerales.

Ramos., *et al* (2001), realizaron la caracterización fisicoquímica de suelos en las poblaciones de Xochimilco, San Luis Tlaxialtemalco y Tláhuac, perforando a una profundidad de 1.20 m con muestras a espesores heterogéneos. Encontraron que los valores de pH son predominantemente alcalino en las capas superficiales y ligeramente ácido en las capas más profundas, lo que induce a la precipitación de hidróxidos, carbonatos, sulfatos o fosfatos.

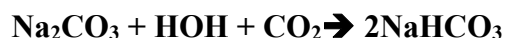
Por otra parte, Ramos *et al.*, (2011), realizando perfiles en la zona chinampera de Xochimilco a una profundidad de 90 cm de acuerdo con la altura del manto freático. Encontraron que la distribución de sales a lo largo del perfil es irregular, el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) es todos los casos supera el valor umbral consultado en Richards (1973). En la pedogénesis, dominan las reacciones alcalinas y éstas varían conforme se altera el PSI, así mismo, las sales dominantes están caracterizadas por sulfatos de sodio y de magnesio así como cloruros.

Los suelos de la zona de chinampas de Xochimilco, D.F., que por su naturaleza son suelos de salinidad sódica, el principal compuesto presente en los sedimentos es el carbonato de sodio (Na_2CO_3).

La soda es un compuesto de alta solubilidad (178 gL^{-1} a $20 \text{ }^\circ\text{C}$) gracias a los procesos de hidrólisis la soda produce una alta alcalinidad del medio acuoso hasta un pH igual a 10.0 -12.0. Debido a la alta alcalinidad y alta solubilidad de la soda, esta sal tiene una alta toxicidad para la mayoría de las plantas.

La presencia de soda en las soluciones de los suelos provoca la peptización de los sistemas coloidales ricos en ácidos húmicos y ácidos fulvicos cuyo génesis se deriva del enriquecimiento de materia orgánica acumulada. La aparición de la soda en pequeñas cantidades 0.05 – 1.0 %, condiciona una disminución de la fertilidad de los suelos debido a la alta alcalinidad y a la pérdida de la estructura.

El bicarbonato de sodio se distingue por tener una alcalinidad menor y una toxicidad también menor, en comparación con el carbonato de sodio. Esta situación se explica con lo siguiente: el carbonato de sodio está parcialmente neutralizado por el ácido carbónico. La formación del bicarbonato de sodio ocurre durante la interacción del agua con el bióxido de carbono libre, de acuerdo con la siguiente reacción:



La tendencia a que el carbonato de sodio pase a bicarbonato de sodio aumenta a medida que se tiene un mayor contenido de ácido carbónico en la solución del suelo como producto de la mineralización de la materia orgánica. En contraste, con contenidos bajos de bióxido de carbono en la atmósfera del suelo, es decir, cuando se tiene una actividad biológica muy baja de los microorganismos y un contenido muy bajo de sustancias orgánicas o durante la elevación de la temperatura de la solución del suelo, el bicarbonato de sodio fácilmente se transforma en carbonato de sodio, de acuerdo con el siguiente esquema:



Durante la evapotranspiración de las aguas freáticas que contienen carbonatos y bicarbonatos de sodio en la solución del suelo, se precipitan y se acumulan en el suelo diferentes cristales de una sal $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ o cristales puros de NaHCO_3 . La mayoría de las aguas naturales (ríos, norias y yacimientos lacustres y acuíferos) que tienen una concentración de sales de $0.5 - 0.7 \text{ g L}^{-1}$, contienen cantidades considerables de carbonato y bicarbonato de sodio.

Los diferentes espesores sedimentarios y los suelos que se han formado con la participación, y bajo la acción de estas aguas siempre serán alcalinas, y serán fuertemente coloidales en presencia de mortmorillonita y tendrán muy baja permeabilidad.

La circulación permanente del agua de riego por la red de canales de la zona chinampera, hace que en los suelos de las chinampas se tengan altos niveles freáticos. Como consecuencia de los procesos de pedogénesis y evapotranspiración, los suelos de la zona de chinampas se han salinizado en diferentes grados.

La intensidad de los procesos de acumulación de sales en los espesores superiores de los suelos, está relacionada en primer lugar con las características micro-geomorfológicas de cada chinampa en particular y de manera secundaria con el tipo e intensidad de las prácticas agropecuarias que se llevan a cabo en las diferentes chinampas; o con el abandono de uso agrícola de los suelos de las chinampas (Ortega y Velásquez, 2000).

El aumento de las concentraciones de las sales en los suelos de las chinampas de Xochimilco asociado a las condiciones de alcalinidad en las soluciones del suelo, provoca que la fracción orgánica quede dispersa y coadyuva a altos valores de sodio intercambiable XNa en los diferentes espesores de los suelos, esto, ha llevado a que se reduzcan las capacidades productivas de las chinampas (Ortega y Velásquez, 2000).

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1. Caracterización de la zona de estudio

El estudio se avocó a la zona chinampera de Xochimilco representada en la figura 6, la cual está situada en la parte sureste del Distrito Federal, cuyas coordenadas UTM son 490989 de longitud Oeste y 2130569 Latitud Norte, a una altitud de 2240 m, limita al Norte con las Delegaciones Iztapalapa y Coyoacán, al Sur con Milpa Alta, al Este con Tláhuac y al Oeste con Tlalpan; cuenta con una superficie total de 2,252 hectáreas.



Figura 6. Zona de estudio. Poligonal del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, patrimonio cultural y natural de la humanidad.

2.2.1.1. Clima

El clima de Xochimilco es del tipo C (W2) (w) b (y') esto es templado húmedo, considerando como el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano. Las heladas comienzan normalmente en octubre y terminan en marzo. Las lluvias tienen lugar principalmente durante el verano y otoño, sin embargo, debido a la altura diferente a causa del relieve, se encuentran también dos subtipos de clima Cwb (de llanura y región baja de los declives), y Cwc, (templado

con invierno frío) que corresponde a las zonas más altas de los declives situados al Sur de la Delegación (INEGI, 2006)

Las temperaturas medias anuales varían de 14°C a 16°C, en la porción Norte, disminuyendo hacia el Sur, donde se tiene un régimen térmico cercano a 12°C. Los meses con mayor temperatura son mayo y junio y los de mayor precipitación de julio a septiembre (Chapa, 1987 *vide* Jiménez, 2004).

2.2.1.2. Edafología

Por el proceso de formación de las chinampas, algunos autores clasifican estos suelos como antroposoles (García *et al.*, 1994) en virtud de la influencia humana que se observa en su formación. Es predominantemente lacustre y palustre, son suelos orgánicos, ricos en nutrimentos y afectados por el nivel freático que fluctúa en función de la época de lluvia o estiaje; de color oscuro, grises o muy negros, por los altos contenidos de materia orgánica y humus (Aguirre, 2005).

Hacia la zona este del poblado de San Gregorio se localiza una pequeña porción de suelo de tipo Andosol mólico (Am); hacia la parte norte de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica, conocida como la Ciénega Grande, los suelos predominantes son de tipo Histoso leútrico (Oe); hacia el oriente se observa un amplio "islote" con características de Solonchak mólico (Zm); y en algunas áreas de menor amplitud se reconoce Andosol mólico (Ao). Dentro de esta zona, los horizontes de diagnóstico encontrados en los perfiles realizados, son principalmente el hístico (O), el mólico (A) y el cámbico (B).

2.2.1.3. Hidrografía

La delegación de Xochimilco cuenta con corrientes intermitentes de importancia que bajan de las laderas del Ajusco y el Cuautzin a las partes más bajas de la zona de lagos, estas son:

1. Río San Buenaventura que viene del Ajusco y pasa por diversas barrancas hasta llegar al lago de Xochimilco desde Tepepan hasta el final del bordo donde desemboca.
2. Río Parres, que recorre las planicies de Tlalpan para llegar a Xochimilco, cambiando su nombre a Santiago al pasar por el pueblo del mismo nombre y desemboca en la presa de San Lucas.

Los principales canales de la región son: Cuemanco, Apatlaco, Tlilac, Tecancatitla, Tecuitetl, El Bordo, Apampilco, Tezhuiloc, El Japón y el canal de Chalco que sirve de límite entre Tláhuac y Xochimilco. Cabe mencionar que estos reciben las descargas del sector turístico a través de dos vertederos fijos susceptibles de sobreelevarse con tablonces de dos metros de ancho cada uno. También es importante indicar que por el norte, reciben el aporte (750 L/seg) de aguas de planta de tratamiento del Cerro de la Estrella, en época seca (Octubre-Junio).

En Xochimilco surgían numerosos manantiales de agua potable que abastecían a la población, pero ahora están agotados. Actualmente llega agua entubada desde San Gregorio y el puente de Urrutia directamente desde la planta de tratamiento de aguas negras, en el cerro de la Estrella, Iztapalapa y San Luis Tlaxialtemalco.

2.2.2. Trabajo de campo

Previo a la perforación y toma de muestras, se procedió a realizar una visita de prospección durante la época de estiaje con el propósito de identificar los sitios con mayor afectación por salinidad.

Ya en el sitio, se procedió a perforar con barrena. Se tomaron muestras cada 10 cm a partir de la superficie y hasta los 3.0 m, considerando que el manto freático se encontró a los 0.90 m.

Las muestras fueron trasladadas a la estación lisimétrica del colegio de postgraduados. Se les tomó una muestra para evaluar porcentaje de humedad y el resto de la muestra fue expuesta al aire libre para secarla.

2.2.3. Trabajo de laboratorio

La muestra seca fue tamizada en una luz de malla de 2 mm y se trasladó al laboratorio de Ciencias Ambientales para realizar la obtención del extracto de pasta de saturación a fin de practicarles los análisis químicos correspondientes. Conductividad eléctrica se determinó mediante medición directa con un conductímetro marca Hanna Instruments modelo HI 255 y pH se determinó con un potenciómetro marca Hanna Instruments modelo pH 210.

El análisis de los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} se realizó conforme a los procedimientos descritos en Richards (1973), la cuantificación de los cationes Na^+ y K^+ se realizaron por flamometría, con un fotómetro de flama con autocalibración marca Instrumentation Laboratory 643 y, SO_4^{2-} se analizaron mediante turbidimetría con un turbidímetro marca Hach Ratio/XR (43900/XR).

El residuo seco evaporado (RSE) y residuo seco calcinado (RSC) se analizaron mediante la técnica de evaporación y calcinación con una placa de calentamiento marca Sybron modelo Thermolyne type 2200 plate y mufla marca ISB modelo Lindberg.

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statistix 8.1, empleando una prueba paramétrica de correlación de Pearson.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Zona chinampera de Xochimilco. Estratigrafía y geoquímica.

Los múltiples eventos geológicos que moldearon la fisiografía de la cuenca de México coadyuvaron en la génesis y el desarrollo de sus características físicas, químicas y biológicas. Se establecieron dinámicas de evolución edáfica las cuales, aunadas a los procesos de glaciación e interglaciación durante el periodo cuaternario, definieron el régimen hidrogeológico de la misma y lapsos heterogéneos de hidromorfismo. Hoy se sabe que la actividad volcánica, seguido de movimientos de la corteza terrestre, produjeron grandes cantidades de material piroclástico que acompañaron a las fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno (Mooser, 1975)

Datos obtenidos del perfil realizado mostraron que los sedimentos encontrados corresponden a materiales de proporción heterogénea y depositados en espesores discontinuos, algunos de estos, congruentes con material parental de origen ígneo poco intemperizado, otros por sedimentos altamente intemperizados y de evolución hidromórfica, ambos materiales están conformados en cintas o “lenguas” en intercalaciones más o menos distribuidas, cuyo origen denota el transporte de sedimentos producto de lahares y flujo de material piroclástico con poca energía.

La composición de los materiales coincide con sedimentos aluviales recientes de materiales mixtos y lacustres con capas de estratificación volcánica. Desde la superficie y hasta los 50 cm, de profundidad el suelo es de tipo migajón arcilloso color pardo con poca arena fina y grumos de carbonato de calcio (CaCO_3) con tejido radical en proceso de descomposición. A la profundidad de 50-110 cm, la proporción de arena aumenta conformando una clase textural migajón arenoso, con arena fina negra pumítica; migajón arcilloso arenoso color gris claro poco compacto en la parte inferior del estrato. Se encontró que el manto freático está presente a los 90 cm y posterior a este una capa de 10 a 20 cm de arena fina negra muy compacta cuya fuerza de adhesión disminuye hacia los 110 cm de profundidad. A una profundidad de 110 cm y hasta los 300 cm, los sedimentos se caracterizan por partículas arcillosas lacustres de color gris verde y café verdoso, con vetas de arena fina negra volcánica poco intemperizadas.

Al respecto, el análisis de correlación (cuadro 3) mostró que la humedad aumenta con la profundidad en un espesor de 0-50 cm., congruente con el suelo antrosol hístico (García *et al.*, 1994) clásico de la zona chinampera de Xochimilco el cual heredó sus características mineralógicas de los feldespatos y quarzitas volcánicos emitidos durante el pleistoceno (Mooser, 1975).

Cuadro 3. Análisis de correlación profundidad vs DR vs DAvs %H en un espesor de 0 a 50 cm.

	PROF	DR	%H
DR	0.1407		
P-VALUE	0.7903		
%H	-0.8334	0.3159	
	0.0393	0.5420	
DA	-0.3093	-0.9429	-0.1801
	0.5508	0.0048	0.7323

A una profundidad de entre 50 y 110 cm. (Figura 7) el aumento de la densidad real (DR) es directamente proporcional al aumento de la profundidad, sin embargo, dicha relación está explicada por la prueba estadística solo en un 18%, por lo que la profundidad es inherente al aumento de la DR, ello debido probablemente a los acuíferos geológicos que experimenta la cuenca durante su azolvamiento. Hay que señalar que, por un lado, el aumento del porcentaje de humedad aumenta conforme aumenta la profundidad hasta llegar al manto freático, esta relación es alta (-0.8372), sin embargo no es significativa dado que su valor es cercano (0.07). Por otro lado, el porcentaje de humedad disminuye cuando aumenta la DR pero este efecto es bajo, es decir la DR no es el factor que altera el contenido de humedad, probablemente debido a la naturaleza del material parental el cual tiende a hidratarse de forma heterogénea. Se encontró que la DA disminuye con la profundidad pero esto solo explica el 18% y no es significativa (Cuadro 4)

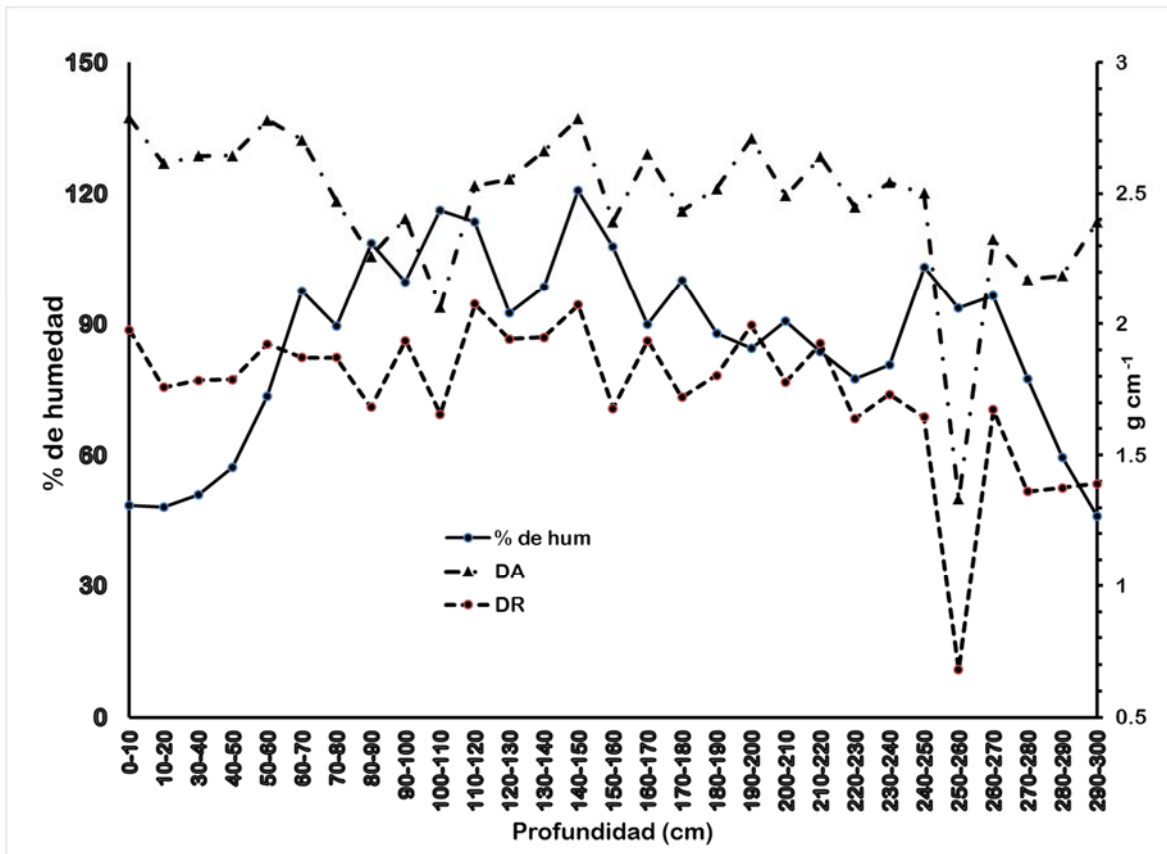


Figura 7. Relación entre la densidad real, densidad aparente y el porcentaje de humedad en el perfil de suelo realizado en el Distrito de Riego. Xochimilco. Distrito Federal.

Hay que considerar que las cualidades y propiedades inherentes a estos sedimentos, arrojan un valor igual (0.71) en la DA, lo cual no puede ser estimado en el análisis de correlación (cuadro 3), por lo que su valor no se explica por los valores de las propiedades como humedad, profundidad y DR. La humedad disminuye conforme aumenta la profundidad pero no tiene significancia posiblemente debido a la capa impermeable encontrada, rige el movimiento del agua entre los horizontes y a lo largo de la acumulación estratigráfica.

Cuadro 4. Análisis de correlación profundidad vs %H vs DA vs DR en un espesor de 50 a 110 cm.

	PROF	DR	%H
DR	-0.1846		
P-VALUE	0.7662		
%H	-0.8372	-0.1730	
	0.0769	0.7809	
DA	0.1865	0.9225	-0.4760
	0.7640	0.0256	0.4176

Cuadro 5. Análisis de correlación profundidad vs %H vs DR en un espesor de 120 a 200 cm.

	PROF	DR
DR	0.3440	
P-VALUE	0.36547	
%H	0.4930	0.0985
	0.1775	0.8009

Cuando se evaluaron las variables antes descritas a lo largo de la perforación (210-230 cm.) con el análisis de correlación de Pearson, se encontró que la humedad disminuye conforme aumenta la profundidad, sin embargo esta relación es poco significativa (0.24), la humedad está altamente correlacionada con la DR (0.97) pero no tiene significancia, es decir que aunque se observa aritméticamente el aumento de la humedad con el aumento de la DR, la significancia hace que no se considere que sea válido estadísticamente. Los valores de la DA aumentan considerablemente con la profundidad (-0.86), aunque su significancia estadística es muy baja (0.33)

Particularmente a la profundidad de entre 240 a 300 cm., los materiales forman parte de un mismo acuífamento, Bryan (1948), describe estos materiales como arcillas bentoníticas y montmorilloníticas, con carbonato de calcio, diatomeas, ostrácodos e interestratificaciones de ceniza y arenas pumíticas (Figura 8) con una antigüedad de entre 48,000 a 46,000 años correspondiente con el Pleistoceno tardío al Holoceno. El origen de estos depósitos, están íntimamente relacionados a la obstrucción definitiva del desagüe de la cuenca, causado por la intensa actividad volcánica que edificó la Sierra Chichinautzin, El análisis estadístico demuestra la íntima relación que guarda la DR, DA con la profundidad de estos depósitos. La alta retención de agua higroscópica corresponde con la naturaleza de los sedimentos (arcillas montmorilloníticas) altamente hidratables.

Los datos del cuadro 5 (Figura 9) expresan los cambios en la concentración de la salinidad, con relación a la profundidad y naturaleza de los materiales. Ello refiere una clara tendencia de descenso de la concentración expresado en la conductividad eléctrica (CE) de 0 a 130 cm de profundidad; posteriormente la concentración aumenta a una profundidad de entre 130 a 150 cm y vuelve a disminuir hasta llegar a los 300 cm.

Físicamente, se observó en el perfil una capa de sedimento oscuro fuertemente compactado a 110 cm de profundidad que se trata de un acuífamento de ceniza depositada en el último evento volcánico ocurrido en la cuenca (Mooser, 1975); aunque los valores de densidad real (DR), porcentaje de humedad (%H) y CE a esta profundidad discrepa con lo observado en el perfil, la tendencia de la curva hacia la disminución de dichos valores es conspicua, lo que sugiere que los iones de los cuales se componen los materiales depositados a una profundidad de entre 110 y 150 cm., pudieron percolarse a través de la capa de ceniza presumiblemente hidrófoba.

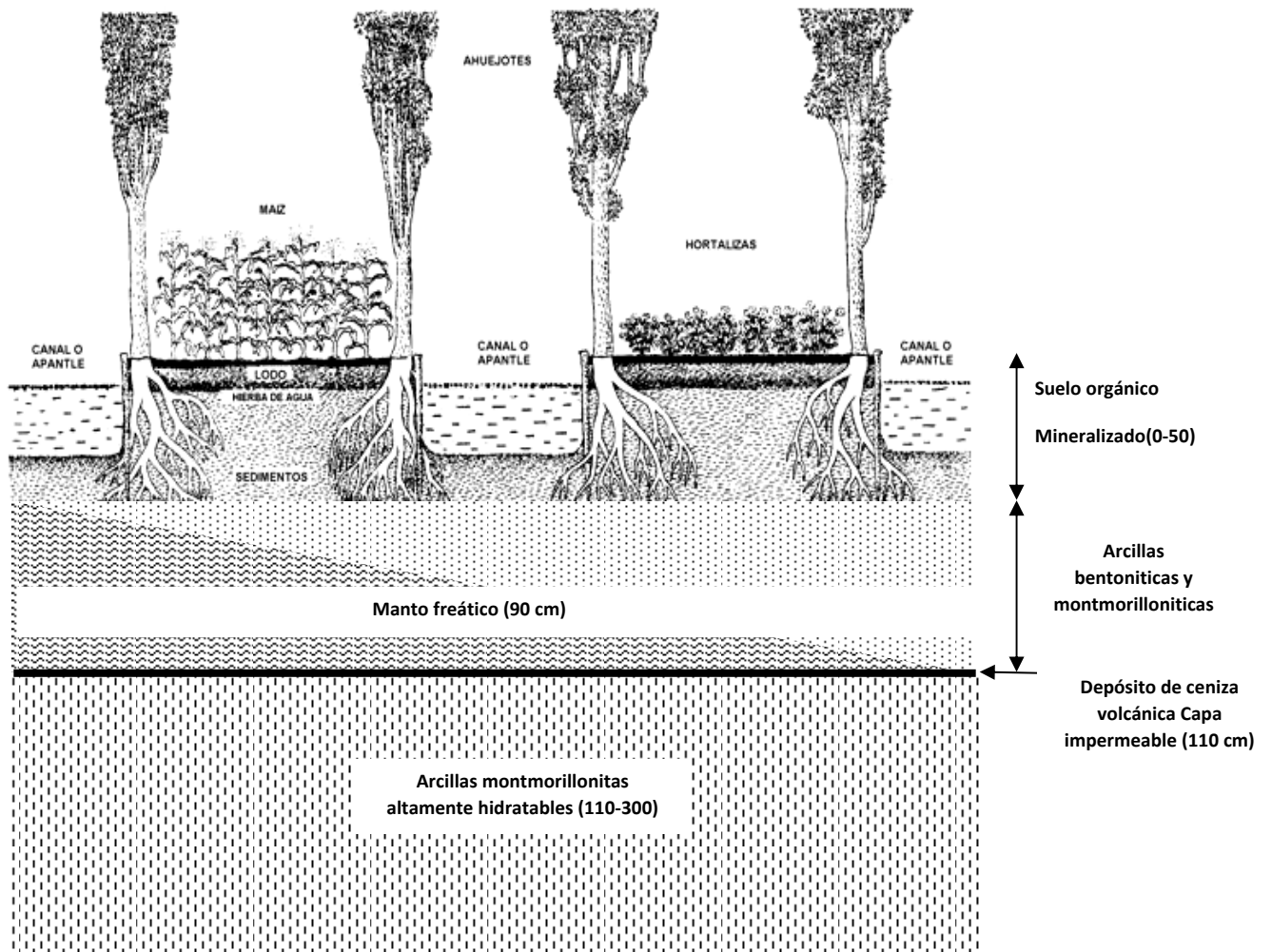


Figura 8. Acuñaamientos diversos de sedimentos lacustres durante el Pleistoceno tardío al Holoceno, hace 48,000 años.

Cuadro 6. Propiedades químicas del perfil de suelo realizado en el Distrito de Riego, Xochimilco, Distrito Federal.

PROFUNDIDAD			CATIONES (meq 100 g suelo ⁻¹)				TOTAL	ANIONES (meq 100 g suelo ⁻¹)				TOTAL	RSE	RSC
cm	pH	CE (mScm ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		mg L ⁻¹	
0-10	8.28	34.19	2.61	4.15	36.89	1.37	45.02	0.19	1.83	11.58	0.0111	13.6117	35,132	30,156
0-20	8.19	10.22	0.53	2.45	19.68	0.67	23.34	0.21	1.18	3.88	0.0133	5.2902	17,508	15,144
20-30	8.44	11.30	0.76	1.62	13.50	0.43	16.31	0.17	1.08	2.50	0.0245	3.7636	12,192	10,444
30-40	8.45	12.22	0.76	2.04	12.32	0.38	15.49	0.14	1.07	2.61	0.0084	3.8376	11,388	9,652
40-50	8.32	11.39	0.98	2.19	11.07	0.32	14.57	0.22	1.12	2.17	0.0107	3.5257	10,288	8,540
50-60	8.31	10.15	0.87	2.11	8.65	0.23	11.86	0.18	0.98	1.97	0.0063	3.1356	8,136	6,660
60-70	8.32	8.11	0.76	1.55	7.00	0.19	9.48	0.07	0.61	1.36	0.0050	2.0496	6,772	5,500
70-80	8.24	8.47	0.76	1.89	7.34	0.19	10.17	0.06	0.71	1.33	0.0053	2.1141	7,448	5,876
80-90	8.35	7.97	0.72	1.77	7.00	0.18	9.68	0.07	0.85	1.51	0.0067	2.4386	6,836	5,448
90-100	8.27	8.21	0.83	1.85	7.70	0.20	10.58	0.06	0.85	1.31	0.0051	2.2319	7,820	6,168
100-110	8.21	8.96	0.83	2.00	7.99	0.20	11.02	0.06	0.82	1.31	0.0050	2.1998	8,120	6,364
110-120	8.11	9.21	0.83	2.19	8.23	0.19	11.44	0.00	0.92	1.48	0.0066	2.4036	8,436	6,672
120-130	8.06	8.26	1.06	2.04	8.66	0.21	11.96	0.06	0.62	1.15	0.0057	1.8281	8,568	7,120
130-140	8.06	11.11	1.32	2.19	11.12	0.26	14.90	0.05	0.49	0.99	0.0054	1.5314	8,112	7,284
140-150	8.10	10.65	1.06	2.45	9.84	0.24	13.59	0.06	0.57	1.50	0.0063	2.1353	7,704	7,856
150-160	8.11	8.39	0.79	1.70	7.20	0.17	9.87	0.05	0.50	1.12	0.0050	1.6801	7,192	5,760
160-170	7.98	7.75	0.72	1.51	6.76	0.16	9.15	0.02	0.42	0.99	0.0039	1.4340	6,672	5,312
170-180	8.07	7.12	0.68	1.32	6.27	0.15	8.42	0.00	0.58	1.18	0.0044	1.7637	6,076	4,844
180-190	7.69	7.70	0.79	1.47	6.76	0.17	9.19	0.00	0.47	0.79	0.0041	1.2589	6,684	5,368
190-200	7.95	6.55	0.64	1.32	5.70	0.15	7.81	0.00	0.48	0.79	0.0034	1.2702	5,684	4,616
200-210	7.93	6.52	0.68	1.13	6.04	0.16	8.01	0.00	0.42	0.79	0.0035	1.2103	5,480	4,580
210-220	8.00	6.49	0.60	1.13	5.72	0.15	7.61	0.00	0.44	0.79	0.0034	1.2343	5,760	4,680

Continuación

220-230	7.95	7.94	0.79	1.51	8.85	0.22	11.38	0.00	0.61	1.25	0.0065	1.8635	8,476	7052
230-240	8.00	7.58	0.83	1.21	9.10	0.25	11.39	0.00	0.84	1.82	0.0086	2.6764	8,840	7,196
240-250	8.00	7.49	0.83	1.55	7.70	0.20	10.28	0.00	0.66	1.32	0.0069	1.9924	7,416	5,964
250-260	8.08	7.43	0.72	1.40	7.37	0.19	9.68	0.00	0.64	1.18	0.1428	1.9647	6,972	5,696
260-270	8.05	7.51	0.76	1.13	7.03	0.17	9.09	0.00	0.68	1.26	0.0057	1.9415	6,440	5,304
270-280	8.20	7.58	0.72	1.17	7.27	0.18	9.34	0.00	0.41	0.71	0.0035	1.1221	6,360	5,224
280-290	8.14	7.98	0.72	1.17	7.29	0.18	9.36	0.00	0.40	0.85	0.0034	1.2532	6,672	5,496
290-300	8.04	6.94	0.76	1.10	6.13	0.16	8.14	0.00	0.34	0.49	0.0021	0.8386	5,944	4,768

Cuadro 7. Bases intercambiables del perfil de suelo realizado en el Distrito de Riego, Xochimilco, Distrito Federal.

PROFUNDIDAD	CATIONES (meq 100 g suelo ⁻¹)				TOTAL	CATIONES (%)			
	cm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
0-10	1.60	4.00	36.80	2.34	44.74	3.58	8.94	82.25	5.2302
0-20	1.60	8.40	24.00	2.02	36.02	4.44	23.32	66.63	5.6080
20-30	2.00	6.40	18.80	1.88	29.08	6.88	22.01	64.65	6.4649
30-40	2.40	11.60	16.40	1.72	32.12	7.47	36.11	51.06	5.3549
40-50	3.20	14.00	13.60	1.48	32.28	9.91	43.37	42.13	4.5849
50-60	1.60	16.00	16.60	1.34	35.54	4.50	45.02	46.71	3.7704
60-70	1.20	9.60	11.40	1.18	23.38	5.13	41.06	48.76	5.0470
70-80	1.20	7.20	9.40	0.74	18.54	6.47	38.83	50.70	3.9914
80-90	2.00	10.00	11.40	0.78	24.18	8.27	41.36	47.15	3.2258
90-100	1.60	15.20	13.60	1.36	31.76	5.04	47.86	42.82	4.2821
100-110	1.20	18.40	13.80	1.28	34.68	3.46	53.06	39.79	3.6909
110-120	2.00	17.60	14.40	1.22	35.22	5.68	49.97	40.89	3.4639
120-130	2.00	17.20	15.80	1.28	36.28	5.51	47.41	43.55	3.5281
130-140	2.00	15.60	16.20	1.34	35.14	5.69	44.39	46.10	3.8133
140-150	1.60	15.20	17.60	1.38	35.78	4.47	42.48	49.19	3.8569
150-160	2.00	11.60	16.40	1.48	31.48	6.35	36.85	52.10	4.7014
160-170	2.00	15.20	10.00	1.06	28.26	7.08	53.79	35.39	3.7509
170-180	2.00	13.60	11.00	1.10	27.70	7.22	49.10	39.71	3.9711
180-190	2.00	11.20	10.20	1.14	24.54	8.15	45.64	41.56	4.6455
190-200	2.80	11.20	9.40	1.12	24.52	11.42	45.68	38.34	4.5677
200-210	2.00	10.00	10.20	1.30	23.50	8.51	42.55	43.40	5.5319
210-220	2.40	12.80	9.40	1.42	26.02	9.22	49.19	36.13	5.4573
220-230	2.00	10.40	9.40	1.46	23.26	8.60	44.71	40.41	6.2769

Continuación

230-240	1.20	9.20	7.60	1.20	19.20	6.25	47.92	39.58	6.2500
240-250	0.80	8.00	6.40	0.94	16.14	4.96	49.57	39.65	5.8240
250-260	1.60	6.80	7.60	1.10	17.10	9.36	39.77	44.44	6.4327
260-270	1.20	4.80	6.00	0.82	12.82	9.36	37.44	46.80	6.3963
270-280	1.60	4.40	7.00	0.88	13.88	11.53	31.70	50.43	6.3401
280-290	1.20	4.80	5.40	0.78	12.18	9.85	39.41	44.33	6.4039
290-300	1.20	4.80	3.80	0.78	10.58	11.34	45.37	35.92	7.3724

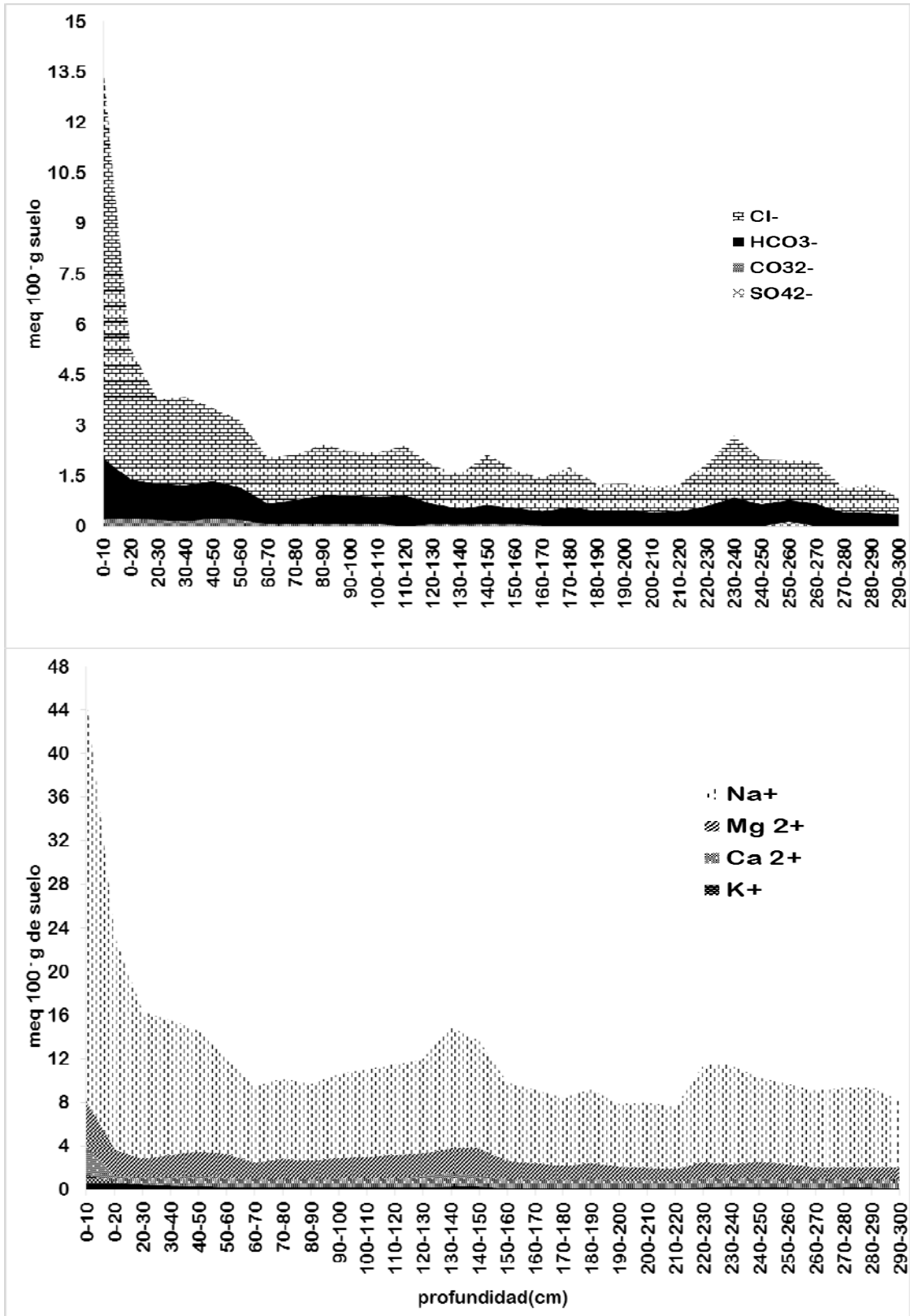


Figura 9. Perfil de sales solubles en el extracto de saturación del suelo en estudio, Xochimilco.

Los valores de pH denotan el carácter alcalino del suelo (7.69 – 8.44) y advierte la presencia de iones carbonato (CO_3^{2-}) los cuales son perceptibles en el perfil salino, aunque poco conspicuos. Su distribución vertical es congruente ya que los materiales que dominan en la geoformación de la cuenca, la componen principalmente Anfíboles, Feldespatos y Piroxenos, los cuales producen alta basicidad en las soluciones intemperizantes (Carron y Stevens, 1948 citado en Ortega, 1983).

Al dominar en el ambiente, material parental como Anfíboles, Feldespatos y Piroxenos, los procesos de intemperismo actúan sobre su radio iónico y carga iónica Z para establecer el comportamiento de disociación de los iones frente al agua (Mason, 1996) citado en (Porta *et al.*, 2003). De esta forma los feldespatos hidrolizados pueden derivar hacia la formación de micas e ilitas o hacia vermiculitas y montmorillonitas arcillas ricas en elementos Silicio (Si) y Magnesio (Mg).

La composición de sales solubles en el perfil (Figura 9) mostró que la secuencia de cationes presentan el siguiente orden: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ como hace referencia Ramos *et al.*, (2011) disminuyendo su concentración al aumentar la profundidad; este patrón, es alterado cuando la profundidad alcanza los 110 cm en donde la inflexión se vuelve positiva hasta los 150 cm, tal comportamiento podría relacionarse con el cambio en el material edáfico (ceniza volcánica de carácter hidrófobo), lo mismo ocurre a una profundidad de entre 210 y 240 cm.

Con respecto a la composición aniónica, la secuencia de concentración se expresa en el siguiente orden: $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$ los cuales disminuyen más o menos de forma homogénea al aumentar la profundidad, por lo menos hasta alcanzar los 220 cm, punto en el que la inflexión varía de forma positiva hasta los 250 cm después de este punto, la tendencia vuelve a disminuir pero solo para los iones cloruro y bicarbonato, los iones sulfato y carbonato son casi imperceptibles, posiblemente atribuible a su solubilidad y al movimiento del agua en el perfil.

Al determinar bases intercambiables, se encontró que la magnitud de concentración guarda la siguiente proporción: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$, El sodio intercambiable mantiene las mayores concentraciones de 0 a 80 cm de profundidad, a partir de este punto su concentración disminuye cuando aumenta la profundidad, después vuelve a aumentar la concentración hasta los 160 cm y después disminuye abruptamente hasta llegar a los 300 cm de profundidad. Por el contrario, la concentración de magnesio aumenta con la profundidad hasta los 60 cm, a partir de este punto, hace un repunte en donde la concentración aumenta hasta llegar a los 120 cm y de 130 a 300 cm de profundidad la concentración recae de forma heterogénea. Respecto a calcio y potasio, no se observaron cambios significativos de su concentración en el perfil, ambos cationes fluctúan en su concentración de forma heterogénea, por lo que no es perceptible que la profundidad altere su distribución vertical.

Los análisis de residuo seco evaporado (RSE) mostró que la mayor concentración de coloides disueltos se encuentran en los primeros 30 cm, esto es (0-30 cm) y disminuye su concentración hasta llegar a los 110 cm de profundidad, después de los 110 cm, la concentración aumenta levemente hasta los 130 cm y posteriormente vuelve a disminuir, lo mismo ocurre con el RSC. Es presumible que la capa hidrófoba de ceniza que se encuentra a los 110 cm de profundidad se relacione con la variabilidad de las concentraciones.

2.4. DISCUSIÓN

2.4.1. Edafogénesis de la zona lacustre de Xochimilco

Hacia el Cuaternario Superior, ocurrieron gran cantidad de eventos volcánicos los cuales provocaron gran efusividad de material magmático, la unión de sus lavas constituye la serie basáltica Chichinautzin, esta barrera volcánica, se formó en muy poco tiempo lo que explica sus características permeables y porosas. Esta formación interrumpió definitivamente el drenaje hacia el sur, del espacio situado entre las bases del Ajusco y la Sierra Nevada, creando así una sola y enorme cuenca cerrada. La repentina obstrucción de las salidas fluviales causó una potente acumulación de depósitos clásticos fluviales en los profundos valles al pie norte de la barrera, alcanzando probablemente espesores de 800 m debajo de Xochimilco.

La zona chinampera de Xochimilco forma parte de lo que Mooser (1975) describe como mesetas aluviales, haciendo referencia a grandes planicies llanas y con bajorrelieves. Este fue el paisaje que quedó después del relleno y sobre lo que posteriormente se formaron lagos someros sobre capas impermeables de arcillas. El gran contenido de agua en las arcillas lacustres las hace plásticas y al consolidarse a consecuencia de grandes cargas reducen su volumen.

Además de la actividad volcánica y el drenaje fluvial y aluvial, también estuvo afectada por períodos glaciales e interglaciales en los últimos 100,000 años, además de la precipitación pluvial; estos fenómenos meteorológicos formaron grandes lagos que frecuentemente se comunicaban entre sí. Se ha caracterizado a los lagos de la Cuenca de México en el caso de Xaltocán y Texcoco como vasos de evaporación formados en las partes bajas y los de Piamonte de la sierra Chichinautzin alimentados por manantiales con agua dulce como Xochimilco y Chalco. Durante los periodos secos, el nivel del lago bajaba debido al balance hidrológico menos favorable, lo que permitía la existencia de manantiales cerca de la orilla transformada en un área pantanosa (Tricart, 1985).

Como ya se mencionó el material parental del cual se originan los sedimentos lacustres de la Cuenca de México y en particular de la porción sureste, corresponde a depósitos aluviales unidos a sedimentos limo-arenosos estratificados con cenizas volcánicas y pómez provenientes de las erupciones volcánicas de la Sierra Ajusco-Chichinautzin, lo que corresponde con los materiales encontrados durante la perforación reciente, dicha acumulación se halló a 110 cm de profundidad, se caracteriza por ceniza volcánica de carácter hidrófobo y alta densidad, ello hace pensar que corresponde al último evento volcánico suscitado en la cuenca, posiblemente correspondiente a las emisiones del volcán Xitle hace aproximadamente 2,200 años.

Estos sedimentos han sido alterados por la actividad humana ya que se ha registrado actividad antropogénica desde el periodo Cuaternario (Mooser, 1975) aunque se presume que las chinampas remontan su origen a 1100 y hasta 2000 años de antigüedad (Rojas, 1983). Algunos autores consideran que las razones por las cuales sedimentos de origen ígneo como los que rellenaron la cuenca de México evolucionaron en suelos con alto rendimiento agrícola se debió a fuertes translocaciones de arcillas que se desarrollaron en condiciones de estabilidad y durante largos periodos de tiempo (Ritter, 2002; Tarbukk, 2005) en este aspecto, al formarse los grandes lagos de la cuenca que aunque de carácter somero, mantenían corrientes suaves e intermitentes conforme a los procesos de glaciación e interglaciación, (Mooser, 1975; Tricart, 1985).

2.4.2. Salinización y sodificación del suelo.

Entre la población Xochimilca se tiene idea de que las chinampas “siempre” fueron altamente productivas y los trabajos de Rojas (1983) hacen mención de ello, sin embargo en un reporte realizado por Antonio de Alzate en 1791. Describe el procedimiento que seguían los Xochimilcas de la época para hacer un manejo adecuado de los suelos salinos <<... *el indio agricultor con la ayuda de una azada o azadón disloca la tierra alcalina o atequesquitada botándola al agua, para después sustituirla con tierra nueva tomada del fondo de las acequias o pasado algún tiempo, utilizan la misma que arrojaron. Saben que*

una tierra impregnada de sales, pero lavada, como ellos dicen, carece de sales, y con esta la tierra queda apta para sembrarla con utilidad. >>(Alzate R. J. A. 1791, fide en Rojas, 1983)

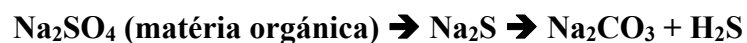
El suelo estudiado mostró variación significativa en la distribución vertical de sus sales tanto en la proporción de sodio como de los demás elementos. Aunque se desconocen las razones por las cuales varia la concentración salina en el suelo, se ha planteado la hipótesis de que ello se relaciona con el nivel que mantiene el manto freático durante las estaciones de lluvias y estiaje; durante la época en que se realizaron los estudios de campo y que corresponde a la época de estiaje, el manto freático alcanzó una profundidad de 90 cm y posterior a ella (110 cm) se encontró un acuífero de ceniza volcánica con un espesor aproximado de 40 cm, esta capa aparentemente impermeable e hidrófoba provoca que la concentración vertical salina migre del manto freático hacia los horizontes superiores del perfil y se acumule en la capa arable (0-30 cm) como parte de la desecación. Posteriormente durante la época de lluvias, las sales vuelven a disolverse y la sobresaturación del suelo las lixivian hasta llegar al manto freático, ya que la capa hidrófoba interfiere su migración hasta el resto del perfil. A partir de la capa hidrófoba se interrumpe la migración de sales manteniendo condiciones de hidratación y reductoras homogéneas.

Las características geomorfológicas del perfil estudiado muestran zonas de diferente evolución edáfica, así como contenido heterogéneo de materia orgánica y textura diversa, ello como resultado del proceso litológico discontinuo a causa de diversos acuíferos de sedimentos volcánicos, acumulación de materia orgánica semidescompuesta y sedimentos lacustres aluviales. Estos sedimentos con diferente grado de intemperismo, se han originado a partir de compuestos precipitados poco definidos, constituyendo partículas de composición de mayor a menor abundancia como es: Si, Na (Feldespatos); S, Fe (Pirita); Si, Al, K (Feldespatos); Na, S (Thenardita – Mirabilita SO_4Na_2); Ca (Calcita); Si, Al, K, Ca (Feldespatos), que actúan como núcleos de crecimiento, los que con su mutuo ligamiento y progresiva coalescencia van disminuyendo la porosidad del conjunto clástico (Del Valle, 1983).

Junto con el lavado y concentración de las sales, está el movimiento de los iones más solubles los cuales dependen del coeficiente de actividad, propiedad relacionada con la solubilidad y la temperatura.

Al observar la figura 9, se puede apreciar que la concentración de carbonatos (CO_3^{2-}) es menor respecto a la concentración de bicarbonatos en el perfil. Los carbonatos se distribuyen de forma abundante en el espesor de 0 a 60 cm y disminuye su concentración conforme aumenta la profundidad, rango en que la temperatura y saturación mantienen un flujo constante. Esta distribución es más perceptible durante la estación de estiaje cuando se mantiene bajo el manto freático. (Huez, 1985; Ramos *et al.*, 2011). A veces se acumulan los carbonatos en la superficie de los suelos debido a los procesos de evapotranspiración y de ascenso capilar desde los niveles freáticos someros. Durante el predominio de los flujos descendentes de soluciones y en determinadas condiciones físico-químicas los CO_3^{2-} se lixivian gradualmente. Por su parte la concentración de bicarbonatos se mantiene casi homogénea, excepto a los 60 cm de profundidad en donde marca una inflexión negativa y se recupera, presentándose el mismo comportamiento a los 120 cm y disminuyendo paulatinamente con la profundidad.

Los iones bicarbonato se forman como consecuencia de la solución del bióxido de carbono (CO_2) en agua. El CO_2 puede ser de origen atmosférico o biológico y el agua que contiene CO_2 es un agente activo intemperizante que libera cantidades apreciables de cationes en forma de bicarbonatos (HCO_3^-); Williams (1983) considera que durante la formación de suelos, primero se reducen los compuestos de nitrógeno, luego los compuestos de azufre y después los compuestos de hierro; un mayor peso específico en la formación de soda tienen procesos bioquímicos de reducción de sulfatos de sodio como se expresa en la reacción siguiente:



Los iones Sulfato (SO_4^{2-}) se presentaron muy escasos en el perfil de suelo siendo casi visibles a una profundidad de entre 250 a 270 cm. La solubilidad del ion sulfato es alta (268 g L^{-1}) a 20°C por lo que su capacidad de combinación con otros iones como el sodio, calcio, magnesio o potasio es casi espontánea; forman sales altamente solubles y muy móviles en el suelo, ello, podría explicar el hecho del por qué las mayores concentraciones de Sulfatos se encontraron a profundidades mayores de 200 cm. Durante el proceso de lixiviación cuando el agua en el perfil del suelo se satura con sales en los horizontes superiores, ésta es desplazada hacia los horizontes inferiores, transformando las soluciones en soluciones sobresaturadas.

Respecto a la proporción de cationes, la concentración de estos corresponde con la siguiente secuencia: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$. Cabe señalar, la concentración de sodio, magnesio y calcio mantienen la misma tendencia de distribución aunque el calcio en menor grado dado que éste se encuentra en forma de carbonato de calcio el cual es poco soluble (Ortega, 1983), no así la concentración de potasio cuya concentración se mantiene al margen excepto en los primeros 50 cm de profundidad y algunos rastros conspicuos a 130 a 150 cm, de 230 a 260 y 280 a 290 cm de profundidad. Tales variaciones podrían estar relacionadas con material parental poco intemperizado asociado a acuñamientos distintos. Por otra parte los cambios de concentración en la distribución vertical están relacionados con el aislamiento geológico del perfil a los 110 cm de profundidad, punto en que se acuña la capa hidrófoba de ceniza.

2.5. CONCLUSIONES

Los suelos de Xochimilco poseen características derivadas del material parental y sedimentos que rellenaron la cuenca de México. Heredaron la composición geoquímica de componentes autóctonos y diagenéticos, debido al intemperismo de minerales primarios de piroxenos y anfíboles presentes en basaltos, ceniza y vidrio volcánico, transportados durante las glaciaciones e interglaciaciones.

Se presenta una capa semicompacta hidrófoba que reduce la lixiviación y eluviación de sales. Sobre de este espesor el contenido de humedad y la densidad real aumenta con la profundidad y la concentración salina disminuye de forma heterogénea. Estos parámetros se invierten cuantitativamente entre los 130 y 300 cm.

Las altas concentraciones de cloruros y bicarbonatos a diferentes profundidades, indican procesos de hidromorfismo e intemperismo autóctono y la acumulación de restos de diatomeas.

