



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN HIDROCIENCIAS

**CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS Y SUELOS DE LA RED
HIDROGRÁFICA ZUMPANGO-IXMIQUILPAN-ZIMAPÁN, ESTADO
DE HIDALGO, MÉXICO.**

PRESENTA:

ISRAEL CASTRO LUNA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2011

La presente tesis titulada: **Caracterización de las aguas y suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, Estado de Hidalgo, México**, realizada por el alumno **Israel Castro Luna**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
HIDROCIENCIAS**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO


DR. HECTOR MANUEL ORTEGA ESCOBAR

ASESOR


DR. JOSUÉ KOHASHI SHIBATA

ASESORA


DRA. AMADA LAURA REYES ORTIGOZA

ASESORA


DRA. NORMA EUGENIA GARCÍA CALDERON

ASESOR


DR. DAVID FLORES ROMAN

Montecillo. Texcoco, Estado de México, Marzo de 2011.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por brindarme el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios de postgrado.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) por el financiamiento otorgado para la conclusión de mis estudios de postgrado.

Al Dr. Manuel Ortega Escobar por darme la oportunidad de colaborar bajo su dirección en el trabajo presente, así como a su ayuda dentro y fuera del ámbito de la investigación y más aún por la amistad que manifestó a mi persona.

Al Dr. Josué Kohashi Shibata por la revisión y corrección del presente trabajo, así como por sus consejos para seguir preparándome.

A la Dra. Norma. Eugenia García Calderón por la revisión, corrección y a sus sugerencias para mejorar la Tesis.

A la Dra. Amada Laura Reyes Ortigoza por la revisión y observaciones para mejorar el presente trabajo.

Al Dr. David Flores Román por la revisión y corrección del presente trabajo y así mismo por sus recomendaciones para seguir en el camino de la investigación.

Al Dr. Carlos Ramírez Ayala por la revisión y corrección del presente trabajo y por su valiosa ayuda en los recorridos de campo y la amistad que me manifestó.

Y a todas aquellas personas que directa o indirectamente formaron parte de mi estancia en el Colegio de Postgraduados, e hicieron de ésta una experiencia más enriquecedora y de mayor valía para el que suscribe.

A todos Gracias.

CONTENIDO

	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN	2
2. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	4
2.1 OBJETIVOS GENERALES	4
2.2 HIPOTESIS	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Origen de las sales solubles en las soluciones de los suelos y en las aguas naturales	5
3.2 Procesos de acumulación de sales	7
3.3 Composición química de las aguas de suelos (extractos de saturación), aguas superficiales (ríos) y aguas de pozos	8
3.4. Tipos geoquímicos de aguas superficiales que circulan en la corteza terrestre	10
3.5 Clasificación de las aguas de riego de acuerdo con el diagrama de Richards	11
3.6 Presión osmótica (PO)	12
3.7 Ecuación de Intercambio Catiónico de Gapon para predecir el sodio intercambiable de los suelos.	13
3.8 La sodicidad en los suelos	14
3.9 Diferentes conceptualizaciones para determinar los valores de la Relación de Adsorción de Sodio	15
3.10 Problemas de infiltración de suelos bajo riego	27
3.11 Carbonato de sodio residual (CSR)	29

3.12 Los suelos del Valle del Mezquital	32
4 MATERIALES Y MÉTODOS	33
4.1 Ubicación del área de estudio y distribución espacio-temporal de las estaciones de muestreo	33
4.2 Métodos analíticos utilizados en la determinación de los diferentes parámetros (mediciones).	38
4.3 Determinación de Bases intercambiables – método Pfeffer.	40
4.4 Análisis estadístico (asociación de variables).	42
4.4 Formas de comprobar los análisis químicos de las aguas residuales	43
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
5.1 Composición iónica de las aguas residuales (otoño 2007 e invierno 2008).	45
5.2 Distribución de los diferentes cationes y aniones en las aguas que riegan el Valle del Mezquital.	46
5.3 Distribución de concentraciones de conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ y $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital.	49
5.4 Relación de la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales (determinada teóricamente) con la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ (determinada experimentalmente)	51
5.5 Relación de los mg L^{-1} analíticos con la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales	53
5.6 Relación de suma de cationes $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ con la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales	55
5.7 Relación de la presión osmótica MPa y la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales	56
5.8 Relación de los mmol-ion L^{-1} y la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales	57
5.9 Clasificación de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital de acuerdo con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	58
6.0 Clasificación de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital en lo que se refiere al Peligro de Disminución de la Infiltración	63

6.1 Carbonato de Sodio Residual	66
6.2 La relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital	69
6.3 Comparación del PSI estimado derivado del RAS_{or} con respecto al PSI determinado por el método Pfeffer	73
6.4 Contenido de Boro en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital	77
6.5 Contenido de Fósforo en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital	79
6.6 Contenido de Nitratos en las aguas residuales del Valle del Mezquital	81
6.7 Análisis sintético de ciertos resultados relevantes obtenidos en esta investigación para ser utilizados como medidas prácticas de uso y manejo de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital	82
7. CONCLUSIONES	87
8. RECOMENDACIONES	88
9. LITERATURA CITADA	89
10. ANEXOS	100