CAPITULO III

LAVADO DE SALES Y SU EFECTO EN LA APLICACIÓN DE SULFATO DE CALCIO (YESO) EN SUELOS SALINO-SÓDICOS.

3.1. INTRODUCCIÓN

3.1.1. Factores que alteran la conductividad hidráulica del suelo.

El objetivo primordial de la recuperación de suelos salinos, suelos sódicos y salino-sódicos, es lograr la reducción de la concentración de sales solubles, así, como la reducción del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) el cual está adsorbido en las micelas coloidales en diferentes tipos de arcillas.

En las arcillas montmorilloníticas, el aumento del PSI por encima del umbral ($PSI > 20\%$), ocasiona dispersión de las partículas del suelo y en consecuencia la destrucción de la estructura del suelo, dada las fuerzas de repulsión ejercidas en la capa doble difusa (CDD). La causa de la formación de la CDD es la tendencia de los cationes a difundir desde la zona de acumulación próxima a la superficie negativa de la arcilla hacia la región de menor concentración de la solución del suelo. El aumento de las sales en esta solución disminuye el gradiente de cationes, elimina parcialmente la tendencia a la difusión y “comprime” la CDD contra la partícula de arcilla. Por tanto, cuanto mayor sea la salinidad disuelta en el agua del suelo, menor será el espesor de la CDD y menor la fuerza de repulsión (Pizarro, 1985).

Gupta R. K., Bhumbra D.K., y Abrol I.P. (1984), demostraron que el exceso de sodio intercambiable afecta las propiedades físicas del suelo de forma adversa. Su estudio reveló que el aumento de la alcalinidad (pH) aumenta la dispersión de las arcillas. Altas concentraciones de carbonato de calcio y soluciones electrolíticas de alta concentración, son factores eficientes que contrarrestan la dispersión ya que los iones calcio revierten la repulsión ejercida por cationes mono iónicos.

Dado que esta repulsión de cargas en la CDD a causa de exceso de PSI altera de forma negativa la estructura del suelo como mostró el trabajo de los autores, en campo la pulverización del suelo se vuelve un problema considerable.

Capas de arcillas hidrófobas dificultan la conductividad hidráulica y la materia orgánica dispersa expuesta en forma de humatos, migra, alterando su mineralización.

En zonas agrícolas salinas como la del sureste del Distrito Federal, es común el uso de abonos orgánicos como fuente de nutrimentos y para mantener el suelo “esponjoso”, sin embargo de acuerdo con (Aguirre, 2005; Jiménez, 2004; Pizarro, 1985), la aplicación de materia orgánica en suelos sódicos con umbrales mayores de 15 a 20 PSI, resulta ineficiente para contrarrestar los efectos de la dispersión y los problemas que ello atrae; por lo que dicha práctica es solo viable en suelos donde dicho umbral se encuentra por debajo de tales valores o el suelo sea de tipo salino.

Se ha mencionado que altos valores de PSI no solo alteran la estructura del suelo y la disponibilidad de materia orgánica, sino además la conductividad hidráulica disminuye de forma significativa. Al respecto, Shaiber, Rhoades y Prather (1980), realizando experimentos con diferentes relaciones de adsorción de sodio (RAS) de una mezcla salina de NaCl-CaCl y estudiando sus efectos en la conductividad hidráulica, encontraron que bajos RAS son suficientes para que se lleve a cabo la dispersión de las arcillas sobre todo cuando la hidratación del suelo se hace con agua destilada. Esto ocurre porque en presencia de altos PSI las micelas coloidales se encuentran saturadas de iones sodio fuertemente enlazados los cuales, al hidratarse con moléculas de agua carente de iones son arrastrados y percolados a través del perfil. En el caso en que el agua de riego que se utiliza mantiene cierta carga electrolítica, la hidrólisis de partículas Na-micela es menor, dado que los valores de PSI se incrementan y el desalojo de iones no se da por completo. De esta forma suelos con bajos intervalos de disoluciones minerales podrían ser más susceptibles a la dispersión cuando son lavados con agua de baja concentración electrolítica.

Estudios como los de McNeal, *et al* (1968), McNeal (1968) Velasco-Molina *et al* (1971) y Pupisky y Shaimberg (1979) Diamantis V.I., y Voudrias E.A., (2008), han mostrado que factores como la textura y la fracción arcilla-mineral determina el grado de dispersión en los suelos. Asimismo, las cargas homoionicas también intervienen en el proceso de retención de Ca^{2+} y desalojo de Na^+ , en este caso, existe una relación directa entre la disposición de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} en las micelas coloidales, en donde soluciones con alto contenido de Mg^{2+} provocan que la conductividad hidráulica disminuya.

Felhendler., *et al.* (1974) encontró que la dispersión de las arcillas en suelos con bajo contenido de sales fue más pronunciado que en suelos con PSI y composición mineralógica similar pero con alto contenido de sales. Trabajos no publicados muestran que en suelos vertisoles, el grado de dispersión está estrechamente relacionado con altos valores del RAS y con bajas concentraciones electrolíticas. Así pues, el trabajo de Velasco-Molina (1971) sobre el efecto que tiene la concentración electrolítica sobre el RAS el PSI y la composición mineralógica de los coloides, señalan que los suelos con mayor predisposición a dispersarse son aquellos con mayor composición de arcillas montmorilloníticas>hallosíticas>kaoliniticas>micáceas. La dispersión de las arcillas también provoca que el espacio poroso se reduzca mediante la disminución de los macroporos y oclusión de microporos durante la percolación, lo que provoca la disminución de la conductividad hidráulica.

En condiciones de campo cuando los suelos son afectados por cantidades importantes de sodio intercambiable, se llevan a cabo procesos fisicoquímicos que alteran su evolución. La estructura prismática y columnar en suelos salinos y salino-sódicos respectivamente, conformada a causa de la desfloculación de los agregados, llega a ser alterada en su espacio poroso y conductividad hidráulica. En su estudio sobre el movimiento sucesional de sales en suelos salino-sódicos naturalmente estructurados, Armstrong, Rycroft y Tanton (1996), observaron que existen algunas arcillas como las esmectitas, consideradas arcillas pesadas las cuales son muy inestables al lavado sobre todo en las épocas de lluvia intensa donde el daño estructural es importante, y cuando se le trabaja de forma agrícola, lo cual ocasiona la

disgregación de los peds y permite que el suelo saturado en sodio se desflocule rápidamente.

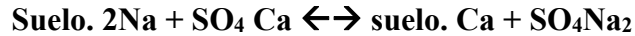
Al respecto, Lebron I., Suarez D.L., y Yoshida T. (2002), estudiaron el efecto que tiene el yeso sobre los agregados del suelo conforme a su tamaño y geometría. En columnas empacadas con suelo de tipo fluvisol cuyo componente arcilloso es de esmectitas, observaron que la presencia de yeso en el suelo de las columnas previene la disgregación de los agregados en proporción con la cantidad de yeso adicionado. Un factor que altera el estado de agregación de los mismos, es el PSI o el aumento del pH los cuales indican que las condiciones químicas no solo afectan su tamaño sino también el arreglo geométrico de la matriz del suelo. Además, el tamaño de los poros no se relaciona con la clase textural.

3.1.2. Comportamiento del sulfato de calcio en la recuperación de suelos salino-sódicos.

Se han realizado numerosos estudios acerca del comportamiento de mejoradores químicos en el proceso de lixiviación de sales. Cuando se estudia el quimismo de diferentes iones monovalentes o divalentes en presencia de iones homólogos, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es el medio de evaluación por el cual se deduce el comportamiento que sigue el flujo de iones entre las micelas coloidales y la solución del suelo. Bajo la teoría de la CDD, los sitios de intercambio saturados con Na^+ tienden a ser desplazados por cationes de mayor radio atómico como Ca^{2+} y Mg^{2+} además, que la carga “extra” de estos iones refuerza su adsorción en los sitios activos de las arcillas.

Para incrementar la concentración de calcio en el suelo se ha buscado incorporar diferentes mejoradores tales como: Yeso, cloruro cálcico, polisulfuro de calcio y caliza. El yeso es el mejorador químico más utilizado, debido a su bajo precio.

La sustitución del sodio combinado con el suelo se efectúa de acuerdo con la reacción siguiente:



La reacción está limitada únicamente por la reducida solubilidad del yeso, que a las temperaturas normales es de aproximadamente 20g L^{-1} , valor que aumenta en presencia de iones de sodio y cloro en el agua, y disminuye en presencia de calcio y sulfato.

Desde el punto de vista de la eficiencia en la sustitución de sodio intercambiable (NaX) sería ventajoso lavar todas las sales solubles antes de aplicar los mejoradores químicos; como consecuencia de los lavados, una mayor proporción del calcio que se agrega con el mejorador es adsorbido por el complejo de cambio.

La solubilidad del yeso varía sobre todo, con la presencia de otros iones (aumenta mucho en presencia de NaCl) pero como valor medio se puede aceptar el de 30 meq L^{-1} ; de esto, se deriva que: la solubilidad de la mezcla salina $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ es de 10 meq L^{-1} y la solubilidad del $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sea de 2.5 meq L^{-1} . Esto quiere decir, que una solución de yeso nunca puede pasar de 2.5 mmhos cm^{-1} , porque cuando supera ese valor, precipita una cierta cantidad de sal, con lo que disminuye la concentración en la solución y en consecuencia baja su conductividad eléctrica (CE).

La utilización de agua conteniendo estas sales ocasiona depósitos de las mismas en el suelo. Cuando la solución del suelo se diluye, parte de estos depósitos se disuelve, hasta que se alcanza el límite de solubilidad. Al contrario ocurre cuando la solución se concentra: parte de las sales precipitan, por ello, se puede inferir que en la solución del suelo las sales poco solubles siempre están en su límite de solubilidad, es decir, su concentración no varía con los distintos estados de humedad del suelo, al contrario de lo que ocurre con las sales muy

solubles. Por tanto, si hay yeso en el suelo, esto ocasiona una CE de $2.5 \text{ mmhos cm}^{-1}$ en la solución del suelo tanto cuando éste está saturado como cuando está a capacidad de campo, punto de marchitez o estados intermedios (Pizarro, 1985).

Si bien la adición de yeso en el proceso de lavado facilita la solubilidad de diferentes mezclas de sales, la mayor implicación de este compuesto lo caracteriza como un elemento que flocula las partículas de la fracción arcillo-mineral y mantiene unidas a las moléculas de ácidos orgánicos. En un estudio realizado por Khosla, Gupta y Abrol (1979) sobre el efecto de la aplicación de yeso en un proceso de lavado en un suelo salino-sódico, se encontró que las aplicaciones de yeso subsecuentes alteraron la curva de lavado, particularmente la velocidad del flujo y la naturaleza de los lixiviados.

Observaron que durante el proceso de lavado aumentó la eficiencia en el desplazamiento de hasta el 80% de las sales con un solo volumen poroso. Esto ocurre aparentemente dado que ocurren ciertos microflujos en las capas del suelo, las cuales resultan más eficientes durante la percolación y la distribución de la difusión iónica. Finalmente concluyen que la adición de yeso no lleva a desodificar el suelo; sin embargo, puede acelerar el tiempo de lavado.

En (1977) Leffelaar P.A. y Sharma R.P. estudiaron los procesos de desalinización y desodificación a partir del lavado de suelos en columnas mediante aplicación continua y aplicación intermitente. Emplearon diferentes modelos para comparar sus curvas de lavado que mejor explicaran el proceso de desalinización y desodificación, concluyendo que al calcular sus curvas de lavado tanto teórica como experimental y contrastándolas con el modelo de Reeve, se obtiene una eficiencia del 10% de lavado en la salinidad inicial. Para la curva de lavado que explica el proceso de desodificación, señalaron que en la recuperación de suelos salino-sódicos no es necesaria la aplicación de yeso. Asimismo, los datos obtenidos de esta investigación, permiten calcular el agua que se pierde por evaporación durante el proceso y predice el tiempo que dura el proceso.

Cabe destacar que durante el desplazamiento miscible de las sales, se torna interesante la dinámica entre los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} , en la cual la presencia del Mg^{2+} altera el grado de solubilidad del Ca^{2+} . Dutt (1964) estudió el efecto que tienen pequeñas cantidades de yeso en un sistema de flujo por lavado en columnas, encontrando que las concentraciones de yeso no alteraron significativamente la curva de sodio, aunque se observó que la curva de magnesio fue totalmente dependiente de la cantidad de yeso en el sistema; las concentraciones de Mg^{2+} fueron mayores en aquellos tratamientos con cantidades pequeñas de yeso.

Trabajos no publicados realizados en la zona de estudio acerca del mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas utilizando yeso puro y agua tratada de la zona, muestran que el sodio compite con el calcio por los sitios de intercambio, saturando menos las micelas del suelo cuando el calcio se encuentra en altas concentraciones en la solución del suelo. Aunque la reacción de sustitución de sodio adsorbido por calcio resultó ser alta en la capa arable (0-15 cm), se observó un efecto antagónico en el resto del perfil.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Suelo utilizado

El suelo que se empleó en el experimento proviene de una parcela ubicada en la zona agrícola denominada Distrito de Riego que colinda al sur con la zona chinampera de Xochimilco (Distrito Federal). De esta zona se extrajo suelo a una profundidad de 0 a 30 cm., y se caracterizó químicamente (cuadro 1 y 2). La caracterización química del suelo se efectuó considerando los procedimientos establecidos por el laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el método de bases intercambiables mediante el procedimiento de solución alcohólica de PFEFFER (1967).

El agua utilizada en el experimento proviene del canal aledaño a la parcela estudiada denominado “Del Bordo” y tiene la característica de ser agua tratada que deriva de la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella. Su determinación química se observa en el cuadro 10.

Cuadro 8. Análisis químico del suelo del sitio, determinado en el extracto de saturación.

Profundidad cm	pH	CE mS cm ⁻¹	CATIONES				TOTAL	ANIONES				TOTAL	R.S.E. mg L ⁻¹	R.S.C. mg L ⁻¹
			(meq 100 g ⁻¹ de suelo)					(meq 100 g ⁻¹ de suelo)						
			Ca ²⁺	Mg ₂₊	Na ⁺	K ⁺		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻			
0-10	8,28	34,19	2,61	4,15	36,89	1,37	45,02	0,19	1,83	11,58	0,0111	13,611.7	35,132	30,156
0-20	8,19	10,22	0,53	2,45	19,68	0,67	23,34	0,21	1,18	3,88	0,0133	5,290.2	17,508	15,144
20-30	8,44	11,30	0,76	1,62	13,50	0,43	16,31	0,17	1,08	2,50	0,0245	3,763.6	12,192	10,444
PROMEDIO	8,3	18,57	1,30	2,74	23,36	0,83	28,22	0,19	1,36	5,99	0,0163	7,555.2	21,610.67	18,581.33

Cuadro 9. Bases intercambiables del suelo del sitio.

Profundidad cm	CATIONES				TOTAL	CATIONES				TOTAL
	(meq 100 g ⁻¹ de suelo)					%				
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
0-10	1.60	4.00	36	2.34	44.74	3.58	8.94	82.25	5.23	189.48
0-20	1.60	8.40	24	2.02	36.02	4.44	23.32	66.63	5.60	172.04
20-30	2.0	6.40	18.80	1.88	29.08	6.88	22.01	64.65	6.46	158.16
PROMEDIO	1.73	6.27	26.53	2.08	36.61	4.97	18.09	71.18	5.77	173.23

Cuadro 10. Análisis químico del agua de riego durante la estación de estiaje, Canal del Bordo, Xochimilco. Distrito Federal.

Profundidad cm	pH	CE mS cm ⁻¹	CATIONES				TOTAL	ANIONES				TOTAL	R.S.E. (mg L ⁻¹)	R.S.C. (mg L ⁻¹)
			(meq L ⁻¹)					(meq L ⁻¹)						
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻			
0-40	7.33	1.33	1.6	3.98	2.69	0.35	6.82	0,0	6.85	1,58	0,13	8.56	250	245

3.2.2. Procedimiento

El experimento consistió en la incorporación directa de sulfato de calcio (yeso) al suelo. La cantidad de yeso incorporado, se encuentra relacionada con la neutralización de carbonatos y bicarbonatos así como el desplazamiento de sodio intercambiable (XNa) durante el lavado.

Se establecieron cuatro tratamientos los cuales corresponden a 90%, 80%, 70% y 60 % de eficiencia de neutralización de desplazamiento de sodio y volúmenes porosos de $Qa/Q\pi=0$, $Qa/Q\pi=1$, $Qa/Q\pi=2$, haciendo un total de 18 columnas de suelo.

El volumen poroso se consideró como la proporción:

$$\pi = \frac{Qa}{Q\pi}$$

Dónde:

π volumen poroso.

Qa volumen activo de lavado (cm^3)

$Q\pi$ volumen equivalente al contenido de humedad a saturación (cm^3)

Los valores de $Q\pi$ se obtuvieron experimentalmente cuando el frente de agua pasó a través de la columna de suelo, esto es, cuando se saturó la columna de suelo y después de obtener la primera gota de efluente.

Qa es cualquier cantidad de efluente recuperado después de la saturación del suelo en cm^3 .

Qa se recolectó cada 100 mL los cuales fueron considerados como una muestra, se caracterizó químicamente con los métodos mencionados para el suelo original.

3.3.3.1 Materiales

Se emplearon toneles de plástico con capacidad de 200 L., para almacenar el volumen requerido de agua en el experimento.

En el montaje de las columnas, se utilizó tubería de policloruro de vinilo (P.V.C) de 70 cm de longitud y 18.4 cm de diámetro interno en promedio.

Los tubos fueron parafinados a fin de evitar el fenómeno de flujo de pared durante el lavado (Ortega, 1976). Se emplearon probetas tipo Mariotte de 1000 mL para dotar de agua a las columnas. El experimento fue montado sobre mesas de apoyo de acuerdo con la figura Y.

3.3.3.2. Llenado de columnas

Después de haber parafinado cada uno de los tubos de P.V.C., se procedió a colocar en un extremo del mismo papel filtro y malla milimétrica plástica los cuales se fijaron con alambre recocido y se procedió al llenado.

Para la mezcla suelo-yeso se calculó la proporción de cada uno, para calcular la cantidad de yeso a aplicar en el suelo, se tomó en consideración el valor obtenido del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en el espesor de 0 a 10 cm., previa caracterización del mismo.

De esta forma se empleó la fórmula:

$$\frac{PSI\ inicial - PSI\ final}{100} CIC = \text{requerimiento de yeso} \frac{m.e.}{100g} \text{ de suelo}$$

Se determinaron los valores de eficiencia 90%, 80%, 70% y 60% de remoción de sodio y con base en ello se calculó la proporción de sodio requerido en cada tratamiento de la forma siguiente:

Peso molecular de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 172.14 \text{ gmol}$; peso equivalente = $\frac{\text{peso molecular}}{\text{valencia}} = \frac{172.14}{2} = 86.07 \text{ gmol (1)}$

De la ecuación (1) se deduce que 1 eq corresponde a 86.07 gmol y esto equivale a 1000 meq de calcio.

$\therefore 86.07 \frac{1000 \text{ m.e.}}{4707.88 \text{ m.e.}} = 405.52072 \text{ g de yeso}$; si la columna de suelo está dividida en capas de 5 cm,

Entonces: $(405.52072 \text{ g de yeso}) / (10 \text{ capas de suelo de 5 cm}) = 40.52072 \text{ g de yeso / cada 5 cm de suelo}$.

Para calcular el volumen de suelo se empleó la fórmula $V = \pi r^2 h$

$V = (3.1415927) (9.2)^2 (50) = 13,295.22 \text{ (}\rho = 1.3 \text{ g/cm}^3\text{)}$

$V \text{ suelo} = 17,284 \text{ g} / 10 \text{ capas} = 1,728 \text{ g de suelo por cada 5 cm de espesor}$.

De esta forma se tienen las siguientes proporciones:

Cuadro 11. Cantidad de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (yeso) requerido conforme a la masa de suelo, para solubilizar la mayor cantidad de sodio intercambiable.

EFICIENCIA	90%	80%	70%	60%
SUELO (g)	1.728	1.728	1.728	1.728
YESO (g)	40,52	36,01	31,5	17,99
TOTAL	1.768,52	1.764,01	1.760,5	1.745,99

3.2.3 Instalación y manejo del experimento

Llenas las columnas fueron instaladas sobre mesas acondicionadas para este fin. Se les aplicó agua de riego hasta una carga constante de 5 cm; después de estabilizada la lámina se colocó la probeta invertida tipo Mariotte, comunicada con la carga a través de un sistema de conducción, el cual permitió mantener una altura constante a medida que se producía el proceso de lixiviación.

Colocados los tratamientos se colocó una columna extra a fin de evaluar el coeficiente de evaporación del agua suministrada.

3.2.4. Desmontado de columnas, secado y análisis químico de las muestras.

Concluidos los tratamientos, se retiraron la probeta y la carga de agua de cada columna. Las muestras de suelo se obtuvieron extrayéndolas cada 5 cm, totalizando 10 muestras de los 50 cm de espesor. Las muestras se secaron al aire y tamizaron. La conductividad eléctrica se determinó mediante medición directa con un conductímetro marca Hanna Instruments modelo HI 255 y pH se determinó con un potenciómetro marca Hanna Instruments modelo pH 210.

El análisis de los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} se realizó conforme a los procedimientos descritos en Richards (1973), la cuantificación de los cationes Na^+ y K^+ se realizaron por flamometría, con un fotómetro de flama con autocalibración marca Instrumentation Laboratory 643. El residuo seco evaporado (RSE) y residuo seco calcinado (RSC) se analizaron mediante la técnica de evaporación y calcinación con una placa de calentamiento marca Sybron modelo Thermolyne type 2200 plate y mufla marca ISB modelo Lindberg.

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statistix 8.1, empleando una prueba paramétrica de análisis de varianza de 2 colas con prueba de Tukey y Duncan, con un índice de significancia de $\alpha=0.05$.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Cambios químicos de los efluentes a partir de ($Q_a/Q_{\pi=1,2}$) con diferentes tratamientos de yeso.

Siguiendo el curso de la lixiviación de sales en cada uno de los tratamientos y volúmenes porosos, se observaron diferencias significativas en sus relaciones iónicas respectivas.

De las 18 columnas que se montaron, 4 de ellas (M, N, O y P) corresponden al volumen poroso $\pi=0$, esto es, estado de saturación de la columna, cuando la fuerza de elución expulsa la primer gota fuera de la columna. Cada letra corresponde a un tratamiento de yeso, 90%, 80%, 70% y 60%, respectivamente (Cuadro 11). Las columnas C, D, G y K, corresponden a los mismos tratamientos pero llevados a un curso de lixiviación de $\pi=1$, esto es 12 litros de eluyente. Del mismo modo, las columnas A, B, corresponden con el tratamiento de yeso 90%; E, F, yeso 80%; H, I, yeso 70% y J, L, yeso 60%, todas ellas con una relación hídrica de $\pi=2$ (24 litros de eluyente), finalmente, dos columnas corresponden a dos blancos: B1) suelo sin yeso con relación hídrica de $\pi=1$ y B0) suelo sin yeso con relación hídrica $\pi=0$.

Los resultados se presentan en la siguiente serie de gráficas, los datos están disponibles de forma separada en el denominado Anexo 1.

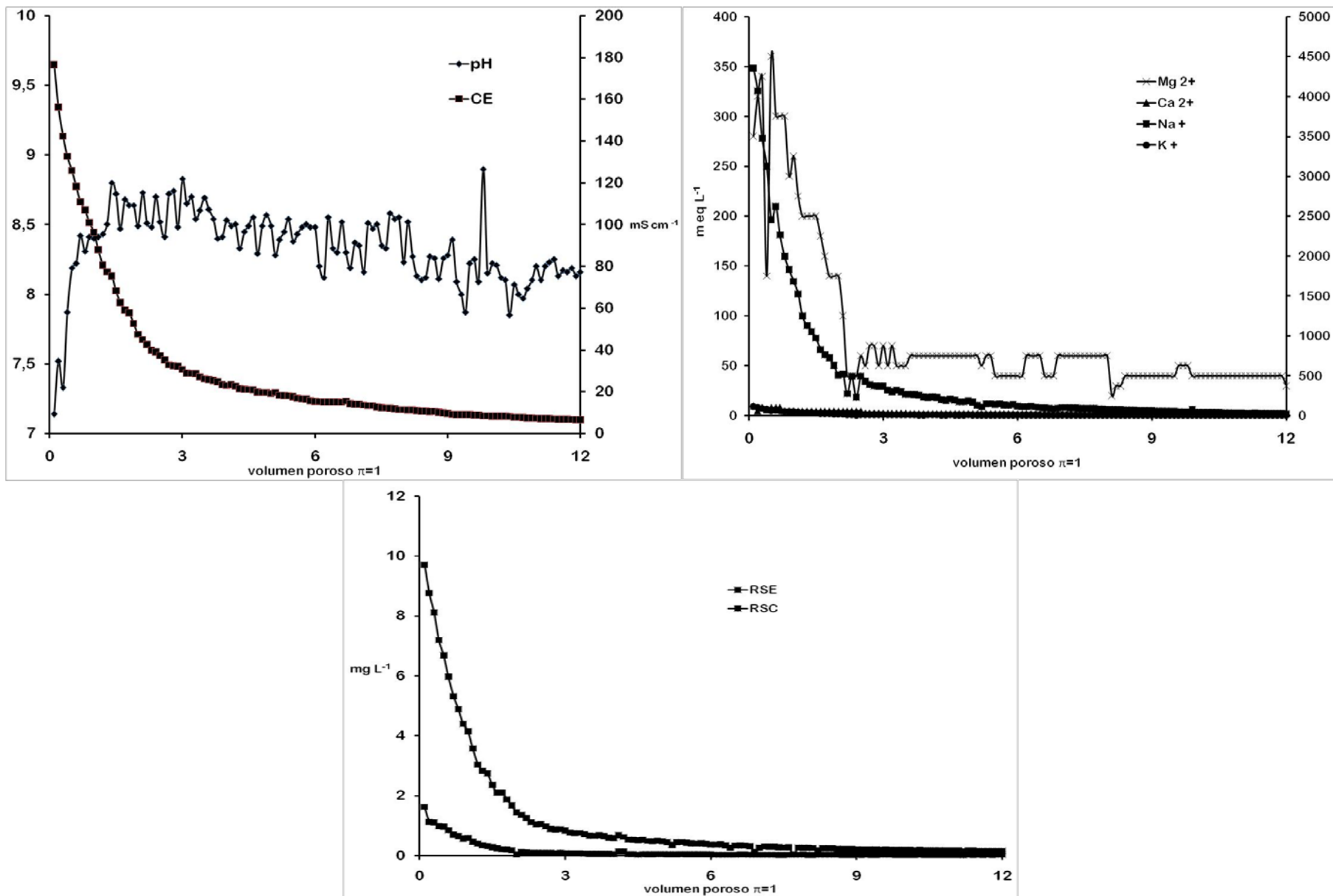


Figura 10. Efluentes de la columna C, tratamiento con yeso al 90% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)

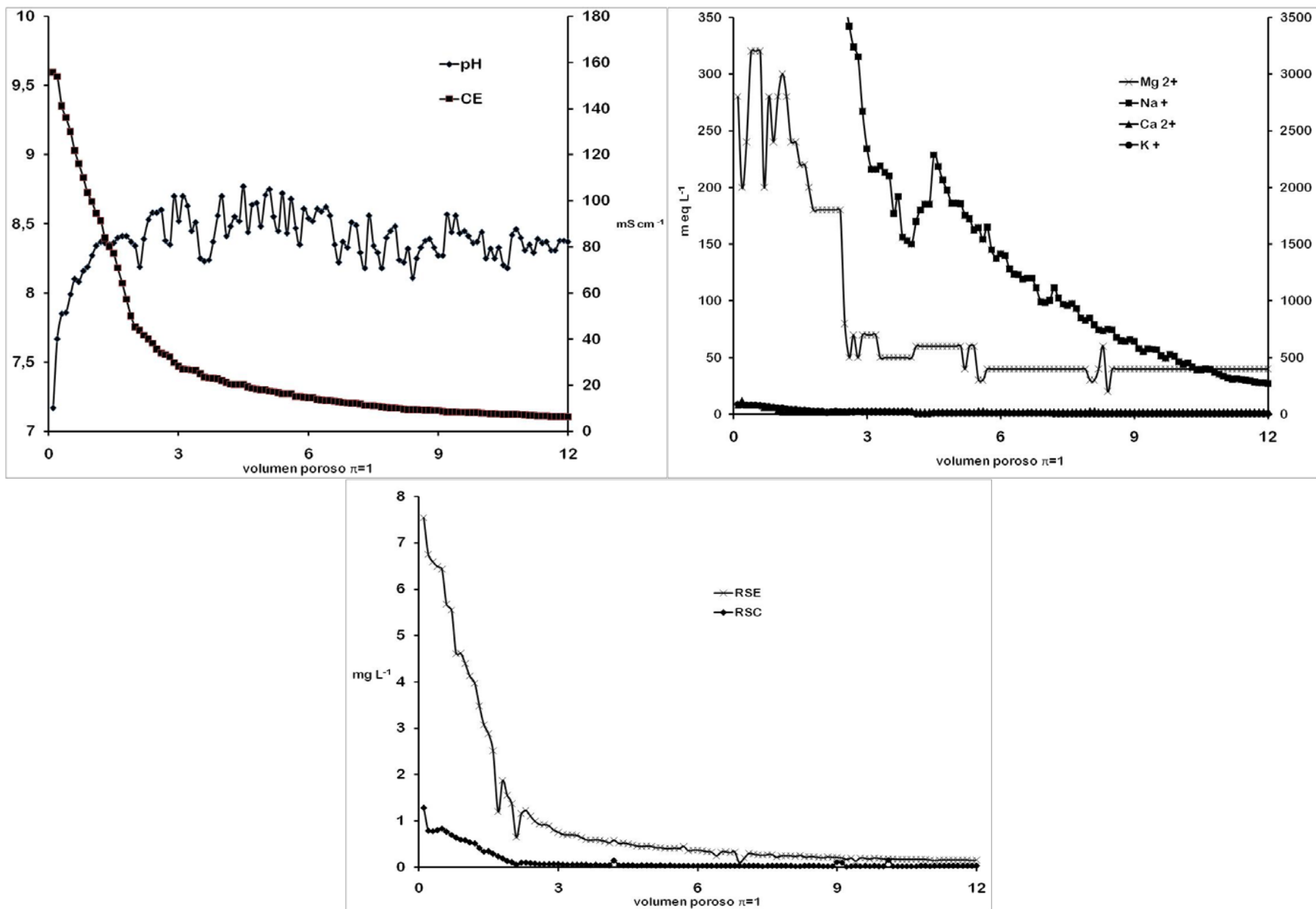


Figura 11. Efluentes de la columna D, tratamiento con yeso al 80% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)

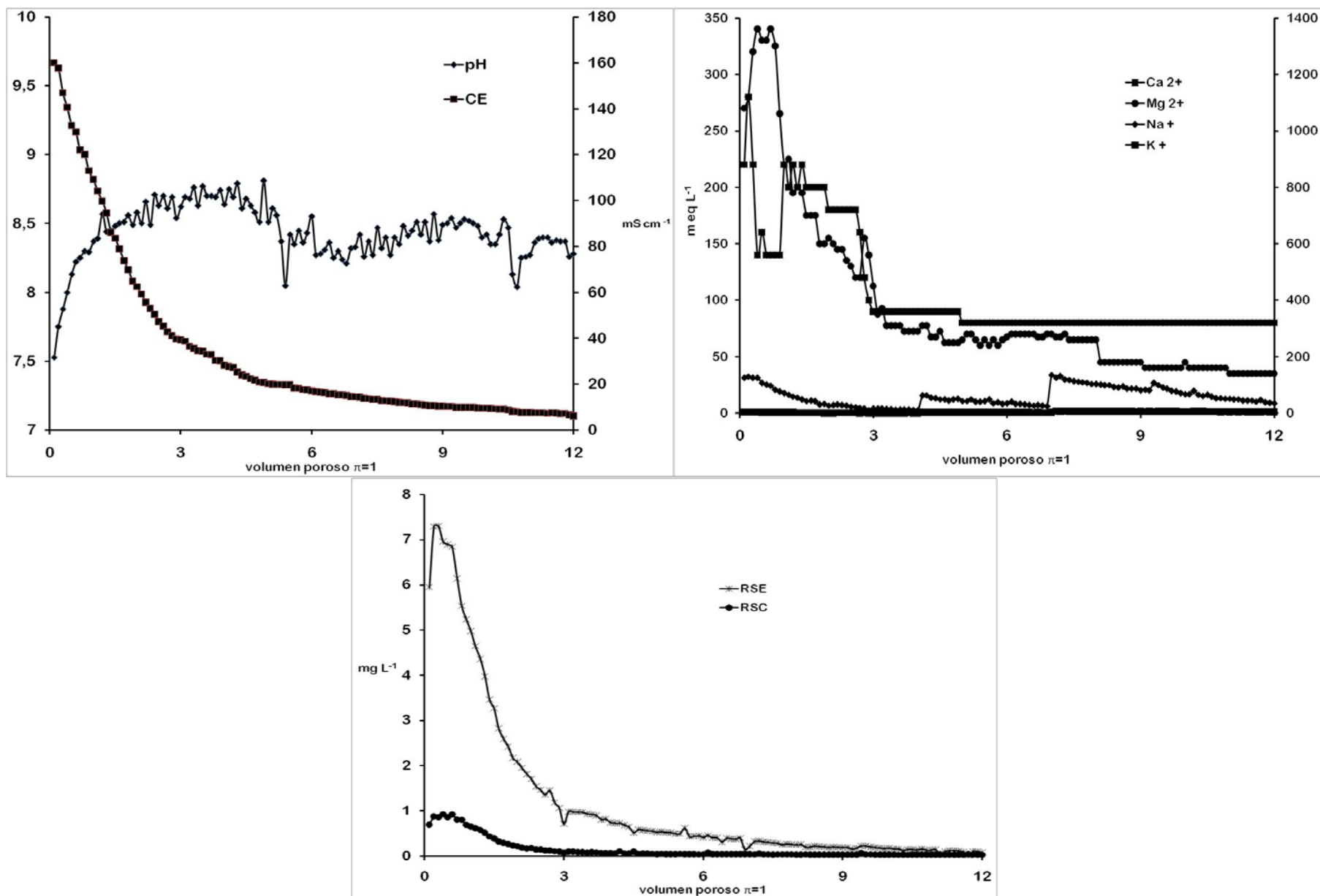


Figura 12. Efluentes de la columna G, tratamiento con yeso al 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)

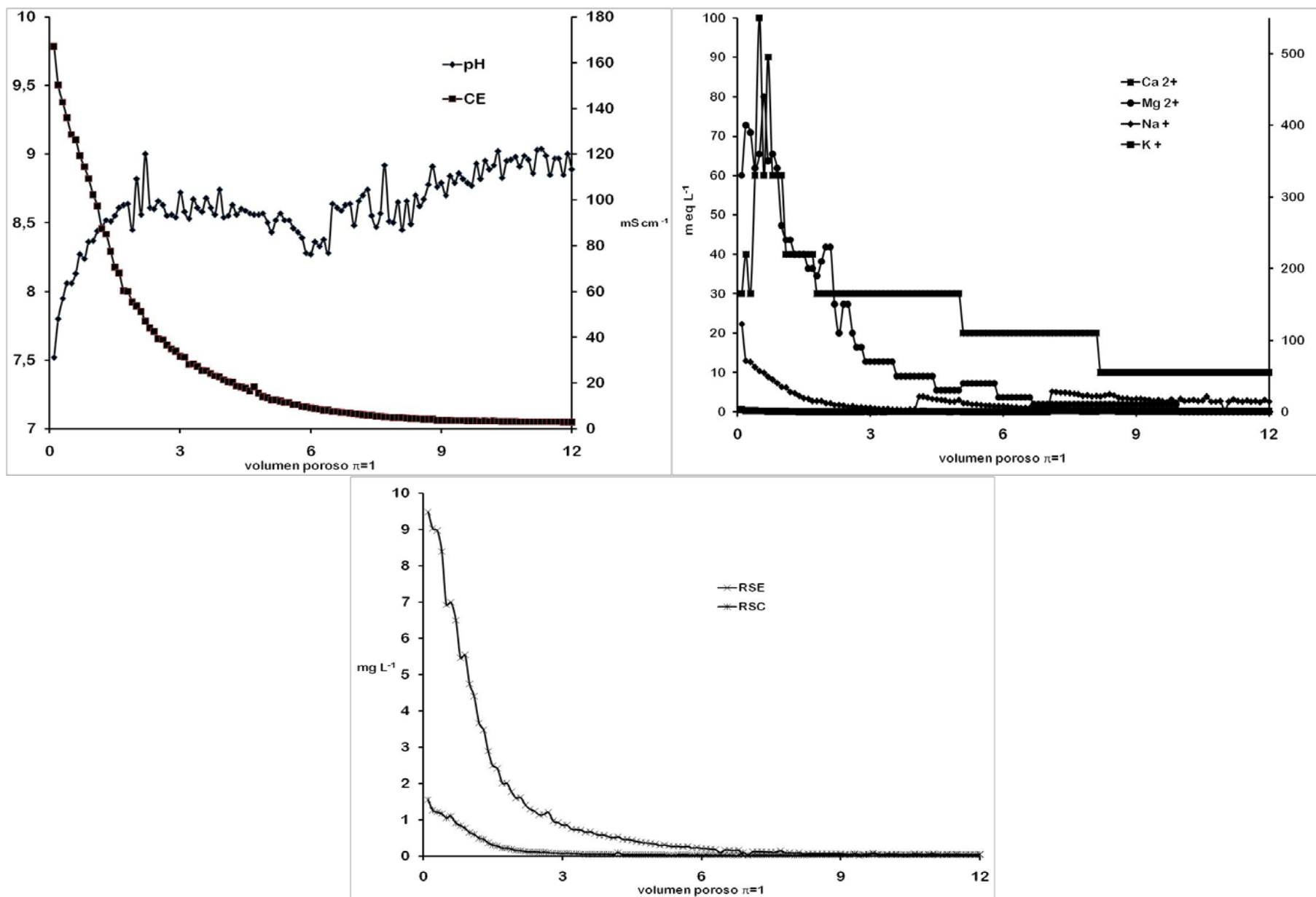


Figura. 13. Efluentes de la columna K, tratamiento con yeso al 60% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=1$ (12 litros)

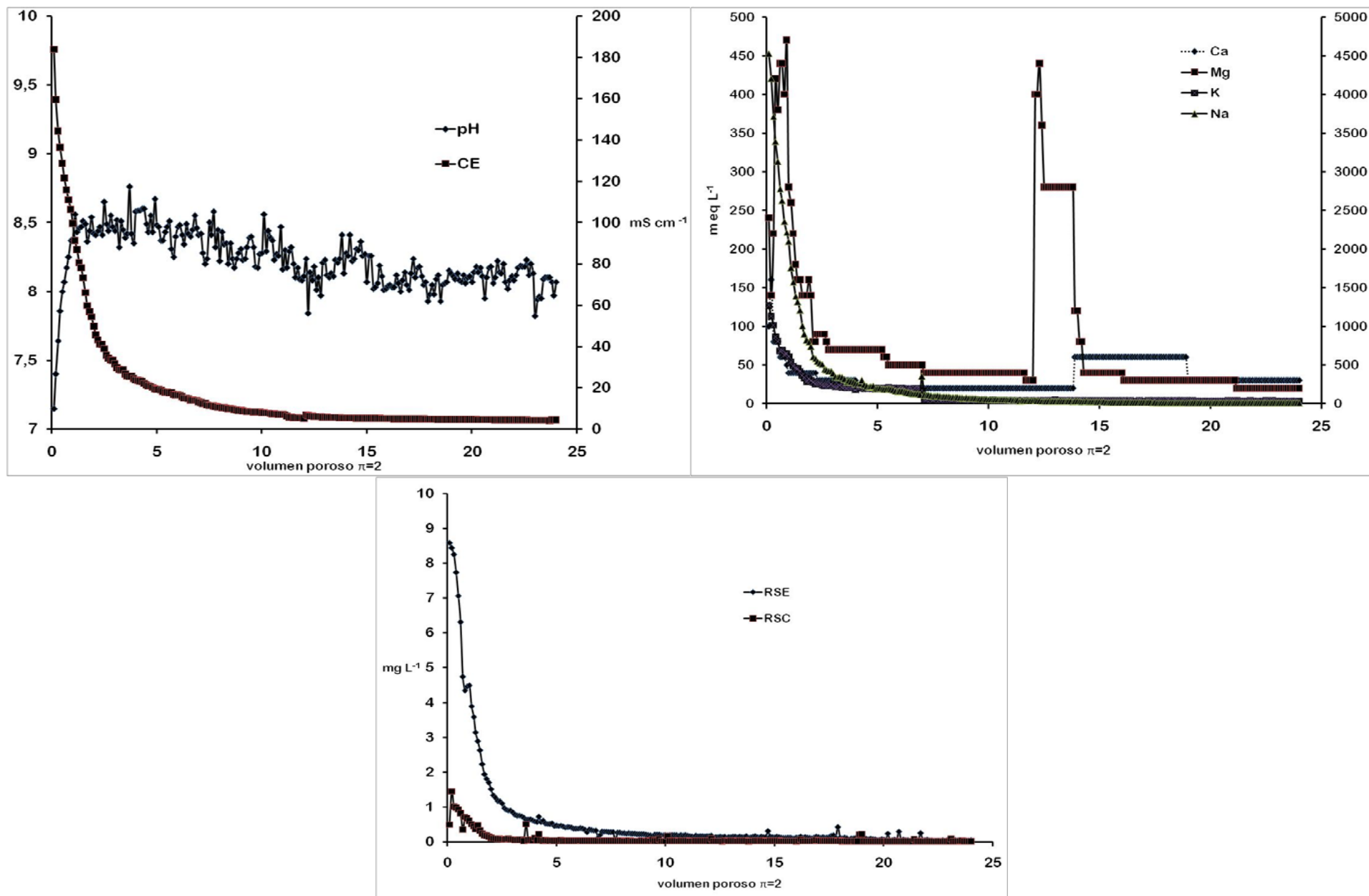


Figura. 14. Efluentes de la columna A, tratamiento con yeso al 90% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (24 litros)

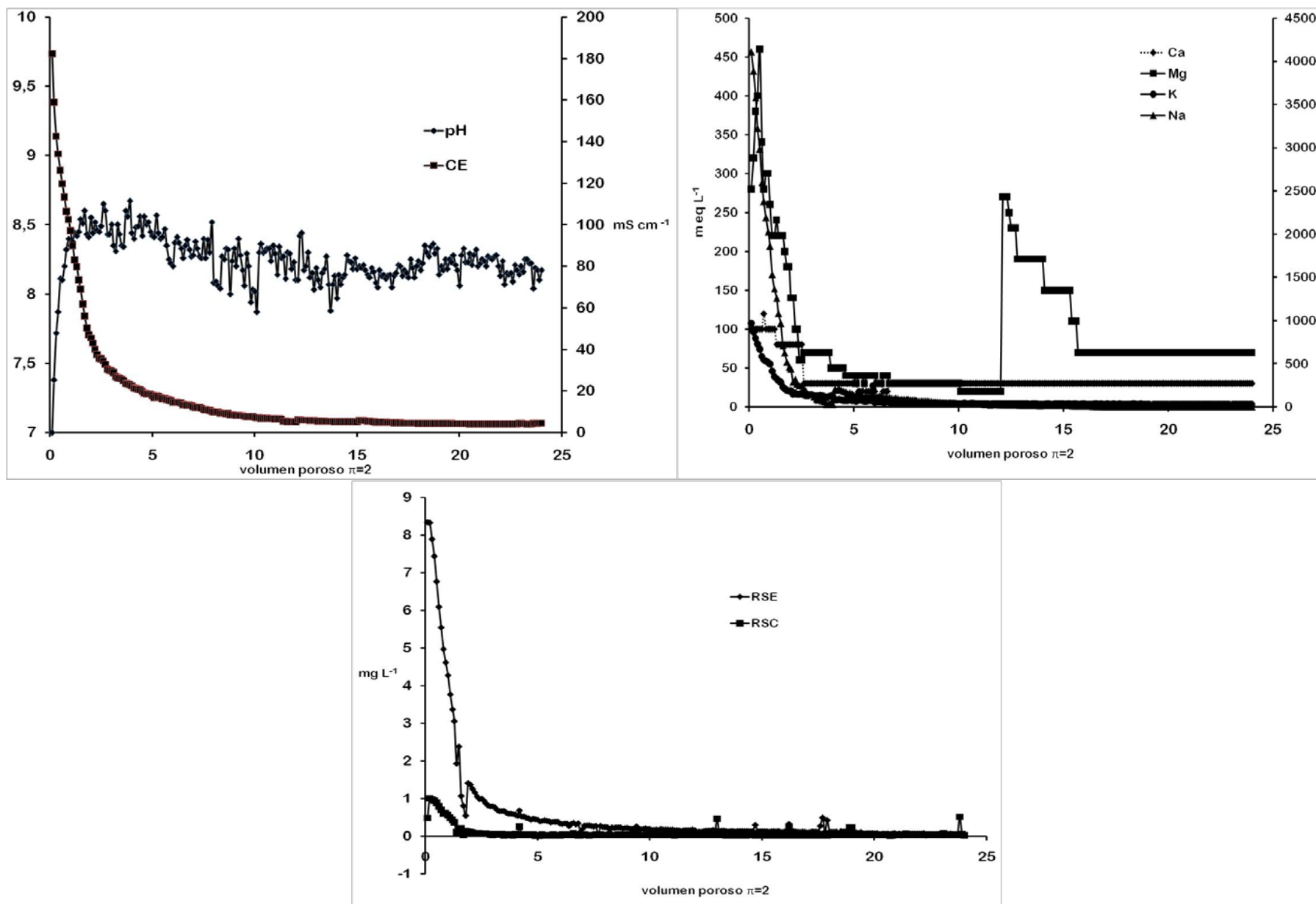


Figura. 15. Efluentes de la columna B, tratamiento con yeso al 90% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (24 litros)

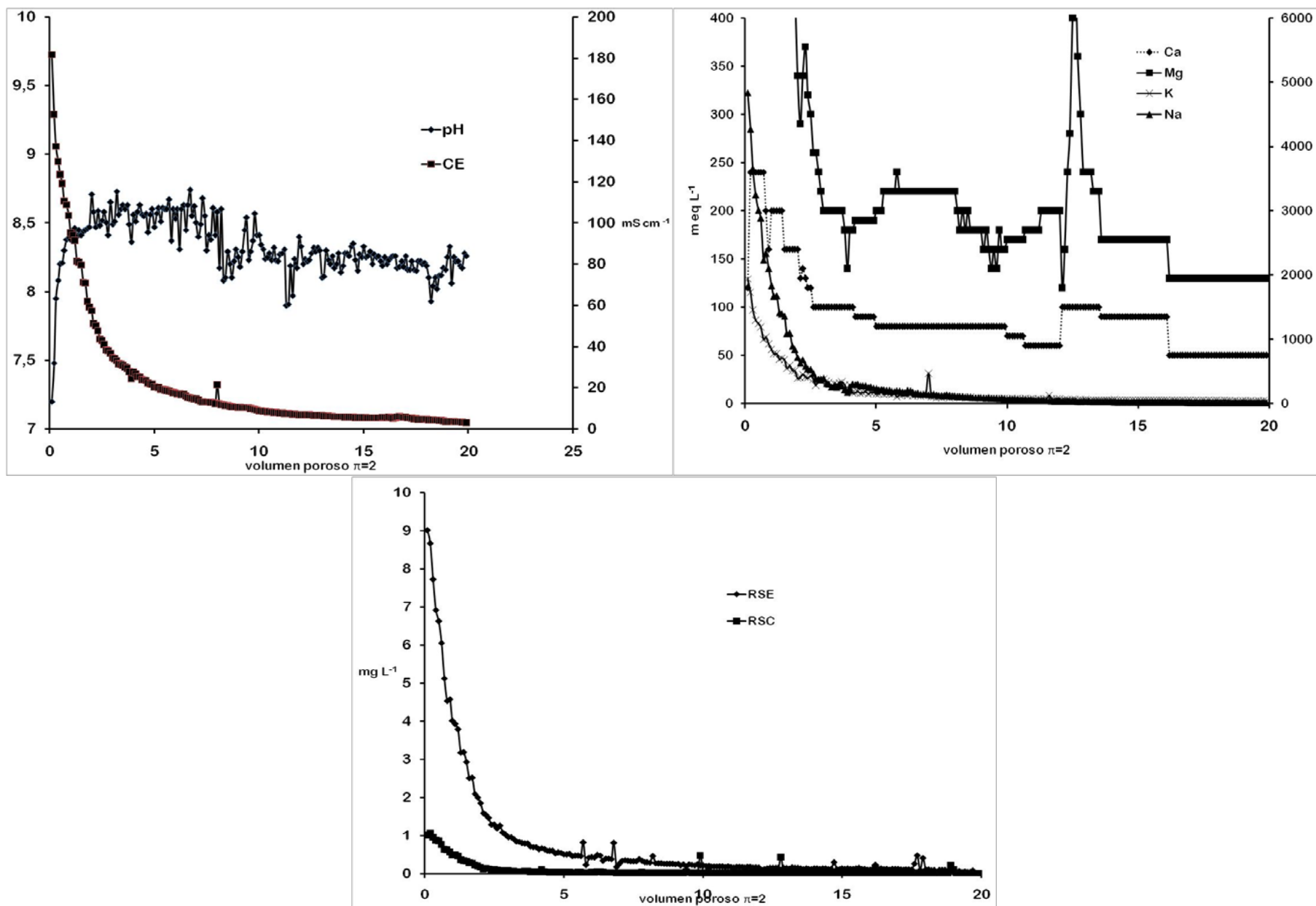


Figura. 16. Efluentes de la columna E, tratamiento con yeso al 80% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (20 litros)

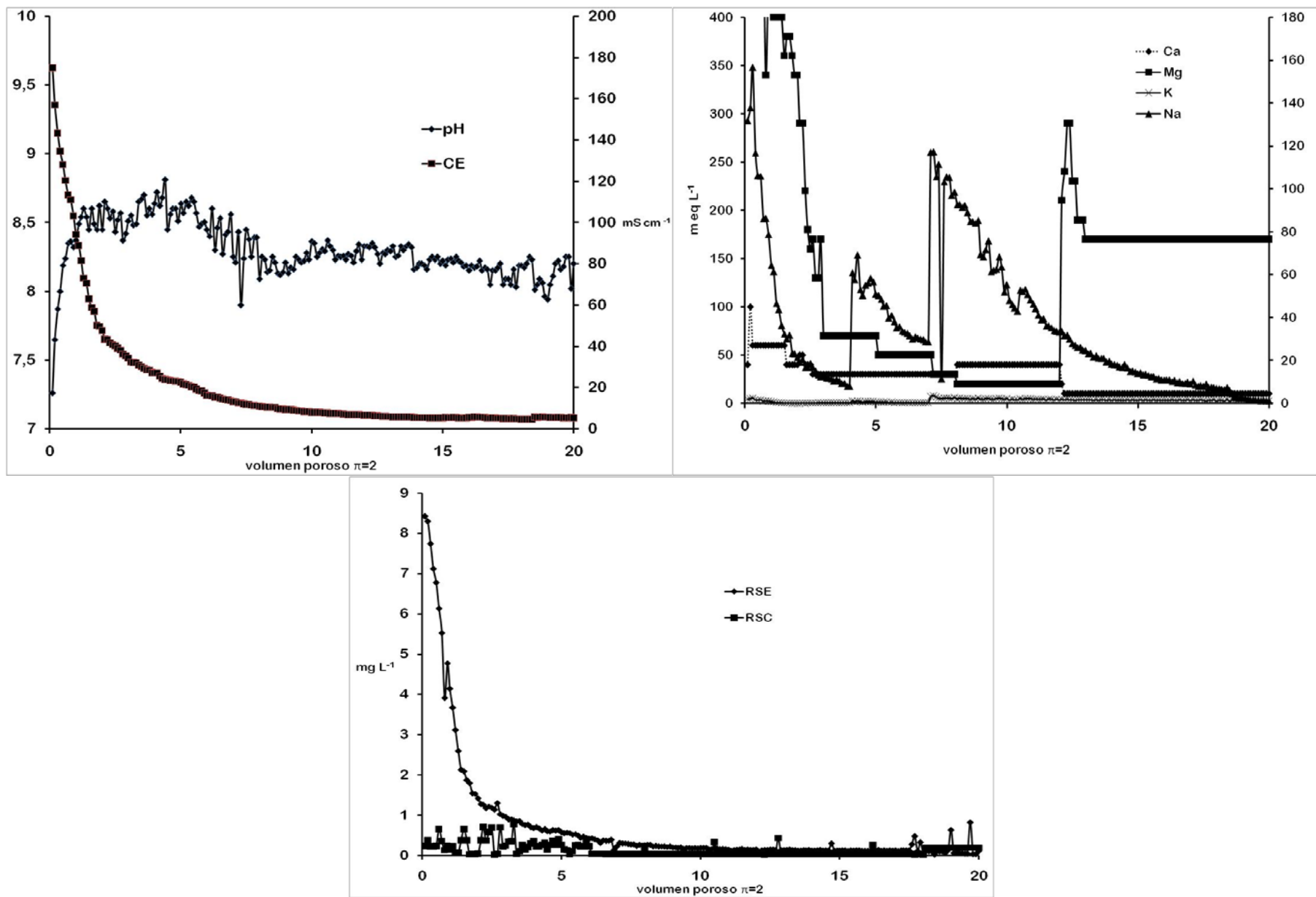


Figura. 17. Efluentes de la columna F, tratamiento con yeso al 80% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (20 litros)

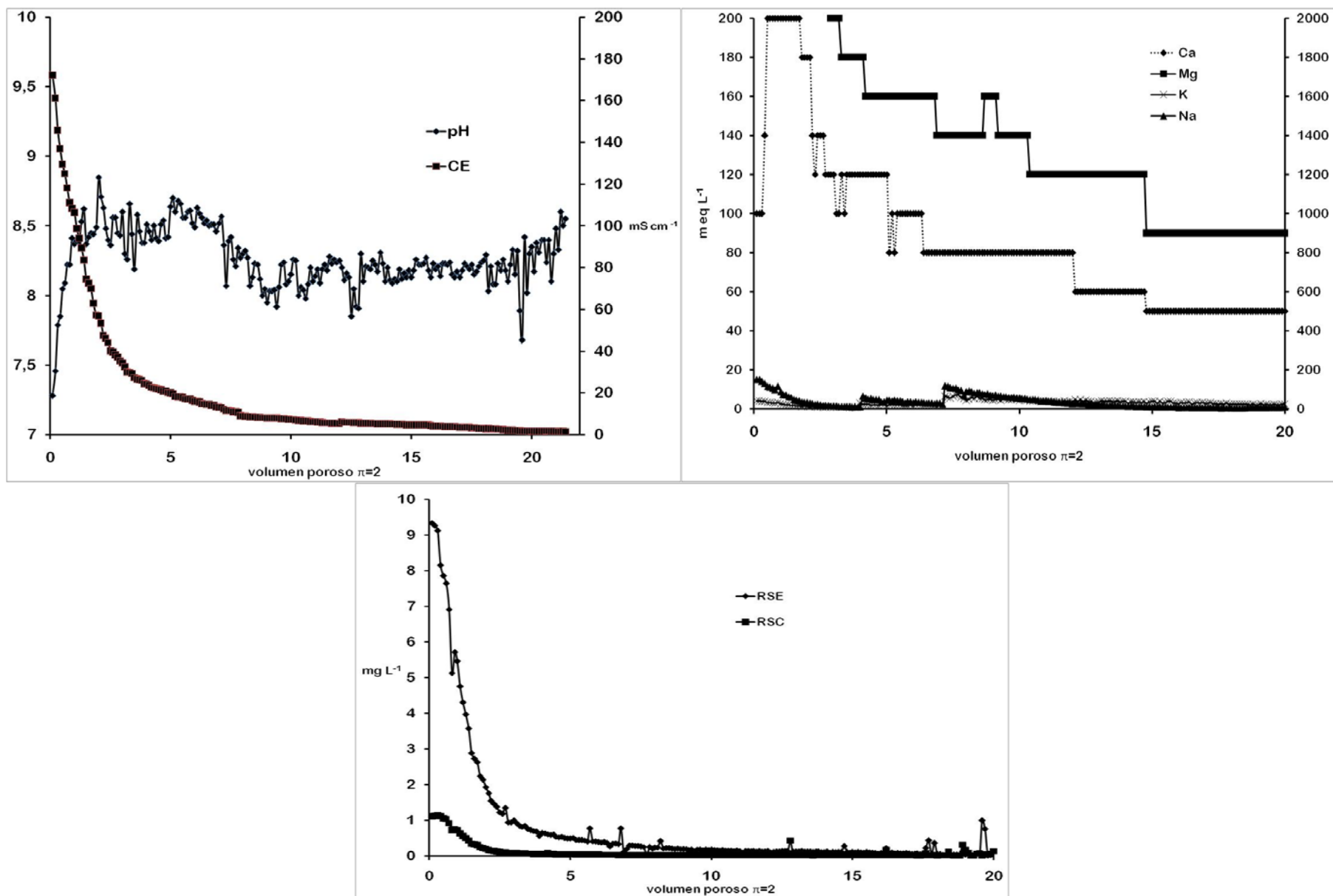


Figura. 18. Efluentes de la columna H, tratamiento con yeso al 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (21.4 litros)

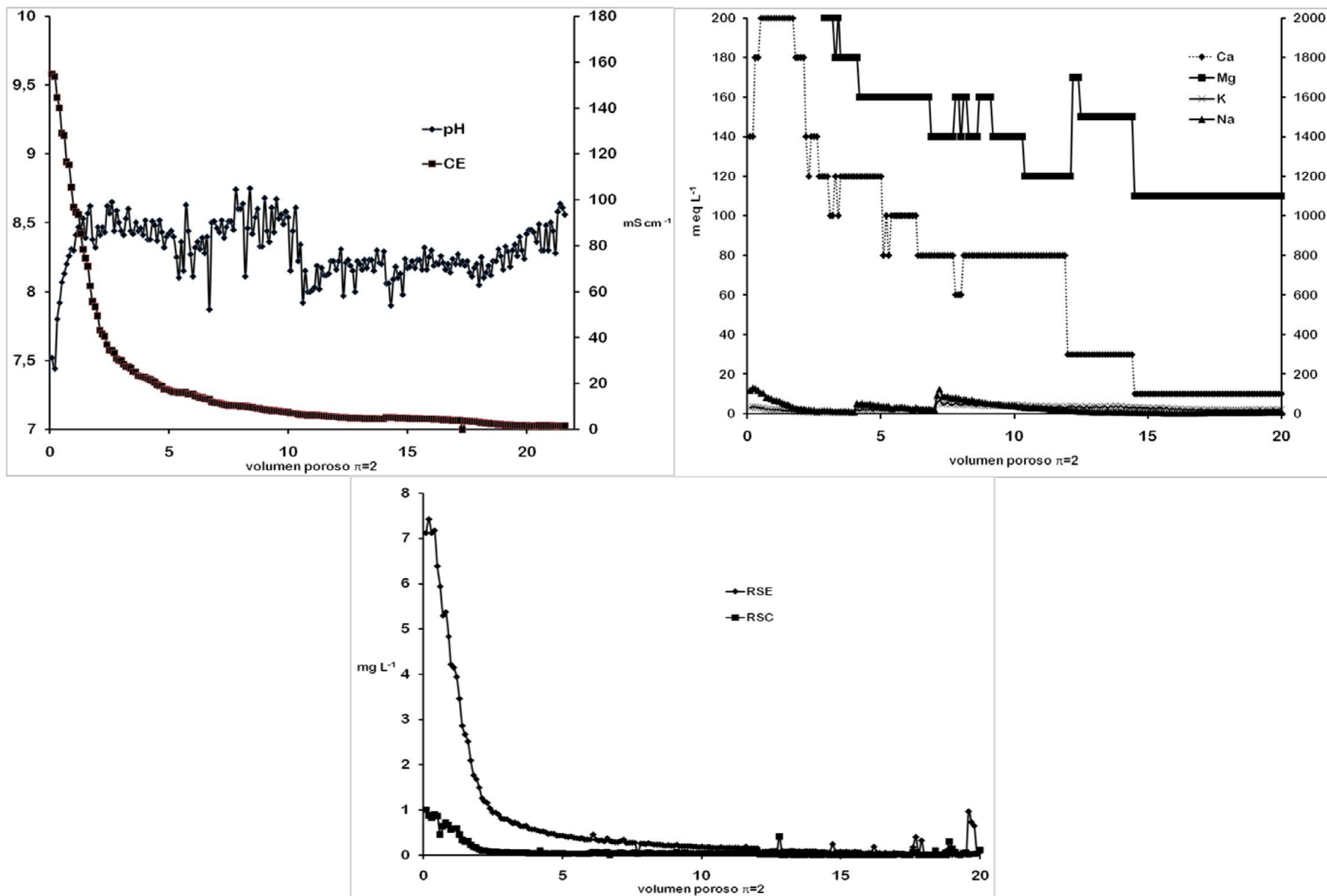


Figura. 19. Efluentes de la columna I, tratamiento con yeso al 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (20 litros)

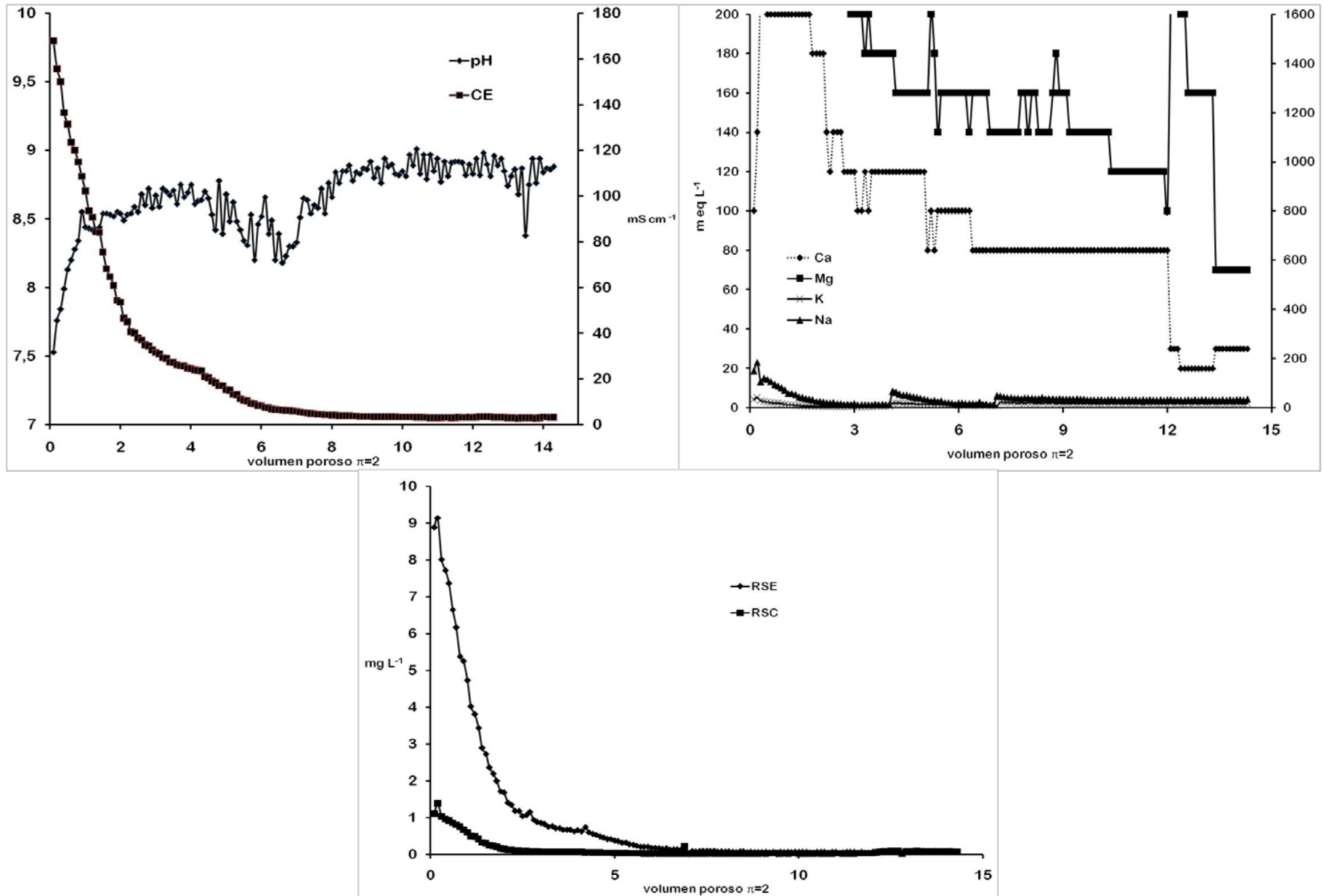


Figura. 20. Efluentes de la columna J, tratamiento con yeso al 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (14.3 litros)

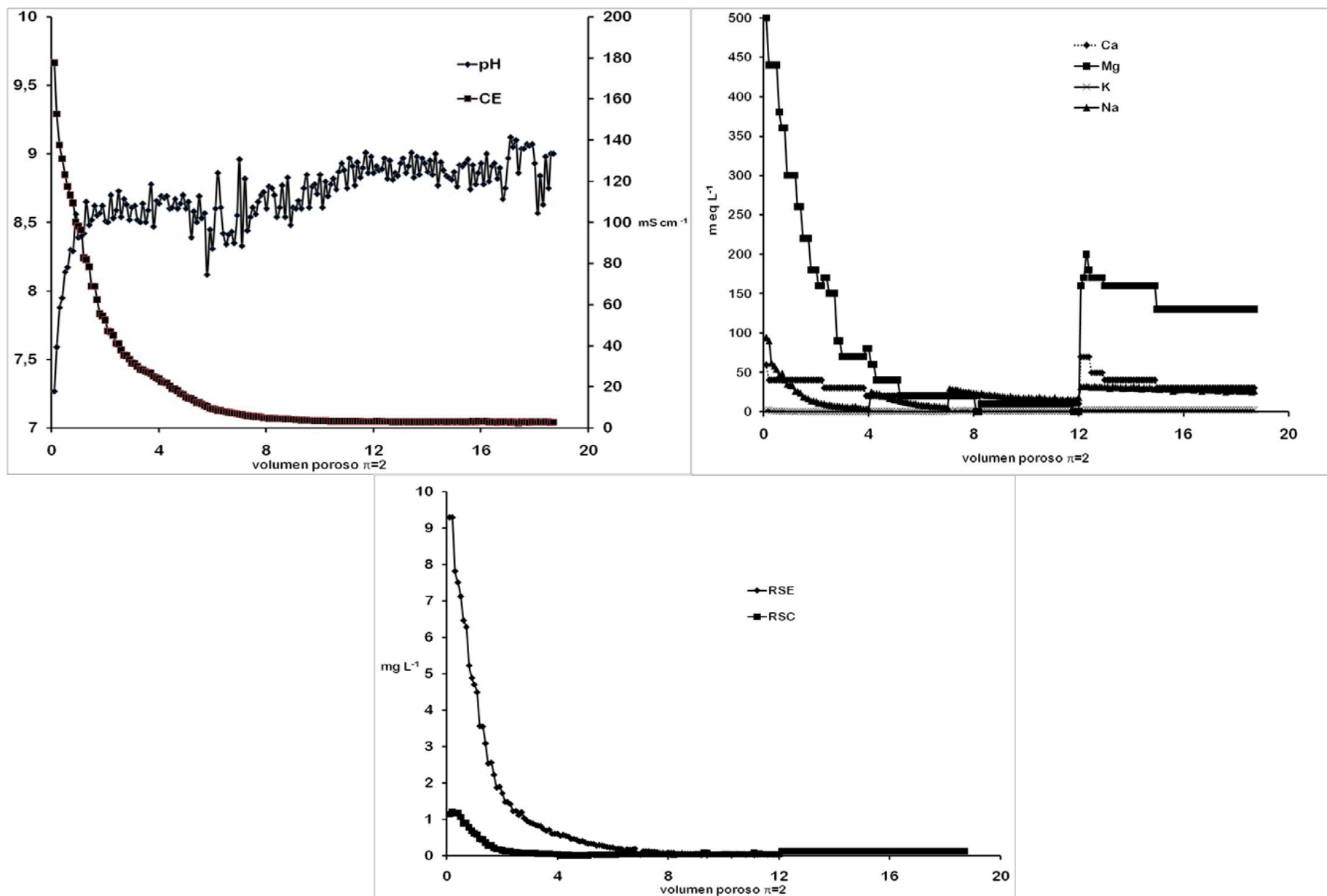


Figura. 21. Efluentes de la columna L, tratamiento con yeso al 70% y lavado con agua de riego correspondiente a $\pi=2$ (18.7 litros)

Con base en los datos obtenidos, se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, y al cumplir los supuestos de normalidad, se realizó el análisis de varianza. De acuerdo al análisis de intersección, se aprecia que la relación de lavado volúmenes porosos ($Q_a/Q_p=0, 1$ y 2), tienen cierta influencia (0.618) en el quimismo del Sulfato de calcio (yeso). También se observó que la concentración de Potasio varía significativamente (0.0550) respecto al volumen de agua percolada (0,12 y 24). Asimismo, la concentración de yeso varía de forma significativa los valores de conductividad eléctrica (CE) y residuo seco evaporado (RSE) (0.0857 y 0.750) respectivamente.

De acuerdo con las pruebas posthoc DHS Tukey, Duncan, y Student-Newman-Keuluss se observó que existen diferencias significativas en la eficiencia de desplazamiento de iones en todos los tratamientos. Solo la prueba de Duncan establece que el sodio intercambiable es diferente en cada uno de los volúmenes porosos. En el caso del RSE, la prueba de Duncan mostró que el sub tratamiento de agua $Q_a/Q_p=1$ y 2 tienen comportamiento similar. Como se observa en el cuadro 12, los cambios en las concentraciones para cada uno de los iones, el total de sólidos disueltos y sales totales, expresado en el RSE y RSC, mostró que los tratamientos de yeso (90%, 80%, 70% y 60%) influyen de forma significativa las concentraciones de iones cuando se administra un volumen poroso de lavado cercano o igual a 2. En este caso, la diferencia en la concentración de iones y los residuos, mostró diferencias significativas para los tratamientos de yeso al 90% y 80% excepto para el ion sodio el cual no mostró dicha tendencia. Con respecto al resto de los tratamientos, se observó que solo el comportamiento del magnesio difiere del resto de los iones ya que no existe diferencia significativa entre los tratamientos de 70% y 60% con relación al comportamiento químico del sodio, calcio y potasio; y del RSE y RSC.

Cuando se observan las figuras 10 a la 21, se puede notar que las curvas de lixiviación muestran varios puntos de inflexión los cuáles suben y bajan. Estos puntos distantes, muestran los momentos en que cada ion es desalojado en el efluente de este modo están relacionados con la solubilidad de cada sal.

Cuadro 12. a) Diferencias significativas en la concentración de iones, RSE y RSC entre tratamientos de yeso cuando se tiene volumen poroso de $Qa/Q\pi=2$, con un intervalo de confianza de $\alpha=0.05$. b) Diferencias significativas en la concentración de iones, RSE y RSC entre tratamientos de yeso cuando se tiene volumen poroso $Qa/Q\pi=1$ y 2, con un intervalo de confianza de $\alpha=0.05$.

a)		b)					
TRATAMIENTOS	Yeso				TRATAMIENTOS	AGUA $Qa/Q\pi$	
AGUA $Qa/Q\pi=2$	T1	T2	T3	T4		T1	T2
Ca ²⁺	a	b	c	b	Ca ²⁺	a	b
Mg ²⁺	a	b	c	d	Mg ²⁺	a	b
Na ⁺	a	a	b	b	Na ⁺	a	a
K ⁺	a	b	ab	c	K ⁺	a	b
RSE	a	b	ab	ab	RSE	a	b
RSC	a	b	a	b	RSC	a	b

De forma general se observó que conforme avanza el curso de lavado la concentración de iones en el efluente disminuye, por ejemplo: para el tratamiento de yeso al 90% con un volumen poroso de 1 (12L), columna C, los valores de CE van de 176.5 a 6.53 mS cm⁻¹, lo que representa una reducción de 100 unidades; en sodio, los valores van de 4352.5 a 23.6 meq L⁻¹, potasio de 116.75 a 3.54 meq L⁻¹, 120 y 280 a 20 y 30 meq L⁻¹, de calcio y magnesio respectivamente, de igual forma los valores de RSE y RSC van de 9,707.5 y 1,614.7 a 156.6 y 240.9 g L⁻¹.

Para los tratamientos de yeso al 80% (columna D) volumen poroso de 1 (12L), los valores de CE van de 155.6 a 6.32 mS cm⁻¹; para sodio, los valores van de 3,390 a 26.9 meq L⁻¹, potasio de 87 a 4.01 meq L⁻¹, 80 y 280 a 20 y 40 meq L⁻¹, de calcio y magnesio respectivamente. Así mismo, los valores de RSE y RSC van de 7,565.4 y 1,280.3 a 152.9 y 240.9 g L⁻¹.

Los valores de los lixiviados con el tratamiento yeso al 70% (columna G) presentan los siguiente valores; CE van de 160 a 6.32 mS cm⁻¹; para sodio, los valores van de 124.4 a 35.3 meq L⁻¹, potasio de 3.05 a 3.96 meq L⁻¹, 220 y 1,080 a 80 y 140 meq L⁻¹, de calcio y magnesio respectivamente; de igual forma los valores de RSE y RSC van de 5,949 y 694.1 a 720.3 y 210.2 g L⁻¹.

Finalmente, Los valores de los lixiviados con el tratamiento yeso al 60% (columna K) presentan los siguiente valores; CE van de 167 a 2.92 mS cm⁻¹; para sodio, los valores van de 122.9 a 14.0 meq L⁻¹, potasio de 3.19 a 0.58 meq L⁻¹,30 y 330 a 10 y 0 meq L⁻¹, de calcio y magnesio respectivamente. Así mismo, los valores de RSE y RSC van de 9,466.2 y 1,547.1 a 446 y 300.2 g L⁻¹.

Como se puede observar, la diferencia en los valores de la lixiviación es más conspicua cuando se administró mayor cantidad de yeso (90% y 80%), esto podría ser atribuible a mayor cantidad de sodio desplazado durante el lavado, dicho comportamiento es visible en las figuras 10, 11,12 y 13.Del mismo modo las figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 muestran el comportamiento que siguen los parámetros con el curso de la lixiviación después del lavado con un volumen poroso cercano o igual a 2, que queda de la siguiente forma:

Cuadro 13. Valores de cationes, CE, RSE y RSC al iniciar la lixiviación (Qa/Qπ=0.1) tratados con un volumen poroso cercano o igual a 2.

COLUMNA	CE	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	RSE	RSC
	mS cm ⁻¹	meq L ⁻¹				g L ⁻¹	g L ⁻¹
A	183.8	4,524	126.9	100	240	8,590.7	1,489.4
B	182.4	4,104	107.7	100	280	8,334.7	3,475.4
E	181.6	4,836	129	120	1,380	9,009.3	1,008.9
F	174.9	131.7	4.34	40	1,460	8,424.1	236
H	172.2	149.3	4.04	100	740	9,338.3	1,104.4
I	154.7	116.9	3.2	140	780	7,111.3	999
J	167.8	149.4	4.34	100	740	8,878	1,102
L	177.6	94.1	2.19	60	500	9,285	1,112

Cuadro 14. Valores de cationes, CE, RSE y RSC durante la lixiviación ($Qa/Q\pi=24$) tratados con un volumen poroso cercano o igual a 2.

COLUMNA	CE	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	RSE	RSC
	mS cm ⁻¹	meq L ⁻¹				g L ⁻¹	g L ⁻¹
A	4.29	5.5	3.25	30	20	0.048	0.018
B	4.5	0.0	2.68	30	70	0.053	0.021
E	3.06	7.3	2.6	50	130	0.015	0.014
F	5.22	1.15	2.37	10	170	0.104	0.1900
H	1.47	6.8	1.57	50	90	0.0015	0.0949
I	1.55	7.1	1.23	10	110	0.032	0.0012
J	3.12	34.1	2.22	30	70	0.077	0.067
L	2.9	26.7	2.16	30	130	0.1848	0.1813

3.3.2. Cambios químicos de las columnas posterior al estado de saturación del suelo ($Qa/Q\pi=0$) y post lavado, con diferentes tratamientos de yeso y volúmenes porosos ($Qa/Q\pi=1$ y 2)

La distribución vertical de iones en el suelo en el extracto de saturación para cada una de las columnas se presenta en las figuras 20, 21 y 22. Dichas concentraciones fueron cuantificadas cada cinco centímetros de profundidad.

Los datos numéricos están disponibles de forma separada en el Anexo 1.

De todos los parámetros estudiados en este trabajo, el pH, es posiblemente el que experimenta menor variación. En todos los tratamientos de Sulfato de calcio (yeso) y con un estado de hidratación de saturación, mostró una variación poco conspicua, excepto el blanco, donde los valores más altos alcanzaron un umbral por encima de las 9 unidades (9.56) a una profundidad de 45 cm. En cuanto a la CE, se observó que los valores mayores se ubican a 50 cm de

profundidad, lo cual podría deberse a la lixiviación de sales de capas superiores y acumulación en la parte baja de la columna. Por un lado, la distribución vertical de cationes monovalentes (sodio y potasio) tiende a acumularse hacia los 50 cm de la columna, mientras que los cationes divalentes como calcio y magnesio, mantienen su concentración vertical de forma homogénea.

Cuando se percola agua suficiente como es el caso de un volumen poroso de 1, la distribución vertical de las concentraciones es similar a cuando la columna se lleva a saturación. Se observó que cada tratamiento de yeso al cual se agregó una lámina de lavado equivalente a un volumen poroso de 1, provocó la lixiviación de sales de las capas superficiales hacia las capas bajas de las columnas, esto se refleja en los cambios de la dinámica del pH cuyos valores aumentan con la profundidad, por un lado, el mismo fenómeno se observa con los valores de CE y la concentración de sodio y potasio los cuales tienden a acumularse paulatinamente hacia los 50 cm de profundidad de la columna; por otro lado, los cationes divalentes como calcio y magnesio mantienen su concentración vertical de forma casi homogénea, posiblemente dado su coeficiente de actividad el cual se encuentra íntimamente relacionado a su solubilidad.

Datos obtenidos de cada columna sometida a un volumen poroso de 2 mostró, que la concentración de iones, CE, RSE y RSC disminuye considerablemente respecto a las concentraciones evaluadas al administrar un volumen poroso de 1 y mantienen el mismo patrón de acumulación hacia la parte baja de la columna (50 cm de profundidad). Por ejemplo; en la columna C que representa el tratamiento de yeso al 90%, los valores de pH van de 8 a 8.3 hacia los 50 cm de profundidad, la CE de 9.78 a 5.39, sodio de 8.4 a 15.1, potasio de 4.8 a 3.59; y los demás tratamientos siguen una tendencia similar. Considerando esta variación en la concentración, de forma análoga la columna A cuyo tratamiento corresponde a yeso al 90%, después de la percolación de un volumen poroso de 2, equivalente a 24 L de agua, presenta los siguientes datos: el pH varía de 7.9 a 8.2; CE de 1.54 a 2.23; sodio de 0.059 a 0.318; potasio de 0.079 a 0.100; calcio de 0.084 a 0.168 y magnesio de 19,179 a 2,010 meq 100 g⁻¹ de suelo; el RSE y RSC van de 0.02 y 0.01 a 0.10 y 0.03 g L⁻¹ respectivamente. Estos datos demuestran que la interacción entre el volumen poroso ya sea de 1 o 2, influencia de manera significativa los parámetros medidos como muestran los análisis de correlación (cuadro 15, 16, 17, 18 Y 19).

En el cuadro 15 se observan los valores de correlación de Pearson entre las variables estudiadas (Qa/Q π , CE, pH, cationes, RSE y RSC) para el conjunto de tratamientos de yeso cuando se tiene un Qa/Q π =2, ello mostró que todas las variables disminuyen su concentración conforme aumenta el volumen poroso de lavado, excepto para los iones Ca²⁺ y Mg²⁺, cuyas concentraciones no se ven alteradas por el volumen de lavado.

Los cuadros 16, 17, 18 y 19 muestran a través del índice de correlación de Pearson, que las concentraciones de las variables antes señaladas pueden fluctuar, de acuerdo con el volumen de lavado y concentración de yeso aplicado al cual estén sometidas. Cuando se tiene un Qa/Q π =1 y un tratamiento de yeso al 90%, el agua incide sobre las concentraciones de los iones monovalentes (Na⁺, K⁺) y divalentes (Ca²⁺, Mg²⁺) aunque de forma positiva para estos últimos, mientras que la correlación con el sodio es significativa de forma negativa, esto es, el agua del lavado se encuentra íntimamente relacionado con la disminución de la concentración de sodio; respecto a su efecto sobre el potasio, esta no es muy clara, ya que si bien presenta una disminución de su concentración, esta no es significativa. A simple vista, el análisis de cada cuadro de correlaciones mostró que tentativamente, el comportamiento de la lixiviación de iones y concentración de CE, RSE y RSC es similar en los tratamientos de yeso 90% y 70%, mientras que la variación de la concentración iónica, CE, RSE y RSC es análoga entre los tratamientos de yeso 80% y 60%.

Cuadro 15. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene Qa/Q π =2. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa †.

	AGUA	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	RSE
pH	0.0078 0.7157							
CE	-0.1720* 0.0000	-0.0026 0.9033						
Ca	-0.2279* 0.0000	-0.0041 0.8477	0.2304** 0.0000					
Mg	-0.0406 0.0587	0.1969** 0.0008	0.8858† 0.0000	0.6004† 0.0000				
Na	-0.1997* 0.0000	-0.0017 0.9385	0.4026** 0.0000	0.1376** 0.0000	0.1991** 0.0000			
K	-0.0248 0.2475	-0.0010 0.9638	0.0109 0.6108	-0.0183 0.3952	-0.0097 0.6518	0.0404 0.0599		
RSE	-0.1766* 0.0000	-0.0027 0.9009	0.5125** 0.0000	0.3420 0.0000	0.5719† 0.0000	0.5087** 0.0000	0.0123 0.5679	
RSC	0.0265 0.5347	0.0928 0.0295	0.5269† 0.0000	0.2714** 0.0000	0.5109† 0.0000	-0.0027 0.9488	-0.2148* 0.0000	0.5317† 0.0000

Cuadro 16. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Q_a/Q_\pi=1$ y yeso 90%. Correlación negativa significativa, * correlación positiva significativa, correlación positiva altamente significativa †.**

	AGUA	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	RSE
pH	-0.4765* 0.0000							
CE	-0.1480* 0.0002	0.1237 0.0016						
Ca	0.3024** 0.0000	-0.1495 0.0000	0.1285 0.0010					
Mg	0.2135** 0.0000	0.0905 0.0211	0.2174** 0.0000	0.1600** 0.0000				
Na	-0.2859** 0.0000	0.2582** 0.0000	0.4602** 0.0000	0.3309** 0.0000	0.5161† 0.0000			
K	-0.0533 0.1749	0.0220 0.5750	0.0095 0.8085	-0.032 0.4075	-0.0009 0.9813	0.0238 0.5452		
RSE	-0.2439* 0.0000	0.2366** 0.0000	0.3909** 0.0000	0.3437** 0.0000	0.4669** 0.0000	0.8371† 0.0000	0.0161 0.6827	
RSC	-0.0103 0.0000	-0.0010 0.0000	0.2025** 0.9673	0.2566** 0.0000	0.2625** 0.9796	0.4613 0.0000	0.0016 0.9673	0.4226** 0.9796

Cuadro 17. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Q_a/Q_\pi=1$ y yeso 80%. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa †.

	AGUA	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	RSE
pH	-0.4745* 0.0000							
CE	-0.2011* 0.0000	0.2302** 0.0000						
Ca	0.1557* 0.0000	0.1463 0.0008	0.2143** 0.0000					
Mg	0.2050 0.0000	-0.0312 0.0008	0.3670** 0.0000	0.6173† 0.0000				
Na	-0.2139* 0.000	0.1414** 0.0000	0.4689** 0.0000	0.4101** 0.0000	0.5115† 0.0000			
K	-0.2263* 0.0000	0.1787** 0.0000	0.4255** 0.0000	0.4373** 0.0000	0.4749† 0.0000	0.9274† 0.0000		
RSE	-0.1851* 0.0000	0.1877** 0.0000	0.5724† 0.000	0.2829** 0.0000	0.5323† 0.0000	0.6815† 0.0000	0.6043† 0.0000	
RSC	-0.0193 0.6612	0.1009 0.0216	0.2312** 0.0000	0.0811 0.0651	0.2593** 0.0000	0.2789 0.0000	0.2002** 0.0000	0.2888** 0.0000

Cuadro 18. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Q_a/Q_\pi=1$ y yeso 70%. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa †.

	AGUA	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	RSE
pH	-0.2324* 0.0000							
CE	-0.3866* 0.0000	0.2765**						
Ca	-0.6875* 0.0000	0.2232**	0.7296† 0.0000					
Mg	-0.2783* 0.0000	0.1969**	0.8858† 0.0000	0.6004† 0.0000				
Na	-0.6498* 0.0000	0.1500**	0.2120**	0.3843**	0.2025**			
K	-0.3585* 0.0000	-0.1607*	-0.2562*	0.0329 0.4407	-0.1756* 0.0000	0.7517† 0.0000		
RSE	-0.1915* 0.0000	0.1338**	0.8065† 0.0000	0.5398† 0.0000	0.7738† 0.0000	0.1497** 0.0004	-0.1768* 0.0000	
RSC	0.0265 0.5347	0.0928 0.0295	0.5269† 0.0000	0.2714** 0.0000	0.5109† 0.0000	-0.0027 0.9488	-0.2148* 0.0000	0.5317† 0.0000

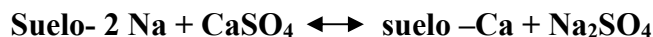
Cuadro 19. Análisis de correlación de Pearson. Correlación entre iones, pH, CE, RSE y RSC, cuando se tiene $Q_a/Q_\pi=1$ y yeso 60%. Correlación negativa significativa *, correlación positiva significativa **, correlación positiva altamente significativa †.

	AGUA	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	RSE
pH	0.2838** 0.0000							
CE	-0.0123* 0.8006	-0.3178* 0.0000						
Ca	-0.0691 0.1540	-0.1518* 0.0008	0.2387** 0.0000					
Mg	0.1175 0.0151	-0.1571* 0.0017	0.4559** 0.0000	0.7075† 0.0000				
Na	0.1788** 0.0002	0.1307 0.0068	0.0821 0.0903	0.3843† 0.0000	0.4996** 0.0000			
K	0.4270** 0.0000	0.3331** 0.0000	-0.1553* 0.0013	0.4977** 0.4407	0.2950** 0.0000	0.8358† 0.0000		
RSE	-0.0405* 0.4033	-0.3031* 0.0000	0.6369† 0.0000	0.2827** 0.0000	0.5540† 0.0005	0.1671 0.0005	-0.1347* 0.0053	
RSC	0.2619** 0.5347	-0.0209 0.6661	0.2950** 0.0000	0.0654 0.1771	0.2651** 0.0000	0.2050 0.0000	0.845 0.0813	0.4262** 0.0000

3.3 DISCUSIÓN

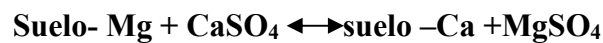
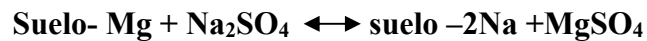
3.3.1 Cambios químicos de los efluentes post-lavado de sales con diferentes tratamientos de yeso.

Todos los tratamientos de yeso (90%, 80%, 70% y 60%) con un Q_a/Q_π de 1 y de 2, mostró que la dinámica de los iones para solubilizarse depende de factores como: radio iónico, radio de hidratación y carga (Pérez, 1994), conforme disminuye su radio iónico, el radio de hidratación aumenta y se reduce su capacidad de adsorberse en el suelo. En la figura 20 se observa el curso de lixiviación de los iones a través de la columna de suelo, el sodio es el catión con menor grado de retención en las micelas coloidales, seguido de potasio, magnesio y calcio, lo cual se explica por el orden que ocupan en la serie liotrópica. Existen dos factores a los que se les puede atribuir tal comportamiento: 1) el sodio es fácilmente desplazable a través de los espesores de la columna conforme aumenta el volumen poroso y 2) la formación de sulfato de sodio producto de su reacción con el sulfato de calcio.



Dicha reactividad se lleva a cabo cuando el sodio en el suelo se encuentra adsorbido en las micelas coloidales, el exceso de este, crea una fuerza de repulsión electrostática denominada doble capa difusa (DCD) que ocasiona que el suelo pierda su estructura a causa de la dispersión de los coloides orgánicos. De esta forma, al entrar en contacto el sodio adsorbido en las arcillas con el agua, parte de este se solubiliza y es desplazado hacia horizontes más profundos, cuando la solubilización se realiza en presencia de sulfato de calcio, ocurre un intercambio de iones, por lo que el enlace entre sulfato y sodio, aumenta la solubilidad de este último permitiendo altos valores del porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Como consecuencia de la hidrólisis, los cationes divalentes son desplazados por el agua y otras sales, sin embargo la diferencia de concentración y su coeficiente de actividad evitan que sean lixiviados como el sodio, por lo que quedan distribuidos a lo largo del perfil de suelo (Minashina y Gravrilova, 2006).

El magnesio es un catión que no varía significativamente durante la lixiviación, de acuerdo con el análisis de correlación, no es significativa la relación entre el volumen de lavado y el desplazamiento de magnesio, excepto cuando se tiene el tratamiento de yeso 90% y cuando se aplicó un volumen poroso de 1, tornando la relación agua-magnesio muy significativa. Esta variabilidad podría deberse a tres factores que son: el intercambio con sodio y calcio en las micelas coloidales de acuerdo con las reacciones siguientes:



La concentración de magnesio tiende a homogeneizarse en cada muestra del efluente debido a que su fuerza de adsorción es mayor respecto a la del sodio, por lo que no puede ser eliminado del suelo como ocurre con el sodio, por lo tanto, no hay variaciones significativas durante la lixiviación, además la formación de sales de MgCO_3 dificulta su solubilidad, (Pérez, 1994).

En cuanto al ion potasio, la fluctuación de sus valores obedece a que existe un intercambio por Ca^{2+} en los sitios de intercambio de las arcillas, esta sustitución aumenta la concentración de potasio en la solución del suelo, lo cual favorece su lixiviación, además de desalojar el potasio que está presente en la solución del suelo.



De esta forma, los valores del potasio disminuyen conforme aumenta el volumen poroso por el desplazamiento continuo y descendente en la columna de suelo (Pérez, 1994).

3.3.2 Concentración vertical post-lavado de sales con diferentes tratamientos de yeso.

Cuando se estudian fenómenos de lixiviación de sales en suelo ya sea mediante la técnica de monolitos (Montaño, 1982) o de columnas (Huez, 1985; López, 1994; Starr y Parlange, 1976; Starr y Parlange, 1979) la distribución de sales puede verse alterada por cuestiones significativas como el tamaño de la partícula de suelo, la difusión del líquido entre las

partículas de suelo y las condiciones de desequilibrio de las soluciones electrolitas (Glueckauf, 1955).

Otro factor que interviene en el flujo de fluidos, que es el descenso capilar a través de la columna de suelo y que puede verse alterado por las irregularidades del mismo o de los tubos de lavado (Van der Molen, 1956). Starr y Parlange (1976) en su estudio sobre la dispersión de solutos en suelos de columna saturados, analizaron la dispersión de partículas granulométricas en presencia de CaCl_2 y su efecto a diferentes concentraciones; encontraron que la concentración de los reactivos afecta la velocidad de desplazamiento, lo que implica que a mayor concentración de solutos, mayor es la velocidad de desplazamiento de los iones conforme con la ley de acción de masas. Al momento en que inicia el flujo del eluyente (agua) a través la columna de suelo, pueden existir zonas “muertas” o inactivas, en las que el agua capilar se encuentra ocluida con aire manteniendo sectores de agua inmovilizados, lo que se traduce en un fenómeno denominado “Flujo de pared”(Ortega, 1976). Aunque en su experimento un volumen poroso de 1 fue suficiente para saturar el total de suelo, calcularon que un volumen poroso de 2 es suficiente para desplazar los solutos en altas concentraciones.

Pérez (1994), observó experimentalmente que un volumen poroso de 0.6, era suficiente para desalojar las sales de la columna de suelo a una profundidad de 30 cm; predijo cuantitativamente que un volumen poroso igual a 1, es suficiente para que la columna de suelo estuviera recuperado en su totalidad. En el presente estudio se realizó dicho experimento llevando la lixiviación a un volumen poroso de 1 y hasta 2. Se encontró que el volumen poroso de 1 no es suficiente para recuperar el suelo (Pérez, 1994), dado que los valores de CE en los primeros 5 cm van de 7.8 a 8.25 mS cm^{-1} cuando se aplicaron los tratamientos de yeso, y aumentan sus valores con el aumento de la profundidad. Cuando concluye la percolación del segundo volumen poroso (24 L) es cuando la CE disminuye sus valores de 1.69 a 1.89 mS cm^{-1} y llega hasta valores de 1.34 a 3.95 mS cm^{-1} hacia los 50 cm de profundidad.

Cuando se analizaron las relaciones $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$ en las columnas de suelo cuando $Q_a/Q_\pi = 0$ (figura 22), se observó que la tendencia que sigue cada ion durante la lixiviación, sigue el orden de desplazamiento expresada en la serie liotrópica; esto es, sodio y potasio son lixiviados a

través de las capas de suelo y se acumulan en la parte baja del perfil aumentando sus concentraciones, y conforme el agua va saturando los agregados de suelo, el calcio y magnesio, tanto adsorbidos en la micelas coloidales como los adicionados en el mejorador son hidratados y en lugar de lixiviarse, únicamente se redistribuyen a lo largo de la columna (Pérez, 1994; López, 1988), lo que ocasiona que sus concentraciones no varíen de forma significativa.

Por el contrario, se observó que cuando se tiene un volumen poroso de 1, los tratamientos de yeso mantienen cierta tendencia, es decir, se comportan de forma similar aun cuando se trata de concentraciones de calcio distintas. En el caso particular del tratamiento de yeso 90% (figura 23), parece ser la concentración cuyo comportamiento químico responde mejor lo deseado. Existe una reducción importante del pH. La CE disminuye vertiginosamente hacia los 50 cm de profundidad. Se observó que parte de la concentración de calcio aumenta con la profundidad y disminuye abruptamente en los últimos centímetros de profundidad, lo que indica una reacción de floculación, por lo que se puede intuir, que el calcio está siendo adsorbido y que el sodio intercambiable se está lixiviado a partir de la reacción de intercambio catiónico.

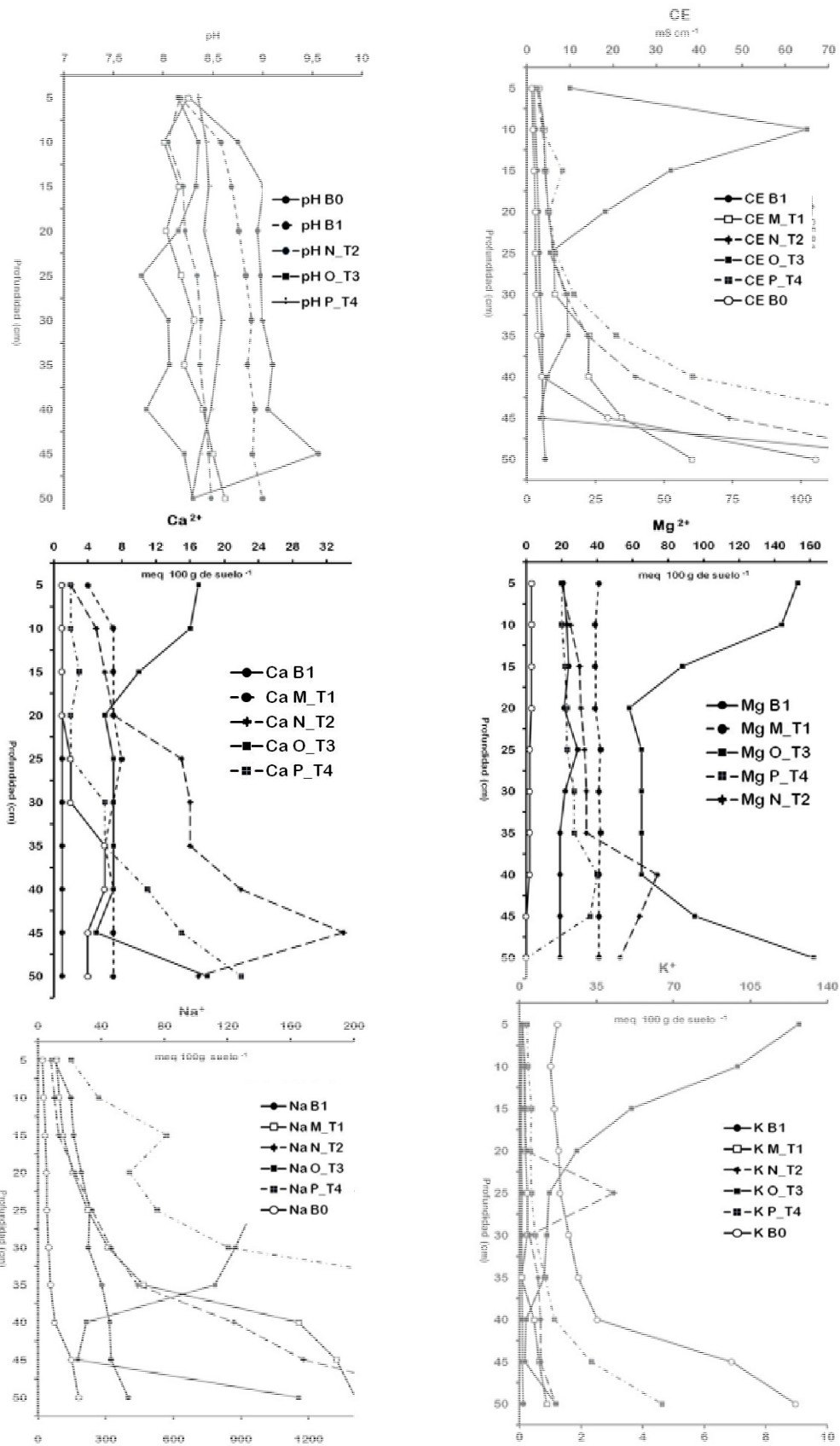


Figura 22. Perfil de cationes solubles en el extracto de saturación, por tratamiento de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, después de la aplicación de un volumen poroso $\frac{Qa}{Q\pi} = 0$

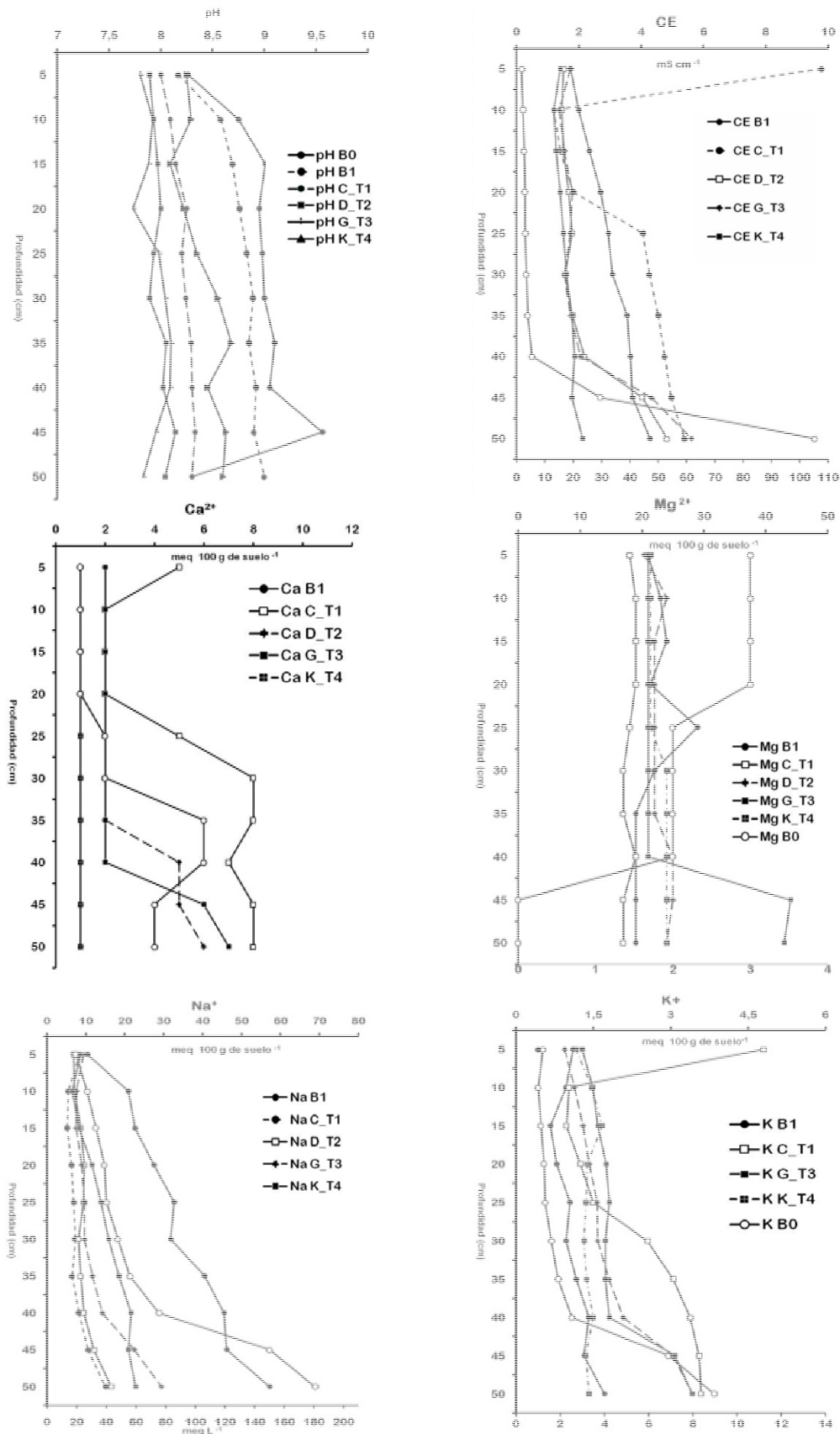


Figura 23. Perfil de cationes solubles en el extracto de saturación, por tratamiento de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, después de la aplicación de un volumen poroso $\frac{Qa}{Q\pi} = 1$

En las gráficas de la figura 24 se observa el curso de lixiviación que siguen los iones, mostrando que el tratamiento de yeso 90% resulta ser el más eficiente al momento de desplazar el sodio solubilizado, nótese que en las gráficas correspondientes a calcio y magnesio, los cuales fluctúan sus concentraciones a lo largo del perfil provocan reacciones múltiples de floculación. Este fenómeno pudo ser reconocido experimentalmente, ya que conforme avanzó el volumen de lavado, la turbidez del lixiviado recolectado disminuyó progresivamente. En comparación con el curso de lavado que siguió el Blanco 1 (B1) al cual no se le adicionó yeso pero se llevó a un Q_a/Q_π de 1, el tiempo de lixiviación para dicho tratamiento fue muy lento, esto es, la conductividad hidráulica se alteró significativamente por la carga iónica de las sales disueltas en la columna ya que la duración de lavado depende del comportamiento físico de las partículas de suelo (Khosla, Gupta y Abrol, 1979), al respecto, se observó experimentalmente que aquellas columnas cuyo tratamiento de yeso fue alto (90%) lixivieron más rápido, en comparación con aquellas de baja concentración (60%). La curva de desodificación tanto de la figura 21 como de la figura 22, muestran el contraste entre el desplazamiento de la concentración de sodio en el blanco (B1) y cada uno de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

Trabajos realizados por López (1988), reportan que la máxima cantidad de sales se lixivian en los primeros volúmenes activos de lavado, equivalentes de 25 a 50% de lavado constante; así mismo, Pérez (1994), reporta que con un volumen poroso de 0.6 es suficiente para desalinizar los primeros 30 cm de suelo en la columna, además, que la reacción de sustitución de sodio adsorbido por calcio es muy eficiente ya que con solo saturar el suelo, el calcio intercambiable varía del 5% a un 50% en la capa de 0 a 15. Sin embargo, en el presente trabajo se encontró que el proceso de desodificación de la columna aumenta su eficiencia cuando se aumenta la lámina de lavado o volumen poroso, ya que a mayor cantidad de agua, aumenta el grado de disolución de sales que son poco solubles a bajos volúmenes porosos, como lo muestran las gráficas de las figuras 10 a 19, estadísticamente significativas.