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Características químicas de los extractos de saturación de suelos salinos y sódicos, aguas de pozos y aguas de ríos que han sido analizados por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de América*.	9
Cuadro 2. Cálculo de los valores de pH _c teórico de las aguas de riego.	21
Cuadro 3. Concentración de Ca (Ca ^o) en el agua de suelo, cerca de la superficie, que resulta de regar con aguas con un determinado valor en la relación HCO ₃ / Ca ²⁺ y una conductividad del agua de riego (CE) ^{a,b} .	26
Cuadro 4. Influencia de los cationes adsorbidos en las propiedades físicas de los suelos	28
Cuadro 5. Marchas analíticas en la evaluación de las diferentes mediciones	38
Cuadro 6. Directrices para interpretar la calidad de las aguas de riego	40
Cuadro 7. Criterios para aceptar el porcentaje de error	42
Cuadro 8. Factores de conductividad eléctrica teórica de los diferentes iones que más comúnmente se encuentran en las aguas.	51
Cuadro 9. Clasificación de las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo con las diferentes formulaciones de RAS-CE, otoño 2007 e invierno 2008.	60
Cuadro 10. Clasificación de las aguas residuales, de acuerdo con la pérdida de infiltración de acuerdo con diferentes formulaciones de RAS; otoño 2007 e invierno 2008.	65
Cuadro 11. Valores del PSI determinados por el método de Pfeffer y PSI calculado de acuerdo con el RAS _{or} (Ext. Sat.), de las muestras de suelo del Valle del Mezquital.	74
Cuadro 12. Valores predictivos del sodio intercambiable derivado del extracto de la pasta de saturación.	83

*En adelante se mencionara como Estados Unidos.

INDICE DE FIGURAS

		Pagina
Figura 1	Diagrama para la clasificación de las aguas de riego	12
Figura 2	Valores de los logaritmos negativos de las concentraciones molares de pCa y equivalentes de pCO ₃ + pHCO ₃ con respecto a las concentraciones totales de cationes expresados en mmol _c L ⁻¹ o meq L ⁻¹ .	23
Figura 3	Reducción de la infiltración provocada por la salinidad y la relación de adsorción de sodio.	29
Figura 4	Localización de las estaciones de muestreo de las aguas residuales en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, otoño de 2007.	35
Figura 5	Localización de las estaciones de muestreo de las aguas residuales en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, invierno de 2008	36
Figura 6	Localización de las estaciones de muestreo, para los suelos en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, otoño de 2007	37
Figura 7	Composición iónica de las aguas residuales de la red hidrográfica; otoño-2007.	47
Figura 8	Composición iónica de las aguas residuales de la red hidrográfica; invierno-2008.	48
Figura 9	Curva de distribución de frecuencias de los valores de la conductividad eléctrica (μS cm ⁻¹) de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.	49
Figura 10	Curva de distribución de frecuencias de los valores de la suma de cationes (mmol _c L ⁻¹) de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.	51
Figura 11	Relación funcional entre la conductividad eléctrica teórica μS cm ⁻¹ – conductividad eléctrica experimental μS cm ⁻¹ de las aguas residuales del Valle del Mezquital.	53

Figura 12	Concentración de sales expresadas en mg L^{-1} y su relación con la conductividad eléctrica de las aguas residuales del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.	54
Figura 13	Relación entre la concentración de las sales solubles expresada en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ y conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las muestras de agua que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.	55
Figura 14	Relación entre la $\text{PO}_{\text{experimental}}$ (MPa) y la $\text{PO}_{\text{teórica}}$ (MPa) de las muestras de agua que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.	57
Figura 15	Relación entre los mmol-ion L^{-1} y la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.	58
Figura 16	Relación entre los valores del $\text{RAS}_{\text{aj}}-\text{RAS}_{\text{or}}$.	60
Figura 17	Relación entre los valores de $\text{RAS}^{\circ}_{\text{corr}}-\text{RAS}_{\text{or}}$.	60
Figura 18	Diagrama de clasificación de las aguas residuales, de la red hidrográfica Zumpango – Ixmiquilpan – Zimapán, otoño 2007 e invierno 2008, RAS original-CE, RAS ajustado-CE y RAS° corregido-CE.	62
Figura 19	Reducción relativa de la infiltración provocada por la salinidad y la Relación de Adsorción de Sodio bajo diferentes formulaciones (RAS_{or} , RAS_{aj} y $\text{RAS}^{\circ}_{\text{corr}}$) de las aguas residuales de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, otoño 2007 e invierno 2008.	65
Figura 20	Distribución de las aguas residuales de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo con el contenido de carbonato de sodio residual “ Na_2CO_3 ”, $\text{CSR} = (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \text{mmol}_c \text{L}^{-1}$, otoño 2007 e invierno 2008.	67
Figura 21	Figura 21. Relación funcional PSI-RAS para el RAS en sus diferentes conceptualizaciones; RAS_{or} , RAS_{aj} y $\text{RAS}^{\circ}_{\text{corr}}$, para distintos coeficientes de selectividad iónica $[\text{mmol L}^{-1}]^{-1/2}$.	71
Figura 22	Relación entre el PSI del suelo calculado de acuerdo al RAS_{or} del extracto de saturación y el PSI determinado por el método Pfeffer. Se utilizaron diferentes coeficientes de selectividad iónica $k = [\text{mmol}_c \text{L}^{-1}]^{-1/2}$.	76

Figura 23	Distribución de las aguas residuales del Valle del Mezquital de acuerdo con el contenido de boro mg L^{-1} .	78
Figura 24	Distribución de las aguas residuales del Valle del Mezquital de acuerdo con el contenido de fosfatos (PO_4^{-3}).	80
Figura 25	Distribución de las aguas residuales del Valle del Mezquital de acuerdo con el contenido de nitratos (NO_3^-).	82

RESUMEN

Caracterización de las aguas y suelos del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México.

En el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México, se riega con aguas de origen urbano-industrial provenientes de la ciudad de México. Estas aguas se utilizan prácticamente sin ningún tratamiento, esto conlleva a la acumulación de las sales solubles y a la sodificación paulatina de los suelos. El objetivo de este trabajo de investigación de carácter descriptivo, permitió conocer como varían las composiciones iónicas y las concentraciones electrolíticas de las aguas residuales y estimar los niveles de sodio intercambiable, además de conocer valores máximos y mínimos, con base en la Relación de Adsorción de Sodio bajo diferentes formulaciones RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr}° . Se determinaron los siguientes parámetros: 1. Composición iónica de las muestras de agua (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , CO_3^{2-} , HCO_3^{-} , Cl^{-} y SO_4^{2-} , pH, CE, PO, $mg\ L^{-1}$, PO_4^{-3} , B, y NO_3^{-}); y 2. El sodio intercambiable en los suelos del Valle del Mezquital utilizando el método Pfeffer. Con base en su composición iónica las aguas residuales del Valle del Mezquital son: clorhídrico-bicarbonatadas, sulfático-clorhídricas-bicarbonatadas, y clorhídrico-sulfático-bicarbonatadas. El 72% de las aguas tienen una CE entre 750.0 – 2250.0 $\mu S\ cm^{-1}$ aguas clasificadas como C3. La relación funcional $mg\ L^{-1} = fa(CE)$, con un valor igual a 0.731 nos señala a las aguas como ricas en iones bicarbonato. Así también el valor de la pendiente de la relación funcional $PO_{teórica} = fa(PO_{experimental})$ es 1.1092, corresponde a soluciones del tipo bicarbonatado. La relación funcional $RAS_{or} - RAS_{aj}$ con un valor de 2.442 y la relación $RAS_{or} - RAS_{corr}^{\circ}$ con un valor 1.157 obtenemos valores extremos de PSI_{max} y PSI_{min} muy útil para el manejo de los suelos sódicos. El 30, 91 y 53% de las aguas residuales presentan problemas de reducción moderada de la infiltración para RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr}° . El Carbonato de Sodio Residual (CSR) indicó que el 64% de las aguas no tiene ninguna restricción, el 4% son condicionadas y el 32% no son aptas para el riego. El 68% de las aguas se encuentra en un intervalo de 0.5-1.5 $mg\ L^{-1}$ de Boro. El 31% de las aguas contienen 0.5-1.0 $mg\ L^{-1}$ de PO_4^{-3} y el 68% contienen de 0-15 $mg\ L^{-1}NO_3^{-}$, consideradas aguas Eupolitroficadas. En conclusión las aguas que riegan el Valle del Mezquital, son aguas condicionadas en su mayoría por sus características físicas y químicas. El PSI de los suelos determinado por el método Pfeffer señala que estos se encuentran en equilibrio con las aguas residuales de riego, con un promedio de sodio intercambiable de 6.40%.

Palabras clave: *salinidad, sodicidad, RAS, PSI, CSR, presión osmótica.*

ABSTRACT

Status of waters and soils of the Valley of the Mezquital, State of Hidalgo, Mexico.