Ahora bien, la correlación de Pearson mostró que todos los tratamientos de yeso tuvieron mejor respuesta, cuando se acompañan de un volumen X de agua determinado expresado en los volúmenes porosos, de esta forma; uno de los testigos de la prueba (B1) evidenció en todas las gráficas, que la concentración sódica en la columna es menor y su distribución es más homogénea, en comparación con los tratamientos de yeso los cuales tienden a lixivarse y a acumularse en los últimos centímetros de la columna.

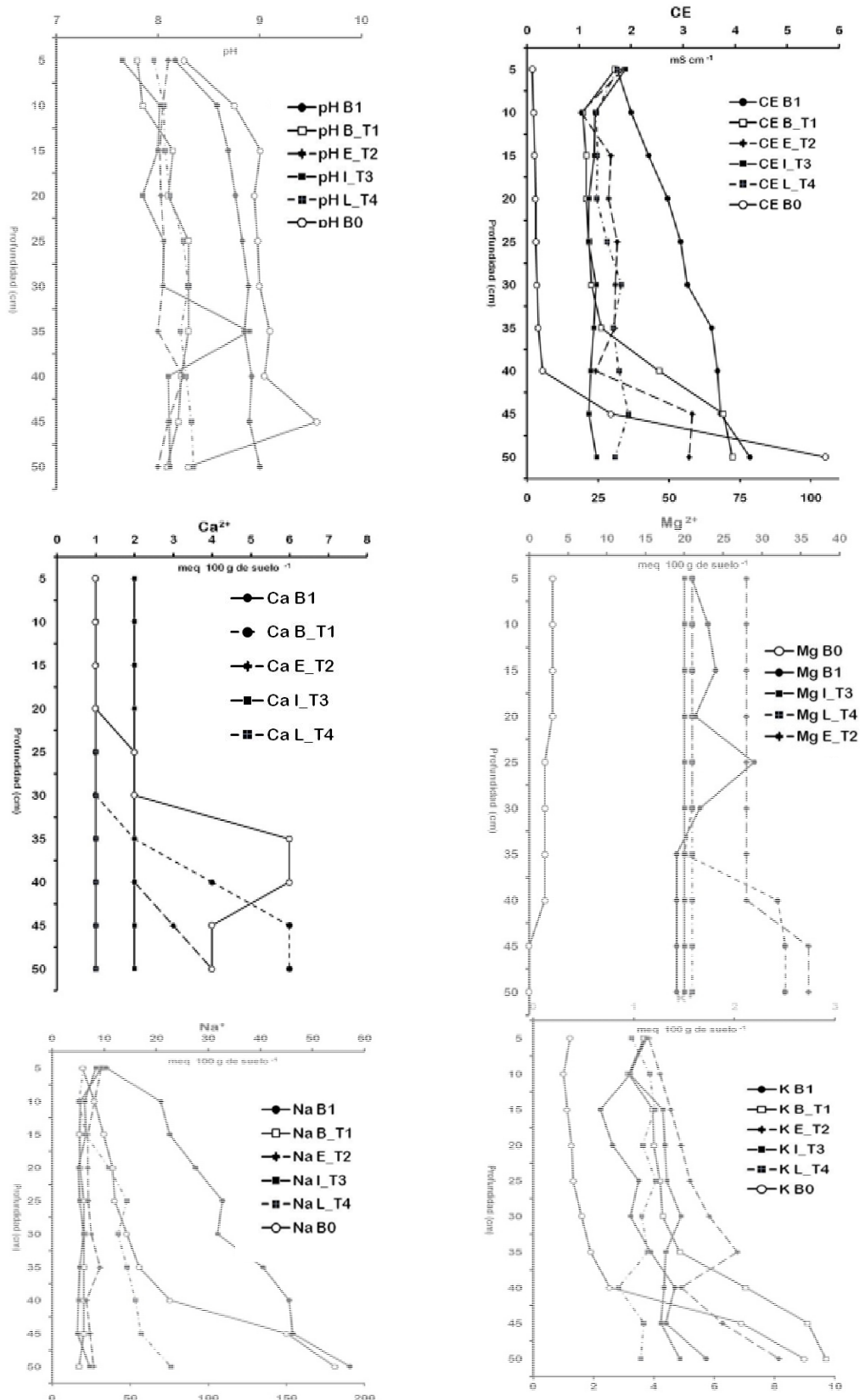
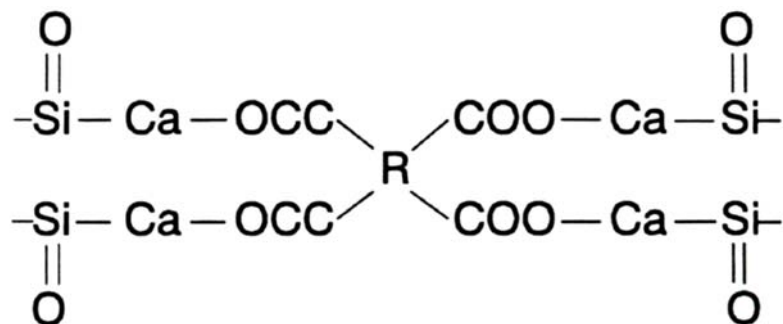


Figura 24. Perfil de cationes solubles en el extracto de saturación, por tratamiento de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, después de la aplicación de un volumen poroso $\frac{Qa}{Q\pi} = 2$

Dicho comportamiento podría ser atribuido a que cuando una solución de suelo es diluida por un factor X , en este caso el agua; la reducción del radio del catión $CoNa\sqrt{CoCa}/2$ podría incrementarse por un factor \sqrt{X} , esto implica que la desodificación podría acompañar a la desalinización, por lo que la relación favorable entre sodio y calcio durante el riego es inherente, la adición de calcio o el calcio presente en el suelo, podría solo ayudar a acelerar el proceso de desodificación (Khosla, Gupta y Abrol, 1979). Cabe destacar que lo anterior podría ser adecuado en suelos calcareos o en suelos salinos de tipo solonetz, sin embargo cuando se trata de solonchaks, el calcio se encuentra precipitado en forma de $CaCO_3$ por lo que es poco soluble, en tal caso, la adición de $CaSO_4$, disminuye el pH y favorece el intercambio catiónico formando Na_2SO_4 el cual es muy soluble.

3.4.3 Desplazamiento de coloides en la columna de suelo.

Otra de las funciones básicas del calcio en los suelos salinos con alto contenido de materia orgánica, es la floculación de las partículas de los coloides conforme a la siguiente reacción química:



Es común ver durante el proceso de desalinización que al solubilizarse el sodio intercambiable, este es acompañado de partículas coloidales, lo que provoca la pérdida de materia orgánica y defloculación de los componentes orgánico-minerales. El estudio realizado evidenció procesos de floculación durante el lavado, lo cual se observa en los perfiles salinos (figura 22, 23 y 24) en donde el sodio intercambiable fue desplazado por el calcio en las primeras capas de suelo y en menor proporción en capas más profundas; esto trae como consecuencia que la migración de

materia orgánica dispersa, ocluya el espacio poroso del suelo y altere de forma negativa la conductividad hidráulica, dificultando el lavado y desalojo de sales.

Velasco- Molina *et al* (1970) demostraron que la dispersión de los coloides del suelo, expresada como porcentaje de arcillas dispersas, aumenta con el incremento del RAS de la solución salina en equilibrio, además las arcillas montmorillonitas y las micas son más susceptibles a dispersarse con soluciones electrolíticas débiles. Del mismo modo, Pupisky y Shainberg (1979), estudiando la dispersión, evaluaron los cambios que experimenta la conductividad hidráulica y el porcentaje de arcillas en efluentes obtenidos de columna con diferentes PSI y volúmenes porosos. Encontraron que valores bajos de PSI (15 a 20) tienden a aumentar la dispersión de las arcillas, en comparación con aquellos tratamientos con PSI de 30 a 50, donde la matriz de suelo queda saturada en sus poros y crea un tamponamiento de los mismos. En este aspecto, el volumen poroso es un factor importante dado que determina el PSI desplazable en el suelo, así como el aumento o disminución de la conductividad hidráulica, por lo tanto, la dispersión de arcillas se da en mayor medida cuando los valores de PSI son bajos.

Un método indirecto para evaluar la cantidad de coloides desplazados es el residuo seco evaporado (RSE), el cual considera el total de sales extraídas más la materia orgánica asociada (coloides) de cualquier muestra; así mismo, el residuo seco calcinado (RSC) representa la cantidad de sales de cualquier muestra excluyendo la materia orgánica dado que esta se volatiliza durante el proceso de calcinación en mufla a 600° C. De esta forma se graficó el curso de lixiviación de sales indirectamente a partir del RSE y RSC como se observa en las figuras 10 a 19. Conforme aumenta la concentración de yeso en el suelo, el proceso de floculación aumenta y la dispersión disminuye, así mismo, una acción de prevención de la dispersión, es la incorporación de materia orgánica la cual disminuye la movilización de Ca en forma de carbonatos e incrementando la remoción de Na en el drenaje del suelo (Sekhon y Bajwa, 1993). (Gupta, Bhumbla y Abrol 1979; Gupta, Bhumbla y Abrol 1982), encontraron que el aumento de la alcalinidad o los valores de RAS aumentan la dispersión de las arcillas y por lo tanto las soluciones electrolíticas de Ca son efectivas para revertir dicho proceso, como se observó en el presente estudio

3.4. CONCLUSIONES

El análisis de varianza y la prueba de Duncan, mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados (T1, T2, T3 y T4).

El volumen de agua mínimo requerido para recuperar en su totalidad 50 cm de suelo del tipo solonchak cuya fracción mineral corresponde a arcillas montmorillonitas, con agua de riego proveniente del cerro de la estrella conforme a las características químicas analizadas es de 2 (24 L); así como la adición de 40.52 g de mejorador químico correspondiente a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ para lograr una eficiencia del 90% en el desplazamiento de sodio intercambiable.

El aumento del volumen poroso favorece la desodificación del suelo durante el lavado. La incorporación de Ca en forma de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ aumenta la conductividad hidráulica y disminuye el riesgo de tamponamiento cuando las sales se lixivian.

3.5. RECOMENDACIONES

El curso de lixiviación es un proceso sensible a variables ambientales, por lo que es recomendable realizar estudios similares bajo condiciones controladas.

Dadas las características del estudio realizado, se propone realizar estudios similares empleando reactivos más asequibles en el mercado a fin de encontrar un punto de análisis más objetivo, dado que los recursos con que cuentan las comunidades interesadas son limitados.

Estudiar los efectos que tiene la lixiviación de sales sobre los elementos esenciales, oligoelementos y microelementos, a fin de establecer criterios de recuperación, rehabilitación y restauración de suelos salino-sódicos.

CAPÍTULO IV. LITERATURA CITADA

- Aguirre J.M. de L.** 2005. Los suelos de las chinampas de Xochimilco, ¿antrópicos o naturales?. 1er. Coloquio franco-mexicano sobre Chinampas y “hortillonnages. Territorios intraurbanos frágiles entre tierra y agua. pag 34
- Armstrong A.S.B., Rycroft D.W., y Tanton T.W.** 1996. Seasonal movement of salts in naturally structured saline-sodic clay soils. *Agr.Wat. Manag.* 32: 15-27.
- Bradbury J.P.** 1970. Diatoms from the pleistocene sediments of Lake Texcoco, México. En Tricart J. 1985. Pro – Lagos. Los lagos del Eje Neovolcánico de México. *Ins. De. Geo., UNAM.* 21-66 pp.
- Bryan K.** 1948. Los suelos complejos y fósiles de la altiplanicie de México, en relación a los cambios climáticos. *Bol. Soc. Geol. México*, XII, 1-20 pp.
- Clark. F.W.** 1924. The data of Geochemistry .U.S. 5 ed. *Geol. Survey Bol.* 770.
- Comisión Nacional del Agua.** 2000. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México 82-107 pp.
- Diamantis V.I., y Voudrias E.A.,** 2008. Laboratory and pilot studies on reclamation of a salt-affected alluvial soil. *Environ Geol.* 54: 643-651
- Del Valle C. H.F.** 1983. Los procesos de acumulación de sales e intemperismo en cubetas lacustres, en una zona de transición del ex-lago de Texcoco. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Díaz-Rodríguez, J. A., Lozano-Santa Cruz, R., Dávila-Alcocer, V.M., Vallejo, E. y Girón, P.** 1998. “Physical, chemical, and mineralogical properties of Mexico City: a geotechnical perspective”, *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 35, No. 4, pp. 600-610
- Dutt G.R.** 1964. Effect of small amounts of gypsum in soils on the solutes in effluents. *Soil. Sci. Soc. Proc.* 28:754-757.
- Felhender R., I Shainberg y H. Frenkel.** 1974. Dispersion and hydraulic conductivity of soil in mixed solution. *Int. Congr. Soil Sci., Trans* 10 vol 1: 103-111.
- García C. N. P. S, Galicia N. Aguilera H y Reyes L. O.** 1994. Organic matter and humic substances contents in chinampas soils from Xochimilco- Tláhuac Areas (México). In 15 th World Congress of Soil Science. Acapulco. México Vol. 3. Symposium ID-12. 368-383 pp
- Gupta, R.K, Bhumbla D.K, y Abrol I.P.** 1979. Salt leaching and the effect of gypsum application in a saline soil. *Agricultural Water Management* 2 (3).193-202.
- Gupta, R.K, Bhumbla D.K, y Abrol I.P.** 1982. Efect of sodicity, pH, organic matter, and calcium carbonate on the dispersion behavior of soils. *Soil. Sci.* 137 (4).245-251.
- Glueckauf, E.** 1955. The theoretical plate concept in column separations. *Trans. Faraday Soc.* 51:34-44

Huez. L. M. 1985. Caracterización de algunas propiedades físico-químicas de los suelos y espesores subyacentes del predio "Montecillos". Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Centro de Hidrociencias. Chapingo, México.

INECOL. 2001. Programa rector de restauración ecológica del Área Natural Protegida zona sujeta a conservación ecológica Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. CORENA. 1098 pp.

INEGI. 2006. Anuario Estadístico del Distrito Federal, Marco Geoestadístico, 1999. (b) INEGI-DGG. Superficie de la República Mexicana por Estados.32-43 pp

Jiménez S. I. 2004. Evaluación de la concentración de metales pesados en suelo y hortalizas de la zona chinampera de Xochimilco, D.F. Tesis de licenciatura. FES Zaragoza. UNAM, México. p 85-112.

Khosla B.K., Gupta R.K., y Abrol I. P. 1979. Salt leaching and the effect of gypsum application in a saline-sodic soil. *Agr. Wat. Manag.* 2:193-202.

Lebron I. Suarez D.L., y Yoshida T. 2002. Gypsum effect on the aggregate size ad geometry of three sodic soils under reclamation.*Soil. Sci. Am. J.* 66:92-98.

Leffelar P.A., y Sharma R.P. 1977. Leaching of a highly saline-sodic soil. *Hydrol. J.* 32:203-218.

McNeal B.L. 1968. Prediction of the effect of mixed-salt solutions on soil hydraulic conductivity. *Soil. Sci. Amer. Proc.*, 32:190-193.

López A. J. G. 1988. El proceso de lavado de un suelo salino sulfático-clorhídrico del área de influencia del ingenio azucarero de Calipan, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

McNeal B.L., Layfield D.A., Norvell W.A., y Rhoades J.D. 1968. Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed-salt solutions. *Soil. Sci. Amer. Proc.*, 32:187-190.

McNeal B.L. 1968. Prediction of the effect of mixed-salt solutions on soil hydraulic conductivity. *Soil. Sci. Amer. Proc.*, 32:190-193.

Minashina N.G., y Gavrilova G.K. 2008. Halochemical Processes upon Washing of Calcareous Gypsiferous Solonchaks. *Eurasian Soil Sci.*, 41 (1) 29-38.

Mooser F. 1962. Bosquejo geológico del extreme sur de la Cuenca de México en Volcanes, rocas volcánicas, sedimentos lacustres y aluviales del Pleistoceno y Plioceno. Congreso Geológico Internacional. Excursión C-9. Volcanes sur de México y estado de Morelos. *Ins. Geol. UNAM.* 9-41 pp.

Mooser F. 1975. Historia geológica de la Cuenca de México. *Mem. Obr. Sis. Drenaje Profundo.* Depto. D.F., México.

Ortega E. H. M. 1983. Algunos aspectos teóricos de carácter geoquímico, fisicoquímico y químico involucrados en la génesis de los suelos de salinidad sódica. Chapingo. 3-18 pp.

Ortega E.H.M. 1976. Cambios físico-químicos de suelos del vaso del exlago de Texcoco, sujetos a lavado con diferentes soluciones. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco.

Ortega G.A., Cherry J. A., y Aravena R. 1997. Origin of pore water and salinity in the lacustrine aquitard overlying the regional aquifer of Mexico City. *Hydrol. J.* 197:47-69.

Ortega E.H., y Velázquez M.M. 2000. Caracterización de los suelos y aguas de la zona de chinampas de Xochimilco, D.F.

Pérez. H. L. F. 1994 Mejoramiento físico-químico de un suelo salino-sódico de la región de Mixquic, Distrito Federal; utilizando yeso puro y agua tratada de la zona, lavando a diferentes volúmenes porosos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Pfeffer. P. y Kozhevnikov. K. 1967. Methods for determining the Exchange capacity of calcareous soils. *Soviet SoilScience.* 6. 818-823 pp.

Pizarro F. 1985. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editorial Agrícola Española. 2ª ed. España.

Polynov. B.B. 1956. New Trends in the Study of Weathering (Russian), Selected works. Academy of Science. U.S.S.R. Moscow.

Porta C. J., López –Acevedo R., y Roquero L. C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi Prensa. España.

Programa de manejo del Área Natural Protegida con carácter de zona de conservación ecológica “Ejidos de Xochimilco Y San Gregorio Atlapulco” .Gaceta Oficial del Distrito Federal. No. 5. 11 de enero de 2011.

Pupisky H., y Shainberg I. 1979. Salt effects on the hydraulic conductivity of a sand soil. *SoilSci. Soc. Am. J.* 43 (3)429-433

Ramos-Bello R., Cajuste J.L., Flores-R. D., y García C. N. E. 2001. Metales pesados, sales y sodio en suelos de chinampa en México. *Agrociencia.* 35: 385-395.

Ramos-Bello R., García C. N. E., Ortega E. H. M., y Krasilnikov, P. 2011. Artificial Chinampas Soils of Mexico City: their Properties and Salinization Hazards. *J.Spain. J. Soil. Sci.* 1 (1): 70-85.

Rojas R. T. 1983. La AgriculturaChinampera. Universidad Autónoma Chapingo, México. 229 pp.

Richards. L. A., Berstein. L., Fireman. M., Pearson. G. A., Wilcox. L. U., Bower. C. A., Hatcher. J. T. y Reeve. R. C. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Limusa. 6ª ed. México. 172 p

Ritter D. F., Craig K. R., y Miller J. R. 2002. *Process Geomorphology.* Waveland Press Inc. 4 edition.

Santoyo V.E., Ovando S.E., Mooser M. F., y León D.E. 2005. Síntesis Geotécnica de la Cuenca del Valle de México. FGC. Geotecnia. México. 5-35 pp.

Starr J.L., y Parlange. J.Y. 1976. Solute dispersión in saturated soil columns. *Soil.Sci.* 121:6. 364-372

Starr J. L., y Parlange. J.Y. 1979. Dispersion in soil columns: The snow plow effect. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 43:448-450

- Sekhon, B. S., y Bajwa, M. S.** 1993. Effect of organic matter and gypsum in controlling soil sodicity in rice-wheat-maize system irrigated with sodic waters. *Agr. Water. Manag.* 24:15-25
- Shainberg, I., J.D. Rhoades, y R. J. Prather.** 1980. Effect of low electrolyte concentration on clay dispersion and hydraulic conductivity of a sodic soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45. 273-277.
- Shainberg I. y Singer. M. J.** 1990. Soil response to saline and sodic conditions. En: K.K. Tanji, eds, *Agricultural Salinity Assessment and Management.* American Society of Civil Engineers, Nueva York, p 9 –112.
- Szabolcs I.** 1989. *Salt Affected Soils.* CRC Press. USA. 75-86 pp
- Tarbuck, E. J, y Lutgens, F.K.** 2005. *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología física.* Prentice Hall. 8ª ed.
- Tricart J.** 1985. Pro – Lagos. Los lagos del Eje Neovolcánico de México. *Ins. De. Geo., UNAM.* 21-66 pp.
- Van der Molen, W. H.** 1956. Desalinization of saline soils as a column process. *Soil. Sci.* 81(1): 19-28 pp
- Velasco-Molina H. A., Swoboda A. R., y Godfrey C.L.** 1971. Dispersion of soils of different mineralogy in relation to sodium adsorption ratio and electrolytic concentration. *Soil Sci.* 111 (5). 282-287.
- Waisel Y.** 1972. *Biology of the halophytes.* Academic Press, Nueva York, 395 pp.

ANEXO 1

COLUMNA A

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)			meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺				
0,1	7,15	183,8	100	240	4524	126,9	4,990,9	8,590.7	0,4894	
0,2	7,4	159,5	160	140	4206	113,1	4,619.1	8,433.2	1,444	
0,3	7,64	144,4	80	220	3714	101,4	4,115.4	8,246.3	1,009	
0,4	7,86	136,4	80	420	3390	86,4	3,976.4	7,733.7	982.2	
0,5	8	128,7	80	380	3129	80,4	3,669.4	7,065.8	933.2	
0,6	8,07	121,5	60	440	2775	68,1	3,343.1	6,311.5	817.8	
0,7	8,17	115,8	60	440	2625	68,7	3,193.7	4,741.3	352.6	
0,8	8,25	111	60	400	2355	63	2,878.0	5,346.1	712.8	
0,9	8,37	106,5	50	470	2214	64,8	2,798.8	4,992.2	672.3	
1	8,38	99,5	40	280	2097	60,9	2,477,9	4,494.4	601.4	
1,1	8,56	91,3	40	260	1755	54	2,109.0	3,895.6	507.2	
1,2	8,43	86,9	40	220	1572	48,6	1,880.6	5,578.6	2,448.6	
1,3	8,46	80,6	40	180	1392	45,9	1,657.9	3,145.9	368.8	
1,4	8,47	78	40	160	1314	45,3	1559.3	2,890.8	470.0	
1,5	8,51	73,3	40	160	1209	42	1,451.0	2,622	326.7	
1,6	8,49	66,1	40	140	1005	36,3	1221,3	2,229.6	232.5	
1,7	8,36	59,8	40	140	897	33,3	1110,3	9,934.6	191.3	
1,8	8,44	57	40	140	822	28,2	1030,2	1,810.6	171.7	
1,9	8,54	54,3	40	160	795	32,1	1027,1	1,702.2	147.3	
2	8,42	49,7	40	140	738	29,7	947,7	1,520.0	120.7	
2,1	8,41	45,6	40	80	603	27,6	750,6	1,342.1	96.1	
2,2	8,44	43,1	40	80	579	25,5	724,5	1,257.1	93.3	
2,3	8,47	41,1	30	90	546	25,5	691,5	1,172.4	87.5	
2,4	8,41	40,9	30	90	525	25,8	670,8	1,162.1	87.7	
2,5	8,65	38,9	30	90	510	24	654.0	1,097.6	80.4	
2,6	8,49	35,8	30	90	444	23,4	587,4	971	68.0	
2,7	8,44	34,3	30	80	435	23,4	568,4	929	77.5	
2,8	8,55	33,5	30	70	417	23,1	540,1	900	85.2	
2,9	8,47	33,3	30	70	420	24,9	544,9	890	66.7	
3	8,44	31,6	30	70	390	22,8	512,8	859	65.7	
3,1	8,52	29,74	30	70	348	21,6	469,6	775.2	55.1	
3,2	8,32	28,9	30	70	342	21,6	463,6	747	53.6	
3,3	8,51	28,6	30	70	348	23,1	471,1	1,757.7	54.6	
3,4	8,45	28,5	30	70	339	21	460	739.8	58.1	
3,5	8,39	26,63	30	70	315	21	436	692.8	26.1	
3,6	8,42	25,7	30	70	279	20,1	399,1	653.8	550.7	
3,7	8,76	25,5	30	70	297	20,7	417,7	652.7	45.9	
3,8	8,42	25,5	30	70	285	20,1	405,1	649.3	59.2	
3,9	8,35	24,5	30	70	279	20,1	399,1	624.4	46.6	
4	8,58	23,8	30	70	255	17,7	372,7	592.2	112.5	

4,1	8,59	23,6	20	70	252	20,1	362,1	573.3	45.6
4,2	8,59	23,32	20	70	255	21	366	717.6	221.2
4,3	8,6	23,16	20	70	300	21,9	411,9	0,5716	0,0395
4,4	8,6	22,13	20	70	240	19,8	349,8	0,0971	0,5317
4,5	8,49	21,5	20	70	225	19,2	334,2	0,5318	0,0443
4,6	8,43	20,9	20	70	213	19,2	322,2	0,5186	0,035
4,7	8,55	20,75	20	70	222	20,1	332,1	0,5125	0,0338
4,8	8,43	20,18	20	70	225	20,7	335,7	0,5265	0,0364
4,9	8,67	19,45	20	70	195	18,9	303,9	0,4618	0,0303
5	8,48	19,3	20	70	192	19,2	301,2	0,4684	0,0337
5,1	8,47	19,22	20	70	201	20,4	311,4	0,4632	0,0307
5,2	8,37	18,78	20	70	195	20,7	305,7	0,4754	0,0524
5,3	8,37	18,2	20	60	186	19,5	285,5	0,4391	0,0327
5,4	8,43	17,71	20	60	183	19,8	282,8	0,4205	0,031
5,5	8,47	17,8	20	50	189	21	280	0,4276	0,0308
5,6	8,51	17,6	20	50	186	20,7	276,7	0,4324	0,0302
5,7	8,31	17,5	20	50	177	20,7	267,7	0,41	0,0311
5,8	8,25	16,73	20	50	165	19,2	254,2	0,3859	0,0266
5,9	8,4	16,51	20	50	156	18,3	244,3	0,3811	0,0322
6	8,47	16,39	20	50	162	20,4	252,4	0,389	0,03
6,1	8,48	16,35	20	50	159	20,1	249,1	0,4	0,0345
6,2	8,41	15,7	20	50	153	18,9	241,9	0,3785	0,0333
6,3	8,34	15	20	50	147	18	235	0,3617	0,0314
6,4	8,49	14,95	20	50	138	19,2	227,2	0,2786	0,0313
6,5	8,42	14,69	20	50	132	18,9	220,9	0,3554	0,0307
6,6	8,4	14,02	20	50	129	18,3	217,3	0,3337	0,0286
6,7	8,45	13,93	20	50	129	19,8	218,8	0,3312	0,0296
6,8	8,55	13,9	20	50	129	19,8	218,8	4,323	0,027
6,9	8,46	13,85	20	50	117	18,9	205,9	0,1203	0,0305
7	8,41	13,15	20	50	351	175,8	596,8	0,2149	0,028
7,1	8,42	12,9	20	40	110,5	5,55	176,05	0,2974	0,0268
7,2	8,28	12,41	20	40	109,5	6,01	175,51	0,3008	0,0273
7,3	8,2	12,4	20	40	110,9	6,47	177,37	0,3029	0,0269
7,4	8,24	11,64	20	40	101,6	5,39	166,99	0,2836	0,0248
7,5	8,5	11,42	20	40	99,2	5,25	164,45	0,2744	0,0248
7,6	8,41	11,4	20	40	97,3	5,91	163,21	0,2769	0,0259
7,7	8,58	11,3	20	40	105,3	6,56	171,86	1,0458	0,0252
7,8	8,32	10,95	20	40	92,8	5,25	158,05	0,2647	0,0267
7,9	8,45	10,75	20	40	90,7	4,94	155,64	0,261	0,0284
8	8,22	10,53	20	40	87,7	5,36	153,06	0,2548	0,0262
8,1	8,43	10,48	20	40	89,2	6,06	155,26	0,2537	0,024
8,2	8,34	10,43	20	40	88,2	5,64	153,84	0,2427	0,02
8,3	8,35	10,18	20	40	83,2	4,83	148,03	0,2454	0,0274

8,4	8,2	9,83	20	40	79	5,06	144,06	0,2349	0,0266
8,5	8,35	9,79	20	40	79,8	5,7	145,5	0,231	0,0244
8,6	8,24	9,73	20	40	81	5,76	146,76	0,2333	0,0228
8,7	8,17	9,44	20	40	74,5	4,76	139,26	0,2226	0,0245
8,8	8,24	9,36	20	40	72,6	4,63	137,23	1,2187	0,0235
8,9	8,28	9,12	20	40	70,6	5,18	135,78	0,2185	0,0248
9	8,31	9,1	20	40	72,7	5,62	138,32	0,2249	0,0273
9,1	8,23	8,79	20	40	66,2	4,65	130,85	0,2089	0,0237
9,2	8,24	8,61	20	40	65,9	4,53	130,43	0,1938	0,0249
9,3	8,32	8,52	20	40	64,5	4,99	129,49	0,1989	0,0213
9,4	8,39	8,4	20	40	64	5,41	129,41	0,1626	0,0605
9,5	8,4	8,36	20	40	62,4	4,77	127,17	0,201	0,0247
9,6	8,32	8,31	20	40	61,5	4,62	126,12	0,2098	0,0282
9,7	8,18	8,26	20	40	59,8	4,52	124,32	0,8009	0,9765
9,8	8,17	8,23	20	40	58,7	4,71	123,41	1,1984	0,0238
9,9	8,27	8,19	20	40	58,1	4350	4468,1	0,1963	0,0243
10	8,28	7,88	20	40	55,9	4,13	120,03	0,192	0,0221
10,1	8,56	7,88	20	40	55,8	4,3	120,1	0,1967	0,1635
10,2	8,29	7,79	20	40	55,7	4,64	120,34	0,1946	0,0256
10,3	8,44	7,77	20	40	53,4	4,48	117,88	0,1932	0,0279
10,4	8,39	7,53	20	40	54	4,11	118,11	0,194	0,0287
10,5	8,37	7,43	20	40	52,4	4,32	116,72	0,1942	0,0281
10,6	8,23	7,33	20	40	52,1	4,56	116,66	0,1829	0,0242
10,7	8,27	7,23	20	40	49	4,5	113,5	0,1872	0,0266
10,8	8,26	7,21	20	40	48,8	3,98	112,78	0,1798	0,0254
10,9	8,47	7,12	20	40	46,4	4,28	110,68	0,1918	0,0278
11	8,16	7,08	20	40	49,4	4,34	113,74	0,1759	0,0259
11,1	8,3	7	20	40	43,8	4,42	108,22	0,1574	0,0238
11,2	8,17	6,3	20	40	44	3,92	107,92	0,1674	0,0246
11,3	8,29	5,78	20	40	42,1	3,21	105,31	0,1411	0,023
11,4	8,32	5,68	20	40	33,5	4,04	97,54	0,1771	0,0257
11,5	8,2	5,56	20	40	43	4,07	107,07	0,1682	0,0268
11,6	8,1	5,46	20	40	40,5	4,42	104,92	0,1644	0,0258
11,7	8,17	5,4	20	30	40,1	3,93	94,03	0,1655	0,0255
11,8	8,09	5,38	20	30	38,2	3,99	92,19	0,1679	0,028
11,9	8,08	5,33	20	30	37,4	4,14	91,54	1,1600	0,0264
12	8,11	5,15	20	30	36,7	3,8	90,5	0,1652	0,027

COLUMNA B

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)			meq L ⁻¹		Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0,1	7	182,4	100	280	4104	107,7	4591,7	8,3347	3,4754
0,2	7,38	159	100	320	3879	96,3	4395,3	8,3201	0,9962
0,3	7,72	142,6	100	380	3579	88,2	4147,2	7,8785	0,965
0,4	7,87	134,1	100	400	3219	80,7	3799,7	7,4343	0,9362
0,5	8,11	126,3	100	460	2982	74,4	3616,4	6,7583	0,8778
0,6	8,1	119,8	100	340	2595	65,1	3100,1	6,0863	0,7827
0,7	8,2	113,3	120	280	2373	60,6	2833,6	5,5463	0,6979
0,8	8,32	106,5	100	300	2190	58,5	2648,5	4,9637	0,5949
0,9	8,4	102,4	100	300	2025	57,3	2482,3	4,6119	0,6053
1	8,35	97,1	100	260	1857	55,2	2272,2	4,2642	0,5571
1,1	8,38	90	100	220	1527	45,9	1892,9	3,7596	0,4858
1,2	8,44	83	100	220	1365	38,7	1723,7	3,3593	0,426
1,3	8,42	79,7	80	240	1254	36,3	1610,3	3,0455	0,3644
1,4	8,45	73,4	80	220	1080	33,9	1413,9	1,9295	0,1038
1,5	8,54	69,1	80	220	963	31,8	1294,8	2,3823	1,2032
1,6	8,51	61,8	80	220	708	25,8	1033,8	1,0582	0,1939
1,7	8,6	56,1	80	200	624	23,7	927,7	9,8078	0,0273
1,8	8,43	50,3	80	180	519	21	800	0,5418	0,1296
1,9	8,41	47	80	180	456	20,4	736,4	1,4079	0,1126
2	8,55	45,5	80	140	435	21	676	1,3637	0,1034
2,1	8,44	43	80	140	288	16,2	524,2	1,2528	0,0861
2,2	8,52	40	80	100	321	17,4	518,4	1,1519	0,0694
2,3	8,46	37,5	80	100	264	16,2	460,2	1,05	0,073
2,4	8,45	35,8	80	60	243	16,2	399,2	0,9853	0,0722
2,5	8,49	35,5	80	60	243	17,4	400,4	0,9921	0,0675
2,6	8,65	34,5	30	70	204	15	319	0,9404	0,0657
2,7	8,6	32,8	30	70	186	14,7	300,7	0,8674	0,0592
2,8	8,43	30,5	30	70	156	14,4	270,4	0,8137	0,0544
2,9	8,43	29,9	30	70	141	15,6	256,6	0,7922	0,0422
3	8,5	29,75	30	70	138	15,6	253,6	0,7916	0,0232
3,1	8,35	28,9	30	70	114	14,4	228,4	0,7595	0,0537
3,2	8,31	26,95	30	70	90	13,8	203,8	0,6986	0,0435
3,3	8,5	26,3	30	70	75	14,1	189,1	1,6579	0,0448
3,4	8,43	26,1	30	70	81	14,7	195,7	0,6692	0,0477
3,5	8,35	25,73	30	70	69	13,8	182,8	0,6581	0,0158
3,6	8,34	24,84	30	70	57	13,2	170,2	0,6239	0,0342
3,7	8,6	23,55	30	70	27	11,7	138,7	0,5976	0,0384
3,8	8,56	23,36	30	70	42	13,5	155,5	0,5894	0,0308
3,9	8,67	23,16	30	50	45	13,8	138,8	0,5882	0,0202
4	8,44	22,4	30	50	27	13,2	120,2	0,5625	0,0436

4,1	8,4	21,5	30	50	202,5	8,7	291,2	0,5395	0,0326
4,2	8,48	21,15	30	50	190	8,9	278,9	0,6768	0,2514
4,3	8,49	20,9	30	50	202,5	9,45	291,95	0,5184	0,0378
4,4	8,56	20,69	30	50	189,5	8,8	278,3	0,5133	0,0332
4,5	8,42	19,9	30	50	179,5	8,2	267,7	0,4839	0,0324
4,6	8,56	18,98	30	40	170	7,85	247,85	0,4671	0,031
4,7	8,5	18,6	30	40	152	8,1	230,1	0,4358	0,0236
4,8	8,52	18,52	30	40	160,5	8,7	239,2	0,4555	0,0295
4,9	8,45	18,51	30	40	152	8,1	230,1	0,44	-0,0059
5	8,42	17,83	30	40	132,5	7,8	210,3	0,4353	0,0252
5,1	8,41	16,78	30	30	137,5	7,2	204,7	0,3961	-0,0016
5,2	8,57	17,53	20	40	140	8	208	0,4095	0,0278
5,3	8,44	17,37	20	40	133,5	8,3	201,8	0,4167	0,0204
5,4	8,4	16,7	20	40	128	7,75	195,75	0,4012	0,0217
5,5	8,41	16,17	30	30	112	7,25	179,25	0,3909	0,0276
5,6	8,47	16,45	20	40	122,5	7,05	189,55	0,3636	0,0224
5,7	8,35	16	20	40	119,5	7,85	187,35	0,3799	0,0297
5,8	8,25	15,63	20	40	117	7,75	184,75	0,375	0,0262
5,9	8,22	15,45	20	40	619	27,3	706,3	0,3704	0,0204
6	8,2	14,53	20	40	118	5,89	183,89	0,3372	0,0174
6,1	8,37	14,5	30	30	121,3	6,4	187,7	0,3283	0,0293
6,2	8,41	14,47	30	30	125,6	6,7	192,3	0,34	0,0303
6,3	8,37	14,45	30	30	123,7	6,12	189,82	0,342	0,0302
6,4	8,33	14,31	20	40	116,1	5,65	181,75	0,2626	0,0309
6,5	8,26	13,5	20	40	107,7	5,97	173,67	0,3211	0,0314
6,6	8,35	13,3	20	40	107,9	6,21	174,11	0,3555	0,0693
6,7	8,39	13,25	30	30	104,6	5,94	170,54	0,3145	0,0288
6,8	8,32	13,2	30	30	101,4	5,48	166,88	4,3328	-0,016
6,9	8,27	13,06	30	30	96,5	5,56	162,06	0,1187	0,0161
7	8,28	12,3	30	30	96,9	5,88	162,78	0,2046	0,0277
7,1	8,38	12,12	30	30	92,3	5,85	158,15	0,2845	0,0281
7,2	8,33	12,08	30	30	88	5,26	153,26	0,2878	0,0276
7,3	8,27	12	30	30	83,8	4,95	148,75	0,2819	0,0161
7,4	8,26	11,68	30	30	85,7	5,27	150,97	0,2677	0,0258
7,5	8,4	11,15	30	30	85,1	5,79	150,89	0,255	0,0269
7,6	8,26	10,91	30	30	85,9	5,53	151,43	0,2667	0,0279
7,7	8,39	10,88	30	30	79,1	4,86	143,96	1,0308	0,0254
7,8	8,3	10,74	30	30	77,4	4,76	142,16	0,2627	0,0281
7,9	8,52	10,13	30	30	78,8	5,28	144,08	0,243	0,0257
8	8,08	9,96	30	30	75	5,1	140,1	0,2415	0,0242
8,1	8,09	9,9	30	30	69,7	5,44	135,14	0,2467	0,0238
8,2	8,06	9,87	30	30	67,9	4,73	132,63	0,1735	0,0303
8,3	8,04	9,4	30	30	68,7	4,3	133	0,2256	0,0267

8,4	8,27	9,22	30	30	67,5	4,74	132,24	0,2185	0,0253
8,5	8,25	9,18	30	30	64,2	5,22	129,42	0,2218	0,0271
8,6	8,33	9,1	30	30	58,3	4,87	123,17	0,2274	0,0287
8,7	8,32	9,03	30	30	59,7	4,29	123,99	0,2236	0,0275
8,8	8	8,59	30	30	53,8	4,49	118,29	1,2032	0,0232
8,9	8,24	8,49	30	30	51,9	4,95	116,85	0,2164	0,0285
9	8,33	8,32	30	30	51,9	4,33	116,23	0,2142	0,0296
9,1	8,2	8,28	30	30	51,1	4,12	115,22	0,2038	0,0287
9,2	8,4	8,14	30	30	46,6	4,49	111,09	0,1821	0,0252
9,3	8,28	8,11	30	30	45,9	4,67	110,57	0,1979	0,0254
9,4	8,17	8,09	30	30	45,9	4,15	110,05	0,2494	0,1553
9,5	8,06	7,84	30	30	46	4,11	110,11	0,1855	0,0281
9,6	8,29	7,72	30	30	44,7	4,6	109,3	0,1883	0,0253
9,7	8,2	7,7	30	30	40,3	4,25	104,55	0,1866	0,0261
9,8	7,94	7,65	30	30	38	4,2	102,2	1,1972	0,0269
9,9	8,03	7,6	30	30	37,5	4,07	101,57	0,1902	0,0279
10	8,02	7,26	30	30	35,6	4,08	99,68	0,1789	0,0259
10,1	7,87	7,21	30	20	36,1	3,76	89,86	0,1775	0,0266
10,2	8,3	7,19	30	20	45,5	3,79	99,29	0,1774	0,0264
10,3	8,36	6,9	30	20	45,9	4,13	100,03	0,1672	0,026
10,4	8,3	6,87	30	20	32,8	3,98	86,78	0,1763	0,0265
10,5	8,31	6,8	30	20	32,5	3,8	86,3	0,1802	0,0276
10,6	8,33	6,78	30	20	31,3	4,22	85,52	0,1727	0,0267
10,7	8,33	6,71	30	20	32,6	4,19	86,79	0,1712	0,0276
10,8	8,24	6,7	30	20	35	4,04	89,04	0,168	0,0269
10,9	8,35	6,69	30	20	32,6	4,01	86,61	0,1738	0,0273
11	8,29	6,61	30	20	35	3,78	88,78	0,1655	0,0274
11,1	8,14	6,5	30	20	30,6	3,76	84,36	0,1579	0,0103
11,2	8,34	6,5	30	20	29,2	4,01	83,21	0,1585	0,0246
11,3	8,26	6,41	30	20	28,1	3,92	82,02	0,1612	0,026
11,4	8,27	5,49	30	20	26,4	3,59	79,99	0,1343	0,0243
11,5	8,11	5,49	30	20	20,1	2,45	72,55	0,1642	0,0321
11,6	8,3	5,25	30	20	26,8	3,67	80,47	0,1558	0,0304
11,7	8,29	5,23	30	20	25,6	3,96	79,56	0,1547	0,0263
11,8	8,18	5,14	30	20	24	3,84	77,84	0,1571	0,0272
11,9	8,23	5,1	30	20	23,7	3,56	77,26	1,1672	0,0319
12	8,1	5,09	30	20	23,1	3,75	76,85	0,1582	0,0293

COLUMNA C

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0,1	7,14	176,5	120	280	4352,5	116,75	4869,25	9,7075	1,6147
0,2	7,52	4156,2	60	320	4070	105	4555	8,7528	1,1164
0,3	7,33	142,3	100	340	3477,5	88,5	4006	8,1092	1,0994
0,4	7,87	132,7	80	140	3125	79,5	3424,5	7,1914	0,9803
0,5	8,19	125,8	100	360	2454	66,4	2980,4	6,6773	0,9616
0,6	8,22	118,3	100	300	2622	70,4	3092,4	5,9668	0,8394
0,7	8,42	110,8	100	300	2266	60,8	2726,8	5,3082	0,6953
0,8	8,31	107	60	300	1996	53,6	2409,6	4,8836	0,6409
0,9	8,41	101	60	240	1828	51,4	2179,4	4,3856	0,5598
1	8,4	96,2	60	260	1684	48,2	2052,2	4,1417	0,5807
1,1	8,41	88	60	220	1524	45,2	1849,2	3,5724	0,46
1,2	8,43	80,6	60	200	1250	38	1548	3,0339	0,3987
1,3	8,5	77,4	60	200	1130	35,4	1425,4	2,8236	0,3466
1,4	8,8	75,4	60	200	1056	34,2	1350,2	2,734	0,3142
1,5	8,72	68,3	60	200	972	31,6	1263,6	2,3498	0,2721
1,6	8,47	62,7	60	180	828	28	1096	2,0935	0,2422
1,7	8,68	59,1	60	160	762	27,4	1009,4	9,9395	0,214
1,8	8,64	57,8	60	140	724	26,4	950,4	1,8662	0,2004
1,9	8,64	52,6	60	140	628	23,2	851,2	1,6696	0,1677
2	8,49	47,4	60	140	510	20,8	730,8	1,4388	0,0337
2,1	8,73	44,9	60	100	520	22,8	702,8	1,353	0,1165
2,2	8,51	42,6	60	40	274	9,4	383,4	1,2503	0,1117
2,3	8,48	39,8	60	40	493	14,6	607,6	1,1051	0,0941
2,4	8,7	39	60	40	230	8,35	338,35	1,0368	0,0886
2,5	8,52	37,2	60	60	496,5	15	631,5	1,044	0,0869
2,6	8,41	35,2	30	50	429	13,65	522,65	0,9721	0,083
2,7	8,72	32,8	30	70	388	12,5	500,5	0,8828	0,0848
2,8	8,74	32,5	30	70	375,5	12,95	488,45	0,8644	0,0674
2,9	8,48	32,2	30	50	373	12,9	465,9	0,8686	0,0945
3	8,83	30,6	30	70	369,5	12,3	481,8	0,8293	0,0685
3,1	8,65	28,82	30	50	323	9,95	412,95	0,7562	0,0631
3,2	8,7	28,72	30	70	301,5	11,05	412,55	0,7416	0,0636
3,3	8,54	28,55	30	50	319	11,6	410,6	1,7545	0,0638
3,4	8,6	27,11	30	50	299	10,45	389,45	0,707	0,0586
3,5	8,69	26,2	30	50	266,5	9,75	356,25	0,6623	0,0542
3,6	8,61	25,76	20	60	266	10,05	356,05	0,6494	0,0539
3,7	8,54	25,26	20	60	264,5	10,85	355,35	0,6741	0,0535
3,8	8,4	24,76	20	60	254,5	8,45	342,95	0,6374	0,0538
3,9	8,41	23,38	20	60	234,5	9,2	323,7	0,5922	0,046
4	8,53	22,92	20	60	229	9,9	318,9	0,5791	0,0449

4,1	8,49	23,3	20	60	236,5	10,6	327,1	0,6816	0,1382
4,2	8,5	22,65	20	60	226	9,75	315,75	0,616	0,1382
4,3	8,33	21,45	20	60	202	8,4	290,4	0,531	0,0414
4,4	8,45	21,2	20	60	191	8,65	279,65	0,524	0,0429
4,5	8,49	21,03	20	60	210	9,95	299,95	0,5111	0,0241
4,6	8,55	20,89	20	60	195	9	284	0,5224	0,042
4,7	8,29	19,77	20	60	172,5	7,4	259,9	0,4807	0,0381
4,8	8,49	19,67	20	60	173	8,75	261,75	0,4791	0,0373
4,9	8,57	19,6	20	60	183,5	9,4	272,9	0,4887	0,0404
5	8,49	19,13	20	60	170,5	8,4	258,9	0,4786	0,0406
5,1	8,28	19,6	20	60	131	6,9	217,9	0,443	0,0369
5,2	8,39	18,3	20	50	108,5	7,1	185,6	0,3567	0,0306
5,3	8,45	18,15	20	60	149	8	237	0,4372	0,0383
5,4	8,54	18,01	20	60	151	8,6	239,6	0,4488	0,0401
5,5	8,38	17,5	20	40	142	7,65	209,65	0,4282	0,0381
5,6	8,43	16,9	20	40	150	8	218	0,4011	0,0365
5,7	8,48	16,65	20	40	135	7,45	202,45	0,3999	0,0355
5,8	8,5	16,44	20	40	130,5	7,65	198,15	0,4106	0,0351
5,9	8,48	15,7	20	40	140,5	8,4	208,9	0,3834	0,035
6	8,48	15,4	20	40	120	7,1	187,1	0,366	0,0315
6,1	8,2	15,2	20	40	113,5	6,95	180,45	0,3616	0,0278
6,2	8,12	15,1	20	60	111,5	7,5	199	0,3692	0,0275
6,3	8,55	15,05	20	60	117,5	7,8	205,3	0,3432	0,0268
6,4	8,33	15,03	20	60	109	6,95	195,95	0,2583	0,0272
6,5	8,3	15,01	20	60	101,5	6,7	188,2	0,3324	0,0267
6,6	8,52	15	20	40	99,5	7,35	166,85	0,3434	0,0313
6,7	8,3	15,55	20	40	94,5	6,25	160,75	0,3282	0,0292
6,8	8,19	14,25	20	40	86,5	6,55	153,05	4,3056	0,0276
6,9	8,37	14,07	20	60	93,5	7,7	181,2	0,1224	0,0274
7	8,35	14,02	20	60	100,5	7,95	188,45	0,2592	0,0276
7,1	8,16	13,63	20	60	101,4	5,16	186,56	0,2951	0,0261
7,2	8,51	13,32	20	60	99	5,57	184,57	0,2898	0,0257
7,3	8,47	13,28	20	60	99,9	6,07	185,97	0,2918	0,0238
7,4	8,5	12,66	20	60	92,1	5,02	177,12	0,2735	0,0212
7,5	8,35	12,33	20	60	89,4	4,9	174,3	0,2643	0,0221
7,6	8,33	12,25	20	60	89	5,52	174,52	0,267	0,0231
7,7	8,58	12,15	20	60	91,5	5,94	177,44	1,0397	0,0244
7,8	8,54	11,83	20	60	84,9	5,13	170,03	0,2615	0,0254
7,9	8,55	11,43	20	60	81,2	4,83	166,03	0,2562	0,0293
8	8,23	11,39	20	60	79,9	5,36	165,26	0,2489	0,0217
8,1	8,52	11,31	20	20	79,3	5,4	124,7	0,248	0,0225
8,2	8,27	11,22	30	30	77,3	5,02	142,32	0,1771	0,6675
8,3	8,13	11,05	30	30	75,7	4,84	140,54	0,2422	0,0239

8,4	8,1	10,7	20	40	71,6	4,71	136,31	0,2329	0,0237
8,5	8,12	10,65	20	40	72,7	4,92	137,62	0,2345	0,0253
8,6	8,27	10,46	20	40	68,2	4,39	132,59	0,2244	0,0234
8,7	8,26	10,53	20	40	65,4	4,83	130,23	0,215	0,0219
8,8	8,11	10,14	20	40	65,2	4,67	129,87	1,2179	0,0221
8,9	8,26	9,84	20	40	64,7	4,24	128,94	0,219	0,0225
9	8,28	9,54	20	40	60,5	4,32	124,82	0,2103	0,0231
9,1	8,39	9,2	20	40	58,2	4,62	122,82	0,2019	0,0221
9,2	8,09	9,14	20	40	58,4	4,21	122,61	0,2003	0,0238
9,3	8	9,07	20	40	55,6	4,2	119,8	0,2002	0,0205
9,4	7,87	9,03	20	40	53,1	4,56	117,66	0,2071	-1,155
9,5	8,22	8,98	20	40	54,5	4,63	119,13	0,192	0,0273
9,6	8,25	8,83	20	50	49,6	4,06	123,66	0,1999	-0,8757
9,7	8,09	8,7	20	50	47,3	4,05	121,35	0,1876	-5,2188
9,8	8,9	8,39	20	50	47	4,42	121,42	1,1866	0,0214
9,9	8,15	8,32	20	40	78,1	4,49	142,59	0,1847	0,0193
10	8,22	8,28	20	40	44,5	3,96	108,46	0,1903	0,0202
10,1	8,21	8,22	20	40	42,8	3,99	106,79	0,1819	0,02
10,2	8,12	8,2	20	40	43,6	4,08	107,68	0,1803	0,0207
10,3	8,1	8,17	20	40	42,7	4,17	106,87	0,1841	0,0232
10,4	7,85	8,09	20	40	42,3	4,13	106,43	0,1778	0,021
10,5	8,07	7,84	20	40	38,1	4,1	102,2	0,1713	0,0199
10,6	8	7,8	20	40	34	4	98	0,1721	0,0206
10,7	7,97	7,72	20	40	33,8	3,98	97,78	0,1732	0,0221
10,8	8,04	7,37	20	40	32,3	4,11	96,41	0,1641	0,0215
10,9	8,1	7,31	20	40	33,1	4,05	97,15	0,1669	0,0223
11	8,2	7,28	20	40	31,7	3,83	95,53	0,1656	0,0212
11,1	8,1	7,21	20	40	30,3	4,32	94,62	0,1645	0,0219
11,2	8,2	7,13	20	40	30,6	4,51	95,11	0,1301	-0,0065
11,3	8,23	7,09	20	40	31,5	3,74	95,24	0,1639	0,0238
11,4	8,25	7,03	20	40	28,1	3,75	91,85	0,1643	0,0217
11,5	8,13	6,91	20	40	27,4	3,34	90,74	0,1592	0,0249
11,6	8,17	6,86	20	40	28,5	3,86	92,36	0,1534	0,0227
11,7	8,16	6,76	20	40	26	3,9	89,9	0,1553	0,0239
11,8	8,19	6,71	20	40	26,3	3,74	90,04	0,1565	0,0219
11,9	8,13	6,62	20	40	24,3	4,21	88,51	1,1543	0,0232
12	8,16	6,53	20	30	23,6	3,54	77,14	0,1566	0,0249

COLUMNA D

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0,1	7,17	155,6	80	280	3390	87	3837	7,5354	1,2803
0,2	7,67	153,8	120	200	3441	86,7	3847,7	6,7402	0,781
0,3	7,85	141	80	240	3288	83,4	3691,4	6,586	0,7775
0,4	7,86	136	80	320	3168	81,9	3649,9	6,4833	0,7942
0,5	7,99	130	80	320	3090	82,8	3572,8	6,4299	0,8304
0,6	8,1	121,7	80	320	2793	74,7	3267,7	5,6728	0,7593
0,7	8,08	116	60	200	2658	71,7	2989,7	5,5423	0,6958
0,8	8,16	110	60	280	2385	65,7	2790,7	4,6046	0,6375
0,9	8,19	103,4	60	240	2202	62,7	2564,7	4,6108	0,5958
1	8,27	99,6	40	280	1839	54,9	2213,9	4,384	0,5769
1,1	8,34	94,5	20	300	1830	55,2	2205,2	4,122	0,5304
1,2	8,37	91,4	20	280	1563	48	1911	3,9661	0,5094
1,3	8,36	83,9	20	240	1398	43,2	1701,2	3,4747	0,4105
1,4	8,35	80,2	20	240	1308	40,5	1608,5	3,0695	0,3378
1,5	8,36	77,2	20	220	1152	37,8	1429,8	2,8807	0,3387
1,6	8,4	70,9	20	220	981	35,7	1256,7	2,5019	0,2819
1,7	8,41	64,2	20	200	834	32,1	1086,1	10,1987	0,2267
1,8	8,41	57,3	20	180	663	27,3	890,3	1,8618	0,1818
1,9	8,37	49,9	20	180	633	26,7	859,7	1,5449	0,1305
2	8,34	45,2	20	180	570	24,6	794,6	1,3659	0,1077
2,1	8,19	43,8	20	180	483	16,2	699,2	0,6431	0,0488
2,2	8,39	41,7	20	180	396	22,8	618,8	1,1532	0,093
2,3	8,53	40	20	180	495	25,2	720,2	1,22	0,0941
2,4	8,58	38,2	20	180	435	22,8	657,8	1,0987	0,0851
2,5	8,58	35,7	20	80	369	21,3	490,3	0,9911	0,0724
2,6	8,6	33,91	30	50	342	20,7	442,7	0,9227	0,0661
2,7	8,38	33,25	30	70	324	20,4	444,4	1,0913	0,0647
2,8	8,35	32,29	30	50	315	21,6	416,6	0,888	0,0597
2,9	8,7	29,82	30	70	267	19,8	386,8	0,797	0,0613
3	8,52	28,22	30	70	234	18,6	352,6	0,7512	0,059
3,1	8,7	27,01	30	70	216	18,6	334,6	0,7059	0,0487
3,2	8,63	26,87	30	70	216	19,2	335,2	0,6933	0,0531
3,3	8,45	26,55	30	50	219	19,8	318,8	1,6959	0,0511
3,4	8,51	26,44	30	50	213	20,1	313,1	0,687	0,0496
3,5	8,25	25	30	50	210	18,6	308,6	0,6418	0,0496
3,6	8,23	23,53	30	50	177	18,6	275,6	0,5905	0,0455
3,7	8,24	23,16	30	50	192	18	290	0,583	0,0451
3,8	8,37	22,92	30	50	156	18,3	254,3	0,5877	0,0468
3,9	8,56	22,79	30	50	153	18,6	251,6	0,5753	0,0426
4	8,7	21,95	30	50	150	18	248	0,557	0,0434

4,1	8,41	21,19	20	60	22,5	2,95	105,45	0,5256	0,0383
4,2	8,48	20,42	20	60	18	2,9	100,9	0,5818	0,141
4,3	8,55	20,35	20	60	18,5	2,7	101,2	0,5165	0,0417
4,4	8,52	20,25	20	60	18,5	3,05	101,55	0,526	0,0409
4,5	8,77	20,21	20	60	228,5	10,4	318,9	0,4997	0,0377
4,6	8,44	19,25	20	60	218,5	9,85	308,35	0,4815	0,0364
4,7	8,64	18,63	20	60	206,5	9,25	295,75	0,457	0,0329
4,8	8,65	18,26	20	60	197,5	8,75	286,25	0,4418	0,0357
4,9	8,48	18,07	20	60	186	8,85	274,85	0,4535	0,0391
5	8,71	18,01	20	60	186	6,7	272,7	0,4497	0,0368
5,1	8,75	17,4	20	60	185,5	9,2	274,7	0,421	0,0332
5,2	8,55	17,21	20	40	175,5	8,55	244,05	0,4203	0,034
5,3	8,45	16,73	20	60	172,5	8,35	260,85	0,4047	0,0317
5,4	8,72	16,34	20	60	162,5	8,05	250,55	0,4031	0,0348
5,5	8,43	16,3	30	30	164,5	8,75	233,25	0,4083	0,0336
5,6	8,68	16,3	30	30	154	8,8	222,8	0,4037	0,0337
5,7	8,47	15,1	20	40	165	9	234	1,7446	0,0326
5,8	8,35	15,01	20	40	145	7,9	212,9	0,3531	0,0309
5,9	8,61	14,8	20	40	137,5	7,85	205,35	0,3611	0,0336
6	8,54	14,64	20	40	141,5	8,5	210	0,3659	0,0322
6,1	8,52	14,54	20	40	140	8,75	208,75	0,3562	0,0311
6,2	8,61	13,82	20	40	128	8	196	0,3318	0,029
6,3	8,59	13,53	20	40	123,5	7,6	191,1	0,3241	0,0285
6,4	8,62	13,4	20	40	123	7,5	190,5	0,2393	0,028
6,5	8,56	13,31	20	40	119	7,9	186,9	0,3239	0,0277
6,6	8,35	13,13	20	40	120	8,2	188,2	0,3272	0,0282
6,7	8,22	12,81	20	40	120	8,3	188,3	0,3075	0,0262
6,8	8,37	12,45	20	40	111,5	7,6	179,1	4,3265	0,0257
6,9	8,33	12,21	20	40	99	6,7	165,7	0,0959	0,0252
7	8,51	12,11	20	40	98,5	7,2	165,7	0,1929	0,0252
7,1	8,49	12,07	20	40	100,5	7,7	168,2	0,2947	0,0252
7,2	8,29	11,8	20	40	111,4	6,45	177,85	0,2817	0,0267
7,3	8,18	11,22	20	40	102,4	5,64	168,04	0,2645	0,0248
7,4	8,56	11,2	20	40	97,1	5,24	162,34	0,2593	0,0218
7,5	8,34	11,17	20	40	95,9	5,79	161,69	0,2686	0,0229
7,6	8,29	11	20	40	97,7	6,17	163,87	0,2621	0,0236
7,7	8,18	10,54	20	40	93,1	5,72	158,82	1,0109	0,0229
7,8	8,4	10,44	20	40	85	5,06	150,06	0,2375	0,0239
7,9	8,45	10,11	20	40	83	5,09	148,09	0,2415	0,0241
8	8,48	10,06	30	30	84,9	5,69	150,59	0,2449	0,0233
8,1	8,24	9,97	30	30	78,8	5,08	143,88	0,2317	0,0201
8,2	8,22	9,64	20	40	74,5	4,74	139,24	0,2531	0,0204
8,3	8,32	9,45	20	60	73,6	5,17	158,77	0,2174	0,0227

8,4	8,11	9,4	20	20	75,1	5,65	120,75	0,2228	0,0229
8,5	8,25	9,32	20	40	74,5	5,47	139,97	0,2247	0,0254
8,6	8,33	9,27	20	40	67,6	4,75	132,35	0,2073	0,0231
8,7	8,38	9,12	20	40	64,6	4,59	129,19	0,2012	0,0204
8,8	8,39	9,1	20	40	64,2	5,01	129,21	1,2	0,0198
8,9	8,33	9,03	20	40	66	5,49	131,49	0,2103	0,0218
9	8,27	9	20	40	64,1	5,17	129,27	0,2092	0,1095
9,1	8,27	8,64	20	40	57,9	4,34	122,24	0,1951	0,0956
9,2	8,57	8,45	20	40	55,3	4,31	119,61	0,1677	0,0095
9,3	8,44	8,4	20	40	57,6	4,94	122,54	0,1922	0,0204
9,4	8,56	8,36	20	40	57,5	5,3	122,8	0,1288	0,0326
9,5	8,43	8,3	20	40	56,9	5,13	122,03	0,1943	0,0221
9,6	8,45	8,26	20	40	51,7	4,39	116,09	0,1903	0,0235
9,7	8,41	8,13	20	40	49,3	4,31	113,61	0,1727	0,0219
9,8	8,36	8,1	20	40	52,6	5,05	117,65	1,1918	0,0259
9,9	8,37	8,07	20	40	51	5,14	116,14	0,1807	0,0188
10	8,44	7,91	20	40	46,3	4,32	110,62	0,1729	0,0176
10,1	8,25	7,78	20	40	44,2	4,23	108,43	0,1699	0,1547
10,2	8,32	7,68	20	40	45,2	4,72	109,92	0,173	0,022
10,3	8,25	7,68	20	40	41,6	5,03	106,63	0,1676	0,0209
10,4	8,33	7,55	20	40	39,2	4,41	103,61	0,1644	0,0204
10,5	8,2	7,37	20	40	39,1	4,07	103,17	0,1627	0,0192
10,6	8,18	7,37	20	40	40	4,45	104,45	0,1602	0,0192
10,7	8,42	7,32	20	40	39,4	4,49	103,89	0,1677	0,0218
10,8	8,46	7,32	20	40	37,1	4,4	101,5	0,1652	0,0242
10,9	8,4	7,24	20	40	35,2	4,17	99,37	0,165	0,0248
11	8,31	7,1	20	40	33,5	4,28	97,78	0,1576	0,0224
11,1	8,35	6,96	20	40	31,9	4,09	95,99	0,1427	0,0244
11,2	8,29	6,87	20	40	31,1	3,79	94,89	0,1525	0,0243
11,3	8,39	6,66	20	40	31,5	3,89	95,39	0,1559	0,0249
11,4	8,36	6,6	20	40	30,7	4,39	95,09	0,1554	0,0252
11,5	8,37	6,58	20	40	29,9	4,27	94,17	0,1536	0,0261
11,6	8,31	6,484	20	40	29,4	3,98	93,38	0,1516	0,0265
11,7	8,31	6,48	20	40	28,6	3,86	92,46	0,1527	0,0267
11,8	8,38	6,47	20	40	27,7	4,1	91,8	0,1494	0,0253
11,9	8,38	6,37	20	40	27,8	4,04	91,84	1,1458	0,0263
12	8,37	6,32	20	40	26,9	4,01	90,91	0,1529	0,0266

COLUMNA E

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0,1	7,2	181,6	120	1380	4836	129	6465	9,0093	1,0089
0,2	7,48	152,6	240	1630	4269	115,2	6254,2	8,671	1,0628
0,3	7,95	137,1	240	1720	3648	96,9	5704,9	7,7201	0,9535
0,4	8,08	129,8	240	1660	3243	86,4	5229,4	6,9208	0,8738
0,5	8,2	123,5	240	1360	3003	82,8	4685,8	6,6234	0,855
0,6	8,21	119	240	1240	2883	79,5	4442,5	6,0592	0,7622
0,7	8,3	110,5	240	1100	2232	66,3	3638,3	5,1252	0,635
0,8	8,38	108,8	200	1120	2337	68,7	3725,7	4,5322	0,6247
0,9	8,39	103,5	160	1060	2097	61,8	3378,8	4,5713	0,5671
1	8,38	95,1	200	1000	1836	55,8	3091,8	4,0091	0,4924
1,1	8,39	94	200	1000	1668	51,6	2919,6	3,9292	0,4838
1,2	8,46	91,6	200	1080	1680	51,6	3011,6	3,7934	0,4643
1,3	8,4	81,4	200	900	1416	45,9	2561,9	3,1803	0,366
1,4	8,45	80,9	200	700	1395	47,1	2342,1	3,1905	0,3385
1,5	8,41	79,6	160	620	1356	45,3	2181,3	2,9351	0,3283
1,6	8,44	71,1	160	540	1083	36,6	1819,6	2,5075	0,2798
1,7	8,45	70,8	160	580	1092	39,3	1871,3	10,5121	0,2781
1,8	8,46	61,8	160	560	894	34,2	1648,2	2,0971	0,2223
1,9	8,47	59,1	160	440	840	33,9	1473,9	1,9918	0,2032
2	8,71	57,3	160	340	717	26,1	1243,1	1,8464	0,168
2,1	8,58	51,1	130	290	630	27	1077	1,5879	0,1227
2,2	8,47	50,1	140	340	684	30,3	1194,3	1,541	0,1372
2,3	8,59	47,5	130	370	582	27,3	1109,3	1,4582	0,125
2,4	8,48	43,6	120	320	537	26,7	1003,7	1,2892	0,1068
2,5	8,52	42,9	120	300	528	28,2	976,2	1,2807	0,1032
2,6	8,58	41	100	260	465	25,2	850,2	1,1908	0,089
2,7	8,5	38,2	100	260	384	18,9	762,9	1,2565	0,0758
2,8	8,41	38	100	240	384	24	748	1,0824	0,0751
2,9	8,65	36,7	100	220	369	23,4	712,4	1,0189	0,081
3	8,49	34,5	100	200	390	25,2	715,2	0,9564	0,0731
3,1	8,51	34,1	100	200	312	22,8	634,8	0,9501	0,0715
3,2	8,73	33,1	100	200	300	21,6	621,6	0,8948	0,063
3,3	8,56	31,6	100	200	255	16,8	571,8	1,8411	0,0578
3,4	8,6	31,33	100	200	270	20,7	590,7	0,8395	0,0584
3,5	8,63	30,86	100	200	252	20,1	572,1	0,8036	0,0584
3,6	8,6	30	100	200	300	21,3	621,3	0,787	0,0631
3,7	8,63	29,36	100	200	273	22,2	595,2	0,7916	0,0595
3,8	8,49	27,72	100	180	210	19,5	509,5	0,716	0,0542
3,9	8,36	24,45	100	140	177	13,2	430,2	0,6984	0,0462
4	8,56	27,43	100	180	204	19,5	503,5	0,7012	0,0489

4,1	8,51	26,81	100	180	297	11,2	588,2	0,6434	0,0435
4,2	8,58	25,26	90	190	292	11,35	583,35	0,6729	0,1055
4,3	8,63	25,14	90	190	297,5	12,5	590	0,6373	0,0476
4,4	8,56	23,9	90	190	274	10,65	564,65	0,6044	0,0413
4,5	8,55	23,81	90	190	273	11,3	564,3	0,6012	0,0389
4,6	8,57	23,53	90	190	270	12	562	0,5959	0,0405
4,7	8,43	22,25	90	190	244	10,15	534,15	0,5379	0,0347
4,8	8,56	21,86	90	190	257,5	11,3	548,8	0,5568	0,0373
4,9	8,6	21,67	90	190	241,5	11	532,5	0,5514	0,0373
5	8,47	20,36	80	200	229	10	519	0,5096	0,035
5,1	8,57	20,16	80	200	209,5	10,1	499,6	0,5018	0,0331
5,2	8,61	20,06	80	200	224	11,05	515,05	0,5124	0,0342
5,3	8,51	19,24	80	220	210,5	9,45	519,95	0,464	0,0303
5,4	8,61	19,18	80	220	205	10,1	515,1	0,4748	0,0315
5,5	8,6	18,91	80	220	200	9,85	509,85	0,4747	0,036
5,6	8,6	18,76	80	220	186	9,1	495,1	0,457	0,0318
5,7	8,67	18,39	80	220	189,5	10,2	499,7	1,8178	0,0303
5,8	8,37	18,01	80	240	191	6,85	517,85	0,2236	0,0274
5,9	8,6	17,5	80	220	198,5	8,65	507,15	0,4257	0,0302
6	8,53	17,4	80	220	177	8,85	485,85	0,4303	0,0332
6,1	8,6	17,1	80	220	169,5	9,4	478,9	0,4264	0,034
6,2	8,31	16,98	80	220	200	8,2	508,2	0,4865	0,0502
6,3	8,6	16,73	80	220	191,5	9,55	501,05	0,483	0,0492
6,4	8,63	16,68	80	220	175	8,15	483,15	0,3381	0,0321
6,5	8,45	15,85	80	220	152	8,55	460,55	0,3886	0,0291
6,6	8,63	15,45	80	220	156	8,05	464,05	0,3899	0,0306
6,7	8,74	15,1	80	220	144	7,7	451,7	0,376	0,0281
6,8	8,55	14,75	80	220	139	8,9	447,9	3,8067	0,0281
6,9	8,62	14,6	80	220	142,5	8,6	451,1	0,1687	2,0264
7	8,5	14,48	80	220	136,5	31,25	467,75	0,2563	0,0263
7,1	8,4	13,98	80	220	134,2	6,7	440,9	0,3424	0,0267
7,2	8,49	13,32	80	220	138,5	6,92	445,42	0,358	0,0292
7,3	8,68	13,1	80	220	135,6	6,04	441,64	0,3391	0,0257
7,4	8,55	13,05	80	220	126,4	6,53	432,93	0,3217	0,0235
7,5	8,3	13,02	80	220	127,1	5,99	433,09	0,3266	0,0242
7,6	8,41	13	80	220	122	6,47	428,47	0,3199	0,0238
7,7	8,38	12,97	80	220	130,5	6,45	436,95	0,0807	0,0268
7,8	8,61	12,79	80	220	123,5	5,52	429,02	0,3401	0,0349
7,9	8,41	12,4	80	220	113,9	6,15	420,05	0,2957	0,0248
8	8,58	21,35	80	220	112,6	6,51	419,11	0,2963	0,0229
8,1	8,17	12,2	80	200	108,1	6,09	394,19	0,2881	0,021
8,2	8,6	11,71	80	180	105,4	6,04	371,44	0,4586	0,0225
8,3	8,08	11,69	80	200	103,8	6,3	390,1	0,2769	0,024

8,4	8,1	11,28	80	180	100,3	5,89	366,19	0,2689	0,024
8,5	8,29	11,24	80	200	98,8	5,7	384,5	0,2683	0,0249
8,6	8,2	10,92	80	180	96,9	6,29	363,19	0,2616	0,0216
8,7	8,1	10,65	80	180	92,9	5,56	358,46	0,2539	0,0294
8,8	8,22	10,6	80	180	92	5,63	357,63	1,2559	0,0219
8,9	8,31	10,52	80	180	88,7	5,63	354,33	0,2527	0,0217
9	8,25	10,42	80	180	87,5	5,31	352,81	0,2499	0,0251
9,1	8,18	10,39	80	160	91,2	5,62	336,82	0,2625	0,0291
9,2	8,29	10,33	80	180	82,6	5,25	347,85	0,2222	0,0231
9,3	8,45	10,3	80	160	85,8	5,24	331,04	0,2475	0,0252
9,4	8,54	10,3	80	140	83,7	5,43	309,13	0,1918	0,0454
9,5	8,23	10,29	80	160	83,6	5,17	328,77	0,2471	0,0284
9,6	8,29	9,86	80	140	78,3	5,41	303,71	0,2345	0,0252
9,7	8,37	9,77	80	180	74,7	5,02	339,72	0,2199	0,0239
9,8	8,57	9,5	80	160	77,7	5,38	323,08	1,2386	0,0259
9,9	8,41	9,21	80	160	69,5	5,37	314,87	0,2144	0,47
10	8,41	8,79	70	170	65,8	4,75	310,55	0,2121	0,0223
10,1	8,34	8,69	70	170	63,2	4,93	308,13	0,207	0,0204
10,2	8,31	8,52	70	170	61,3	5,08	306,38	0,9752	0,2592
10,3	8,24	8,41	70	170	59,8	4,67	304,47	0,1938	0,0229
10,4	8,25	8,27	70	170	58,6	5,26	303,86	0,1915	0,0182
10,5	8,28	8,17	70	170	55,3	4,7	300	0,1928	0,0194
10,6	8,23	8,11	70	170	54,6	4,84	299,44	0,19	0,0191
10,7	8,32	7,93	60	180	52,8	5,26	298,06	0,185	0,0182
10,8	8,23	7,88	60	180	50,2	4,45	294,65	0,1817	0,022
10,9	8,22	7,78	60	180	49,6	4,55	294,15	1,187	1,0228
11	8,27	7,72	60	180	48,4	5	293,4	0,1818	0,0218
11,1	8,28	7,69	60	180	48,9	4,47	293,37	0,1676	0,0224
11,2	8,31	7,43	60	180	45,9	5,04	290,94	0,172	0,0196
11,3	7,9	7,4	60	200	43,6	4,47	308,07	0,176	0,0208
11,4	7,91	7,38	60	200	42,7	4,53	307,23	0,1777	0,0242
11,5	8,19	7,23	60	200	41,7	4,83	306,53	0,1655	0,0223
11,6	7,97	7,2	60	200	40,8	8,32	309,12	0,1705	0,0263
11,7	8,24	7,17	60	200	39,5	4,79	304,29	0,1707	0,0253
11,8	8,17	6,96	60	200	37,1	4,14	301,24	0,167	0,027
11,9	8,4	6,9	60	200	36,9	4,59	301,49	1,1636	0,0267
12	8,33	6,88	60	200	36,1	4,78	300,88	0,1685	0,0276

COLUMNA F

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	7.26	174.9	40	1460	131.7	4.34	1636.04	8.4241	0.236
0.2	7.65	156.9	100	1320	137.8	4.69	1562.49	8.2934	0.369
0.3	7.87	143.3	60	1440	156.6	5.58	1662.18	7.7354	0.222
0.4	8	134.5	60	1740	116.7	3.62	1920.32	7.124	0.221
0.5	8.19	128	60	1740	106.1	3.38	1909.48	6.7825	0.236
0.6	8.24	120.3	60	940	105.9	3.37	1109.27	6.1272	0.654
0.7	8.35	113.3	60	540	85.9	2.42	688.32	5.5195	0.351
0.8	8.36	111	60	340	86.2	2.6	488.8	3.9084	0.123
0.9	8.32	103.1	60	440	78.7	2.18	580.88	4.7775	0.236
1	8.37	94.2	60	440	64.2	1.58	565.78	4.1385	0.136
1.1	8.49	889	60	400	61.3	1.47	522.77	3.6699	0.226
1.2	8.54	81.5	60	400	46.6	0.84	507.44	3.1084	0.066
1.3	8.6	73	60	400	43.6	0.77	504.37	2.5989	0.068
1.4	8.54	70.5	60	400	36.2	0.51	496.71	2.1201	0.369
1.5	8.45	63	60	360	32.2	0.25	452.45	2.0814	0.648
1.6	8.6	58.7	40	380	30	0.24	450.24	1.8751	0.369
1.7	8.49	56.9	40	380	31.7	0.28	451.98	9.7999	0.0254
1.8	8.45	50.1	40	360	23.2	0.07	423.27	1.5351	0.036
1.9	8.62	49.6	40	340	23	0.07	403.07	1.5316	0.025
2	8.45	47.5	40	340	21.4	0.05	401.45	1.4139	0.039
2.1	8.65	43.5	50	290	19.2	0.14	359.34	1.2697	0.368
2.2	8.6	43.3	50	290	20.3	0.22	360.52	1.2649	0.698
2.3	8.53	41.6	40	220	16.7	0.16	276.86	1.1681	0.364
2.4	8.58	40.8	40	180	16.6	0.33	236.93	1.2156	0.578
2.5	8.43	40.2	40	160	18.5	0.24	218.74	1.1904	0.689
2.6	8.52	39	30	170	16.8	0.23	217.03	1.1292	0.021
2.7	8.57	38.1	30	130	15.1	0.31	175.41	1.303	0.036
2.8	8.37	36.1	30	130	13.2	0.42	173.62	1.0242	0.697
2.9	8.42	35.3	30	170	12.5	0.39	212.89	0.9787	0.213
3	8.51	34.2	30	70	12.5	0.4	112.9	0.9632	0.241
3.1	8.55	32.3	30	70	11.8	0.42	112.22	0.8911	0.341
3.2	8.48	32.1	30	70	11.6	0.39	111.99	0.8987	0.35
3.3	8.49	32	30	70	11.3	0.45	111.75	1.8697	0.78
3.4	8.65	30.8	30	70	10.3	0.48	110.78	0.8372	0.036
3.5	8.67	30.1	30	70	11.2	0.39	111.59	0.861	0.098
3.6	8.7	29.31	30	70	10.3	0.48	110.78	0.7832	0.254
3.7	8.55	28.65	30	70	9.3	0.55	109.85	0.7536	0.145
3.8	8.6	28.4	30	70	9.3	0.5	109.8	0.7713	0.21
3.9	8.56	27.15	30	70	8	0.54	108.54	0.7002	0.3
4	8.64	27.07	30	70	7.9	0.55	108.45	0.6789	0.354

4.1	8.72	27.02	30	70	60.8	2.35	163.15	0.7031	0.222
4.2	8.62	25.39	30	70	57.5	1.7	159.2	0.6639	0.222
4.3	8.68	24.3	30	70	69	2.48	171.48	0.6205	0.258
4.4	8.81	23.87	30	70	52.8	1.69	154.49	0.6493	0.314
4.5	8.45	23.76	30	70	50.3	1.22	151.52	0.6035	0.147
4.6	8.56	23.35	30	70	55.1	1.87	156.97	0.5938	0.254
4.7	8.6	23.23	30	70	56.1	1.73	157.83	0.6267	0.364
4.8	8.6	23.13	30	70	58.1	1.76	159.86	0.6135	0.254
4.9	8.51	22.94	30	70	56.5	1.93	158.43	0.6263	0.398
5	8.64	22.53	30	70	50.8	1.27	152.07	0.5711	0.254
5.1	8.57	21.65	30	50	50.3	1.22	131.52	0.5508	0.145
5.2	8.65	21.36	30	50	48.5	1.19	129.69	0.57	0.124
5.3	8.62	21.04	30	50	45.2	1.23	126.43	0.5539	0.028
5.4	8.68	20.37	30	50	45.4	1.41	126.81	0.5164	0.0987
5.5	8.65	20.18	30	50	39.6	0.84	120.44	0.5299	0.2456
5.6	8.57	19.25	30	50	41.1	1.07	122.17	0.489	0.254
5.7	8.47	18.57	30	50	38	0.74	118.74	1.8313	0.223
5.8	8.49	18.36	30	50	35.1	0.78	115.88	0.4649	0.221
5.9	8.5	17.35	30	50	35.8	0.88	116.68	0.4433	0.364
6	8.45	16.13	30	50	33.7	0.64	114.34	0.4078	0.22
6.1	8.4	16.1	30	50	33.2	0.7	113.9	0.4306	0.0379
6.2	8.6	15.98	30	50	32.6	0.8	113.4	0.4027	0.0376
6.3	8.3	15.35	30	50	31.4	0.57	111.97	0.3778	0.0362
6.4	8.46	15.32	30	50	29.8	0.59	110.39	0.3081	0.0356
6.5	8.53	14.8	30	50	30.9	0.59	111.49	0.3796	0.0362
6.6	8.27	14.45	30	50	30.5	0.69	111.19	0.3554	0.0338
6.7	8.41	14.17	30	50	30	0.55	110.55	0.3677	0.0325
6.8	8.43	13.95	30	50	29.6	0.56	110.16	3.7861	0.033
6.9	8.56	13.57	30	50	28.7	0.6	109.3	0.1287	0.0305
7	8.25	13.26	30	50	28.6	0.75	109.35	0.2197	0.0326
7.1	8.21	13.02	30	50	116.9	7.04	203.94	0.3114	0.0327
7.2	8.43	12.51	30	30	117.1	7.43	184.53	0.2962	0.0283
7.3	7.9	12.45	30	30	105.5	6.26	171.76	0.3039	0.0307
7.4	8.24	12.05	30	30	111.4	5.33	176.73	0.2845	0.0284
7.5	8.45	11.84	30	30	11.4	5	76.4	0.2747	0.0275
7.6	8.38	11.8	30	30	103.3	5.07	168.37	0.2731	0.0267
7.7	8.25	11.41	30	30	105.6	5.49	171.09	1.0236	0.0282
7.8	8.39	11.18	30	30	105.2	5.13	170.33	0.261	0.0297
7.9	8.39	11.09	30	30	96.8	4.98	161.78	0.2535	0.0298
8	8.09	10.89	30	30	98.3	5.78	164.08	0.2461	0.1668
8.1	8.25	10.78	40	20	92.5	4.5	157	0.254	0.0254
8.2	8.23	10.56	40	20	92.6	5.27	157.87	3.4082	0.0259
8.3	8.14	10.47	40	20	91.3	4.93	156.23	0.2271	0.0282

8.4	8.15	10.43	40	20	92.4	4.92	157.32	0.2324	0.0304
8.5	8.25	10.31	40	20	88.8	4.85	153.65	0.2199	0.0275
8.6	8.21	10.25	40	20	84.7	4.23	148.93	0.2245	0.028
8.7	8.13	9.76	40	20	84.7	4.57	149.27	0.2163	0.0285
8.8	8.12	9.69	40	20	84	4.46	148.46	1.2123	0.0276
8.9	8.14	9.59	40	20	85.1	5.13	150.23	0.2212	0.0296
9	8.21	9.36	40	20	69.3	4.38	133.68	0.1997	0.0279
9.1	8.13	9.3	40	20	68.2	4.15	132.35	0.2009	0.029
9.2	8.17	9.26	40	20	71.5	4.85	136.35	0.1807	0.0306
9.3	8.16	9.06	40	20	75.7	4.91	140.61	0.1904	0.0278
9.4	8.25	8.89	40	20	61.3	4.4	125.7	0.1526	0.0474
9.5	8.23	8.64	40	20	62	4.26	126.26	0.1878	0.0282
9.6	8.21	8.6	40	20	62.5	4.95	127.45	0.1899	0.0278
9.7	8.22	8.3	40	20	68.3	5.35	133.65	0.1706	0.0275
9.8	8.28	8.27	40	20	63.6	4.65	128.25	1.1869	0.0269
9.9	8.23	8.18	40	20	51.8	4.31	116.11	0.1729	0.0275
10	8.36	8.04	40	20	55.2	4.76	119.96	0.1777	0.0269
10.1	8.35	8	40	20	47.8	3.62	111.42	0.1779	0.0271
10.2	8.25	7.98	40	20	46	4.31	110.31	0.179	0.0289
10.3	8.28	7.9	40	20	44.4	3.76	108.16	0.1611	0.0285
10.4	8.31	7.84	40	20	43	3.89	106.89	0.1619	0.0215
10.5	8.29	7.72	40	20	52.7	4.75	117.45	0.1666	0.3278
10.6	8.37	7.69	40	20	52.1	4.2	116.3	0.1676	0.0277
10.7	8.33	7.49	40	20	53.3	4.85	118.15	0.1638	0.0287
10.8	8.3	7.41	40	20	50.6	4.63	115.23	0.1532	0.0285
10.9	8.23	7.39	40	20	48.2	4.7	112.9	0.1639	0.0301
11	8.26	7.33	40	20	46.3	4.14	110.44	0.1521	0.0277
11.1	8.25	7.25	40	20	44.2	4.43	108.63	0.1056	0.0293
11.2	8.26	7.09	40	20	41.1	4.06	105.16	0.1388	0.0267
11.3	8.23	6.99	40	20	38.8	3.96	102.76	0.1517	0.0313
11.4	8.27	6.94	40	20	39.4	4.46	103.86	0.1439	0.0293
11.5	8.26	6.92	40	20	35.9	3.45	99.35	0.1567	0.032
11.6	8.21	6.84	40	20	35.9	4.41	100.31	0.1318	0.0295
11.7	8.29	6.82	40	20	35.3	4.13	99.43	0.1418	0.0305
11.8	8.34	6.81	40	20	33.8	3.61	97.41	0.1328	0.0283
11.9	8.23	6.72	40	20	33.5	4.41	97.91	1.1322	0.0305
12	8.33	6.66	40	20	33.2	3.65	96.85	0.1409	0.0296

COLUMNA G

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	7.53	160	220	1080	124.4	3.05	1427.45	5.949	0.6941
0.2	7.75	157.7	280	1120	129.5	3.16	1532.66	7.2901	0.8743
0.3	7.88	146.9	220	1280	124.7	3.09	1627.79	7.3013	0.8561
0.4	8	140.6	140	1360	124.1	3.03	1627.13	6.9575	0.9223
0.5	8.13	132.7	160	1320	106.3	2.27	1588.57	6.8896	0.8555
0.6	8.22	129.8	140	1320	100.2	2.13	1562.33	6.8368	0.9161
0.7	8.25	122	140	1360	97.3	2.14	1599.44	6.1328	0.8012
0.8	8.3	120	140	1300	82.1	2.16	1524.26	5.5327	0.7981
0.9	8.29	113	140	1060	77	1.66	1278.66	5.2305	0.6838
1	8.37	109.1	220	880	70.8	1.64	1172.44	4.9751	0.649
1.1	8.39	104.1	200	900	65	1.42	1166.42	4.6393	0.6089
1.2	8.57	99.8	220	780	59.5	1.37	1060.87	4.353	0.5732
1.3	8.44	94.5	200	800	55.4	1.12	1056.52	3.9709	0.5119
1.4	8.45	86.1	220	780	48.4	1.01	1049.41	3.457	0.4247
1.5	8.48	83.5	200	700	43	0.83	943.83	3.2645	0.3861
1.6	8.5	79	200	700	43.6	0.73	944.33	2.821	0.3226
1.7	8.51	73.8	200	700	42.4	0.69	943.09	10.586	0.2839
1.8	8.56	69.8	200	600	30	0.8	830.8	2.4177	0.2634
1.9	8.49	64.9	200	600	32.8	0.33	833.13	2.1664	0.2328
2	8.58	62.5	180	620	27.4	0.51	827.91	2.0844	0.2135
2.1	8.5	59.3	180	600	28.7	0.23	808.93	1.9469	0.1808
2.2	8.66	55.6	180	580	29.8	0.74	790.54	1.8042	0.159
2.3	8.49	53	180	580	27.5	0.76	788.26	1.6986	0.1718
2.4	8.71	50.4	180	540	26.6	0.71	747.31	1.5358	0.1377
2.5	8.63	47.3	180	520	22.6	0.75	723.35	1.4624	0.1377
2.6	8.7	45.2	180	480	19.7	0.66	680.36	1.3515	0.1184
2.7	8.61	42.8	160	480	18.7	0.54	659.24	1.4471	0.1143
2.8	8.69	41.1	120	620	15.7	0.58	756.28	1.1809	0.0978
2.9	8.54	39.7	100	560	10.8	0.45	671.25	1.0589	0.094
3	8.62	39.3	90	450	16.2	0.32	556.52	0.7082	0.0693
3.1	8.69	38.7	90	350	16.1	0.49	456.59	0.9743	0.0961
3.2	8.68	36.5	90	370	15.7	0.51	476.21	1.0695	0.0954
3.3	8.76	35.7	90	310	14.1	0.45	414.55	1.9692	0.0795
3.4	8.63	34.7	90	310	15.1	0.4	415.5	0.9672	0.081
3.5	8.77	34.4	90	310	13.3	0.48	413.78	0.9289	0.0745
3.6	8.7	33.05	90	310	12.6	0.4	413	0.9166	0.0791
3.7	8.7	32.95	90	290	11.7	0.32	392.02	0.8904	0.076
3.8	8.69	30.28	90	290	11.8	0.81	392.61	0.8016	0.067
3.9	8.74	30.12	90	290	9.8	0.42	390.22	0.8154	0.066
4	8.64	28.15	90	290	9.7	0.28	389.98	0.7393	0.0575

4.1	8.75	27.7	90	310	62.4	2.15	464.55	0.7221	0.0536
4.2	8.69	27.15	90	310	63.4	1.99	465.39	0.7252	0.0978
4.3	8.79	25.2	90	270	54.5	1.74	416.24	0.6795	0.0532
4.4	8.61	24	90	270	51.9	1.46	413.36	0.64	0.0485
4.5	8.68	23.35	90	290	49.5	1.59	431.09	0.5144	0.939
4.6	8.63	22.35	90	250	47.7	1.4	389.1	0.5839	0.0436
4.7	8.58	21.82	90	250	44.5	1.45	385.95	0.5688	0.0465
4.8	8.51	20.9	90	250	48.4	1.5	389.9	0.5528	0.0465
4.9	8.81	20.78	90	250	50	1.83	391.83	0.5468	0.0439
5	8.51	20.13	80	260	43.4	1.51	384.91	0.5239	0.0414
5.1	8.61	20.05	80	280	43	1.67	404.67	0.5332	0.0437
5.2	8.56	19.92	80	280	49.4	1.51	410.91	0.5163	0.0385
5.3	8.37	19.9	80	260	40.1	1.54	381.64	0.513	0.0386
5.4	8.05	19.71	80	240	39.6	1.44	361.04	0.4897	0.0397
5.5	8.42	19.73	80	260	42.5	1.59	384.09	0.4924	0.0431
5.6	8.35	18.32	80	240	47.7	1.36	369.06	0.6187	0.0402
5.7	8.45	18.2	80	260	35.1	1.55	376.65	1.8306	0.0369
5.8	8.36	17.67	80	240	37.6	1.51	359.11	0.4365	0.0365
5.9	8.43	17.6	80	260	32.2	1.37	373.57	0.4447	0.7336
6	8.55	17.12	80	270	34.2	1.5	385.7	0.4133	0.0326
6.1	8.27	16.82	80	280	40.8	1.84	402.64	0.4504	0.0692
6.2	8.28	16.48	80	280	31.5	1.42	392.92	0.4044	0.039
6.3	8.31	16.36	80	280	31.9	1.43	393.33	0.3981	0.0364
6.4	8.36	15.82	80	280	29.9	1.29	391.19	0.3064	0.0383
6.5	8.25	15.78	80	280	27.8	1.26	389.06	0.3922	0.0399
6.6	8.3	15.4	80	280	27.2	1.17	388.37	0.3753	0.0373
6.7	8.24	15.3	80	270	28.1	1.31	379.41	0.3716	0.0389
6.8	8.21	15.04	80	270	25.8	1.22	377.02	3.7929	0.0374
6.9	8.32	14.52	80	280	25.1	1.19	386.29	0.1421	0.0349
7	8.33	14.43	80	280	135.5	1.27	496.77	0.2192	0.0374
7.1	8.42	14.34	80	270	125.3	6.99	482.29	0.3166	0.0331
7.2	8.26	13.9	80	270	130.3	6.09	486.39	0.3295	0.0482
7.3	8.37	13.72	80	280	118.4	6.94	485.34	0.3077	0.0339
7.4	8.27	13.33	80	260	117.6	5.9	463.5	0.3013	0.0324
7.5	8.47	13.3	80	260	113.2	6.43	459.63	0.2858	0.0296
7.6	8.32	12.89	80	260	111.7	5.75	457.45	0.2784	0.0312
7.7	8.4	12.69	80	260	109.3	6.25	455.55	1.0444	0.0309
7.8	8.27	12.54	80	260	107.4	5.59	452.99	0.2617	0.0339
7.9	8.4	12.31	80	260	103.5	6.06	449.56	0.2538	0.0309
8	8.35	12.08	80	260	102.1	5.58	447.68	0.2451	0.0294
8.1	8.48	12	80	180	99.9	5.71	365.61	0.249	0.0298
8.2	8.41	11.8	80	180	98.8	5.89	364.69	3.4189	0.031
8.3	8.45	11.39	80	180	99.4	5.44	364.84	0.1933	0.0297

8.4	8.51	11.31	80	180	92	6.08	358.08	0.2151	0.0291
8.5	8.42	11.11	80	180	91.1	5.94	357.04	0.2093	0.0288
8.6	8.51	10.8	80	180	94.1	5.62	359.72	0.2012	0.0265
8.7	8.37	10.67	80	180	86.5	5.47	351.97	0.1854	0.0247
8.8	8.57	10.63	80	180	86.2	5.66	351.86	1.1933	0.0261
8.9	8.38	10.45	80	180	85.9	5.19	351.09	0.1899	0.026
9	8.49	10.43	80	180	81	5.86	346.86	0.1818	0.0275
9.1	8.5	10.28	80	160	82.8	5.17	327.97	0.187	0.0291
9.2	8.54	10.22	80	160	80.2	5.61	325.81	0.1551	0.0296
9.3	8.47	9.94	80	160	107.2	5.22	352.42	0.1716	0.027
9.4	8.5	9.93	80	160	99.7	6.56	346.26	0.2165	0.0595
9.5	8.53	9.89	80	160	90.1	5.97	336.07	0.2217	0.0321
9.6	8.52	9.87	80	160	86.9	5.9	332.8	0.1985	0.0304
9.7	8.5	9.85	80	160	78.8	5.42	324.22	0.1833	0.0287
9.8	8.48	9.67	80	160	76.1	5.51	321.61	1.1794	0.0275
9.9	8.4	9.48	80	160	70.1	5.18	315.28	0.1638	0.0277
10	8.42	9.47	80	180	67.2	5.16	332.36	0.1692	0.0285
10.1	8.35	9.42	80	160	67.3	4.63	311.93	0.1555	0.0257
10.2	8.35	9.24	80	160	78.7	5.34	324.04	0.1523	0.0206
10.3	8.42	9.13	80	160	65.4	5.96	311.36	0.1175	0.0284
10.4	8.53	9.12	80	160	61.3	5.33	306.63	0.1389	0.0212
10.5	8.47	8.76	80	160	64.5	4.72	309.22	0.1395	0.0275
10.6	8.13	8.08	80	160	58.8	5.2	304	0.1353	0.0252
10.7	8.04	8.06	80	160	52.3	5.07	297.37	0.1483	0.0271
10.8	8.25	7.7	80	160	53	4.45	297.45	0.1258	0.0264
10.9	8.26	7.7	80	160	51	4.75	295.75	0.1313	0.0268
11	8.27	7.58	80	140	51	4.34	275.34	0.138	0.0266
11.1	8.36	7.55	80	140	47.6	4.8	272.4	0.0486	0.0269
11.2	8.39	7.5	80	140	48.9	4.17	273.07	0.1008	0.0274
11.3	8.4	7.49	80	140	43.9	4.89	268.79	0.1202	0.0256
11.4	8.4	7.24	80	140	44.6	3.91	268.51	0.1163	0.0248
11.5	8.36	7.56	80	140	45.5	4.5	270	0.1115	0.0276
11.6	8.38	7.33	80	140	41.2	4.31	265.51	0.0874	0.0251
11.7	8.37	7.23	80	140	46.8	4.04	270.84	0.0105	0.2363
11.8	8.37	7.3	80	140	38.8	4.65	263.45	0.0978	0.0255
11.9	8.26	6.65	80	140	36.6	4	260.6	1.0926	0.028
12	8.28	6.2	80	140	35.3	3.96	259.26	0.0723	0.0212

COLUMNA H

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	7.28	172.2	100	740	149.3	4.04	993.34	9.3383	1.1044
0.2	7.46	161.2	100	1020	150.5	4.03	1274.53	9.2558	1.1223
0.3	7.79	145.8	100	1220	141.7	3.89	1465.59	9.1179	1.133
0.4	7.85	137	140	740	129.6	3.84	1013.44	8.1446	1.1083
0.5	8.05	129.5	1000	980	115.3	3.29	2098.59	7.8535	1.0457
0.6	8.09	125	200	1860	111.5	3.26	2174.76	7.6389	1.0242
0.7	8.22	118.1	200	1660	106	3.12	1969.12	6.9157	0.9118
0.8	8.22	111.1	200	1480	97.4	2.9	1780.3	5.1233	0.724
0.9	8.41	108.3	200	1400	115.4	3.21	1718.61	5.7138	0.741
1	8.37	106.4	200	1360	88.5	2.55	1651.05	5.4562	0.7147
1.1	8.39	98.7	200	1360	73.9	2.3	1636.2	4.7604	0.6206
1.2	8.39	94	200	1360	70.1	2.14	1632.24	4.3082	0.5523
1.3	8.53	89.3	200	1360	62.8	2.09	1624.89	3.9707	0.4901
1.4	8.62	83.5	200	1340	60.4	1.78	1602.18	3.575	0.4213
1.5	8.37	74.5	200	1360	47.5	1.66	1609.16	2.8877	0.3368
1.6	8.42	72.5	200	1380	43.4	1.46	1624.86	2.7325	0.3205
1.7	8.45	70	200	1360	41.2	1.41	1602.61	10.6308	0.2995
1.8	8.44	63	180	1380	36.7	1.25	1597.95	2.2268	0.2376
1.9	8.49	57.3	180	1120	32.1	1.42	1333.52	2.1289	0.2206
2	8.85	57	180	1120	32.5	1.33	1333.83	1.9298	0.194
2.1	8.71	53.4	180	680	28.4	1.04	889.44	1.7511	0.1605
2.2	8.63	47.5	140	720	26.2	1.26	887.46	1.5386	0.1388
2.3	8.48	46.2	120	600	24.7	1.21	745.91	1.4644	0.1297
2.4	8.4	44.1	140	580	22.7	0.92	743.62	1.3715	0.1172
2.5	8.36	40.2	140	280	19.7	1.08	440.78	1.2212	0.1015
2.6	8.56	39.5	140	280	19.1	0.81	439.91	1.1719	0.093
2.7	8.56	38.2	120	340	17.9	0.85	478.75	1.3406	0.0871
2.8	8.45	37.1	120	320	18.8	1.1	459.9	1.058	0.0753
2.9	8.43	35.3	120	200	16.4	0.76	337.16	0.9303	0.0717
3	8.6	34.4	120	200	14.8	0.82	335.62	0.9917	0.0773
3.1	8.3	32.4	100	220	14.3	0.76	335.06	0.9046	0.0715
3.2	8.26	30	100	200	13.2	0.98	314.18	0.8346	0.0633
3.3	8.66	29.8	120	180	13.2	0.82	314.02	1.8156	0.0643
3.4	8.44	29.3	100	200	12.7	0.98	313.68	0.8337	0.0702
3.5	8.19	27.3	120	180	12.2	0.91	313.11	0.7484	0.0564
3.6	8.58	26.7	120	180	11.6	0.55	312.15	0.7204	0.0528
3.7	8.46	26.4	120	180	8.6	0.94	309.54	0.7021	0.0503
3.8	8.38	26	120	180	11.1	0.87	311.97	0.6848	0.0513
3.9	8.38	24.4	120	180	10.6	0.7	311.3	0.5517	0.0442
4	8.51	24.3	120	180	9.7	2.87	312.57	0.6389	0.048