In the Valley of the Mezquital, State of Hidalgo, Mexico, the water with irrigation are waste water of the city of Mexico. This water is practically used without treatment. The use of this water causes to the accumulation of the salts soluble and the gradual sodium of soils. The objective this work of investigation is of descriptive character, to know as they vary the ionic compositions and the electrolytic concentrations of waste waters and to consider the exchangeable sodium levels, besides knowing maximum and minimum values with base in the Sodium Adsorption Ratio under different formulations SAR_{or} , SAR_{aj} and SAR°_{corr} . In order to establish the characteristic physical-chemistries of waste waters and to know the levels interchangeable sodium in different soils from the Valley of the Mezquital, I determine the following parameters: 1. Ionic composition of the water samples (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , CO_3^{2-} , HCO_3^{-} , Cl^{-} y SO_4^{2-} , pH, CE, PO, $mg\ L^{-1}$, PO_4^{-3} , B, y NO_3^{-}); and 2. Exchangeable Sodium Percentage (ESP) in soils using the Pfeffer method. With base in their ionic composition the waste waters of the Valley of the Mezquital are: hydrochloride-bicarbonate, sulfático-hydrochloride-bicarbonate, and hydrochloride-sulfático-bicarbonate. The 72% of waters have a EC between 750.0 – 2250.0 $\mu S\ cm^{-1}$ waters classified like C3. The functional relation $mg\ L^{-1} = fa(CE)$, with an equal value 0.731 indicates waters to us are rich in ions bicarbonate. Thus also the value of the slope of the functional relation $PO_{teórica} = fa(PO_{exp})$ is 1.1092, corresponds to solutions of the bicarbonate type. The functional relation $SAR_{or}-SAR_{aj}$ with a 2.442 value of and the $SAR_{or}-SAR^{\circ}_{corr}$ relation with a value 1.157 we obtain extreme values of ESP_{max} and ESP_{min} for the handling of sodium soils. The 30, 91 and 53% of waste waters present reduction problems moderates of the infiltration for SAR_{or} , SAR_{aj} and SAR°_{corr} . The Sodium Carbonate Residual 64% it does not have any restriction, 4% are conditional and 32% are not apt for the irrigation. The 68% of waters are in an interval of 0.5-1.5 $mg\ L^{-1}$ Boron. 31% of waters contain 0.5-1.0 $mg\ L^{-1}$ of PO_4^{-3} and 68% contain of 0-15 $mg\ NO_3\ L^{-1}$, are waters Eupolytróficas. In conclusion the waters that irrigate the Valley of the Mezquital are waters conditional by their physical and chemical characteristics. The ESP of soils determined by the Pfeffer method indicates that these are in balance with waste waters of irrigation, with an average of equal interchangeable sodium to 6.40%.

Key words: salinity, sodicity, SAR, ESP, RSC, osmotic pressure.

1. INTRODUCCIÓN

En México se tiene una superficie acumulada de 6.5 Mha de acuerdo con la Secretaría del Medioambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2006), las cuales cuentan con infraestructura correspondiente para riego. Por otro lado, los problemas ambientales asociados al desarrollo hidroagrícola son claramente notorios e impactan en las aéreas circundantes de las zonas agrícolas bajo riego, entre las cuales, cabe destacar la sobre-explotación de los acuíferos, los problemas de salinización de los suelos y la contaminación de las diferentes aguas, tanto superficiales como subterráneas (Chena , 1966; INIFAP, 1990; Cifuentes *et al.*, 1994; CNA, 1994).

Actualmente se estima que de los 72 Mm³ con los que dispone el país; el 78% se destina a la agricultura de riego calculada en más de 6.0 Mha, que se subdividen en 38 distritos de riego y 39 500 unidades de riego. Los distritos de riego 088 Chiconautla, Estado de México, 03 de Tula y 100 de Alfajayucan, en el Estado de Hidalgo se riegan con aguas residuales, urbano industriales de la Ciudad de México (INEGI, 1992).

Se estima que el volumen de aguas residuales de origen urbano-industrial que emite la ciudad de México al Valle del Mezquital es 2553 Mm³ anuales (Espino, 1981).

Estas aguas se utilizan para el riego a lo largo de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán prácticamente sin ningún tratamiento. Aunque se tiene conocimiento de que existen algunas plantas de tratamiento primario, como lagunas de estabilización en las cercanías de algunos poblados de los alrededores de la ciudad de Tula, Estado de Hidalgo, y aunque lo que se señala aquí es benéfico, sin embargo se debe mencionar que las aguas residuales con este tratamiento primario, se vierten a los cauces de conducción general de la red hidrográfica del Valle del Mezquital, ya que en lo sucesivo la totalidad de estas aguas en su trayecto a los diferentes embalses reguladores de aguas residuales que se tienen en el Valle del Mezquital, en su conducción final riegan zonas agrícolas de Tezontepec, Alfajayucan y Portezuelo, por lo que en lo sucesivo estas aguas son retenidas en el embalse de Zimapán. Por último, a partir de este punto estas aguas residuales que han regado abundantemente el Valle del Mezquital son vertidas al cauce de Rio Moctezuma (INEGI, 1992; Ortega y Cíntora, 2005).

En su escurrimiento por el Rio Moctezuma, las aguas residuales de origen urbano-industrial de la Ciudad de México se vierten al cauce del Rio Pánuco para posteriormente y de manera conjunta verterse en el Golfo de México.

El uso de las aguas residuales urbano-industriales en el riego de los distintos cultivos agrícolas, como se hace en el Valle del Mezquital, conlleva a la sodificación paulatina de los espesores superficiales de estos suelos, ya que la predominancia de las sales solubles en las aguas residuales son del tipo sódico-clorhídrico-bicarbonatadas (Velázquez, 2001; Mendoza, 2009).

A su vez, también se debe señalar que, aunque debido a la aplicación excesiva del agua residual a los suelos, por lo general > 1.0 m, la acumulación de sales solubles en los suelos, solamente se retrasa debido a los excesos del número de riegos, sin embargo, en algunas zonas donde se acumula la humedad, las cantidades de sales solubles son sustanciales.

Los problemas del uso de las aguas residuales de origen urbano-industrial son tres: 1. La acumulación de sales solubles, 2. La sodificación paulatina de los suelos y 3. La acumulación de metales pesados en alguna medida (Kelley, 1963; Rhodes, 1972; Rhodes *et al.*, 1992; CNA, 1995; Causapé *et al.*, 2004).

La finalidad de este trabajo de investigación de carácter descriptivo-analítico, es conocer como varían las composiciones iónicas y las concentraciones electrolíticas de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán.

Para estimar en que niveles potenciales se encuentra el sodio intercambiable, y conocer valores máximos y mínimos de este parámetro se determinaron los valores de RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr} , de las diferentes muestras de aguas residuales.

Por último a su vez, se determinó el sodio intercambiable en los distintos suelos del Valle del Mezquital, en sus condiciones actuales, en diferentes profundidades dentro del espesor agronómico de los suelos.

2. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Este trabajo de investigación es Observacional, Prospectivo, Transversal y Descriptivo-analítico (Méndez *et al.*, 1986)

2.1 OBJETIVOS GENERALES

Para establecer las características físico-químicas de las aguas residuales y conocer los niveles de sodio intercambiable en los diferentes suelos del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, se procedió a determinar los siguientes parámetros:

1. Composición iónica de las diferentes muestras de agua (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- y SO_4^{2-} , pH, CE, PO, mg L^{-1} , PO_4^{3-} , B, y NO_3^-).
2. Determinación numérica de los diferentes valores de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), en sus diferentes conceptualizaciones RAS_{or} , RAS_{aj} y $\text{RAS}_{\text{corr}}^{\circ}$ ($\text{RAS}_{\text{min}}-\text{RAS}_{\text{max}}$) para poder inferir sobre los diferentes niveles de sodio intercambiable en los suelos. Para este efecto se utilizaron diferentes valores del coeficiente de selectividad iónica de Gapon.
3. Evaluación experimental de las distintas cantidades de sodio intercambiable en los suelos del Valle del Mezquital utilizando el método Pfeffer.

2.2 HIPOTESIS

Con la estimación numérica de los diferentes parámetros de caracterización física y química de las aguas residuales del Valle del Mezquital mediante la asociación de diferentes variables físicas y químicas de estas aguas, es posible hacer inferencia sobre los niveles de sodio intercambiable en los suelos del Valle del Mezquital.

3. REVISION DE LITRATURA

3.1 Origen de las sales solubles en las soluciones de los suelos y en las aguas naturales

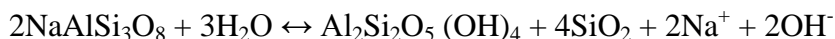
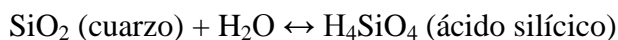
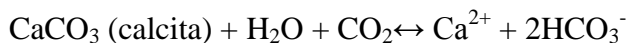
La fuente principal de sales en los suelos y las aguas de riego, es el intemperismo geoquímico permanente sobre las rocas que se encuentran en los espesores superficiales de la corteza terrestre, y éste tiene lugar durante toda la longitud de tiempo geológico. Este proceso de intemperismo elemental representa un eslabón entre el intercambio geoquímico de materia entre continentes y océanos (Kovda *et al.*, 1967, Oster y Rhodes, 1986; Szabolcs, 1989).

La mayoría de las rocas que conforman la corteza terrestre se han formado bajo condiciones de altas temperaturas y presiones. Los diferentes cristales que constituyen estas rocas no son estables cuando estos minerales se encuentran expuestos bajo condiciones atmosféricas. Por lo tanto, el intemperismo es un proceso espontáneo que transforma a los minerales primarios en otros minerales que son estables en la superficie de la corteza terrestre. Los agentes que están involucrados en el intemperismo geoquímico son: a. el agua de lluvia; b. el oxígeno; c. el bióxido de carbono (CO₂); d. el metano (CH₄); y e. el ácido sulfhídrico (H₂S) .