4.1	8.46	23.7	120	180	66.3	2.43	368.73	0.6282	0.0443
4.2	8.4	22.7	120	160	55.4	2.29	337.69	0.6011	0.0811
4.3	8.5	22.4	120	160	51.4	2.39	333.79	0.5824	0.0411
4.4	8.41	22.1	120	160	53.1	1.97	335.07	0.5925	0.0467
4.5	8.39	21.8	120	160	46.6	2.18	328.78	0.5354	0.0372
4.6	8.51	21.42	120	160	46.1	2.12	328.22	0.5188	0.0366
4.7	8.54	20.93	120	160	46.4	1.84	328.24	0.528	0.0351
4.8	8.41	20.93	120	160	36.6	2.19	318.79	0.5014	0.0326
4.9	8.42	20.23	120	160	35.4	1.95	317.35	0.4816	0.0318
5	8.64	20.08	120	160	44	1.45	325.45	0.4822	0.0379
5.1	8.7	19.62	80	160	43.8	2.2	286	0.5042	0.0392
5.2	8.6	18.24	100	200	42.2	2.25	344.45	0.4509	0.0346
5.3	8.68	18.2	80	180	44	2.05	306.05	0.4401	0.0304
5.4	8.66	18.2	100	140	41.6	2.06	283.66	0.4445	0.0311
5.5	8.56	17.94	100	160	40.5	2.02	302.52	0.436	0.032
5.6	8.56	17.17	100	160	39.1	1.77	300.87	0.3959	0.0314
5.7	8.6	17.09	100	160	29.8	1.63	291.43	1.768	0.0372
5.8	8.61	17.02	100	160	34.2	1.78	295.98	0.4069	0.0298
5.9	8.52	16.44	100	160	34.7	1.92	296.62	0.3994	0.0343
6	8.49	15.93	100	160	34.1	1.6	295.7	0.3828	0.0293
6.1	8.63	15.84	100	160	34.4	2.05	296.45	0.3786	0.0266
6.2	8.59	15.68	100	160	32	1.97	293.97	0.385	0.0283
6.3	8.56	14.74	100	140	32.7	1.76	274.46	0.3553	0.0274
6.4	8.52	14.68	80	160	33.6	1.66	275.26	0.2667	0.0249
6.5	8.54	14.62	80	160	30.4	1.9	272.3	0.3513	0.0254
6.6	8.5	14.5	80	160	29.1	1.84	270.94	0.3464	0.0251
6.7	8.51	14.03	80	160	29.7	1.82	271.52	0.3282	0.0223
6.8	8.51	14	80	160	27.7	1.68	269.38	3.7677	0.0227
6.9	8.46	13.3	80	140	28.9	1.35	250.25	0.1121	0.0225
7	8.52	13.12	80	140	29.1	1.99	251.09	0.1939	0.0219
7.1	8.57	13.07	80	140	25.1	1.68	246.78	0.2879	0.0204
7.2	8.36	12.18	80	140	118.3	6.46	344.76	0.2855	0.0215
7.3	8.07	11.6	80	140	114.7	5.95	340.65	0.2719	0.0209
7.4	8.39	11.5	80	140	107.8	5.66	333.46	0.2745	0.018
7.5	8.42	11.4	80	140	107.3	6.39	333.69	0.2577	0.0191
7.6	8.26	11.05	80	140	105	6.98	331.98	0.2527	0.0189
7.7	8.21	11	80	140	98	6.96	324.96	1.0215	0.02
7.8	8.34	10.7	60	160	93.1	5.79	318.89	0.244	0.0206
7.9	8.27	9	60	160	68.4	5.18	293.58	0.2012	0.0215
8	8.3	8.9	60	140	88.8	4.48	293.28	0.2284	0.018
8.1	8.32	8.7	100	160	90	5.07	355.07	0.2373	0.0162
8.2	8.27	8.6	80	220	88.4	5.73	394.13	3.409	0.0178
8.3	8.07	8.51	80	140	80.8	5.36	306.16	0.207	0.0178

8.4	8.13	8.42	80	140	82.5	6.42	308.92	0.2119	0.0193
8.5	8.23	8.32	80	140	83.1	5.36	308.46	0.2149	0.0178
8.6	8.22	8.21	80	140	77.3	5.33	302.63	0.1986	0.0167
8.7	8.12	8.2	80	160	75.2	4.67	319.87	0.1956	0.0153
8.8	8	8.1	80	180	75.8	4.76	340.56	1.2059	0.0168
8.9	8.05	8.07	80	160	72.1	4.86	316.96	0.1973	0.0177
9	7.95	8.03	80	160	69.4	4.43	313.83	0.1902	0.0199
9.1	8.03	8	80	160	70.7	4.62	315.32	0.1927	0.0189
9.2	8.03	7.92	80	140	65.7	4.92	290.62	0.16	0.0176
9.3	8.04	7.9	80	140	64.1	4.33	288.43	0.1742	0.015
9.4	7.92	7.89	80	140	63	5.14	288.14	0.1197	0.0217
9.5	8.06	7.83	80	140	63.3	4.96	288.26	0.1793	0.0183
9.6	8.22	7.64	80	140	59.7	4.65	284.35	0.1714	0.0154
9.7	8.24	7.6	80	140	60.1	4.66	284.76	0.1653	0.0163
9.8	8.08	7.57	80	140	57.7	5.31	283.01	1.1735	0.0167
9.9	8.1	7.37	80	140	55.7	4.63	280.33	0.1623	0.0159
10	8.15	7.29	80	140	56.4	4.27	280.67	0.1733	0.0161
10.1	8.26	7.23	80	140	52	5.17	277.17	0.1616	0.0147
10.2	8.25	7	80	140	52	4.24	276.24	0.166	0.0167
10.3	8	6.9	80	140	51	4.42	275.42	0.1547	0.0186
10.4	8.06	6.85	80	120	48.2	4.11	252.31	0.1573	0.018
10.5	8.04	6.65	80	120	46.7	4.06	250.76	0.1511	0.0154
10.6	7.98	6.55	80	120	46.7	4.32	251.02	0.1541	0.017
10.7	8.08	6.5	80	120	43.3	4.22	247.52	0.1522	0.0171
10.8	8.2	6.25	80	120	39.6	3.85	243.45	0.138	0.0172
10.9	8.1	6.2	80	120	42.6	4.06	246.66	0.1495	0.0186
11	8.14	6.18	80	120	41.4	3.99	245.39	0.1404	0.0177
11.1	8.19	6.1	80	120	37.3	4.04	241.34	0.0947	0.0171
11.2	8.09	6	80	120	37.2	3.9	241.1	0.1286	0.0174
11.3	8.19	5.77	80	120	34.4	3.92	238.32	0.1343	0.0182
11.4	8.22	5.62	80	120	33.7	3.69	237.39	0.1364	0.0161
11.5	8.18	5.6	80	180	32.6	3.78	296.38	0.1342	0.0169
11.6	8.28	5.58	80	160	31.8	3.39	275.19	0.1253	0.0195
11.7	8.23	5.5	80	120	30.8	4.12	234.92	0.131	0.0191
11.8	8.26	5.45	80	120	29.3	3.52	232.82	0.1251	0.0189
11.9	8.24	5.4	80	120	28.8	3.95	232.75	1.1211	0.0195
12	8.25	5.36	100	100	26.7	3.7	230.4	0.1304	0.0205

COLUMNA I

MUESTRAmL	pH	(mS cm ⁻¹)			meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺				
0.1	7.52	154.7	140	780	116.9	3.2	1040.1	7.1113	0.9996	
0.2	7.44	153.6	140	900	129.7	3.44	1173.14	7.4202	0.8698	
0.3	7.8	144.6	180	940	126	3.42	1249.42	7.1173	0.8248	
0.4	7.92	140	180	700	116.8	3.24	1000.04	7.178	0.898	
0.5	8.07	128.9	1000	760	104.2	2.83	1867.03	6.385	0.8635	
0.6	8.13	128	200	1460	102.9	2.78	1765.68	6.9291	1.4535	
0.7	8.2	116.5	200	1660	83.2	2.34	1945.54	5.2902	0.6346	
0.8	8.26	115.2	200	1440	82.2	2.38	1724.58	5.3726	0.7126	
0.9	8.31	105.5	200	1400	73.8	2.16	1675.96	4.8341	0.6614	
1	8.3	96.8	200	1360	66.5	1.94	1628.44	4.2133	0.5709	
1.1	8.41	94.5	200	1360	66.5	2.01	1628.51	4.1369	0.5828	
1.2	8.47	93.5	200	1360	63.7	1.94	1625.64	4.4427	0.9966	
1.3	8.45	85.2	200	1360	55.5	1.71	1617.21	3.4492	0.4567	
1.4	8.53	78.3	200	1340	48.1	1.53	1589.63	2.8598	0.3279	
1.5	8.39	74.5	200	1360	45.6	1.49	1607.09	2.6648	0.2924	
1.6	8.57	71	200	1380	41.5	1.41	1622.91	2.5048	0.3047	
1.7	8.62	62.5	200	1360	35.9	1.29	1597.19	10.0863	0.2246	
1.8	8.38	55.7	180	1380	29.6	1.09	1590.69	1.7616	0.1799	
1.9	8.32	53.5	180	1120	27.4	0.99	1328.39	1.6789	0.1611	
2	8.47	49.5	180	1120	27.4	1.1	1328.5	1.4976	0.1225	
2.1	8.41	43.2	180	680	22.7	0.97	883.67	1.258	0.0906	
2.2	8.47	41.5	140	720	21.9	0.97	882.87	1.1871	0.0969	
2.3	8.43	40.6	120	600	20.4	0.92	741.32	1.1499	0.0869	
2.4	8.62	37	140	580	18.3	0.84	739.14	1.0307	0.0781	
2.5	8.57	34.5	140	280	16.7	0.86	437.56	0.9368	0.0682	
2.6	8.65	34.4	140	280	12.2	0.68	432.88	0.9432	0.0681	
2.7	8.44	33.3	120	340	15.4	0.79	476.19	0.8914	0.0672	
2.8	8.59	30.8	120	320	14.4	0.76	455.16	0.805	0.051	
2.9	8.5	30.24	120	200	13.5	0.73	334.23	0.7922	0.0559	
3	8.44	29.9	120	200	14.6	0.78	335.38	0.7965	0.0614	
3.1	8.41	28.3	100	220	14	0.8	334.8	0.7451	0.0554	
3.2	8.53	27.3	100	200	12.8	0.71	313.51	0.7048	0.0502	
3.3	8.6	27.2	120	180	12.5	0.73	313.23	1.715	0.0504	
3.4	8.44	26.7	100	200	12.5	0.76	313.26	0.6915	0.0479	
3.5	8.42	25.09	120	180	11.4	0.72	312.12	0.639	0.0459	
3.6	8.5	24.9	120	180	11.1	0.73	311.83	0.6341	0.0464	
3.7	8.44	23.4	120	180	11.6	0.75	312.35	0.6464	0.0485	
3.8	8.46	23.1	120	180	10.5	0.74	311.24	0.5849	0.0406	
3.9	8.41	22.9	120	180	10.4	0.73	311.13	0.5736	0.0414	
4	8.52	22.8	120	180	10.4	0.72	311.12	0.5727	0.0385	

4.1	8.38	22.1	120	180	52.4	2.08	354.48	0.5492	0.0393
4.2	8.38	21.7	120	160	47.7	1.84	329.54	0.5269	0.0974
4.3	8.51	21.1	120	160	51.6	2.17	333.77	0.5248	0.0374
4.4	8.48	20.52	120	160	47.7	2.05	329.75	0.5018	0.0345
4.5	8.37	19.46	120	160	47.1	1.94	329.04	0.4664	0.0322
4.6	8.52	19.09	120	160	48.2	2.19	330.39	0.484	0.0334
4.7	8.43	18.9	120	160	43.7	1.78	325.48	0.4692	0.0354
4.8	8.32	17.5	120	160	41.6	2.01	323.61	0.4307	0.0348
4.9	8.4	17.39	120	160	42.2	1.92	324.12	0.4388	0.0329
5	8.42	17.17	120	160	38.9	1.89	320.79	0.4383	0.0343
5.1	8.44	16.7	80	160	38.6	1.74	280.34	0.4059	0.0288
5.2	8.4	16.39	100	200	38.4	1.79	340.19	0.3962	0.027
5.3	8.25	16.19	80	180	37.8	1.96	299.76	0.406	0.0321
5.4	8.1	16.1	100	140	25.1	1.35	266.45	0.3862	0.0334
5.5	8.36	16.05	100	160	33.3	1.61	294.91	0.3813	0.0336
5.6	8.15	16.02	100	160	31.9	1.68	293.58	0.3674	0.0284
5.7	8.63	16	100	160	31.5	1.79	293.29	0.379	0.0304
5.8	8.44	15.4	100	160	36.1	1.84	297.94	0.3413	0.0284
5.9	8.27	15.32	100	160	32.4	1.71	294.11	0.3424	0.3293
6	8.11	15.3	100	160	28.6	1.69	290.29	0.348	0.1382
6.1	8.32	14.64	100	160	27.4	1.58	288.98	0.4614	0.1608
6.2	8.36	14.18	100	160	23.1	1.38	284.48	0.348	0.0581
6.3	9.31	13.85	100	140	33	2.01	275.01	0.3215	0.0369
6.4	8.39	13.82	80	160	26.5	1.66	268.16	0.3366	0.0499
6.5	8.28	13.34	80	160	23.3	1.38	264.68	0.3023	0.0357
6.6	8.4	13.19	80	160	22.2	1.42	263.62	0.3819	0.1106
6.7	7.87	13.17	80	160	22.9	1.58	264.48	0.3051	0.0034
6.8	8.5	12	80	160	22.5	1.47	263.97	4.2937	0.0346
6.9	8.51	11.72	80	140	21.6	1.42	243.02	0.2844	0.0341
7	8.46	11.58	80	140	22.3	1.63	243.93	0.2872	0.0342
7.1	8.43	11.45	80	140	95.1	5.88	320.98	0.3093	0.056
7.2	8.52	11.12	80	140	124.7	6.56	351.26	0.3483	0.0361
7.3	8.39	10.82	80	140	86.4	4.91	311.31	0.2703	0.0321
7.4	8.47	10.58	80	140	87.1	4.99	312.09	0.2726	0.0329
7.5	8.51	10.42	80	140	86.7	5.56	312.26	0.2766	0.0384
7.6	8.51	10.32	80	140	81.6	4.74	306.34	0.2806	0.0548
7.7	8.45	10.3	80	140	78.1	4.72	302.82	0.0283	0.0209
7.8	8.74	10.27	60	160	79.7	5.31	305.01	0.2538	0.0322
7.9	8.6	10.23	60	160	77.1	4.89	301.99	0.2525	0.0346
8	8.6	10.19	60	140	72.9	4.53	277.43	0.2372	0.0318
8.1	8.64	10.15	100	160	72.5	4.92	337.42	0.2606	0.0511
8.2	8.11	10.13	80	220	73.3	5.02	378.32	0.2471	0.0342
8.3	8.46	9.92	80	140	67.5	4.72	292.22	0.2316	0.0334

8.4	8.75	9.73	80	140	68.2	4.92	293.12	0.2267	0.0318
8.5	8.42	9.55	80	140	64	4.42	288.42	0.2276	0.0371
8.6	8.54	9.22	80	140	61.7	4.22	285.92	0.2212	0.0395
8.7	8.6	9.18	80	160	60.5	4.59	305.09	0.2123	0.0323
8.8	8.33	9.16	80	180	59	4.65	323.65	1.2152	0.0316
8.9	8.33	8.73	80	160	54.1	4.05	298.15	0.2064	0.0351
9	8.68	8.56	80	160	53.2	4.23	297.43	0.2046	0.039
9.1	8.44	8.45	80	160	53.1	4.39	297.49	0.2356	0.0637
9.2	8.36	8.42	80	140	50.4	3.98	274.38	0.2026	0.0378
9.3	8.61	8.21	80	140	50.1	4.27	274.37	0.1964	0.0331
9.4	8.43	8.2	80	140	48.8	4.33	273.13	0.2049	0.0466
9.5	8.67	8.06	80	140	46.3	3.9	270.2	0.1971	0.0369
9.6	8.53	7.99	80	140	42.6	4.26	266.86	0.1951	0.0375
9.7	8.56	7.75	80	140	42	4.15	266.15	0.1827	0.0331
9.8	8.49	7.68	80	140	42.3	4.2	266.5	1.1834	0.032
9.9	8.58	7.53	80	140	40.2	4.21	264.41	0.1793	0.0344
10	8.54	7.44	80	140	40.5	4.68	265.18	0.1836	0.0346
10.1	8.15	7.05	80	140	36.3	4.02	260.32	0.1771	0.0374
10.2	8.44	7.03	80	140	35.1	3.82	258.92	0.1751	0.0363
10.3	8.61	7	80	140	35.8	4.56	260.36	0.1746	0.0347
10.4	8.22	6.62	80	120	31	3.64	234.64	0.1628	0.032
10.5	8.34	6.46	80	120	31.3	4.07	235.37	0.1664	0.0329
10.6	7.92	6.36	80	120	29.3	3.6	232.9	0.167	0.0364
10.7	8.15	6.26	80	120	30.8	3.81	234.61	0.1727	0.0374
10.8	8	6.23	80	120	28.4	3.75	232.15	0.1658	0.0353
10.9	8	6.21	80	120	28.8	3.62	232.42	0.1687	0.0354
11	8.01	6.2	80	120	27.9	3.78	231.68	0.1641	0.0348
11.1	8.03	6.15	80	120	26.9	3.55	230.45	0.1683	0.0379
11.2	8.19	6.13	80	120	27.3	3.9	231.2	0.1626	0.0364
11.3	8.02	6.07	80	120	24.3	3.54	227.84	0.1612	0.0343
11.4	8.17	6.03	80	120	23.2	3.6	226.8	0.1558	0.0334
11.5	8.12	5.92	80	180	21.1	3.34	284.44	0.1515	0.0348
11.6	8.12	5.77	80	160	20.3	3.45	263.75	0.181	0.0635
11.7	8.13	5.72	80	120	19.9	3.65	223.55	0.155	0.0371
11.8	8.22	5.55	80	120	18.3	3.14	221.44	0.1506	0.0365
11.9	8.22	5.53	80	120	18.4	3.04	221.44	1.1541	0.0395
12	8.16	5.51	100	100	17.8	3.42	221.22	0.1501	0.0375

COLUMNA J

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)			meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺				
0.1	7.53	167.8	100	740	149.4	4.34	993.74	8.8789	1.1028	
0.2	7.76	155.7	140	900	185.4	5.2	1230.6	9.1402	1.3825	
0.3	7.84	150	220	900	106.3	3.55	1229.85	8.0145	1.0268	
0.4	7.99	136.5	280	560	119.8	3.16	962.96	7.7127	0.9566	
0.5	8.13	131.5	1000	560	11.6	2.94	1574.54	7.3538	0.9175	
0.6	8.2	123.5	200	1260	107	2.55	1569.55	6.6452	0.8572	
0.7	8.28	120	200	1460	94.7	2.4	1757.1	6.1559	0.8009	
0.8	8.34	115	200	1560	87.8	2.21	1850.01	5.3704	0.754	
0.9	8.55	108.5	200	1400	80.5	1.98	1682.48	5.2426	0.6623	
1	8.44	102.2	200	1360	71.7	1.78	1633.48	4.7273	0.5956	
1.1	8.43	93.6	200	1360	58.6	1.41	1620.01	4.0148	0.501	
1.2	8.42	90.7	200	1360	58.9	1.47	1620.37	3.8087	0.4807	
1.3	8.42	84.3	200	1360	54	1.2	1615.2	3.4288	0.4156	
1.4	8.44	84	200	1340	44.2	1.07	1585.27	2.8882	0.3205	
1.5	8.54	75.5	200	1360	41.4	1.02	1602.42	2.721	0.3049	
1.6	8.54	68.2	200	1380	37.4	0.9	1618.3	2.3581	0.247	
1.7	8.53	64.7	200	1360	34.4	0.87	1595.27	10.1883	0.227	
1.8	8.52	60.8	180	1380	31.7	0.8	1592.5	1.9952	0.1982	
1.9	8.55	54.3	180	1120	26.5	0.68	1327.18	1.7176	0.1581	
2	8.54	53.6	180	1120	25.7	0.69	1326.39	1.682	0.1501	
2.1	8.49	46.5	180	680	22.5	0.58	883.08	1.4039	0.119	
2.2	8.53	45	140	720	21.9	0.6	882.5	1.3451	0.1139	
2.3	8.54	40.5	120	600	18.3	0.5	738.8	1.17833	0.09563	
2.4	8.59	40	140	580	20.1	0.58	740.68	1.17745	0.10035	
2.5	8.55	37.8	140	280	16.1	0.45	436.55	1.0395	0.0836	
2.6	8.68	37	140	280	16.1	0.48	436.58	1.0618	0.0867	
2.7	8.6	34.8	120	340	15.1	0.41	475.51	1.1422	0.0763	
2.8	8.72	34.4	120	320	14	0.42	454.42	0.9407	0.0718	
2.9	8.58	32.69	120	200	14.8	0.42	335.22	0.8816	0.0724	
3	8.67	31.54	120	200	15.7	0.48	336.18	0.8482	0.0697	
3.1	8.59	30.9	100	220	12.5	0.36	332.86	0.8187	0.0703	
3.2	8.72	29.33	100	200	11.1	0.3	311.4	0.7542	0.0625	
3.3	8.7	28.95	120	180	11.2	0.38	311.58	1.7663	0.065	
3.4	8.67	27.3	100	200	12.3	0.57	312.87	0.7048	0.0595	
3.5	8.71	27.15	120	180	12.6	0.64	313.24	0.7109	0.0571	
3.6	8.61	26.29	120	180	13.5	0.7	314.2	0.672	0.0583	
3.7	8.75	25.83	120	180	11.6	0.75	312.35	0.6653	0.0572	
3.8	8.66	25.78	120	180	13.2	0.8	314	0.6688	0.0619	
3.9	8.69	24.8	120	180	11.2	0.75	311.95	0.6316	0.0572	
4	8.75	24.46	120	180	11.3	0.79	312.09	6.6487	6.0611	

4.1	8.61	24.03	120	180	66.6	2.37	368.97	0.6254	0.0566
4.2	8.63	23.8	120	160	61.5	2.37	343.87	0.7374	0.2102
4.3	8.64	23.42	120	160	55.6	2.45	338.05	0.6019	0.056
4.4	8.7	21.05	120	160	49.9	2.07	331.97	0.5538	0.0496
4.5	8.65	20.6	120	160	50.4	1.96	332.36	0.5309	0.0474
4.6	8.53	19.02	120	160	46.5	1.92	328.42	0.4883	0.0438
4.7	8.42	18.3	120	160	43.8	1.98	325.78	0.4587	0.0403
4.8	8.78	17	120	160	41.1	1.81	322.91	0.4176	0.0385
4.9	8.39	16.93	120	160	40.3	1.78	322.08	0.4196	0.0384
5	8.68	15.3	120	160	34.4	1.79	316.19	0.3688	0.0329
5.1	8.48	15	80	160	33.6	1.65	275.25	0.3614	0.0309
5.2	8.62	13.25	100	200	28.4	1.62	330.02	0.3149	0.0283
5.3	8.48	13.12	80	180	30.8	1.49	292.29	0.3134	0.0292
5.4	8.42	11.25	100	140	26.7	1.58	268.28	0.2735	0.0277
5.5	8.34	10.57	100	160	26.8	1.46	288.26	0.2581	0.0264
5.6	8.31	10.35	100	160	21.7	1.43	283.13	0.2371	0.024
5.7	8.53	9.36	100	160	21.4	1.29	282.69	1.6055	0.0244
5.8	8.2	9.14	100	160	19.3	1.29	280.59	0.2013	0.0218
5.9	8.46	8.36	100	160	13.4	1.27	274.67	0.1992	0.0208
6	8.52	8.23	100	160	18.5	1.05	279.55	0.1803	0.0234
6.1	8.66	7.55	100	160	18.3	1.29	279.59	0.1792	0.0239
6.2	8.39	7.34	100	160	16.1	1.31	277.41	0.1559	0.0217
6.3	8.49	6.86	100	140	15.3	1.18	256.48	0.1548	0.0217
6.4	8.2	6.68	80	160	16.3	1.18	257.48	0.063	0.021
6.5	8.39	6.54	80	160	13.6	1.23	254.83	0.1377	0.0223
6.6	8.18	6.49	80	160	24.1	1.04	265.14	0.1344	0.0219
6.7	8.23	6.21	80	160	13.6	1.52	255.12	0.1309	0.0226
6.8	8.3	6.12	80	160	13	1.04	254.04	3.5669	0.0224
6.9	8.3	5.86	80	140	12.9	1.02	233.92	0.1287	0.2208
7	8.33	5.78	80	140	12.7	1.01	233.71	0.0132	0.021
7.1	8.51	5.51	80	140	48.2	1.03	269.23	0.1095	0.0222
7.2	8.65	5.26	80	140	45.6	2.94	268.54	0.1083	0.02
7.3	8.64	5.07	80	140	44.7	2.72	267.42	0.097	1.0199
7.4	8.54	4.9	80	140	42.4	2.71	265.11	0.0939	0.0205
7.5	8.6	4.78	80	140	42.3	2.61	264.91	0.0921	0.0206
7.6	8.58	4.56	80	140	39.9	2.74	262.64	0.0948	0.0241
7.7	8.72	4.53	80	140	40.3	2.47	262.77	0.8508	0.0223
7.8	8.54	4.3	60	160	37.6	2.64	260.24	0.0844	0.0228
7.9	8.76	4.28	60	160	38.9	2.29	261.19	0.0756	0.0224
8	8.66	4.15	60	140	39.2	2.5	241.7	0.0809	0.0218
8.1	8.84	4.13	100	160	39.8	2.63	302.43	0.0765	0.0191
8.2	8.76	3.94	80	220	36.9	2.28	339.18	3.2586	0.0242
8.3	8.85	3.93	80	140	37.2	2.45	259.65	0.0679	0.0227

8.4	8.85	3.9	80	140	40.8	2.43	263.23	0.0726	0.0257
8.5	8.89	3.87	80	140	38.2	2.52	260.72	0.0758	0.0225
8.6	8.78	3.8	80	140	36.1	2.21	258.31	0.0687	0.0226
8.7	8.84	3.78	80	160	37.3	2.49	279.79	0.0648	0.0217
8.8	8.83	3.6	80	180	34.3	2.12	296.42	1.069	5.0221
8.9	8.87	3.59	80	160	36.2	2.44	278.64	0.0661	0.0232
9	8.86	3.58	80	160	34.6	2.15	276.75	0.07	0.0263
9.1	8.92	3.54	80	160	33.8	2.27	276.07	0.0631	0.0236
9.2	8.8	3.48	80	140	34.9	2.14	257.04	0.05	0.0282
9.3	8.87	3.46	80	140	33.9	2.31	256.21	0.0619	0.0251
9.4	8.76	3.45	80	140	36.2	2.13	258.33	0.0046	0.0339
9.5	8.94	3.44	80	140	34.9	2.29	257.19	0.0592	0.0227
9.6	8.88	3.43	80	140	35.1	2.11	257.21	0.0693	0.0248
9.7	8.9	3.42	80	140	33.5	2.24	255.74	0.0573	0.0236
9.8	8.83	3.37	80	140	33.5	2.06	255.56	1.0689	0.0246
9.9	8.82	3.35	80	140	32.9	2.15	255.05	0.0601	0.0237
10	8.85	3.33	80	140	32.4	2.06	254.46	0.0641	0.0228
10.1	8.81	3.31	80	140	32.2	2.08	254.28	0.06	0.0197
10.2	8.97	3.3	80	140	31.1	2.19	253.29	0.0637	0.0232
10.3	8.89	3.28	80	140	32.6	2.07	254.67	0.0515	0.0236
10.4	9.01	3.26	80	120	31.5	2.23	233.73	0.0544	0.023
10.5	8.83	3.25	80	120	32.9	2.07	234.97	0.0621	0.0252
10.6	8.97	3.23	80	120	31	2.19	233.19	0.0581	0.0236
10.7	8.79	3.04	80	120	31.9	2.03	233.93	0.0618	0.0225
10.8	8.97	3.02	80	120	30.5	2.12	232.62	0.0526	0.0218
10.9	8.85	3	80	120	31.8	1.94	233.74	0.0606	0.0235
11	8.94	3	80	120	30.4	2.12	232.52	0.0572	0.024
11.1	8.77	3	80	120	31.8	1.94	233.74	0.0404	0.0263
11.2	8.92	3.05	80	120	30	2.17	232.17	0.0479	0.0201
11.3	8.81	3.04	80	120	31.6	1.89	233.49	0.0615	0.025
11.4	8.91	3.02	80	120	30.3	2.19	232.49	0.0574	0.02
11.5	8.92	2.99	80	180	31.5	1.96	293.46	0.057	0.0215
11.6	8.92	3.2	80	160	30.2	2.17	272.37	0.0528	0.0254
11.7	8.91	3.07	80	120	30.5	1.97	232.47	0.0582	0.0251
11.8	8.82	3.07	80	120	31.9	2.05	233.95	0.0551	0.0251
11.9	8.9	3.26	80	120	31	2.15	233.15	1.054	0.0274
12	8.83	3.11	100	100	31.5	2.05	233.55	0.0632	0.0244

COLUMNA K

MUESTRA mL	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹				Suma	RSE	RSC
	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	7.52	167	30	330	122.9	3.19	486.09	9.4662	1.5471
0.2	7.8	150.2	40	400	70.9	1.55	512.45	9.0171	1.2577
0.3	7.95	142.7	30	390	69.7	1.54	491.24	8.9664	1.2076
0.4	8.06	135.8	60	540	62.4	1.36	663.76	8.3856	1.1678
0.5	8.06	128.6	100	360	57	1.12	518.12	6.9153	1.0511
0.6	8.13	126.3	60	440	54.3	1.08	555.38	6.9947	1.0978
0.7	8.27	119.3	90	350	49	0.88	489.88	6.4899	0.906
0.8	8.24	114.5	60	360	44.9	0.8	465.7	5.4564	0.8366
0.9	8.36	109.3	60	340	40.7	0.67	441.37	5.5392	0.7722
1	8.37	102.2	60	260	35	0.49	355.49	4.7395	0.6464
1.1	8.44	97.3	40	240	34.2	0.51	314.71	4.4028	0.5985
1.2	8.47	87.4	40	240	27.9	0.29	308.19	3.6622	0.488
1.3	8.52	85	40	220	26.5	0.3	286.8	3.4664	0.454
1.4	8.51	77.4	40	220	22.5	0.19	282.69	2.8834	0.3526
1.5	8.55	70.6	40	220	19.1	0.09	279.19	2.4933	0.3005
1.6	8.61	68	40	200	18.3	0.09	258.39	2.4106	0.273
1.7	8.63	60.4	40	200	15.2	0	255.2	10.0032	0.2152
1.8	8.64	60	30	190	15.2	0.03	235.23	2.0035	0.2118
1.9	8.45	55.4	30	210	15.1	0.02	255.12	1.7628	0.1854
2	8.82	53.7	30	230	11.6	0.07	271.67	1.5936	0.1548
2.1	8.56	51.3	30	230	11.6	0.05	271.65	1.609	0.1485
2.2	9	47	30	150	9.9	0.14	190.04	1.4013	0.1245
2.3	8.61	44.1	30	110	9.2	0.09	149.29	1.2877	0.1104
2.4	8.6	42.5	30	150	8.4	0.16	188.56	1.2324	0.1111
2.5	8.66	39.4	30	150	7.5	0.17	187.67	1.1328	0.0996
2.6	8.63	39	30	110	7.8	0.14	147.94	1.1438	0.0992
2.7	8.55	36.6	30	90	6.8	0.21	127.01	1.206	0.0882
2.8	8.56	34.8	30	90	6.4	0.18	126.58	0.9605	0.0758
2.9	8.54	33.87	30	70	5.7	0.23	105.93	0.9219	0.074
3	8.72	31.62	30	70	5.4	0.18	105.58	0.8507	0.0688
3.1	8.58	31.26	30	70	5.2	0.21	105.41	0.8454	0.0724
3.2	8.53	28.1	30	70	4.3	0.25	104.55	0.743	0.0615
3.3	8.67	28.29	30	70	4.3	0.22	104.52	1.7306	0.0583
3.4	8.61	27.2	30	70	4	0.23	104.23	0.7065	0.0561
3.5	8.58	25.43	30	70	3.5	0.25	103.75	0.6553	0.0452
3.6	8.68	25.38	30	50	3.6	0.24	83.84	0.6653	0.0515
3.7	8.61	24.1	30	50	2.4	0.3	82.7	0.6129	0.0468
3.8	8.56	23.13	30	50	2.8	0.27	83.07	0.571	0.0506
3.9	8.74	22.83	30	50	3.1	0.25	83.35	0.5727	0.0463
4	8.54	21.36	30	50	3	0.28	83.28	0.5238	0.043
4.1	8.55	20.5	30	50	21.7	0.47	102.17	0.5064	0.0397
4.2	8.63	20.22	30	50	21.5	0.49	101.99	0.524	0.0865

4.3	8.56	18.66	30	50	19.5	0.32	99.82	0.4585	0.0377
4.4	8.6	18.36	30	50	18.6	0.37	98.97	0.4524	0.0397
4.5	8.59	17.83	30	30	17.3	0.29	77.59	1.4262	1.0376
4.6	8.57	16.5	30	30	16.5	0.29	76.79	0.3951	0.0319
4.7	8.56	18.29	30	30	16	0.35	76.35	0.3772	0.0331
4.8	8.56	15.54	30	30	14.2	0.22	74.42	0.3636	0.035
4.9	8.57	14.16	30	30	14.3	0.24	74.54	0.34	0.0293
5	8.5	13.64	30	30	16.6	0.31	76.91	0.3283	0.0326
5.1	8.43	12.67	20	40	11.7	0.18	71.88	0.2945	0.0307
5.2	8.52	12.59	20	40	11.8	0.19	71.99	0.3059	0.0286
5.3	8.57	12.1	20	40	10.7	0.1	70.8	0.2797	0.0268
5.4	8.52	11.5	20	40	10.1	0.14	70.24	0.2647	0.0278
5.5	8.52	11.47	20	40	9.7	0.09	69.79	0.2664	0.0316
5.6	8.46	10.53	20	40	9.1	0.09	69.19	0.2527	0.0311
5.7	8.43	10.49	20	40	8.9	0.1	69	1.6264	0.0312
5.8	8.39	9.75	20	40	7.9	0.02	67.92	0.2201	0.0269
5.9	8.28	9.68	20	20	7.8	0.08	47.88	0.2279	0.0303
6	8.27	9.16	20	20	8	0.06	48.06	0.2075	0.0279
6.1	8.36	8.96	20	20	7.1	0.05	47.15	0.199	0.0292
6.2	8.33	8.49	20	20	6.3	0.05	46.35	0.1884	0.0275
6.3	8.38	8.15	20	20	6.3	0.02	46.32	0.1786	0.0257
6.4	8.28	8.08	20	20	6	0.01	46.01	0.0935	0.0266
6.5	8.64	7.56	20	20	5.5	0	45.5	0.1646	0.0256
6.6	8.61	7.51	20	20	5.6	0.03	45.63	0.1623	0.0253
6.7	8.59	7.17	20	10	5.1	0.01	35.11	0.1531	0.0227
6.8	8.63	7.06	20	10	5.1	0	35.1	3.5855	0.0243
6.9	8.64	6.92	20	10	4.8	0	34.8	0.0173	0.0955
7	8.48	6.54	20	10	4.4	0.06	34.46	0.0159	0.0247
7.1	8.66	6.39	20	10	28.8	1.56	60.36	0.1195	0.0263
7.2	8.7	6.11	20	10	27.5	1.33	58.83	0.119	0.0255
7.3	8.74	5.99	20	10	27.2	1.3	58.5	0.117	0.0273
7.4	8.55	5.97	20	10	26.7	1.28	57.98	0.1124	0.0239
7.5	8.47	5.46	20	10	26.1	1.17	57.27	0.0995	0.025
7.6	8.57	5.42	20	10	25.6	1.22	56.82	0.1007	0.0251
7.7	8.92	5.13	20	10	24.3	1.02	55.32	1.7436	0.9996
7.8	8.51	5.02	20	10	22.5	0.98	53.48	0.0849	0.0251
7.9	8.5	4.92	20	10	23.1	1	54.1	0.085	0.0257
8	8.65	4.89	20	10	21.7	1.01	52.71	0.0793	0.0227
8.1	8.45	4.86	20	10	22	0.97	52.97	0.0852	0.0243
8.2	8.66	4.73	10	10	21.6	1.05	42.65	3.2532	0.0233
8.3	8.49	4.51	10	10	23.3	1.07	44.37	0.0616	0.0257
8.4	8.7	4.49	10	10	24.7	1.26	45.96	0.0664	0.0256
8.5	8.62	4.29	10	10	23.3	1.15	44.45	0.0637	0.0247
8.6	8.67	4.22	10	10	19.8	0.91	40.71	0.0586	0.0256
8.7	8.78	4.14	10	10	19.4	0.89	40.29	0.0589	0.0253

8.8	8.91	4.12	10	10	19.4	0.94	40.34	1.0623	0.0257
8.9	8.76	3.76	10	10	17.7	0.67	38.37	0.0576	0.026
9	8.79	3.72	10	10	18.3	0.7	39	0.0589	0.0299
9.1	8.7	3.7	10	10	18.1	0.73	38.83	0.0512	0.0255
9.2	8.84	3.69	10	10	17.8	0.73	38.53	0.0304	0.0301
9.3	8.79	3.57	10	10	16.5	0.66	37.16	0.049	0.7578
9.4	8.86	3.55	10	10	15.1	0.47	35.57	0.0061	0.0423
9.5	8.82	3.53	10	10	16.6	0.64	37.24	0.0456	0.0263
9.6	8.79	3.51	10	10	15.3	0.65	35.95	1.0552	1.0307
9.7	8.77	3.5	10	10	13.6	0.35	33.95	0.0721	0.0608
9.8	8.93	3.49	10	10	17.1	0.69	37.79	1.0553	0.0301
9.9	8.82	3.31	10	10	13.9	0.47	34.37	0.0369	0.0252
10	8.95	3.47	10	0	18	0.64	28.64	0.0554	0.0282
10.1	8.89	3.29	10	0	15.4	0.64	26.04	0.0459	0.0277
10.2	8.92	3.43	10	0	16.3	0.71	27.01	0.0539	0.0302
10.3	9.02	3.35	10	0	16.5	0.76	27.26	0.037	0.032
10.4	8.83	3.22	10	0	15.1	0.6	25.7	0.0364	0.026
10.5	8.95	3.21	10	0	15.9	0.68	26.58	0.0421	0.0291
10.6	8.96	3.21	10	0	21.3	0.75	32.05	0.0637	0.0287
10.7	8.98	3.2	10	0	14.7	0.62	25.32	0.0483	0.0291
10.8	8.91	3.1	10	0	14.7	0.52	25.22	0.0335	0.0276
10.9	8.99	3.09	10	0	14.9	0.61	25.51	0.0445	0.0289
11	8.96	3.09	10	0	1.5	0.65	12.15	0.068	0.1094
11.1	8.86	3.09	10	0	14.3	0.54	24.84	0.0181	0.0489
11.2	9.03	3.089	10	0	17.2	0.61	27.81	0.0289	0.0282
11.3	9.04	3.084	10	0	15.2	0.67	25.87	0.0489	0.033
11.4	8.99	3.083	10	0	14.1	0.56	24.66	0.0415	0.0291
11.5	8.85	3.08	10	0	16	0.73	26.73	0.0519	0.0345
11.6	8.97	3.079	10	0	14.4	0.55	24.95	0.0295	0.0293
11.7	8.97	3.078	10	0	14.8	0.62	25.42	0.0415	0.0312
11.8	8.85	2.94	10	0	13.6	0.5	24.1	0.0315	0.0291
11.9	9	2.93	10	0	16.7	0.76	27.46	1.0349	0.0332
12	8.89	2.92	10	0	14	0.58	24.58	0.0446	0.0302

COLUMNA L

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	7.27	177.6	60	500	94.1	2.19	656.29	9.2845	1.1276
0.2	7.59	152.8	40	440	90.2	1.99	572.19	9.2856	1.2094
0.3	7.88	137.6	40	440	61.6	1.09	542.69	7.8095	1.1636
0.4	7.95	131	40	440	58.1	1.04	539.14	7.5005	1.1554
0.5	8.14	123.2	40	440	54.2	0.84	535.04	7.1137	1.0534
0.6	8.17	117.5	40	380	46.3	0.63	466.93	6.4557	0.8754
0.7	8.3	113.3	40	360	48.8	0.71	449.51	6.2753	0.8905
0.8	8.29	109.5	40	360	40.7	0.45	441.15	5.2228	0.777
0.9	8.56	100	40	300	34.9	0.32	375.22	4.8754	0.6803
1	8.39	98.2	40	300	33.8	0.36	374.16	4.7033	0.6116
1.1	8.4	96.2	40	300	33	0.35	373.35	4.4905	0.5735
1.2	8.42	82.8	40	300	25.7	0.18	365.88	3.5574	0.4543
1.3	8.65	82	40	260	26.2	0.3	326.5	3.5416	0.443
1.4	8.48	78.3	40	260	23.5	0.32	323.82	3.0757	0.3608
1.5	8.52	69.1	40	220	18.8	0.18	278.98	2.5278	0.27341
1.6	8.62	68.9	40	220	18.3	0.18	278.48	2.5595	0.2709
1.7	8.55	62.5	40	220	16.3	0.12	276.42	10.225	0.2096
1.8	8.57	55.5	40	180	13.9	0.06	233.96	1.866	0.1689
1.9	8.62	54.5	40	180	13.7	0.07	233.77	1.8885	0.1678
2	8.51	52.5	40	180	12.7	0.02	232.72	1.714	0.1473
2.1	8.5	47.1	40	160	10.7	0.03	210.73	1.472	0.1134
2.2	8.7	46.8	40	160	11.1	0.02	211.12	1.4688	0.1085
2.3	8.53	45.1	30	170	9.9	0.02	209.92	1.4195	0.1228
2.4	8.59	41.1	30	170	9	0.01	209.01	1.2217	0.0855
2.5	8.73	41	30	150	8.6	0.06	188.66	1.2386	0.0859
2.6	8.54	38	30	150	8	0.08	188.08	1.1103	0.0727
2.7	8.67	35.4	30	150	7	0.05	187.05	1.1846	0.0652
2.8	8.63	35.2	30	90	7.2	0.08	127.28	1.0201	0.0648
2.9	8.52	33.4	30	90	6.5	0.09	126.59	0.9499	0.064
3	8.61	31.62	30	70	6.3	0.08	106.38	0.904	0.0552
3.1	8.62	31.34	30	70	6	0.11	106.11	0.8795	0.0581
3.2	8.52	30	30	70	5.9	0.07	105.97	0.8425	0.0574
3.3	8.5	28.6	30	70	5.3	0.06	105.36	1.7293	0.051
3.4	8.64	28.3	30	70	5.5	0.12	105.62	0.8062	0.0519
3.5	8.5	27.6	30	70	6.4	0.09	106.49	0.7322	0.0457
3.6	8.59	27.1	30	70	4.4	0.1	104.5	0.6839	0.0438
3.7	8.78	26.6	30	70	4.5	0.1	104.6	0.7139	0.0491
3.8	8.47	25.15	30	70	4	0.09	104.09	0.6015	0.0386
3.9	8.66	24.42	20	80	3.8	0.1	103.9	0.5976	0.0378
4	8.64	23.92	20	80	3.6	0.1	103.7	0.5998	0.0369

4.1	8.69	22.6	20	60	25	0.61	105.61	0.5494	0.006
4.2	8.68	22.11	20	60	23.4	0.65	104.05	0.5658	0.022
4.3	8.69	21.81	20	40	23.3	0.73	84.03	0.5425	0.0046
4.4	8.6	20.47	20	40	22.2	0.55	82.75	0.5161	0.0206
4.5	8.61	19.11	20	40	19.8	0.55	80.35	0.4562	0.0014
4.6	8.67	19.03	20	40	19.9	0.65	80.55	0.4618	0.0079
4.7	8.6	18.05	20	40	19.5	0.5	80	0.4257	0.0082
4.8	8.64	16.68	20	40	16.8	0.47	77.27	0.3869	0.0014
4.9	8.7	16.33	20	40	16.6	0.55	77.15	0.3986	0.0034
5	8.6	15.1	20	40	15.1	0.37	75.47	0.3532	1E-04
5.1	8.65	14.48	20	40	14.6	0.43	75.03	0.3278	0.0014
5.2	8.39	14.27	20	20	13.7	0.46	54.16	0.3351	0.0237
5.3	8.58	13.48	20	20	12.8	0.32	53.12	0.3109	0.0237
5.4	8.5	12.38	20	20	12.1	0.37	52.47	0.2737	0.0197
5.5	8.69	12.28	20	20	11.5	0.37	51.87	0.2837	0.0239
5.6	8.53	11.68	20	20	10.9	0.26	51.16	0.269	0.022
5.7	8.57	10.97	20	20	10.3	0.27	50.57	1.618	0.0215
5.8	8.12	10.43	20	20	9.9	0.23	50.13	0.2319	0.0191
5.9	8.45	9.44	20	20	8.6	0.18	48.78	0.5203	1.0218
6	8.31	9.34	20	20	9	0.23	49.23	0.2164	0.0185
6.1	8.6	8.98	20	20	8.1	0.14	48.24	0.1944	0.0192
6.2	8.86	8.54	20	20	8	0.17	48.17	0.1898	0.0293
6.3	8.61	8.5	20	20	8	0.19	48.19	0.1949	0.0308
6.4	8.42	8.06	20	20	6.9	0.09	46.99	0.0925	0.0283
6.5	8.34	8.03	20	20	7	0.14	47.14	0.1787	0.0308
6.6	8.41	7.76	20	20	6.7	0.1	46.8	0.1651	0.0276
6.7	8.43	7.36	20	20	6.2	0.08	46.28	0.1566	0.0275
6.8	8.35	7.28	20	20	6.1	0.1	46.2	3.5964	0.0297
6.9	8.55	7.02	20	20	6	0.06	46.06	0.0484	0.1274
7	8.96	6.67	20	20	5.7	0.06	45.76	0.0156	0.0266
7.1	8.33	6.5	20	20	29.8	1.38	71.18	0.1205	0.0276
7.2	8.82	6.16	20	20	27.9	1.16	69.06	0.1172	0.0254
7.3	8.44	6.1	20	20	27.9	1.31	69.21	0.1145	0.026
7.4	8.54	5.88	20	20	27.1	1.14	68.24	0.1068	0.025
7.5	8.61	5.67	20	20	27	1.38	68.38	0.0991	0.0268
7.6	8.56	5.41	20	20	24.9	1.17	66.07	0.0887	0.0263
7.7	8.65	5.4	20	20	25.6	1.19	66.79	0.8612	0.0267
7.8	8.7	5.33	20	20	25.5	1.38	66.88	0.0837	0.0301
7.9	8.72	4.83	20	20	23.5	1.01	64.51	0.0689	0.0254
8	8.6	4.78	20	20	24	1.14	65.14	0.0787	0.0288
8.1	8.76	4.65	20	0	23.1	1.25	44.35	0.0802	0.0289
8.2	8.75	4.63	20	0	21.7	0.87	42.57	3.2428	0.0233
8.3	8.7	4.6	10	10	23.2	1.15	44.35	0.0403	0.0293

8.4	8.54	4.54	10	10	21.3	0.89	42.19	0.0522	0.0267
8.5	8.61	4.5	10	10	20.7	1.02	41.72	0.0593	0.0248
8.6	8.77	4.48	10	10	21.4	0.98	42.38	0.0509	0.027
8.7	8.54	4.32	10	10	20.5	0.82	41.32	0.0495	0.0274
8.8	8.83	4.3	10	10	20.7	0.88	41.58	1.4829	0.4569
8.9	8.48	4.28	10	10	20.4	0.84	41.24	0.0543	0.0272
9	8.61	4.2	10	10	19.8	0.88	40.68	0.0442	0.0303
9.1	8.6	4.1	10	10	19.7	0.8	40.5	0.0426	0.0275
9.2	8.66	3.99	10	10	19	0.88	39.88	0.0138	0.031
9.3	8.6	3.84	10	10	18	0.74	38.74	0.2839	0.2792
9.4	8.75	3.8	10	10	19.5	0.89	40.39	0.0079	0.0582
9.5	8.85	3.78	10	10	18.3	0.92	39.22	0.0392	0.0276
9.6	8.61	3.73	10	10	18.3	0.73	39.03	0.0385	0.0277
9.7	8.76	3.65	10	10	18	0.92	38.92	0.0337	0.0282
9.8	8.78	3.6	10	10	16.9	0.71	37.61	1.0354	0.0265
9.9	8.71	3.57	10	10	18.4	0.86	39.26	0.0331	0.0262
10	8.85	3.55	10	10	16.7	0.85	37.55	0.0439	0.0295
10.1	8.61	3.51	10	10	17.7	0.72	38.42	0.0448	0.0312
10.2	8.8	3.49	10	10	17.3	0.88	38.18	0.0474	0.0335
10.3	8.69	3.37	10	10	15.7	0.66	36.36	0.0089	0.0315
10.4	8.78	3.32	10	10	17.4	0.8	38.2	0.031	0.0271
10.5	8.82	3.3	10	10	19.1	0.96	40.06	0.0434	0.0345
10.6	8.74	3.27	10	10	16.8	0.71	37.51	0.0361	0.0302
10.7	8.87	3.25	10	10	17	0.9	37.9	0.0401	0.0291
10.8	8.93	3.24	10	10	15.2	0.63	35.83	0.0205	0.0255
10.9	8.88	3.23	10	10	16.8	0.83	37.63	0.033	0.028
11	8.75	3.23	10	10	15.2	0.66	35.86	0.0448	0.0308
11.1	8.97	3.21	10	10	17.8	0.88	38.68	0.0122	0.0747
11.2	8.91	3.2	10	10	15.5	0.82	36.32	0.0163	0.0296
11.3	8.77	3.2	10	10	14.9	0.6	35.5	0.0245	0.0467
11.4	8.94	3.2	10	10	16.1	0.7	36.8	0.0366	0.0275
11.5	8.83	3.19	10	10	14.8	0.78	35.58	0.0269	0.0299
11.6	8.9	3.18	10	10	15.7	0.86	36.56	0.0168	0.0304
11.7	9.01	3.17	10	10	15.3	0.69	35.99	0.0256	0.0295
11.8	8.86	3.16	10	0	15.1	0.78	25.88	0.0177	0.0255
11.9	8.98	3.15	10	0	15.4	0.86	26.26	1.0235	0.0309
12	8.86	3.14	10	0	17.9	0.84	28.74	0.0323	0.0302