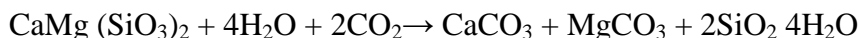
La materia orgánica (MO) es un agente reductor y también una fuente de ácidos orgánicos que promueven el intemperismo y la migración de cationes en forma de quelatos. En general, por medio de los efectos de agentes del intemperismo, los minerales primarios se transforman en especies solubles, de acuerdo con el siguiente esquema:

De minerales → a especies solubles

Ejemplos de reacciones químicas del intemperismo:



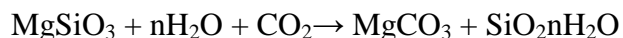
Intemperismo de los silicatos de calcio y de magnesio:



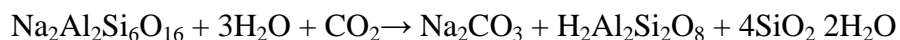
Intemperismo de los aluminosilicatos que contienen calcio:



Intemperismo de los silicatos magnésicos:



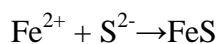
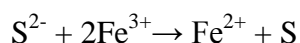
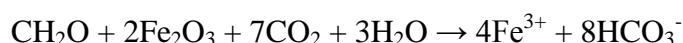
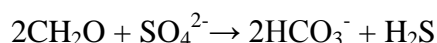
Intemperismo de los aluminosilicatos que contienen sodio:



Intemperismo de los aluminosilicatos que contienen potasio:



Procesos de reducción de nitratos, sulfatos y óxidos de hierro debido a la actividad biológica de microorganismos, con participación de la materia orgánica (MO). Aquí el CH_2O representa a la materia orgánica (Porta *et al.*, 2003; Brady and Weil, 2008).



Como consecuencia de esto, en todas las reacciones de los procesos de reducción, se forman bicarbonatos. Estos procesos se presentan con mucha intensidad en las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán que riegan los suelos del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo (Del Arenal, 1985; Velázquez, 2001; Mendoza, 2009).

En síntesis, sobre el origen de sales solubles que salinizan los suelos y espesores subyacentes, se debe señalar lo siguiente:

1. Las fuentes primarias de sales solubles en la corteza terrestre son:
 - a) Emanaciones gaseosas volcánicas y plutónicas (lavas, fumarolas y magma) y productos de sus cambios y reacciones físico-químicas.
 - b) Sales y gases que se encuentran solubilizados en fuentes termales.
 - c) Productos de oxidación de algunos elementos de la atmósfera y de algunos de sus gases.
 - d) Productos solubles derivados del intemperismo de rocas cristalinas.

2. Durante estos procesos, los productos gaseosos solubles se presentan en forma de elementos (S, Cl) que se oxidan posteriormente o se solubilizan en las aguas.
 - a) Óxidos (SO_2 , SO , CO_2 , B_2O_3), que se solubilizan en las aguas y se transforman posteriormente en ácidos, por lo que estos compuestos reaccionan con diferentes rocas y se asocian con cationes alcalinos y alcalino-térreos.
 - b) Ácidos (HCl , H_2S , H_3BO_3)
 - c) Sales (NaCl , NH_4Cl)

3. La atmósfera es la fuente primaria de sales de los ácidos nítrico, nitroso y carbónico.

4. Una fuente fundamental de todos los tipos actuales de acumulaciones salinas, es el intemperismo de rocas cristalinas que dan lugar a carbonatos, sulfatos, cloruros y boratos (Kovda *et al.*, 1967).

3.2 Procesos de acumulación de sales

En la geografía y geoquímica de los procesos de acumulación de sales en los suelos y aguas superficiales y residuales es necesario diferenciar los diferentes ciclos de acumulación de sales. Ciclos continentales, ciclos que se pueden denominar como limítrofes a los mares, ciclos deltaicos, ciclos artesianos y ciclos antropogénicos (Martínez, 1986).

De acuerdo con los procesos de intemperismo, las sales solubles que se acumulan en los suelos, aguas superficiales y subterráneas son los carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos de los metales alcalinos y alcalino-térreos. Diferentes asociaciones relativas de estos iones forman las diferentes sales solubles. (Kovda, 1967; Ortega, 1993; Brady y Weil, 2008).

3.3 Composición química de las aguas de suelos (extractos de saturación), aguas superficiales (ríos) y aguas de pozos

La composición química de las aguas que circulan en la superficie y de las aguas subterráneas varía grandemente en regiones áridas y semiáridas. En el Cuadro 1 se muestran datos que se han seleccionado de extractos de saturación de suelos salinos, agua de pozos y de ríos que se han analizado en el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (Jurinak y Suarez, 1990; Ayers y Westcot, 1987). Muestras recolectadas de muchas partes del mundo.

Las soluciones de extractos de saturación de suelos son más salinas y sódicas que las soluciones acuosas de aguas de pozos y ríos. Este aspecto, refleja los efectos de la evapotranspiración y el intemperismo de minerales de rocas superficiales de la corteza terrestre, ya que con el aumento de contenidos salinos en las soluciones, el ión sodio (Na^+) predomina sobre el ión calcio (Ca^{2+}), debido a que las sales de sodio son más solubles que las sales de calcio. La importancia de esta consideración de que el ión Na^+ predomina sobre el ión Ca^{2+} se refleja también en el aumento de valores de la Relación de Adsorción de Sodio. Estos datos también muestran que el ión cloruro (Cl^-) es el anión predominante en aguas de mayor salinidad, mientras que el ión sulfato (SO_4^{2-}) prevalece en las soluciones acuosas diluidas. Este aspecto es muy notable, debido a los procesos de precipitación del yeso (CaSO_4) ().

El aumento en la relación Mg/Ca expresa el hecho de que las sales del ión magnesio (Mg^{2+}) son más estables y solubles que las sales del ión Ca^{2+} . En términos generales, la relación Ca/HCO_3 es más grande que uno. Y como el ión Ca^{2+} se precipita en los suelos en forma de CaCO_3 , la relación Mg/Ca también tiende a incrementarse (Bazilevich and Pankova, 1963).

Cuadro 1. Características químicas de los extractos de saturación de suelos salinos y sódicos, aguas de pozos y aguas de ríos que han sido analizados por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos.

mmol _c L ⁻¹	No. de Muestras	Origen	Media	Mediana	10% menor que	90% menor que
Ca ²⁺	139	Extracto de saturación	27.80	10.60	1.40	71.80
	115	Pozos	5.90	3.10	0.80	14.50
	68	Ríos	4.70	3.40	1.00	10.90
Mg ²⁺	139	Extracto de saturación	22.20	8.00	1.10	79.10
	115	Pozos	4.30	1.50	0.50	15.30
	61	Ríos	3.60	2.20	0.60	9.20
Na ⁺	139	Extracto de saturación	93.20	53.50	1.80	219.00
	115	Pozos	15.80	6.60	0.80	44.80
	58	Ríos	7.50	3.70	0.70	18.90
K ⁺	128	Extracto de saturación	1.60	0.50	0.10	2.20
	101	Pozos	0.60	0.10	0.01	0.90
	30	Ríos	0.30	0.20	0.06	0.50
SO ₄ ²⁻	134	Extracto de saturación	400.00	29.40	3.70	94.10
	23	Pozos	6.70	3.60	0.40	5.40
	58	Ríos	6.70	4.10	0.30	9.00
Cl ⁻	139	Extracto de saturación	95.50	34.80	1.40	281.00
	115	Pozos	15.00	2.50	0.20	54.20
	58	Ríos	5.90	1.50	0.20	20.70
HCO ₃ ⁻	139	Extracto de saturación	8.30	3.00	1.20	10.30
	115	Pozos	4.90	4.10	1.90	8.20
	58	Ríos	3.30	3.00	1.70	5.70
CE (dS m ⁻¹)	134	Extracto de saturación	12.90	8.80	1.10	33.70
	115	Pozos	2.40	1.20	0.30	7.30
	58	Ríos	1.40	0.92	0.30	3.20
RAS [mmol _c L ⁻¹]	139	Extracto de saturación	38.50	15.10	0.90	56.10
	115	Pozos	6.60	4.70	0.60	16.50
	58	Ríos	3.30	2.40	0.70	7.40

Fuente: Jurinak y Suarez, 1990;

3.4 Tipos geoquímicos de aguas superficiales que circulan en la corteza terrestre.

Las aguas superficiales pueden ser clasificadas en dos grupos: a. aguas que fluyen (ríos), y b. aguas estancadas (lagos). Los lagos que se encuentran en cuencas endorreicas poseen un alto contenido de sales y aguas de lagos abiertos de las zonas húmedas, que poseen una baja salinidad (Kovda, 1973).

En estudios de muchos años Kovda, (1967), estableció que existen ciertas relaciones específicas entre la cantidad de sales en aguas naturales y sus composiciones. Durante el proceso de aumento de concentración de diferentes aguas, ocurren en estas diferentes etapas de cambio cuantitativo y cualitativo.

a. Aguas naturales con ciertos contenidos de silicio. Estas son de baja concentración $0.01-0.1 \text{ mg L}^{-1}$. Se localizan en los trópicos y en regiones forestales boreales. Contienen silicio y sustancias orgánicas.

b. Aguas bicarbonatadas cálcicas con concentraciones de sales de $0.2-0.3 \text{ g L}^{-1}$.

c. Aguas bicarbonatadas sódicas con concentraciones de $0.5-0.7 \text{ g L}^{-1}$.

d. Aguas bicarbonatadas y con carbonatos de sodio con concentraciones totales de sales de $0.5-3.0 \text{ g L}^{-1}$. Contienen sulfatos y a veces en menor cantidad cloruros.

e. Aguas clorhídrico sulfáticas con algunas cantidades de soda Na_2CO_3 , y con concentraciones totales de sales de $2.5-5.0 \text{ g L}^{-1}$.

f. Aguas sulfático-clorhídricas con concentraciones de sales de $20.0-50.0 \text{ g L}^{-1}$. Por lo general no contienen carbonato de sodio en cantidades substanciales.

g. Aguas clorhídricas. Son salmueras con concentraciones de sales de $100.0-300.0 \text{ g L}^{-1}$.

Este esquema general arriba señalado para la existencia de aguas bicarbonatadas sódicas de yacimientos subterráneos y aguas superficiales con bajas concentraciones de sales ($0.3-5 \text{ g L}^{-1}$) fue establecido con base en una gran cantidad de datos hidrogeoquímicos y geoquímicos.

La concentración y composición de las aguas naturales superficiales que se utilizan para riego varían considerablemente en diferentes regiones del mundo.