Π= 2

COLUMNA A

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.24	7.02	20	400	42.2	4.27	466.47	0.1714	0.0858
0.2	7.84	6.54	20	400	36.4	4.33	460.73	0.1213	0.0236
0.3	8.14	6.34	20	440	34.7	3.92	498.62	0.1284	0.0199
0.4	8.08	6.29	20	360	33.3	4.22	417.52	0.132	0.0213
0.5	8.18	6.04	20	280	33.1	4.17	337.27	0.1443	0.0215
0.6	8.01	6	20	280	30.7	4.47	335.17	0.1349	0.0191
0.7	8.1	5.98	20	280	29.4	3.88	333.28	0.1441	0.0303
0.8	7.97	5.95	20	280	29.4	4	333.4	0.0851	0.4379
0.9	8.21	5.81	20	280	28.4	4.39	332.79	0.1361	0.0246
1	8.23	5.78	20	280	28	4.68	332.68	0.1348	0.0257
1.1	8.12	5.68	20	280	28	4.18	332.18	0.1438	0.0287
1.2	8.1	5.65	20	280	27.7	4.06	331.76	0.146	0.0267
1.3	8.13	5.62	20	280	27.1	3.85	330.95	0.1378	0.0229
1.4	8.11	5.6	20	280	26.7	4.5	331.2	0.1483	0.0318
1.5	8.23	5.6	20	280	26.9	4.19	331.09	0.1368	0.0281
1.6	8.21	5.58	20	280	27.2	4.23	331.43	0.1365	0.0255
1.7	8.24	5.39	20	280	29.2	4	333.2	8.1587	0.033
1.8	8.41	5.37	20	280	26	4.26	330.26	0.1246	0.0194
1.9	8.13	5.35	60	120	27.1	3.94	211.04	0.1407	0.0233
2	8.28	5.35	60	120	29.6	3.83	213.43	0.1453	0.0231
2.1	8.26	5.34	60	80	33.1	4.14	177.24	0.1587	0.0274
2.2	8.41	5.32	60	80	26.5	4.23	170.73	0.1329	0.0261
2.3	8.22	5.32	60	40	24.6	3.84	128.44	0.1386	0.0249
2.4	8.24	5.3	60	40	28	3.81	131.81	0.1462	0.0268
2.5	8.31	5.29	60	40	24.7	3.97	128.67	0.1336	0.0254
2.6	8.3	5.28	60	40	25.1	3.83	128.93	0.1335	0.0228
2.7	8.36	5.27	60	40	25.1	3.83	128.93	0.3115	0.0232
2.8	8.26	5.26	60	40	26.4	3.95	130.35	0.1461	0.0274
2.9	8.27	5.25	60	40	20.8	4.02	124.82	0.1331	0.0267
3	8.07	5.24	60	40	21	3.81	124.81	0.1388	0.0279
3.1	8.26	5.23	60	40	25.4	3.73	129.13	0.1423	0.0291
3.2	8.26	5.22	60	40	23.6	3.9	127.5	0.1368	0.026
3.3	8.02	5.21	60	40	18.2	4.11	122.31	1.12	0.0229
3.4	8.03	5.2	60	40	17.4	3.7	121.1	0.1236	0.0205
3.5	8.06	5.19	60	40	17.6	3.66	121.26	0.1247	0.0214
3.6	8.19	5.12	60	40	16.5	4.05	120.55	0.1201	0.0217
3.7	8.11	5.1	60	40	16.3	4.12	120.42	0.1217	0.0217
3.8	8.01	5.09	60	40	15.8	3.67	119.47	0.107	0.0202
3.9	8.02	5.05	60	40	16.1	3.56	119.66	0.1118	0.0215

4	8.04	5.04	60	40	15.5	4.07	119.57	0.1135	0.0197
4.1	8.05	5.03	60	30	15	4.15	109.15	0.12	0.0212
4.2	8.03	5.02	60	30	14.4	3.57	107.97	0.1441	0.0666
4.3	8.03	5	60	30	14.5	3.69	108.19	0.124	0.0243
4.4	8.12	4.98	60	30	14.2	4.31	108.51	0.1285	0.024
4.5	8.06	4.96	60	30	14	3.87	107.87	0.1137	0.0206
4.6	8	4.95	60	30	13.8	3.5	107.3	0.127	1.0228
4.7	8.08	4.95	60	30	13.5	3.77	107.27	0.1105	0.0235
4.8	8.14	4.94	60	30	13.6	4.21	107.81	0.1204	1.0251
4.9	8.05	4.94	60	30	13.3	3.88	107.18	0.1459	0.0438
5	8.01	4.93	60	30	12.8	3.43	106.23	0.133	0.0346
5.1	8.13	4.93	60	30	13.3	3.82	107.12	0.1225	0.0311
5.2	8.24	4.92	60	30	12.8	4.25	107.05	0.1296	0.0272
5.3	8.1	4.9	60	30	12.8	3.86	106.66	0.1239	0.0254
5.4	8.17	4.89	60	30	11.6	3.75	105.35	0.1186	0.0259
5.5	8.18	4.88	60	30	12	4.25	106.25	0.1304	0.0317
5.6	8.11	4.88	60	30	11.5	3.57	105.07	0.5825	0.3268
5.7	8.05	4.86	60	30	11.8	3.97	105.77	1.4966	0.0247
5.8	8.07	4.82	60	30	11	4	105	0.1225	0.0253
5.9	7.93	4.8	60	30	10.4	3.45	103.85	0.4287	0.0236
6	7.98	4.78	60	30	10.4	3.55	103.95	0.1192	0.026
6.1	8.05	4.77	60	30	11.1	4.33	105.43	0.1126	0.0194
6.2	7.98	4.76	60	30	10.3	3.67	103.97	0.1137	0.0209
6.3	8.09	4.75	60	30	9.7	3.46	103.16	0.1046	0.0148
6.4	8.12	4.74	60	30	10.1	4.17	104.27	0.025	0.0159
6.5	7.93	4.73	60	30	10.1	4.1	104.2	0.1098	0.0179
6.6	8.05	4.72	60	30	9.5	3.55	103.05	0.1096	0.0213
6.7	8.06	4.71	60	30	9.6	3.64	103.24	0.1073	0.0173
6.8	8.07	4.7	60	30	9.6	4.21	103.81	0.0805	0.0161
6.9	8.15	4.69	60	30	9.5	4.17	103.67	0.1037	0.2147
7	8.13	4.68	30	30	9	3.61	72.61	0.1736	0.2161
7.1	8.11	4.68	30	30	9	3.75	72.75	0.0797	0.0155
7.2	8.09	4.67	30	30	9.2	4.07	73.27	0.0922	0.0172
7.3	8.13	4.65	30	30	8.6	3.63	72.23	0.0832	0.0151
7.4	8.08	4.64	30	30	9.3	3.54	72.84	0.087	0.0151
7.5	8.07	4.63	30	30	9.1	3.83	72.93	0.0736	0.0138
7.6	8.12	4.62	30	30	9.1	3.75	72.85	0.0801	0.0167
7.7	8.06	4.6	30	30	8.6	3.41	72.01	0.8473	0.0165
7.8	8.1	4.59	30	30	8.1	3.33	71.43	0.0655	0.0172
7.9	8.11	4.58	30	30	8.3	3.87	72.17	0.074	0.0185
8	8.07	4.58	30	30	8.1	3.51	71.61	0.0603	0.0115
8.1	8.14	4.57	30	30	8.1	3.54	71.64	0.065	0.0055
8.2	8.18	4.56	30	30	7.8	3.81	71.61	3.2399	0.011

8.3	8.14	4.55	30	30	7.5	3.46	70.96	0.0284	0.014
8.4	8.17	4.54	30	30	7.7	3.84	71.54	0.0455	0.0145
8.5	8.11	4.53	30	30	7.5	3.79	71.29	0.0561	0.0133
8.6	7.95	4.51	30	30	8	3.7	71.7	0.0448	0.0145
8.7	8.1	4.5	30	30	7.3	3.47	70.77	0.2996	0.0124
8.8	8.17	4.49	30	30	7.2	4.04	71.24	1.0513	0.0123
8.9	8.18	4.48	30	30	7.6	4.09	71.69	0.0553	0.0131
9	8.06	4.47	30	30	6.8	3.44	70.24	0.0473	0.018
9.1	8.1	4.46	30	30	6.8	3.53	70.33	0.0471	0.0145
9.2	8.22	4.45	30	20	6.8	4.02	60.82	0.0089	0.0137
9.3	8.14	4.43	30	20	6.8	3.59	60.39	0.0397	0.0113
9.4	8.13	4.42	30	20	6.5	3.42	59.92	0.0509	0.0737
9.5	8.2	4.4	30	20	6.5	3.82	60.32	0.0423	0.0114
9.6	8.07	4.37	30	20	6.4	3.57	59.97	0.0515	0.0152
9.7	8.02	4.35	30	20	6.5	3.44	59.94	5.2465	0.0142
9.8	8.08	4.34	30	20	6.5	3.89	60.39	1.0442	0.0107
9.9	8.11	4.33	30	20	6.5	3.75	60.25	0.0396	0.0099
10	8.08	4.32	30	20	6.1	3.36	59.46	0.0555	0.013
10.1	8.12	4.32	30	20	6.4	3.5	59.9	0.0503	0.0135
10.2	8.17	4.32	30	20	6.3	3.55	59.85	0.0503	0.0137
10.3	8.19	4.31	30	20	6.1	3.27	59.37	0.0117	0.0134
10.4	8.18	4.32	30	20	5.8	3.42	59.22	0.038	0.0094
10.5	8.18	4.3	30	20	6	4.03	60.03	0.0334	0.0121
10.6	8.23	4.29	30	20	6.2	3.52	59.72	0.0386	0.0111
10.7	8.12	4.27	30	20	5.7	3.26	58.96	0.0463	0.0096
10.8	8.2	4.26	30	20	5.7	3.92	59.62	0.0362	0.0141
10.9	8.13	4.25	30	20	6.2	3.81	60.01	0.0453	0.0157
11	7.82	4.24	30	20	5.9	3.34	59.24	0.0573	0.0153
11.1	7.94	4.23	30	20	5.5	3.31	58.81	0.0351	0.0835
11.2	7.96	4.22	30	20	5.5	3.32	58.82	0.0183	0.0117
11.3	7.95	4.21	30	20	5.7	3.72	59.42	0.041	0.0133
11.4	8.09	4.22	30	20	5.6	3.31	58.91	0.0523	0.0151
11.5	8.1	4.21	30	20	5.4	3.4	58.8	0.0357	0.0218
11.6	8.1	4.2	30	20	5.4	3.76	59.16	0.0329	0.0255
11.7	8.1	4.18	30	20	5.5	3.36	58.86	0.0362	0.0162
11.8	8.07	4.37	30	20	5.3	3.16	58.46	0.0327	0.0136
11.9	7.97	4.35	30	20	5.1	3.75	58.85	1.0288	1.0144
12	8.07	4.29	30	20	5.5	3.25	58.75	0.0486	0.0185

COLUMNA B

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.1	6.18	30	270	22.4	3.53	325.93	0.1016	0.0316
0.2	8.42	6.02	30	270	22.1	3.47	325.57	0.1172	0.0292
0.3	8.44	5.9	30	270	20.5	3.77	324.27	0.1226	0.0258
0.4	8.17	5.89	30	250	19.4	3.63	303.03	0.1308	0.028
0.5	8.2	5.87	30	230	20.3	3.45	283.75	0.1452	0.0286
0.6	8.3	5.86	30	230	19.2	3.4	282.6	0.141	0.0285
0.7	8.12	5.76	30	230	18.3	3.89	282.19	0.1348	0.0258
0.8	8.15	5.72	30	190	17.7	4.04	241.74	0.7755	1.1337
0.9	8.03	5.7	30	190	16.2	3.52	239.72	0.1352	0.0234
1	8.19	5.65	30	190	15.9	3.47	239.37	0.128	0.4532
1.1	8.1	5.54	30	190	15.3	3.93	239.23	0.1316	0.0244
1.2	8.05	5.51	30	190	14.7	3.96	238.66	0.1394	0.0254
1.3	8.15	5.49	30	190	13.5	3.44	236.94	0.1393	0.027
1.4	8.18	5.45	30	190	13.3	3.24	236.54	0.1307	0.0225
1.5	8.27	5.37	30	190	13.8	3.78	237.58	0.1175	0.0192
1.6	8.07	5.35	30	190	12.3	3.46	235.76	0.1258	0.0226
1.7	7.88	5.32	30	190	12	3.49	235.49	8.1324	0.0219
1.8	8.07	5.3	30	190	11.2	3.17	234.37	0.1125	0.0208
1.9	8.13	5.22	30	190	10.6	3.29	233.89	0.1261	0.0261
2	7.97	5.2	30	190	11.9	3.2	235.1	0.1305	0.0224
2.1	8.14	5.19	30	150	13.9	3.34	197.24	0.1313	0.022
2.2	8.07	5.18	30	150	15	3.63	198.63	0.1243	0.0223
2.3	8.12	5.17	30	150	11.9	3.58	195.48	0.1257	0.0215
2.4	8.14	5.16	30	150	11.8	3.33	195.13	0.1331	0.0252
2.5	8.28	5.17	30	150	13.7	3.34	197.04	0.1359	0.0294
2.6	8.24	5.14	30	150	15.3	3.63	198.93	0.1322	0.0243
2.7	8.23	5.13	30	150	13.2	3.41	196.61	0.2988	0.0191
2.8	8.18	5.12	30	150	13.4	3.43	196.83	0.1328	0.0185
2.9	8.26	5.11	30	150	14.1	3.54	197.64	0.1349	0.0224
3	8.18	5.1	30	150	12.1	3.59	195.69	0.1357	0.0223
3.1	8.2	5.9	30	150	12	3.25	195.25	0.1363	0.0278
3.2	8.19	5.8	30	150	12.3	3.56	195.86	0.1346	0.0247
3.3	8.21	5.7	30	150	11.2	3.72	194.92	1.1222	0.0201
3.4	8.17	5.6	30	110	10.1	3.18	153.28	0.1327	0.0204
3.5	8.14	5.5	30	110	9.5	3.41	152.91	0.1269	0.0193
3.6	8.12	5.4	30	110	7.7	3.67	151.37	0.1189	0.0187
3.7	8.19	5.3	30	70	7.5	3.37	110.87	0.131	0.0237
3.8	8.16	5.2	30	70	6.3	2.9	109.2	0.1115	0.0211
3.9	8.08	4.91	30	70	6.9	3.57	110.47	0.1036	0.0176
4	8.05	4.9	30	70	8.7	3.5	112.2	0.1188	0.0179

4.1	8.17	4.89	30	70	6.7	3.31	110.01	0.118	0.0177
4.2	8.13	4.88	30	70	5.3	3.37	108.67	0.3251	0.2469
4.3	8.14	4.87	30	70	5.2	3.28	108.48	0.1264	0.0237
4.4	8.11	4.86	30	70	3.7	2.88	106.58	0.1273	0.021
4.5	8.13	4.78	30	70	4.6	3.54	108.14	0.1106	0.0172
4.6	8.14	4.77	30	70	3.9	3.45	107.35	0.1194	0.0181
4.7	8.05	4.76	30	70	3.2	3.07	106.27	0.1032	0.0183
4.8	8.13	4.69	30	70	2.9	3.59	106.49	0.11	0.0194
4.9	8.15	4.68	30	70	2.5	3.26	105.76	0.1226	0.0231
5	8.21	4.57	30	70	1.6	3.18	104.78	0.1074	0.019
5.1	8.2	4.56	30	70	1.9	3.59	105.49	0.1048	0.0133
5.2	8.13	4.55	30	70	1.5	3.11	104.61	0.1171	0.0185
5.3	8.17	4.54	30	70	1.2	3.22	104.42	0.113	0.0204
5.4	8.15	4.53	30	70	1.2	3.45	104.65	0.1117	0.0202
5.5	8.12	4.52	30	70	0.2	2.86	103.06	0.1226	0.0261
5.6	8.25	4.5	30	70	0.4	3.09	103.49	0.271	0.0209
5.7	8.19	4.49	30	70	0.7	3.5	104.2	1.4882	0.02
5.8	8.12	4.48	30	70	0.5	3.19	103.69	0.1125	0.0203
5.9	8.2	4.47	30	70	0.1	3.02	103.12	0.4158	0.0196
6	8.24	4.46	30	70	0	3.36	103.36	0.1153	0.024
6.1	8.17	4.45	30	70	0	3.08	103.08	0.1222	0.0336
6.2	8.22	4.44	30	70	0	3.16	103.16	0.1203	0.0321
6.3	8.35	4.43	30	70	0	3.51	103.51	0.1139	0.0273
6.4	8.3	4.42	30	70	0.1	3.63	103.73	0.0392	0.0286
6.5	8.27	4.41	30	70	0.3	3.23	103.53	0.1242	0.0324
6.6	8.34	4.4	30	70	0	3.16	103.16	0.1147	0.0307
6.7	8.36	4.39	30	70	0	3.41	103.41	0.1158	0.0374
6.8	8.29	4.38	30	70	0	3.11	103.11	0.0944	0.03
6.9	8.33	4.37	30	70	0	2.94	102.94	0.116	0.2298
7	8.14	4.36	30	70	0	3.22	103.22	0.1831	0.2298
7.1	8.2	4.36	30	70	0	3.13	103.13	0.0959	0.0315
7.2	8.17	4.35	30	70	0	2.64	102.64	0.1065	0.0331
7.3	8.25	4.34	30	70	0	2.98	102.98	0.0951	0.0303
7.4	8.18	4.33	30	70	0	2.92	102.92	0.0971	0.0291
7.5	8.25	4.32	30	70	0	2.92	102.92	0.0822	0.0286
7.6	8.23	4.3	30	70	0	3.11	103.11	0.0799	0.0254
7.7	8.28	4.28	30	70	0	2.84	102.84	0.8575	0.0288
7.8	8.21	4.27	30	70	0	2.87	102.87	0.074	0.03
7.9	8.17	4.26	30	70	0	2.88	102.88	0.0772	0.0306
8	8.06	4.25	30	70	0	2.87	102.87	0.0787	0.0298
8.1	8.28	4.24	30	70	0	2.86	102.86	0.0695	0.0243
8.2	8.33	4.23	30	70	0	3.36	103.36	3.2467	0.0234
8.3	8.23	4.21	30	70	0	3.31	103.31	0.0399	0.0273

8.4	8.23	4.2	30	70	0	2.86	102.86	0.0607	0.0299
8.5	8.29	4.19	30	70	0	3.07	103.07	0.0677	0.0279
8.6	8.21	4.18	30	70	0	2.95	102.95	0.0634	0.029
8.7	8.28	4.16	30	70	0	2.8	102.8	0.3136	0.0087
8.8	8.32	4.15	30	70	0	3.16	103.16	1.0557	0.0205
8.9	8.2	4.14	30	70	0	2.96	102.96	0.0701	0.0302
9.0	8.22	4.14	30	70	0	2.77	102.77	0.0506	0.0283
9.1	8.25	4.13	30	70	0	3.2	103.2	0.0616	0.0317
9.2	8.24	4.12	30	70	0	3.05	103.05	0.0228	0.0296
9.3	8.2	4.12	30	70	0	2.77	102.77	0.0518	0.0266
9.4	8.27	4.11	30	70	0	2.85	102.85	0.0604	0.0679
9.5	8.26	4.11	30	70	0	2.9	102.9	0.055	0.0263
9.6	8.25	4.1	30	70	0	2.87	102.87	0.0619	0.0301
9.7	8.27	4.1	30	70	0	2.86	102.86	5.2591	0.0318
9.8	8.28	4.09	30	70	0	3.34	103.34	1.0623	0.0269
9.9	8.2	4.09	30	70	0	2.99	102.99	0.0592	0.0282
10	8.13	4.08	30	70	0	2.74	102.74	0.0598	0.0247
10.1	8.24	4.07	30	70	0	3.25	103.25	0.0588	0.0262
10.2	8.07	4.06	30	70	0	3.13	103.13	0.0711	0.0319
10.3	8.15	4.06	30	70	0	2.84	102.84	0.0225	0.0305
10.4	8.14	4.06	30	70	0	3.06	103.06	0.0546	0.0288
10.5	8.15	4.05	30	70	0	3.02	103.02	0.0456	0.0271
10.6	8.09	4.04	30	70	0	2.75	102.75	0.05	0.0246
10.7	8.21	4.03	30	70	0	2.84	102.84	0.0541	0.0239
10.8	8.17	4.03	30	70	0	3.12	103.12	0.0486	0.029
10.9	8.14	4.44	30	70	0	2.79	102.79	0.0601	0.0333
11	8.2	4.34	30	70	0	2.63	102.63	0.065	0.029
11.1	8.16	4.28	30	70	0	3.11	103.11	0.0245	0.0759
11.2	8.25	4.24	30	70	0	3.03	103.03	0.0289	0.0243
11.3	8.25	4.16	30	70	0	2.69	102.69	0.0487	0.0257
11.4	8.22	3.99	30	70	0	2.9	102.9	0.056	0.0272
11.5	8.22	3.97	30	70	0	2.82	102.82	0.0481	0.03
11.6	8.04	4.52	30	70	0	2.78	102.78	0.0368	0.0327
11.7	8.19	4.2	30	70	0	2.76	102.76	0.0367	0.0272
11.8	8.17	4.31	30	70	0	2.86	102.86	0.0361	0.5028
11.9	8.1	4.5	30	70	0	2.8	102.8	1.0392	0.053
12	8.17	4.5	30	70	0	2.68	102.68	0.0536	0.0213

COLUMNA E

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.2	6.88	100	120	37.7	3.64	261.34	0.0946	0.022
0.2	8.24	6.86	100	160	37	4.23	301.23	0.1232	0.0227
0.3	8.22	6.81	100	240	35	4.01	379.01	0.1299	0.0209
0.4	8.23	6.79	100	280	36.6	3.85	420.45	0.1431	0.0248
0.5	8.28	6.7	100	400	33.4	4.13	537.53	0.1448	0.0225
0.6	8.32	6.64	100	440	33.1	3.98	577.08	0.1422	0.0233
0.7	8.29	6.62	100	360	31.1	3.88	494.98	0.1453	0.0239
0.8	8.32	6.55	100	300	30.9	4	434.9	0.0859	0.4339
0.9	8.3	6.51	100	240	34	3.64	377.64	0.1424	0.0226
1	8.1	6.5	100	240	30.7	3.96	374.66	0.1533	0.0247
1.1	8.11	6.35	100	240	33	3.7	376.7	0.14	0.0226
1.2	8.3	6.33	100	240	29.5	3.62	373.12	0.1597	0.0256
1.3	8.23	6.28	100	220	27.4	3.79	351.19	0.1474	0.0239
1.4	8.2	6.14	100	220	27.5	3.55	351.05	0.1416	0.0234
1.5	8.26	6.13	100	220	25.8	3.56	349.36	0.1344	0.0235
1.6	8.17	5.9	90	170	27	3.54	290.54	0.125	0.0224
1.7	8.2	5.88	90	170	25.3	3.54	288.84	8.1354	0.0224
1.8	8.28	5.87	90	170	24.4	3.79	288.19	0.1224	0.0226
1.9	8.14	5.86	90	170	24.5	3.4	287.9	0.127	0.0232
2	8.19	5.85	90	170	23.4	3.71	287.11	0.1284	0.0224
2.1	8.28	5.84	90	170	22.7	3.95	286.65	0.128	0.0217
2.2	8.28	5.83	90	170	22.2	3.38	285.58	0.1172	0.0227
2.3	8.26	5.82	90	170	22.6	3.84	286.44	0.1294	0.0245
2.4	8.33	5.81	90	170	22.7	3.59	286.29	0.1333	0.026
2.5	8.35	5.8	90	170	20.6	3.53	284.13	0.123	0.0243
2.6	8.23	5.55	90	170	20.9	3.71	284.61	0.1194	0.0223
2.7	8.15	5.51	90	170	21	3.28	284.28	0.2944	0.022
2.8	8.27	5.5	90	170	20.7	3.72	284.42	0.1264	0.0224
2.9	8.25	5.5	90	170	21.3	3.54	284.84	0.1254	0.0242
3	8.33	5.49	90	170	19	3.62	282.62	0.136	0.026
3.1	8.25	5.39	90	170	20.6	3.57	284.17	0.1183	0.0231
3.2	8.26	5.38	90	170	18.2	3.43	281.63	0.1292	0.0245
3.3	8.29	5.38	90	170	17.7	3.78	281.48	1.1182	0.0231
3.4	8.2	5.37	90	170	18	3.39	281.39	0.1188	0.0216
3.5	8.27	5.36	90	170	16.5	3.45	279.95	0.1314	0.0249
3.6	8.25	5.34	90	170	22.9	3.7	286.6	0.148	0.0307
3.7	8.26	5.33	90	170	19	3.35	282.35	0.1211	0.024
3.8	8.22	5.31	90	170	16.4	3.75	280.15	0.1173	0.0254
3.9	8.19	5.61	90	170	16.3	3.43	279.73	0.1115	0.0244
4	8.25	5.6	90	170	16.9	3.39	280.29	0.1114	0.0292

4.1	8.2	5.41	90	170	15.3	3.6	278.9	0.1187	0.0229
4.2	8.23	5.71	50	130	17.3	3.24	200.54	0.2309	0.1506
4.3	8.25	5.53	50	130	15.9	3.51	199.41	0.1212	0.0258
4.4	8.26	5.23	50	130	14.7	3.65	198.35	0.1278	0.0252
4.5	8.26	5.4	50	130	17.3	3.4	200.7	0.1236	0.0263
4.6	8.17	5.82	50	130	15.4	3.13	198.53	0.1186	0.023
4.7	8.18	6.07	50	130	16.3	3.64	199.94	0.1136	0.0267
4.8	8.22	5.87	50	130	14.7	3.23	197.93	0.1196	0.0309
4.9	8.18	5.63	50	130	13.3	3.44	196.74	0.1208	0.0255
5	8.26	5.7	50	130	12.5	3.31	195.81	0.1156	0.0254
5.1	8.16	5.33	50	130	12.2	3.14	195.34	0.101	0.0236
5.2	8.16	5.36	50	130	11.4	3.48	194.88	0.1104	0.0226
5.3	8.22	5.11	50	130	11.4	3.16	194.56	0.1061	0.0225
5.4	8.16	4.85	50	130	12.3	3.23	195.53	0.1027	0.0231
5.5	8.15	4.95	50	130	10.6	3.55	194.15	0.1109	0.0241
5.6	8.22	4.65	50	130	10.7	2.95	193.65	0.2622	0.0239
5.7	8.22	4.67	50	130	10.9	3.34	194.24	1.476	0.0225
5.8	8.2	4.64	50	130	12.9	3.05	195.95	0.0989	0.0233
5.9	8.21	4.62	50	130	14.1	3.23	197.33	0.4093	0.0244
6	8.19	4.8	50	130	10.7	3.44	194.14	0.1057	0.0251
6.1	8.1	4.46	50	130	10.3	3	193.3	0.1003	0.0259
6.2	7.93	4.34	50	130	10.9	3.08	193.98	0.0968	0.0239
6.3	8.04	4.33	50	130	9.6	3.37	192.97	0.0953	0.024
6.4	8.1	4.25	50	130	9.6	2.77	192.37	0.0144	0.0224
6.5	8.02	4.24	50	130	9.1	3.23	192.33	0.0914	0.0236
6.6	8.12	4.09	50	130	9.6	2.69	192.29	0.0885	0.0249
6.7	8.12	4.1	50	130	9	3.02	192.02	0.0884	0.0227
6.8	8.17	3.84	50	130	8.5	2.4	190.9	0.0537	0.02
6.9	8.16	3.43	50	130	9.8	2.36	192.16	0.0586	0.2146
7	8.25	3.51	50	130	8.2	2.9	191.1	0.0181	0.1065
7.1	8.33	3.61	50	130	8.2	2.82	191.02	0.0435	0.0171
7.2	8.06	3.5	50	130	8.9	2.55	191.45	0.0632	0.0206
7.3	8.25	3.72	50	130	8	3.02	191.02	0.044	0.0169
7.4	8.22	3.42	50	130	7.8	2.5	190.3	0.0502	0.0182
7.5	8.22	3.42	50	130	8.7	2.64	191.34	0.0336	0.0166
7.6	8.19	3.45	50	130	7.7	2.87	190.57	0.0332	0.017
7.7	8.17	3.32	50	130	7.3	2.39	189.69	0.802	0.016
7.8	8.28	3.16	50	130	7.6	2.99	190.59	0.0182	0.0166
7.9	8.26	3.06	50	130	7.3	2.6	189.9	0.0156	0.0147

COLUMNA F

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.33	6.65	20	210	33.5	4.01	267.51	0.0989	0.0288
0.2	8.32	6.61	10	240	31.4	3.81	285.21	0.1153	0.0302
0.3	8.35	6.54	10	290	31.8	4.01	335.81	0.1337	0.0191
0.4	8.32	6.3	10	290	29.8	3.46	333.26	0.1328	0.0299
0.5	8.27	6.25	10	230	27.9	3.5	271.4	0.1406	0.0286
0.6	8.2	6.2	10	230	27	3.29	270.29	0.1406	0.0292
0.7	8.28	6.05	10	190	25.9	3.43	229.33	0.1383	0.0289
0.8	8.27	6.03	10	190	26.3	3.5	229.8	0.0711	0.4308
0.9	8.3	5.88	10	190	24.9	3.4	228.3	0.1364	0.0299
1	8.29	5.87	10	170	24.5	3.42	207.92	0.1354	0.0293
1.1	8.33	5.76	10	170	23.1	3.37	206.47	0.1327	0.0289
1.2	8.25	5.73	10	170	23.3	3.48	206.78	0.1415	0.0296
1.3	8.26	5.71	10	170	21.5	3.19	204.69	0.1358	0.0285
1.4	8.33	5.7	10	170	22.2	3.8	206	0.1366	0.0287
1.5	8.3	5.69	10	170	21	3.14	204.14	0.1244	0.0291
1.6	8.33	5.68	10	170	20.8	3.64	204.44	0.1262	0.0295
1.7	8.34	5.67	10	170	20.8	3.44	204.24	8.1358	0.0295
1.8	8.32	5.66	10	170	19.3	3.26	202.56	0.1187	0.0272
1.9	8.16	5.52	10	170	19.6	3.69	203.29	0.1309	0.0296
2	8.17	5.35	10	170	18.2	3.09	201.29	0.1267	0.0249
2.1	8.2	5.33	10	170	17.9	3.53	201.43	0.1243	0.0269
2.2	8.2	5.31	10	170	17.8	3.29	201.09	0.1167	0.0281
2.3	8.19	5.3	10	170	16.9	3.3	200.2	0.1288	0.0291
2.4	8.16	5.3	10	170	16.6	3.23	199.83	0.1243	0.0285
2.5	8.23	5.28	10	170	18	3.27	201.27	0.1163	0.0285
2.6	8.25	5.27	10	170	16.4	3.59	199.99	0.1152	0.0259
2.7	8.23	5.26	10	170	14.8	2.94	197.74	0.2955	0.0268
2.8	8.25	5.26	10	170	15	3.45	198.45	0.1243	0.0263
2.9	8.2	5.24	10	170	14.7	3.21	197.91	0.1242	0.0285
3	8.22	5.23	10	170	13.8	3.09	196.89	0.1269	0.0285
3.1	8.19	5.53	10	170	14.4	3.49	197.89	0.121	0.0294
3.2	8.23	5.37	10	170	13.2	2.95	196.15	0.1169	0.026
3.3	8.24	5.36	10	170	13.4	3.33	196.73	1.1132	0.0269
3.4	8.21	5.48	10	170	13.1	3.14	196.24	0.1216	0.0258
3.5	8.25	5.4	10	170	12.4	3.04	195.44	0.1232	0.0266
3.6	8.22	5.22	10	170	12.5	3.37	195.87	0.1224	0.0283
3.7	8.21	5.16	10	170	11.3	2.95	194.25	0.1201	0.0275
3.8	8.18	5.1	10	170	11.8	3.14	194.94	0.1069	0.0282
3.9	8.19	5.14	10	170	10.8	2.86	193.66	0.1026	0.0268
4	8.15	5.5	10	170	11	3.13	194.13	0.1067	0.0269

4.1	8.19	5.54	10	170	10.9	3.12	194.02	0.1171	0.0276
4.2	8.17	5.7	10	170	10.8	3.13	193.93	0.3253	0.2552
4.3	8.18	5.73	10	170	10.2	3.37	193.57	0.1182	0.0286
4.4	8.22	5.61	10	170	10.6	3.22	193.82	0.1287	0.0293
4.5	8.15	5.64	10	170	9.5	3.05	192.55	0.1089	0.0274
4.6	8.17	5.43	10	170	10.1	3.49	193.59	0.1205	0.0272
4.7	8.16	5.18	10	170	9.4	2.86	192.26	0.1027	0.0277
4.8	8.05	5.1	10	170	9.3	3.11	192.41	0.1155	0.0296
4.9	8.15	5.11	10	170	9.7	3.74	193.44	0.1263	0.028
5	8.15	5.12	10	170	8.9	2.92	191.82	0.1172	0.0313
5.1	8.17	5.07	10	170	10.4	3.55	193.95	0.1118	0.0283
5.2	8.2	5.06	10	170	8.6	3.02	191.62	0.1201	0.0287
5.3	8.05	4.92	10	170	7.9	2.98	190.88	0.1188	0.0288
5.4	8.09	4.86	10	170	8.2	3.47	191.67	0.1145	0.0276
5.5	8.09	4.87	10	170	8	2.92	190.92	0.1212	0.0313
5.6	8.05	4.76	10	170	9	2.71	191.71	0.2716	0.0263
5.7	8.16	4.84	10	170	7.4	2.97	190.37	0.4758	0.0111
5.8	8.03	4.8	10	170	7.4	3.08	190.48	0.1117	0.0291
5.9	8.19	4.81	10	170	7.5	3.44	190.94	0.322	0.0265
6	8.19	4.74	10	170	6.8	2.71	189.51	0.0412	0.009
6.1	8.17	4.72	10	170	7	3.2	190.2	0.1004	0.19
6.2	8.2	4.71	10	170	6.7	2.9	189.6	0.0989	0.19
6.3	8.25	4.7	10	170	6.5	2.69	189.19	0.0973	0.19
6.4	8.23	4.74	10	170	7.5	3.8	191.3	0.018	0.19
6.5	8.01	5.69	10	170	6.2	2.69	188.89	0.0938	0.19
6.6	8.05	5.55	10	170	4.5	3.14	187.64	0.0896	0.19
6.7	8.09	5.61	10	170	3.5	3.02	186.52	0.0917	0.19
6.8	8.06	5.66	10	170	2.6	2.67	185.27	0.0597	0.19
6.9	7.96	5.61	10	170	2.8	3.16	185.96	0.13	0.19
7	7.94	5.6	10	170	2.4	2.75	185.15	0.623	0.19
7.1	8.05	5.51	10	170	2.3	2.81	185.11	0.0524	0.19
7.2	8.11	5.54	10	170	1.9	2.69	184.59	0.0686	0.19
7.3	8.2	5.36	10	170	1.7	2.66	184.36	0.0531	0.19
7.4	8.22	5.41	10	170	1.5	2.6	184.1	0.058	0.19
7.5	8.16	5.43	10	170	1.3	2.54	183.84	0.043	0.19
7.6	8.18	5.29	10	170	1.25	2.55	183.8	0.0422	0.19
7.7	8.25	5.36	10	170	1.2	2.46	183.66	0.812	0.19
7.8	8.25	5.26	10	170	1.23	2.39	183.62	0.0276	0.19
7.9	8.02	5.47	10	170	1.19	2.8	183.99	0.0269	0.19
8	8.2	5.22	10	170	1.15	2.37	183.52	0.1047	0.19

COLUMNA H

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.2	6.19	60	160	30.1	4.64	254.74	0.0912	0.023
0.2	8.11	5.93	60	140	27.8	3.89	231.69	0.1047	0.0199
0.3	8.16	5.92	60	120	28	4.6	212.6	0.1217	0.0224
0.4	8.13	5.91	60	120	26.7	3.62	210.32	0.122	0.0222
0.5	7.85	5.89	60	120	25.4	4.34	209.74	0.1293	0.022
0.6	8.05	5.83	60	120	24.1	3.78	207.88	0.1285	0.022
0.7	7.92	5.73	60	120	22.9	3.87	206.77	0.129	0.0225
0.8	7.91	5.71	60	120	20.6	3.24	203.84	0.0563	0.4215
0.9	8.3	5.56	60	120	22.4	3.36	205.76	0.1239	0.0195
1	8.1	5.53	60	120	20.5	3.64	204.14	0.1213	0.0166
1.1	8.21	5.43	60	120	20	4.08	204.08	0.1168	0.0203
1.2	8.2	5.43	60	120	19.7	3.92	203.62	0.1278	0.0207
1.3	8.19	5.42	60	120	18.6	3.93	202.53	0.1225	0.0172
1.4	8.25	5.37	60	120	18.1	4.16	202.26	0.1207	0.0157
1.5	8.22	5.36	60	120	17.3	3.76	201.06	0.1148	0.018
1.6	8.17	5.28	60	120	17.2	3.81	201.01	0.1058	0.0012
1.7	8.31	5.28	60	120	17.5	4.17	201.67	8.1156	0.0186
1.8	8.23	5.27	60	120	16.1	3.63	199.73	0.1139	0.0209
1.9	8.1	5.2	60	120	15.8	3.77	199.57	0.1115	0.0206
2	8.2	5.18	60	120	15.9	3.82	199.72	0.1126	0.0185
2.1	8.11	5.16	60	120	12.9	2.93	195.83	0.1164	0.0244
2.2	8.09	5.05	60	120	13.9	3.56	197.46	0.0952	0.0184
2.3	8.12	5.02	60	120	14.4	3.65	198.05	0.1081	0.0182
2.4	8.1	5.01	60	120	12.3	3.34	195.64	0.1087	0.0206
2.5	8.19	4.87	60	120	12.9	3.6	196.5	0.099	0.0202
2.6	8.12	4.85	60	120	12	3.4	195.4	0.0992	0.0178
2.7	8.16	4.83	60	120	11.8	3.64	195.44	0.2695	0.016
2.8	8.13	4.69	50	90	10	2.98	152.98	0.1047	0.0171
2.9	8.18	4.68	50	90	11	3.45	154.45	0.0987	0.0169
3	8.13	4.67	50	90	10.6	3.82	154.42	0.1007	0.0176
3.1	8.18	4.66	50	90	11.4	3.78	155.18	0.0929	0.0136
3.2	8.26	4.64	50	90	8.8	3.07	151.87	0.1012	0.0161
3.3	8.22	4.63	50	90	10.9	3.95	154.85	1.0894	0.0146
3.4	8.22	4.62	50	90	8.3	2.99	151.29	0.0986	0.0133
3.5	8.23	4.6	50	90	8.4	3.15	151.55	0.1033	0.0162
3.6	8.27	4.59	50	90	10.2	3.9	154.1	0.0923	0.0156
3.7	8.18	4.58	50	90	10.1	3.75	153.85	0.0943	0.0149
3.8	8.13	4.43	50	90	9.8	3.1	152.9	0.0758	0.0146
3.9	8.23	4.18	50	90	7.8	2.98	150.78	0.0686	0.0126
4	8.19	4.11	50	90	6.4	2.68	149.08	0.0777	0.0121

4.1	8.21	4.1	50	90	7.1	3.18	150.28	0.0829	0.0127
4.2	8.14	4.09	50	90	7.6	3.07	150.67	0.223	0.1681
4.3	8.23	3.92	50	90	7.3	3.16	150.46	0.083	0.0133
4.4	8.23	3.9	50	90	9.9	3.52	153.42	0.0851	0.0123
4.5	8.22	3.89	50	90	5	2.47	147.47	0.0647	0.0103
4.6	8.24	3.78	50	90	6.7	3.07	149.77	0.0787	0.0106
4.7	8.15	3.76	50	90	7.1	3.31	150.41	0.058	0.011
4.8	8.13	3.74	50	90	6.8	3.01	149.81	0.0648	0.0115
4.9	8.17	3.66	50	90	6.1	3.37	149.47	0.0778	0.0127
5	8.13	3.64	50	90	6.5	2.88	149.38	0.0655	0.012
5.1	8.18	3.62	50	90	6.3	3.02	149.32	0.0518	0.0102
5.2	8.23	3.4	50	90	6.1	3.28	149.38	0.07	0.0117
5.3	8.21	3.64	50	90	6.4	2.82	149.22	0.058	0.008
5.4	8.19	3.52	50	90	5.8	2.71	148.51	0.0531	0.0095
5.5	8.22	3.35	50	90	5	2.42	147.42	0.0617	0.0116
5.6	8.15	3.4	50	90	3.4	2.59	145.99	0.2118	0.0688
5.7	8.17	3.18	50	90	5.2	2.49	147.69	0.4267	0.0097
5.8	8.21	3.07	50	90	4.5	2.98	147.48	0.05	0.0098
5.9	8.24	3.05	50	90	5.5	2.39	147.89	0.354	0.0195
6	8.25	2.9	50	90	4.6	2.41	147.01	0.0425	0.0091
6.1	8.29	2.75	50	90	4.3	2.49	146.79	0.0449	0.0098
6.2	8.03	3.03	50	90	4.7	2.4	147.1	0.0415	0.0101
6.3	8.21	2.8	50	90	4.5	2.44	146.94	0.0416	0.0104
6.4	8.08	2.88	50	90	4.6	2.4	147	0.0591	0.1095
6.5	8.08	2.83	50	90	4.4	2.46	146.86	0.0347	0.0105
6.6	8.23	2.6	50	90	6.6	2.39	148.99	0.0315	0.0088
6.7	8.18	2.63	50	90	6.6	2.08	148.68	0.03	0.0077
6.8	8.26	2.4	50	90	6.7	2.52	149.22	0.0091	0.0089
6.9	8.18	2.29	50	90	6.7	1.96	148.66	0.1241	0.3074
7	8.1	2.21	50	90	5.8	2.17	147.97	0.0373	0.1556
7.1	8.22	2.09	50	90	6.5	2.66	149.16	0.0693	0.0741
7.2	8.33	2.11	50	90	7	2.05	149.05	0.0071	0.0036
7.3	8.15	2.08	50	90	6.2	2.45	148.65	0.0037	0.005
7.4	8.32	2	50	90	7.4	2.16	149.56	0.0497	0.0529
7.5	7.89	1.86	50	90	6.8	2.01	148.81	0.0476	0.0641
7.6	7.68	1.74	50	90	6.8	2.47	149.27	0.9924	0.0034
7.7	8.42	1.76	50	90	7.5	2.13	149.63	0.7607	0.033
7.8	8.02	1.77	50	90	6.8	2.14	148.94	0.0055	0.032
7.9	8.3	1.7	50	90	7.3	2.46	149.76	0.0198	0.0425
8	8.35	1.74	50	90	7.8	2.45	150.25	0.0992	0.1224
8.1	8.17	1.7	50	90	6.9	1.92	148.82	0.0755	0.1004
8.2	8.38	1.66	50	90	7.9	2.28	150.18	0.1544	0.1006
8.3	8.31	1.66	50	90	7.4	2.06	149.46	0.8343	0.904

8.4	8.4	1.62	50	90	7.9	2.11	150.01	0.0631	0.106
8.5	8.4	1.7	50	90	8.3	2.31	150.61	0.0697	0.1032
8.6	8.24	1.75	50	90	7.6	1.86	149.46	0.0602	0.1233
8.7	8.4	1.73	50	90	8.3	2.19	150.49	0.2165	0.0038
8.8	8.1	1.56	50	90	8.3	2.23	150.53	0.97	0.0048
8.9	8.3	1.61	50	90	8.3	2.13	150.43	0.0653	0.1026
9	8.48	1.54	50	90	9.1	2.36	151.46	0.025	0.0728
9.1	8.33	1.53	50	90	8.6	2.19	150.79	0.0644	0.108
9.2	8.6	1.49	50	90	7.8	1.57	149.37	0.0181	0.1025
9.3	8.5	1.54	50	90	7.4	1.88	149.28	0.056	0.1039
9.4	8.55	1.47	50	90	6.8	1.57	148.37	0.0015	0.0949

COLUMNA I

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹			Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.22	5.3	30	150	16.2	3.75	199.95	0.0591	0.011
0.2	8.31	5.12	30	190	14.4	3.8	238.2	0.0726	0.0079
0.3	7.97	5.11	30	270	13.3	3.13	316.43	0.0896	0.0104
0.4	8.21	5.1	30	170	12.8	3.61	216.41	0.0899	0.0102
0.5	8.23	5.01	30	150	12.2	3.46	195.66	0.0972	0.01
0.6	8.19	4.95	30	150	11.9	3	194.9	0.0964	0.01
0.7	8.15	4.93	30	150	12.3	3.7	196	0.0969	0.0105
0.8	8	4.9	30	150	11.3	3.17	194.47	0.0242	0.4095
0.9	8.22	4.91	30	150	10.3	3.28	193.58	0.0918	0.0075
1	8.2	4.88	30	150	10.4	3.61	194.01	0.0892	0.0046
1.1	8.16	4.77	30	150	9.6	3.57	193.17	0.0847	0.0083
1.2	8.23	4.75	30	150	9.8	3.24	193.04	0.0957	0.0087
1.3	8.17	4.73	30	150	9.5	3.52	193.02	0.0904	0.0052
1.4	8.23	4.71	30	150	9.8	3.78	193.58	0.0886	0.0037
1.5	8.23	4.69	30	150	11.5	3.03	194.53	0.0827	0.006
1.6	8.15	4.61	30	150	9.8	3.66	193.46	0.0737	0.0018
1.7	8.3	4.6	30	150	10	3.37	193.37	8.0835	0.0066
1.8	8.21	4.59	30	150	9.4	3.74	193.14	0.0818	0.0089
1.9	8.2	4.58	30	150	9.4	3.44	192.84	0.0794	0.0086
2	8.29	4.57	30	150	9.3	3.84	193.14	0.0805	0.0065
2.1	8.06	5.29	30	150	8.4	3.19	191.59	0.0843	0.0124
2.2	8.06	5.16	30	150	8.5	3.41	191.91	0.0631	0.0064
2.3	7.9	5.15	30	150	7.2	2.98	190.18	0.076	0.0062
2.4	8.09	5.15	30	150	9.7	3.27	192.97	0.0766	0.0086
2.5	8.18	5.01	10	110	7.5	3.07	130.57	0.0669	0.0082
2.6	8.1	5	10	110	8.9	3	131.9	0.0671	0.0058
2.7	8.13	4.99	10	110	7.1	3.18	130.28	0.2374	0.004
2.8	7.98	4.97	10	110	6.2	2.81	129.01	0.0726	0.0051
2.9	8.24	4.88	10	110	6.3	2.92	129.22	0.0666	0.0049
3	8.17	4.86	10	110	5.7	2.86	128.56	0.0686	0.0056
3.1	8.18	4.76	10	110	5.9	2.7	128.6	0.0608	0.0016
3.2	8.22	4.76	10	110	5.5	2.96	128.46	0.0691	0.0041
3.3	8.17	4.68	10	110	5	2.58	127.58	1.0573	0.0026
3.4	8.23	4.67	10	110	5.4	3.02	128.42	0.0665	0.0013
3.5	8.23	4.66	10	110	5	2.9	127.9	0.0712	0.0042
3.6	8.16	4.57	10	110	4.6	2.58	127.18	0.0602	0.0036
3.7	8.32	4.56	10	110	4.6	2.93	127.53	0.0622	0.0029
3.8	8.16	4.55	10	110	4.1	2.32	126.42	0.0437	0.0026
3.9	8.25	4.54	10	110	4.3	2.6	126.9	0.0365	0.0006
4	8.3	4.52	10	110	4.2	2.4	126.6	0.0456	0.0001

4.1	8.19	4.4	10	110	4.5	2.4	126.9	0.0508	0.0007
4.2	8.21	4.35	10	110	4.3	2.5	126.8	0.1909	0.1561
4.3	8.2	4.34	10	110	4	2.06	126.06	0.0509	0.0013
4.4	8.26	4.33	10	110	4.5	2.36	126.86	0.053	0.0003
4.5	8.21	4.26	10	110	4.1	2.01	126.11	0.0326	0.0017
4.6	8.16	4.25	10	110	4.4	2.14	126.54	0.0466	0.0014
4.7	8.2	4.19	10	110	4.4	2.24	126.64	0.0259	0.0125
4.8	8.14	4.09	10	110	3.9	1.78	125.68	0.0327	0.0005
4.9	8.24	4.01	10	110	4.6	2.08	126.68	0.0457	0.0007
5	8.2	3.94	10	110	4.8	2.26	127.06	0.0334	0.0256
5.1	8.27	3.93	10	110	4.2	1.75	125.95	0.0197	0.0168
5.2	8.2	3.90	10	110	4.9	1.98	126.88	0.0379	0.0158
5.3	8.22	3.86	10	110	5.1	2.08	127.18	0.0259	0.0036
5.4	8.19	3.81	10	110	4.8	1.73	126.53	0.021	0.0032
5.5	8.22	3.71	10	110	5.1	1.91	127.01	0.0296	0.0025
5.6	8.14	3.58	10	110	5.3	1.98	127.28	0.1797	0.0568
5.7	8.11	3.4	10	110	5	1.63	126.63	0.3946	0.062
5.8	8.17	3.38	10	110	5.7	1.86	127.56	0.0179	0.0011
5.9	8.2	3.34	10	110	5.9	2.06	127.96	0.3219	0.0075
6	8.05	3.16	10	110	6	1.88	127.88	0.0104	0.0029
6.1	8.25	2.99	10	110	5.9	1.87	127.77	0.0128	0.0022
6.2	8.1	2.97	10	110	5.8	1.74	127.54	0.0094	0.0019
6.3	8.14	2.75	10	110	6.3	1.87	128.17	0.0095	0.0016
6.4	8.19	2.74	10	110	6.3	1.82	128.12	0.027	0.0975
6.5	8.12	2.51	10	110	6.3	1.79	128.09	0.0026	0.0015
6.6	8.22	2.48	10	110	7.1	2.04	129.14	0.0096	0.0032
6.7	8.22	2.34	10	110	6.7	1.74	128.44	0.0598	0.0043
6.8	8.31	2.2	10	110	7.1	1.93	129.03	0.0953	0.0031
6.9	8.26	2.19	10	110	7.3	2.05	129.35	0.092	0.2954
7	8.16	2.11	10	110	6.8	1.65	128.45	0.0052	0.1436
7.1	8.33	2	10	110	7.4	1.89	129.29	0.0372	0.0621
7.2	8.29	1.93	10	110	7.9	2.27	130.17	0.025	0.0084
7.3	8.18	1.89	10	110	7.1	1.72	128.82	0.0287	0.007
7.4	8.3	1.81	10	110	8	2.03	130.03	0.0176	0.0409
7.5	8.34	1.83	10	110	7.7	1.84	129.54	0.0155	0.0521
7.6	8.26	1.76	10	110	7.8	1.78	129.58	0.9603	0.0086
7.7	8.4	1.71	10	110	8.5	2.2	130.7	0.7286	0.021
7.8	8.3	1.72	10	110	7.8	1.86	129.66	0.6513	0.02
7.9	8.24	1.65	10	110	8.1	1.96	130.06	0.03987	0.0305
8	8.42	1.65	10	110	8.6	2.18	130.78	0.0671	0.1104
8.1	8.45	1.62	10	110	7.2	1.52	128.72	0.0434	0.0884
8.2	8.45	1.54	10	110	8.6	2.03	130.63	0.1223	0.0886
8.3	8.43	1.53	10	110	8.3	1.85	130.15	0.8022	0.892

8.4	8.36	1.59	10	110	8.5	1.89	130.39	0.031	0.094
8.5	8.49	1.63	10	110	8.3	1.83	130.13	0.0376	0.0912
8.6	8.3	1.65	10	110	8.3	1.78	130.08	0.0281	0.1113
8.7	8.3	1.66	10	110	8.7	2	130.7	0.1844	0.0082
8.8	8.48	1.68	10	110	8.7	1.99	130.69	0.9379	0.0072
8.9	8.3	1.69	10	110	8.6	1.1	129.7	0.0332	0.0906
9	8.5	1.63	10	110	9.3	2.18	131.48	0.0698	0.0608
9.1	8.44	1.55	10	110	8.9	1.98	130.88	0.0323	0.096
9.2	8.28	1.53	10	110	8.7	1.79	130.49	0.12	0.0905
9.3	8.58	1.56	10	110	9.3	2.14	131.44	0.0239	0.0919
9.4	8.64	1.56	10	110	7.8	1.56	129.36	0.0962	0.0829
9.5	8.61	1.55	10	110	7.4	1.44	128.84	0.0321	0.0012
9.6	8.56	1.55	10	110	7.1	1.23	128.33	0.0321	0.0012

COLUMNA J

MUESTRA mL	pH	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹				Suma	RSE	RSC
		CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺				
0.1	8.94	3.21	20	210	32.4	2.21	264.61	0.0603	0.05043	
0.2	8.82	3.43	30	310	30.6	2	372.6	0.0738	0.06393	
0.3	8.98	3.44	40	340	31.3	2.22	413.52	0.0908	0.08093	
0.4	8.9	3.46	20	200	30.4	2.04	252.44	0.0911	0.08123	
0.5	8.81	3.39	20	200	30.3	2.06	252.36	0.0984	0.08853	
0.6	8.96	3.23	20	160	31.6	2.22	213.82	0.0976	0.08773	
0.7	8.89	3.19	20	160	31.1	2.03	213.13	0.0981	0.08823	
0.8	8.94	3.24	20	160	31.7	2.3	214	0.0254	0.01553	
0.9	8.85	3.23	20	160	31.2	2.07	213.27	0.093	0.08313	
1	8.74	2.91	20	160	31.9	2.2	214.1	0.0904	0.08053	
1.1	8.81	2.87	20	160	32.2	2.17	214.37	0.0859	0.07603	
1.2	8.86	2.95	20	160	30.8	2.16	212.96	0.0969	0.08703	
1.3	8.68	2.72	20	160	32	2.25	214.25	0.0916	0.08173	
1.4	8.87	2.99	30	70	31	2.07	133.07	0.0898	0.07993	
1.5	8.38	2.91	30	70	31.1	2.17	133.27	0.0839	0.07403	
1.6	8.75	2.89	30	70	31.8	2.2	134	0.0749	0.06503	
1.7	8.94	2.91	30	70	30.3	2.1	132.4	8.0847	8.07483	
1.8	8.76	2.65	30	70	32.2	2.29	134.49	0.083	0.07313	
1.9	8.94	2.87	30	70	29.9	1.97	131.87	0.0806	0.07073	
2	8.84	3.34	30	70	31.7	2.21	133.91	0.0817	0.07183	
2.1	8.87	3.28	30	70	31.5	2.11	133.61	0.0855	0.07563	
2.2	8.86	3.06	30	70	30.4	2.06	132.46	0.0643	0.05443	
2.3	8.88	3.12	30	70	34.1	2.22	136.32	0.0772	0.06733	

COLUMNA L

MUESTRA mL	(mS cm ⁻¹)		meq L ⁻¹				Suma	RSE	RSC
	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
0.1	8.91	3.25	70	160	32	2.2	264.2	0.1841	0.1806
0.2	8.88	3.2	70	170	31.7	2.1	273.8	0.1976	0.1941
0.3	8.89	3.19	70	200	32.2	2.19	304.39	0.2146	0.2111
0.4	8.97	3.18	70	180	31.8	2.31	284.11	0.2149	0.2114
0.5	8.82	3.18	50	170	31.1	2.08	253.18	0.2222	0.2187
0.6	8.95	3.18	50	170	32.1	2.32	254.42	0.2214	0.2179
0.7	8.81	3.09	50	170	30.8	2.13	252.93	0.2219	0.2184
0.8	8.86	3.09	50	170	31.4	2.17	253.57	0.1492	0.1457
0.9	8.84	3.08	50	170	31	2.21	253.21	0.2168	0.2133
1	8.93	3.06	40	160	31	2.16	233.16	0.2142	0.2107
1.1	8.97	3.05	40	160	31.5	2.51	234.01	0.2097	0.2062
1.2	8.86	3.1	40	160	29.3	2.13	231.43	0.2207	0.2172
1.3	8.91	3.03	40	160	31.7	2.28	233.98	0.2154	0.2119
1.4	9.01	3.03	40	160	31	2.4	233.4	0.2136	0.2101
1.5	8.83	3.02	40	160	30.6	2.1	232.7	0.2077	0.2042
1.6	8.98	3.02	40	160	31.2	2.37	233.57	0.1987	0.1952
1.7	8.85	2.99	40	160	29.3	2.11	231.41	8.2085	8.205
1.8	8.97	2.98	40	160	30.7	2.24	232.94	0.2068	0.2033
1.9	8.93	2.97	40	160	29.8	2.27	232.07	0.2044	0.2009
2	8.87	2.96	40	160	30.2	2.09	232.29	0.2055	0.202
2.1	8.95	2.95	40	160	31.4	2.34	233.74	0.2093	0.2058
2.2	8.85	2.95	40	160	29.6	2.11	231.71	0.1881	0.1846
2.3	9	3	40	160	31.1	2.35	233.45	0.201	0.1975
2.4	8.77	3.18	40	160	28.7	2.08	230.78	0.2016	0.1981
2.5	8.94	3.05	40	160	30.3	2.2	232.5	0.1919	0.1884
2.6	8.88	3.15	40	160	29.3	2.19	231.49	0.1921	0.1886
2.7	8.84	3.03	40	160	30.3	2.24	232.54	0.3624	0.3589
2.8	8.83	3.03	40	160	29.9	2.3	232.2	0.1976	0.1941
2.9	8.81	2.93	40	160	28.6	2.06	230.66	0.1916	0.1881
3	8.87	3.15	30	130	29.6	2.23	191.83	0.1936	0.1901
3.1	8.76	2.98	30	130	28.2	1.99	190.19	0.1858	0.1823
3.2	8.92	3.16	30	130	29.3	2.17	191.47	0.1941	0.1906
3.3	8.91	2.92	30	130	29.4	2.21	191.61	1.1823	1.1788
3.4	8.93	3.02	30	130	28.5	2.27	190.77	0.1915	0.188
3.5	8.96	3.01	30	130	29.1	2.15	191.25	0.1962	0.1927
3.6	8.74	3.04	30	130	25.9	2.13	188.03	0.1852	0.1817
3.7	8.92	3.25	30	130	27.5	2.01	189.51	0.1872	0.1837
3.8	8.78	3.09	30	130	29.4	2.3	191.7	0.1687	0.1652
3.9	8.86	3.21	30	130	27.7	2.11	189.81	0.1615	0.158
4	8.93	3.19	30	130	28.7	2.18	190.88	0.1706	0.1671

4.1	8.78	3.15	30	130	28.4	2.3	190.7	0.1758	0.1723
4.2	9	3.23	30	130	27.9	2.04	189.94	0.3159	0.3124
4.3	8.8	2.87	30	130	29.4	2.41	191.81	0.1759	0.1724
4.4	8.91	3.05	30	130	27.2	2.07	189.27	0.178	0.1745
4.5	8.93	3.09	30	130	28.7	2.22	190.92	0.1576	0.1541
4.6	8.82	2.74	30	130	29.1	2.49	191.59	0.1716	0.1681
4.7	8.9	3.0	30	130	25.8	2	187.8	0.1509	0.1474
4.8	8.67	3.05	30	130	28.5	2.24	190.74	0.1577	0.1542
4.9	8.75	2.95	30	130	27.6	2.2	189.8	0.1707	0.1672
5	8.97	3.12	30	130	27.5	2.08	189.58	0.1584	0.1549
5.1	9.12	2.78	30	130	28.7	2.46	191.16	0.1447	0.1412
5.2	9.05	3.03	30	130	27.2	2.12	189.32	0.1629	0.1594
5.3	9.1	2.9	30	130	26.5	2.14	188.64	0.1509	0.1474
5.4	8.86	2.3	30	130	27.3	2.44	189.74	0.146	0.1425
5.5	9.04	3.06	30	130	28.5	1.98	190.48	0.1546	0.1511
5.6	9.04	2.83	30	130	25.3	2.21	187.51	0.3047	0.3012
5.7	9.07	2.99	30	130	27.7	2.07	189.77	0.5196	0.5161
5.8	9.06	2.81	30	130	26.2	2.1	188.3	0.1429	0.1394
5.9	9.07	2.96	30	130	27.2	2.41	189.61	0.4469	0.4434
6	8.93	3.00	30	130	27.5	1.99	189.49	0.1354	0.1319
6.1	8.57	2.84	30	130	25.7	2.35	188.05	0.1378	0.1343
6.2	8.84	2.98	30	130	27.4	2.14	189.54	0.1344	0.1309
6.3	8.63	2.85	30	130	26	2.32	188.32	0.1345	0.131
6.4	8.98	2.97	30	130	26.5	1.93	188.43	0.152	0.1485
6.5	8.75	3.01	30	130	27.2	2.15	189.35	0.1276	0.1241
6.6	9	2.75	30	130	25.2	2.13	187.33	0.1346	0.1311
6.7	9	2.9	30	130	26.7	2.16	188.86	0.1848	0.1813

ANEXO 2

Propiedades físico-químicas de las columnas por tratamiento.

TRATAMIENTO	MUESTRA	g cm ⁻³		mS cm ⁻¹		meq 100 g ⁻¹ suelo						
		D.R.	D.A.	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma	RSE	RSC
BLANCO [I]=0	0-5	2.163	0.769	8.26	1.86	1	3	19.5	1.23	24.73	0.0081	0.0503
	5-10	1.962	0.769	8.75	2.31	1	3	27.1	1.01	32.11	0.0341	0.0366
	10-15	2.255	0.769	9.01	2.7	1	3	33	1.13	38.13	0.075	0.052
	15-20	2.340	0.750	8.95	3.09	1	3	38.8	1.28	44.08	0.107	0.0652
	20-25	0.308	0.769	8.98	3.14	2	2	40.1	1.33	45.43	0.1411	0.0748
	25-30	2.295	0.769	9	3.54	2	2	47.9	1.61	53.51	0.1844	0.0751
	30-35	1.836	0.769	9.1	3.98	6	2	55.9	1.91	65.81	0.228	0.0813
	35-40	2.038	0.769	9.05	5.53	6	2	75.6	2.54	86.14	0.0344	0.2989
	40-45	2.017	0.769	9.56	29.7	4	0	150.2	6.9	161.1	0.8586	0.112
	45-50	2.846	0.769	8.3	105.3	4	0	180.9	8.97	193.87	4.4165	0.5671
BLANCO [I]=1	0-5	2.140	0.811	8.17	1.73	1	21	10.4	1.11	33.51	0.0159	0.013
	5-10	5.082	0.811	8.58	2	1	23	20.9	0.97	45.87	0.0457	0.0259
	10-15	2.022	0.811	8.69	2.34	1	24	22.6	0.67	48.27	0.0589	0.0306
	15-20	2.076	0.833	8.76	2.7	1	21	27.5	0.79	50.69	0.0829	0.0389
	20-25	2.839	0.833	8.83	2.95	1	29	32.7	1.05	63.75	0.1108	0.0558
	25-30	1.230	0.833	8.89	3.08	1	22	31.8	0.97	55.77	0.1179	0.0663
	30-35	2.027	0.833	8.85	3.546	1	19	40.5	1.17	61.67	8.155	0.0774
	35-40	2.151	0.833	8.92	3.66	1	19	45.5	1.41	66.91	0.1861	0.098
	40-45	2.182	0.833	8.9	3.72	1	19	46.2	1.32	67.52	0.2124	0.0998
	45-50	1.989	0.833	9	4.28	1	19	57.2	1.72	78.92	0.254	0.0953
COLUMNA A	0-5	1.761	0.811	7.9	1.54	1.00	22.00	10.5	0.91	34.41	0.02	0.01
	5-10	1.593	0.811	8.1	1.28	1.00	23.00	7.6	1.52	33.12	0.00	0.03
	10-15	1.812	0.811	8.11	1.31	1.00	23.00	8	1.09	33.09	0.01	0.01
	15-20	1.782	0.811	8.07	1.47	1.00	24.00	12.2	1.18	38.38	0.01	0.01
	20-25	1.784	0.811	8.04	1.62	1.00	23.00	14.2	0.88	39.08	0.01	0.01
	25-30	1.951	0.811	8.34	1.69	2.00	24.00	15.6	1.05	42.65	0.01	0.02
	30-35	1.574	0.811	8.2	2.01	2.00	24.00	18.3	1.05	45.35	0.18	0.01
	35-40	1.751	0.811	8.2	1.98	2.00	24.00	19.2	1.19	46.39	0.02	0.01
	40-45	1.796	0.811	8.23	2.12	2.00	24.00	20.3	1.12	47.42	0.04	0.02
	45-50	1.863	0.811	8.2	2.23	2.00	24.00	20.9	1.13	48.03	0.10	0.03

Continuación.

TRATAMIENTO	MUESTRA	g cm ⁻³		mS cm ⁻¹		meq 100 g ⁻¹ suelo					RSE	RSC
		D.R.	D.A.	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma		
COLUMNA B	0-5	2.179	0.789	7.8	1.69	1	21	9.5	1.1	32.6	0.0181	0.011
	5-10	2.079	0.789	7.85	1.07	1	21	5.5	0.95	28.45	0.0083	0.0114
	10-15	1.975	0.789	8.15	1.14	1	21	5.3	1.19	28.49	1.0038	0.0125
	15-20	2.124	0.789	8.1	1.14	1	21	5.4	1.2	28.6	0.0137	0.0132
	20-25	2.283	0.789	8.3	1.19	1	21	6.1	1.26	29.36	0.0181	0.0143
	25-30	2.120	0.789	8.3	1.24	1	21	6.2	1.29	29.49	0.0166	0.0135
	30-35	2.146	0.789	8.3	1.43	2	20	6.1	1.46	29.56	0.0198	0.0131
	35-40	2.173	0.789	8.23	2.54	4	32	6.1	2.11	44.21	0.0317	0.0168
	40-45	2.130	0.789	8.2	3.77	6	33	6.1	2.73	47.83	0.0752	0.0232
	45-50	2.368	0.789	8.09	3.95	6	33	5.2	2.91	47.11	0.0871	0.0252
COLUMNA C	0-5	2.13671	0.811	8	9.78	5	18	84.4	4.8	112.2	0.2324	0.0273
	5-10	2.23133	0.811	8.09	1.21	2	19	5.5	1.03	27.53	0.1274	0.1352
	10-15	2.13331	0.789	8.14	1.41	2	19	5.2	0.98	27.18	0.0179	0.0135
	15-20	2.08169	0.789	8.25	1.83	2	19	6.3	1.25	28.55	0.036	0.0135
	20-25	2.11807	0.789	8.2	4.06	5	18	6.9	1.5	31.4	0.0876	0.0228
	25-30	2.13561	0.789	8.24	4.27	8	17	7.3	2.55	34.85	0.1101	0.0258
	30-35	2.11005	0.789	8.29	4.55	8	17	6.5	3.05	34.55	0.1048	0.0298
	35-40	2.1307	0.789	8.3	4.76	7	19	8.2	3.38	37.58	0.117	0.0274
	40-45	2.03919	0.811	8.33	4.97	8	17	10.6	3.55	39.15	0.1302	0.0277
	45-50	2.18573	0.811	8.3	5.39	8	17	15.1	3.59	43.69	0.1386	0.0353
COLUMNA D	0-5	1.79673	0.811	7.89	1.51	2	20.4	6.9	0.95	30.25	0.0147	0.0159
	5-10	3.33256	0.811	7.93	1.46	2	24	7.1	1.14	34.24	0.0289	0.0186
	10-15	2.85817	0.811	7.97	1.5	2	22	8.7	1.3	34	0.0274	0.0192
	15-20	1.83893	0.811	8	1.68	2	22	9.6	1.42	35.02	0.0282	0.0191
	20-25	1.18001	0.811	7.93	1.79	2	22	9.4	1.58	34.98	0.0357	0.0179
	25-30	2.2629	0.811	7.89	1.57	2	22	8.1	1.59	33.69	0.0856	0.0204
	30-35	2.12198	0.811	8.05	1.8	2	22	8.7	1.8	34.5	0.4119	0.02
	35-40	3.29347	0.811	8.02	2.18	5	25	9.5	2.08	41.58	0.04	0.0184
	40-45	3.03338	0.811	8.14	4.04	5	25	12.1	3.04	45.14	0.2058	0.0259
	45-50	1.97775	0.811	8.04	4.83	6	24	16.5	3.43	49.93	0.881	0.7887

Continuación.

TRATAMIENTO	MUESTRA	g cm ⁻³		mS cm ⁻¹		meq 100 g ⁻¹ suelo					RSE	RSC
		D.R.	D.A.	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma		
COLUMNA E	0-5	2.07828	0.789	8.1	1.85	2	28	9.5	1.15	40.65	0.0242	0.0163
	5-10	1.95901	0.789	8.05	1.04	2	28	8.2	1.26	39.46	0.0236	0.0177
	10-15	2.03077	0.789	8.02	1.61	2	28	6.9	1.37	38.27	0.0165	0.0189
	15-20	2.3034	0.789	8.03	1.57	2	28	6.9	1.47	38.37	0.0415	0.0225
	20-25	2.28826	0.789	8.06	1.73	2	28	7	1.56	38.56	0.015	0.0245
	25-30	2.18392	0.789	8.05	1.7	2	28	7.6	1.75	39.35	0.0182	0.0206
	30-35	2.28385	0.789	8.0	1.68	2	28	9.2	2.03	41.23	0.0254	0.0222
	35-40	2.09442	0.789	8.25	1.32	2	28	6.6	1.47	38.07	0.0888	0.0169
	40-45	2.15005	0.789	8.1	3.18	3	36	7.3	1.88	48.18	0.0332	0.2224
	45-50	2.16799	0.789	8	3.12	4	36	8	2.44	50.44	0.0169	0.0271
COLUMNA F	0-5	2.16528	0.811	8.1	2.18	2	21	9.7	1.22	33.92	0.0041	0.0182
	5-10	2.19395	0.811	8.33	1.58	2	21	7.6	1.16	31.76	0.0003	0.0185
	10-15	1.91059	0.833	7.98	1.45	2	21	6.4	1.33	30.73	0.0319	0.0582
	15-20	1.95289	0.833	8.23	1.47	2	21	6.5	1.45	30.95	0.0349	0.0575
	20-25	2.22893	0.811	8.08	1.45	2	21	6.5	1.42	30.92	0.0021	0.0409
	25-30	2.14453	0.811	8.08	1.34	2	21	6.3	1.36	30.66	0.1816	0.0179
	30-35	2.15075	0.811	8.23	1.63	2	21	7.5	1.66	32.16	0.7589	0.02
	35-40	2.14032	0.833	8.12	1.88	2	21	7.1	1.84	31.94	0.0819	0.1202
	40-45	2.05763	0.833	8.01	2.21	6	26	8.7	2.92	43.62	0.0507	0.0332
	45-50	2.14694	0.811	8.0	4.71	7	31	8.5	3.29	49.79	0.0717	0.0351
COLUMNA G	0-5	2.18743	0.789	7.8	1.73	2	21	9.4	1.28	33.68	0.0075	0.0359
	5-10	1.98156	0.789	7.92	1.38	2	21	7.5	1.49	31.99	0.1609	0.0209
	10-15	2.27894	0.769	7.88	1.53	2	21	7.5	1.59	32.09	0.0411	0.121
	15-20	2.06595	0.789	7.73	1.79	2	21	8.9	1.75	33.65	0.0736	0.119
	20-25	2.03358	0.789	7.98	1.73	2	21	9.6	1.81	34.41	0.094	0.1291
	25-30	2.0455	0.789	8.04	1.53	2	21	9.6	1.73	34.33	0.0684	0.122
	30-35	1.96362	0.789	8.1	1.74	2	21	11.7	1.73	36.43	0.2299	0.0224
	35-40	2.10364	0.789	8.09	2.05	2	21	14.2	1.81	39.01	0.9876	0.0206
	40-45	1.6092	0.789	7.95	4.33	6	44	22.4	3.08	75.48	0.0446	0.028
	45-50	2.03288	0.769	7.83	5.62	7	43	29.5	3.42	82.92	0.0767	0.0368

Continuación

TRATAMIENTO	MUESTRA	g cm ⁻³		mS cm ⁻¹			meq 100 g ⁻¹ suelo				RSE	RSC
		D.R.	D.A.	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma		
COLUMNA H	0-5	1.58464	0.811	8	1.95	2	23	8.3	0.91	34.21	0.0715	0.1168
	5-10	2.26441	0.811	8.11	1.58	2	22	7.8	0.81	32.61	0.0214	0.1186
	10-15	2.08931	0.811	8.04	1.48	2	23	6.2	1.26	32.46	0.0594	0.119
	15-20	1.22903	0.833	8.03	1.61	2	23	6.5	1.47	32.97	0.0449	0.1473
	20-25	2.0879	0.833	7.84	1.8	2	23	6.8	1.62	33.42	0.0771	0.1211
	25-30	3.07327	0.811	8.06	1.51	2	23	6.8	1.6	33.4	0.0743	0.521
	30-35	1.94568	0.833	8	1.58	2	23	7.2	1.66	33.86	0.8657	0.0106
	35-40	2.20928	0.833	8	1.6	2	23	7.7	1.67	34.37	0.9809	0.0229
	40-45	2.18322	0.833	8.02	1.6	2	23	8.3	1.65	34.95	0.0738	0.1212
	45-50	2.24857	0.833	8.11	1.65	2	23	8	1.63	34.63	0.0871	0.1223
COLUMNA I	0-5	2.02225	0.811	7.65	1.89	2	20	8.4	1.13	31.53	0.0792	0.114
	5-10	2.07247	0.811	8.02	1.31	2	20	6.3	0.96	29.26	0.0701	0.1156
	10-15	2.23123	0.811	8	1.29	2	20	6.5	1.29	29.79	0.03	0.117
	15-20	2.1726	0.833	7.85	1.19	2	20	5.1	1.31	28.41	0.1646	0.2155
	20-25	2.29147	0.833	8.06	1.18	2	20	5.3	1.33	28.63	0.0536	0.1175
	25-30	1.9989	0.811	8.05	1.33	2	20	6.1	1.47	29.57	0.0662	0.1186
	30-35	2.15736	0.833	8.9	1.28	2	20	5.3	1.32	28.62	0.4967	0.0551
	35-40	2.11947	0.833	8.1	1.22	2	20	5.1	1.3	28.4	0.0548	0.0313
	40-45	2.22031	0.811	8.11	1.19	2	20	4.9	1.27	28.17	0.063	0.0144
	45-50	2.10444	0.811	8.12	1.34	2	20	7.2	1.46	30.66	0.0804	0.0163
COLUMNA J	0-5	2.03879	0.811	7.9	1.54	1	21	10.5	0.91	33.41	0.0323	0.0152
	5-10	1.92693	0.811	8.1	1.28	1	21	7.6	1.52	31.12	0.5127	0.0174
	10-15	2.06014	0.811	8.11	1.31	1	21	8	1.09	31.09	0.7705	0.0208
	15-20	2.07908	0.811	8.07	1.47	1	21	12.2	1.18	35.38	0.1951	0.5248
	20-25	1.68488	0.811	8.04	1.62	1	21	14.2	0.88	37.08	0.2695	0.0268
	25-30	2.02245	0.811	8.34	1.69	2	40	15.6	1.05	58.65	0.7051	0.0324
	30-35	2.0888	0.811	8.2	2.01	2	40	18.3	1.05	61.35	0.7319	0.039
	35-40	1.61902	0.811	8.2	1.98	2	40	19.2	1.19	62.39	0.8628	0.039
	40-45	1.30029	0.811	8.23	2.12	2	40	20.3	1.12	63.42	0.2072	0.1097
	45-50	1.85376	0.811	8.2	2.23	2	40	20.9	1.13	64.03	0.1158	0.741

Continuación

TRATAMIENTO	MUESTRA	g cm ⁻³		mS cm ⁻¹			meq 100 g ⁻¹ suelo				RSE	RSC
		D.R.	D.A.	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma		
COLUMNA K	0-5	1.84254	0.769	8.25	1.41	1	21.4	8.6	1.16	32.16	0.0571	0.1116
	5-10	1.88504	0.769	8.29	1.2	1	21.4	6.5	1.47	30.37	0.0753	0.1135
	10-15	1.79032	0.769	8.09	1.27	1	21.4	8.3	1.67	32.37	0.0939	0.1152
	15-20	1.63306	0.769	8.22	1.4	1	21.4	11.6	1.38	35.38	0.0027	0.0193
	20-25	2.04871	0.769	8.35	1.5	1	21.4	13.9	1.36	37.66	0.0202	0.0244
	25-30	1.84043	0.769	8.55	1.6	1	24	15.9	1.32	42.22	0.0305	0.0279
	30-35	1.81177	0.769	8.68	1.78	1	24	18.5	1.37	44.87	0.039	0.0337
	35-40	1.94397	0.769	8.45	1.87	1	24	21.6	1.5	48.1	0.0633	0.5403
	40-45	1.96893	0.769	8.63	1.78	1	24	20.9	1.35	47.25	0.0516	0.0393
	45-50	1.89766	0.769	8.6	2.12	1	24	22.8	1.42	49.22	0.0587	0.046
COLUMNA L	0-5	1.81507	0.811	7.96	1.73	1	21	13	0.98	35.98	0.0139	0.0131
	5-10	1.6968	0.811	8.06	1.33	1	21	6	1.16	29.16	0.0104	0.0123
	10-15	1.83482	0.811	8.07	1.35	1	21	5.2	1.21	28.41	0.0127	0.0139
	15-20	0.99749	0.811	8.12	1.34	1	21	6.4	1.09	29.49	0.012	0.0149
	20-25	2.09101	0.833	8.25	1.54	1	21	10.9	1.22	34.12	0.011	0.0203
	25-30	1.72166	0.833	8.3	1.81	1	21	14.4	1.08	37.48	0.0199	0.0279
	30-35	1.26701	0.811	8.22	1.66	1	21	12.7	1.14	35.84	8.029	0.027
	35-40	1.76165	0.833	8.28	1.77	1	21	14.4	0.85	37.25	0.0232	0.0298
	40-45	2.10113	0.833	8.33	1.95	1	21	16.01	1.1	39.11	0.0405	0.0356
	45-50	1.80184	0.833	8.35	1.69	1	21	17.1	1.07	40.17	0.2298	0.031
COLUMNA M	0-5	2.19104	0.769	8.25	2.84	4	41	11.7	1.6	58.3	0.0556	0.0226
	5-10	1.89766	0.769	8.01	4.09	7	39	13.6	2.34	61.94	0.0892	0.0352
	10-15	1.81367	0.769	8.16	4.31	7	39	15.9	2.58	64.48	0.1129	0.0412
	15-20	1.90739	0.769	8.03	5.04	7	39	22.3	2.75	71.05	0.1376	0.0467
	20-25	1.75804	0.769	8.18	6.32	8	42	31.7	3.57	85.27	0.1838	0.0617
	25-30	1.90759	0.769	8.31	6.53	7	41	44.4	3.68	96.08	0.1689	0.0531
	30-35	1.87732	0.769	8.21	14.4	6	42	66.9	0.98	115.88	0.1867	0.0127
	35-40	1.88113	0.75	8.4	14.3	7	41	165	6.8	219.8	0.3796	0.0545
	40-45	1.85166	0.769	8.5	22.06	7	41	189	8.99	245.99	0.6177	0.0844
	45-50	2.82229	0.789	8.62	38.4	7	41	201	12.5	261.5	0.1822	0.0975

Continuación

TRATAMIENTO	MUESTRA	g cm ⁻³		mS cm ⁻¹		meq 100 g ⁻¹ suelo					RSE	RSC
		D.R.	D.A.	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma		
COLUMNA N	0-5	4.70933	0.811	8.17	2.41	2	20	8.3	1.3	31.6	0.0234	0.0145
	5-10	2.09722	0.833	8.05	3.7	5	25	10.6	2.3	42.9	0.063	0.0159
	10-15	2.07898	0.833	8.2	4.27	6	30	13.1	2.6	51.7	0.1707	0.0382
	15-20	2.17761	0.833	8.22	5.06	7	31	23.6	3.2	64.8	0.1033	0.0241
	20-25	2.17079	0.789	8.34	6.11	15	33	34.5	43	125.5	0.1437	0.0287
	25-30	2.1326	0.789	8.38	8.87	16	34	46.2	4.6	100.8	0.4229	0.0536
	30-35	1.99008	0.811	8.37	14.03	16	34	63.4	8.6	122	1.9113	0.0791
	35-40	2.18282	0.811	8.42	25.2	22	74	124	9.5	229.5	1.0897	0.1513
	40-45	2.12639	0.811	8.46	47	34	64	168.3	9.6	275.9	2.1809	0.4299
	45-50	2.1311	0.811	8.48	94.5	17	53	263.1	16.6	349.7	3.9824	0.608
COLUMNA O	0-5	2.15786	0.789	8.15	10	17	153	1270	127	1567	0.0479	0.0203
	5-10	2.06274	0.769	8.35	65	16	144	990	99	1249	0.0908	0.0335
	10-15	1.97855	0.789	8.33	33.4	10	88	509	50.9	657.9	1.1041	0.0366
	15-20	2.05753	0.789	8.15	18.16	6	58	260.5	26.05	350.55	0.1403	0.0455
	20-25	2.23534	0.789	7.78	5.37	7	65	136	13.6	221.6	0.1668	0.0471
	25-30	2.19194	0.789	8.05	9.28	7	65	125	12.5	209.5	0.225	0.046
	30-35	2.13	0.789	8.06	9.58	7	65	112.1	11.21	195.31	0.3664	0.0565
	35-40	2.15496	0.789	7.83	4.67	7	65	30.6	3.06	105.66	0.7039	0.1029
	40-45	2.05473	0.789	8.21	3.1	5	95	25.3	2.53	127.83	1.5009	0.1962
	45-50	2.05422	0.789	8.3	94.6	18	162	165	16.5	361.5	3.5936	0.4808
COLUMNA P	0-5	1.58996	0.811	8.35	2.26	2	20	21	3.45	46.45	3.8828	0.5104
	5-10	2.12589	0.811	8.43	3.54	2	20	38.5	4	64.5	2.3919	0.4239
	10-15	2.16077	0.811	8.46	8.28	3	22	81.5	5.5	112	0.997	0.1275
	15-20	2.2181	0.811	8.41	5.21	2	23	58	5.05	88.05	0.5043	0.07
	20-25	1.85797	0.811	8.52	6.68	2	23	75.5	5.55	106.05	0.1388	0.042
	25-30	2.07818	0.811	8.59	10.91	6	27	120.5	7.2	160.7	0.2467	0.0172
	30-35	1.97053	0.811	8.54	20.72	6	27	267.5	11.7	312.2	0.2342	0.0475
	35-40	1.9112	0.811	8.48	38.5	11	40	458	15.9	524.9	0.121	0.001
	40-45	1.99138	0.811	8.37	84.4	15	36	684.5	32.7	768.2	0.0705	0.0229
	45-50	2.66533	0.811	8.29	104.2	22	0	1325	64.85	1411.85	3.7876	0.5398

Valores de bases intercambiables por columna.

TRATAMIENTO	Profundidad cm	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL	%			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
BLANCO $\Pi=0$	0-5	6	10	6.2	2.26	24.46	24.530	40.883	25.348	9.240
	5-10	4	9.2	9.4	1.88	24.48	16.340	37.582	38.399	7.680
	10-15	5.2	6	15.4	2.34	28.94	17.968	20.733	53.214	8.086
	15-20	5.2	4	16	2.26	27.46	18.937	14.567	58.267	8.230
	20-25	5.2	4	16.8	2.36	28.36	18.336	14.104	59.238	8.322
	25-30	3.6	6.4	16.4	2.18	28.58	12.596	22.393	57.383	7.628
	30-35	3.2	4.8	17.2	2.24	27.44	11.662	17.493	62.682	8.163
	35-40	3.2	2.8	21.4	2.52	29.92	10.695	9.358	71.524	8.422
	40-45	2	4	28.6	1.18	35.78	5.590	11.179	79.933	3.298
	45-50	2	4	80.2	3.76	89.96	2.223	4.446	89.151	4.180
BLANCO $\Pi=1$	0-5	6	10	1.8	1.78	19.58	30.644	51.073	9.193	9.091
	5-10	4.8	7.2	6.4	2.04	20.44	23.483	35.225	31.311	9.980
	10-15	4	8	9	1.94	22.94	17.437	34.874	39.233	8.457
	15-20	4	6.8	11.4	2	24.2	16.529	28.099	47.107	8.264
	20-25	4	4	13.2	2.28	23.48	17.036	17.036	56.218	9.710
	25-30	3.6	96.4	13.6	2.1	115.7	3.111	83.319	11.755	1.815
	30-35	3.6	8.4	15.4	2.22	29.62	12.154	28.359	51.992	7.495
	35-40	3.2	4.8	15.2	2.04	25.24	12.678	19.017	60.222	8.082
	40-45	3.2	4.8	15.6	2.1	25.7	12.451	18.677	60.700	8.171
	45-50	2.8	6	20.6	2.3	31.7	8.833	18.927	64.984	7.256
COLUMNA A	0-5	8.800	9.200	1.400	1.880	21.280	41.353	43.233	6.579	8.835
	5-10	8.400	8.800	1.000	1.020	19.220	43.704	45.786	5.203	5.307
	10-15	8.000	9.200	1.800	2.260	21.260	37.629	43.274	8.467	10.630
	15-20	7.600	10.400	4.000	2.520	24.520	30.995	42.414	16.313	10.277
	20-25	8.000	1.200	5.600	2.440	17.240	46.404	6.961	32.483	14.153
	25-30	7.600	7.200	6.200	2.380	23.380	32.506	30.796	26.518	10.180
	30-35	6.000	8.000	8.800	2.400	25.200	23.810	31.746	34.921	9.524
	35-40	6.000	8.000	6.000	2.100	22.100	27.149	36.199	27.149	9.502
	40-45	6.000	8.000	7.000	2.340	23.340	25.707	34.276	29.991	10.026
	45-50	5.200	8.400	7.600	2.380	23.580	22.053	35.623	32.231	10.093

Continuación

TRATAMIENTO	Profundidad cm	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL	%			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
COLUMNA B	0-5	12.000	9.2	1.8	1.88	24.88	48.232	36.977	7.235	7.556
	5-10	9.200	8.8	1.6	2.2	21.8	42.202	40.367	7.339	10.092
	10-15	9.200	8.4	0.4	1.78	19.78	46.512	42.467	2.022	8.999
	15-20	8.000	9.2	0.6	1.86	19.66	40.692	46.796	3.052	9.461
	20-25	10.000	6.8	0.6	1.68	19.08	52.411	35.639	3.145	8.805
	25-30	10.800	6.8	1	1.78	20.38	52.993	33.366	4.907	8.734
	30-35	11.200	5.6	0.4	1.72	18.92	59.197	29.598	2.114	9.091
	35-40	10.000	6.8	0	1.78	18.58	53.821	36.598	0.000	9.580
	40-45	10.800	8.4	0	1.8	21	51.429	40.000	0.000	8.571
	45-50	9.200	8.8	0.2	2.16	20.36	45.187	43.222	0.982	10.609
COLUMNA C	0-5	10.000	8.4	0.4	1.28	20.08	49.801	41.833	1.992	6.375
	5-10	10.000	7.2	0.8	1.62	19.62	50.968	36.697	4.077	8.257
	10-15	10.000	8.4	1	1.82	21.22	47.125	39.585	4.713	8.577
	15-20	10.000	6.8	0.8	1.76	19.36	51.653	35.124	4.132	9.091
	20-25	9.200	8	0.4	1.7	19.3	47.668	41.451	2.073	8.808
	25-30	12.000	5.2	0.2	1.92	19.32	62.112	26.915	1.035	9.938
	30-35	10.000	6	0.4	1.96	18.36	54.466	32.680	2.179	10.675
	35-40	8.000	8	0.8	2.12	18.92	42.283	42.283	4.228	11.205
	40-45	8.000	10	1.6	2.18	21.78	36.731	45.914	7.346	10.009
	45-50	8.000	7.2	3	2.02	20.22	39.565	35.608	14.837	9.990
COLUMNA D	0-5	9.6	8.4	0	2	20	48.000	42.000	0.000	10.000
	5-10	11.2	6.4	0.6	1.7	19.9	56.281	32.161	3.015	8.543
	10-15	10	6	1.2	1.82	19.02	52.576	31.546	6.309	9.569
	15-20	10	6	1.8	2.12	19.92	50.201	30.120	9.036	10.643
	20-25	10	6.8	2.6	1.74	21.14	47.304	32.167	12.299	8.231
	25-30	10	8	0.2	1.66	19.86	50.352	40.282	1.007	8.359
	30-35	9.2	6.8	0.2	2.08	18.28	50.328	37.199	1.094	11.379
	35-40	10	8	0.2	1.86	20.06	49.850	39.880	0.997	9.272
	40-45	10	9.2	0.2	1.88	21.28	46.992	43.233	0.940	8.835
	45-50	10	7.6	1	2.14	20.74	48.216	36.644	4.822	10.318

Continuación

TRATAMIENTO	Profundidad cm	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL	%			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
COLUMNA E	0-5	9.6	8.4	3	1.4	22.4	42.857	37.500	13.393	6.250
	5-10	11.6	6.4	1.8	1.08	20.88	55.556	30.651	8.621	5.172
	10-15	10	7.6	1.2	1.32	20.12	49.702	37.773	5.964	6.561
	15-20	9.6	10.4	1.12	1.3	22.42	42.819	46.387	4.996	5.798
	20-25	10	6.8	0.92	1.38	19.1	52.356	35.602	4.817	7.225
	25-30	8	9.2	0.78	1.76	19.74	40.527	46.606	3.951	8.916
	30-35	10.8	8	0.6	1.84	21.24	50.847	37.665	2.825	8.663
	35-40	14	2.8	3	1.98	21.78	64.279	12.856	13.774	9.091
	40-45	9.6	9.6	2.2	2	23.4	41.026	41.026	9.402	8.547
	45-50	9.2	7.6	2.4	2.44	21.64	42.514	35.120	11.091	11.275
COLUMNA F	0-5	9.6	8.4	2.8	1.8	22.6	42.478	37.168	12.389	7.965
	5-10	10	10	2.4	1.76	24.16	41.391	41.391	9.934	7.285
	10-15	9.6	9.2	2.6	2.04	23.44	40.956	39.249	11.092	8.703
	15-20	9.2	8.8	2.6	2.06	22.66	40.600	38.835	11.474	9.091
	20-25	9.6	12.4	2	1.84	25.84	37.152	47.988	7.740	7.121
	25-30	8	10	2.6	2.08	22.68	35.273	44.092	11.464	9.171
	30-35	10	8	2.2	2	22.2	45.045	36.036	9.910	9.009
	35-40	9.2	7.6	2.6	2.42	21.82	42.163	34.830	11.916	11.091
	40-45	9.2	10.4	2	2.28	23.88	38.526	43.551	8.375	9.548
	45-50	10	6	1.8	1.92	19.72	50.710	30.426	9.128	9.736
COLUMNA G	0-5	10	8	2.6	1.74	22.34	44.763	35.810	11.638	7.789
	5-10	10	6.8	2.6	2.06	21.46	46.598	31.687	12.116	9.599
	10-15	10	6	2.6	2.12	20.72	48.263	28.958	12.548	10.232
	15-20	10	6	2.6	2.04	20.64	48.450	29.070	12.597	9.884
	20-25	10	6	2.6	2.44	21.04	47.529	28.517	12.357	11.597
	25-30	10	8	3	2.3	23.3	42.918	34.335	12.876	9.871
	30-35	10	6	2.8	2.6	21.4	46.729	28.037	13.084	12.150
	35-40	10	6	3.6	2.46	22.06	45.331	27.199	16.319	11.151
	40-45	10	6	4.2	2.6	22.8	43.860	26.316	18.421	11.404
	45-50	7.2	8	5.6	2.78	23.58	30.534	33.927	23.749	11.790

Continuación

TRATAMIENTO	Profundidad cm	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL	%			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
COLUMNA H	0-5	8.8	8.4	2.8	1.74	21.74	40.478	38.638	12.879	8.004
	5-10	9.2	8.8	2.4	1.92	22.32	41.219	39.427	10.753	8.602
	10-15	8	9.6	2.2	2.04	21.84	36.630	43.956	10.073	9.341
	15-20	8.4	7.6	2	2.06	20.06	41.874	37.886	9.970	10.269
	20-25	8	8	2	2.08	20.08	39.841	39.841	9.960	10.359
	25-30	9.2	7.6	2.2	2.22	21.22	43.355	35.815	10.368	10.462
	30-35	10	6.8	2.4	2.4	21.6	46.296	31.481	11.111	11.111
	35-40	8.8	8	2.4	2.32	21.52	40.892	37.175	11.152	10.781
	40-45	8.8	9.6	3	2.7	24.1	36.515	39.834	12.448	11.203
	45-50	10	7.2	2.8	2.46	22.46	44.524	32.057	12.467	10.953
COLUMNA I	0-5	9.2	10	1.8	1.78	22.78	40.386	43.898	7.902	7.814
	5-10	9.2	10	6.4	2.04	27.64	33.285	36.179	23.155	7.381
	10-15	9.6	8.8	9	1.94	29.34	32.720	29.993	30.675	6.612
	15-20	10	8.4	11.4	2.2	32	31.250	26.250	35.625	6.875
	20-25	9.6	8.8	13.2	2.28	33.88	28.335	25.974	38.961	6.730
	25-30	9.6	9.6	13.6	2.1	34.9	27.507	27.507	38.968	6.017
	30-35	8.4	8.8	15.4	2.22	34.82	24.124	25.273	44.227	6.376
	35-40	9.2	8.8	15.2	2.1	35.3	26.062	24.929	43.059	5.949
	40-45	9.6	7.2	15.6	2.04	34.44	27.875	20.906	45.296	5.923
	45-50	9.2	8.4	20.6	2.3	40.5	22.716	20.741	50.864	5.679
COLUMNA J	0-5	8.8	9.2	1.4	1.88	21.28	41.353	43.233	6.579	8.835
	5-10	8.4	8.8	1	1.02	19.22	43.704	45.786	5.203	5.307
	10-15	8	9.2	1.8	2.26	21.26	37.629	43.274	8.467	10.630
	15-20	7.6	10.4	4	2.52	24.52	30.995	42.414	16.313	10.277
	20-25	8	1.2	5.6	2.44	17.24	46.404	6.961	32.483	14.153
	25-30	7.6	7.2	6.2	2.38	23.38	32.506	30.796	26.518	10.180
	30-35	6	8	8.8	2.4	25.2	23.810	31.746	34.921	9.524
	35-40	6	8	6	2.1	22.1	27.149	36.199	27.149	9.502
	40-45	6	8	7	2.34	23.34	25.707	34.276	29.991	10.026
	45-50	5.2	8.4	7.6	2.38	23.58	22.053	35.623	32.231	10.093

Continuación

TRATAMIENTO	Profundidad cm	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL	%			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
COLUMNA K	0-5	7.6	8.8	2.2	1.78	20.38	37.291	43.180	10.795	8.734
	5-10	8	9.2	2	2.34	21.54	37.140	42.711	9.285	10.864
	10-15	7.6	8.4	5.2	3.12	24.32	31.250	34.539	21.382	12.829
	15-20	7.6	10.4	2.2	2.28	22.48	33.808	46.263	9.786	10.142
	20-25	6.8	7.8	5.8	2.44	22.84	29.772	34.151	25.394	10.683
	25-30	6.8	7.8	4	2.24	20.84	32.630	37.428	19.194	10.749
	30-35	6.8	8.4	6.4	2.4	24	28.333	35.000	26.667	10.000
	35-40	6.4	7.8	6.6	2.36	23.16	27.634	33.679	28.497	10.190
	40-45	6.2	7.8	6.8	2.18	22.98	26.980	33.943	29.591	9.487
	45-50	7	7.4	7.8	2.42	24.62	28.432	30.057	31.682	9.829
COLUMNA L	0-5	9.6	9.4	2.8	1.92	23.72	40.472	39.629	11.804	8.094
	5-10	10.8	12	2	2.16	26.96	40.059	44.510	7.418	8.012
	10-15	8	8.4	5.4	2.32	24.12	33.167	34.826	22.388	9.619
	15-20	7.2	7.2	4.6	2.26	21.26	33.866	33.866	21.637	10.630
	20-25	8	8.4	2.8	2.1	21.3	37.559	39.437	13.146	9.859
	25-30	8	9.6	1.6	2.12	21.32	37.523	45.028	7.505	9.944
	30-35	8	7	4	2.32	21.32	37.523	32.833	18.762	10.882
	35-40	7.6	7.2	5.4	2.22	22.42	33.898	32.114	24.086	9.902
	40-45	6	8	5.2	2.06	21.26	28.222	37.629	24.459	9.690
	45-50	4	10.4	6	2.36	22.76	17.575	45.694	26.362	10.369
COLUMNA M	0-5	10	8.4	1.8	1.72	21.92	45.620	38.321	8.212	7.847
	5-10	10	7.2	1.8	1.94	20.94	47.755	34.384	8.596	9.265
	10-15	10	7.6	2.4	2.02	22.02	45.413	34.514	10.899	9.173
	15-20	10	4.8	3.2	2.08	20.08	49.801	23.904	15.936	10.359
	20-25	8	6	4	2.16	20.16	39.683	29.762	19.841	10.714
	25-30	6	6.8	6.2	2.1	21.1	28.436	32.227	29.384	9.953
	30-35	6	7.2	12	2.3	27.5	21.818	26.182	43.636	8.364
	35-40	2	8	21	2.42	33.42	5.984	23.938	62.837	7.241
	40-45	2	6	28.4	2.22	38.62	5.179	15.536	73.537	5.748
	45-50	1.2	0	44	2.6	47.8	2.510	0.000	92.050	5.439

Continuación

TRATAMIENTO	Profundidad cm	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL	%			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
COLUMNA N	0-5	11.2	6.8	2	2.02	22.02	50.863	30.881	9.083	9.173
	5-10	10.4	8.8	1.8	2.12	23.12	44.983	38.062	7.785	9.170
	10-15	9.6	8.4	2	2.04	22.04	43.557	38.113	9.074	9.256
	15-20	8	9.6	2.8	2.28	22.68	35.273	42.328	12.346	10.053
	20-25	6	13.2	5.6	2.38	27.18	22.075	48.565	20.603	8.756
	25-30	4	7.6	11.6	2.4	25.6	15.625	29.688	45.313	9.375
	30-35	4	7.6	15.6	1.46	28.66	13.957	26.518	54.431	5.094
	35-40	2.4	8.8	20.4	2.46	34.06	7.046	25.837	59.894	7.223
	40-45	1.2	6.8	34.6	2.52	45.12	2.660	15.071	76.684	5.585
	45-50	0.6	5.4	52.8	3.08	61.88	0.970	8.727	85.326	4.977
COLUMNA O	0-5	1.2	4.8	92.6	4.3	102.9	1.166	4.665	89.990	4.179
	5-10	0.8	3.4	60.6	3.16	67.96	1.177	5.003	89.170	4.650
	10-15	0.8	4.4	25.4	2.54	33.14	2.414	13.277	76.645	7.664
	15-20	0.8	2.2	40.8	2.68	46.48	1.721	4.733	87.780	5.766
	20-25	6	8.8	4.2	2.22	21.22	28.275	41.470	19.793	10.462
	25-30	2.4	4	4.2	1.3	11.9	20.168	33.613	35.294	10.924
	30-35	4.4	5.6	11.8	2.44	24.24	18.152	23.102	48.680	10.066
	35-40	10	7.6	3.4	2.44	23.44	42.662	32.423	14.505	10.410
	40-45	13	10	2.4	2.06	7.46	174.263	34.765	32.172	27.614
	45-50	1	6	88.4	4.16	99.56	1.004	6.027	88.791	4.178
COLUMNA P	0-5	7.6	8.4	2	2.08	20.08	37.849	41.833	9.960	10.359
	5-10	6.6	5.16	5	1.96	18.72	35.256	27.564	26.709	10.470
	10-15	5.8	7.6	9.6	2	25	23.200	30.400	38.400	8.000
	15-20	7	5.6	7	2.02	21.62	32.377	25.902	32.377	9.343
	20-25	4.4	6.4	9.8	2.08	22.68	19.400	28.219	43.210	9.171
	25-30	0.4	3.4	41.2	2.58	47.58	0.841	7.146	86.591	5.422
	30-35	4	5.8	53.4	2.24	65.44	6.112	8.863	81.601	3.423
	35-40	0.4	4.2	66.2	3.32	74.12	0.540	5.666	89.315	4.479
	40-45	0.4	4.4	72	2.28	79.08	0.506	5.564	91.047	2.883
	45-50	0.4	6.64	84.2	4	95.24	0.420	6.972	88.408	4.200