3.5 Clasificación de las aguas de riego de acuerdo con el diagrama de Richards

En el diagrama de Richards (1973) las aguas se dividen en cuatro clases con respecto a su conductividad eléctrica, siendo los puntos de división entre las clases mencionadas, los valores de 250; 250-750; 750-2250 y 2250-5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Figura 1). De esta manera, las aguas con base en la conductividad eléctrica se dividen en cuatro clases:

Aguas de baja salinidad (C1). $\text{CE} \leq 250 \mu\text{S cm}^{-1}$. Estas aguas pueden utilizarse en el riego agrícola en la mayor parte de los cultivos, y en cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que en estos suelos se desarrolle la acumulación de sales. Se requiere de alguna fracción de lavado, sin embargo, éste se logra en condiciones normales de riego, con excepción de suelos con muy baja permeabilidad.

Aguas de salinidad media (C2). $\text{CE} = 250-750 \mu\text{S cm}^{-1}$. Pueden utilizarse siempre y cuando se tenga un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden establecer cultivos moderadamente tolerables a las sales.

Aguas altamente salinas (C3). $\text{CE} = 750-2250 \mu\text{S cm}^{-1}$. No pueden utilizarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Y aún con drenaje adecuado se pueden requerir prácticas especiales de control de la salinidad, debiéndose por lo tanto, seleccionar cultivos muy tolerantes a las sales.

Aguas muy altamente salinas (C4). $\text{CE} \geq 2250-5000 \mu\text{S cm}^{-1}$. No son apropiadas para riego bajo condiciones comunes, pero pueden utilizarse ocasionalmente en condiciones muy especiales. Los suelos deber ser permeables, el drenaje adecuado, debiéndose aplicar un exceso de agua para que se tenga un buen lavado. En este caso se deben escoger cultivos altamente tolerantes a las sales (Aceves y Palacios, 1970; Fernández, 1972; Aceves, 1979; Aguilar *et al.*, 1987; APHA, 1995; INPOFOS, 1997; Vázquez, 1999, Coras, 2000).

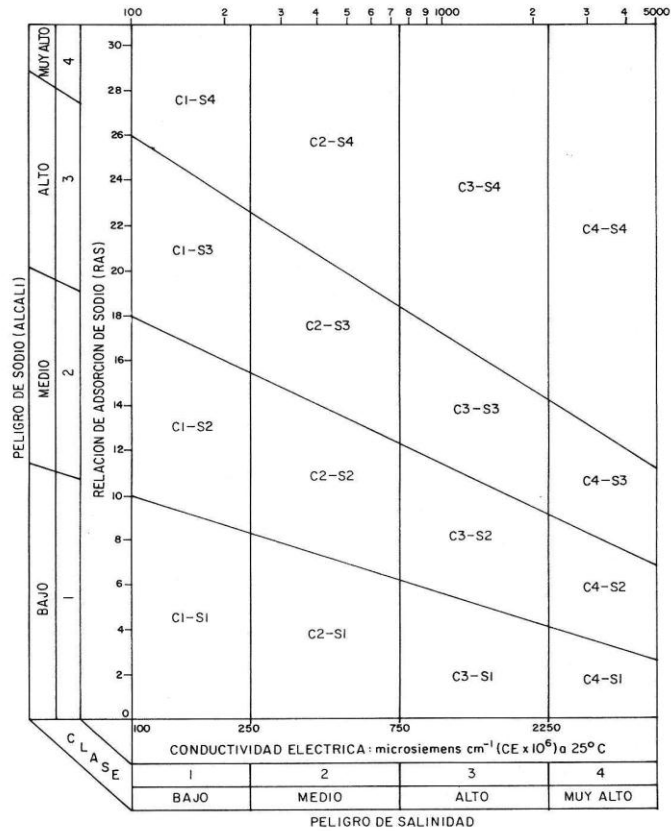


Figura 1. Diagrama para la clasificación de las aguas de riego.

3.6 Presión osmótica (PO)

El efecto general que tienen las sales solubles de las soluciones acuosas de los suelos es la presión osmótica. El efecto osmótico de las soluciones acuosas está relacionado con la concentración total de sales en el suelo, y no tanto con concentraciones específicas de uno u otro componente. Estos efectos son evidenciados de manera general con retardos en el crecimiento de cultivos; presentándose plantas con pocas hojas y pequeñas (Maas y Hoffman, 1977; Martínez *et al.* 1999; Hopknds y Hüner, 2004; Munns y Tester, 2008).

El efecto osmótico se expresa de manera equivalente como presión osmótica (MPa) con signo positivo, o como potencial osmótico (MPa) con signo negativo. La presión osmótica (π) de una disolución es la presión que se requiere para detener la ósmosis la cual se expresa en atmósferas y ésta dada por:

$$\pi = MRT$$

Donde: π , es la presión osmótica en atm; T, es la temperatura absoluta (°K); M, es la molaridad de la disolución de los iones totales disueltos ($M L^{-1}$); R, es la constante de los gases ($0.082037 L atm/ ^\circ K mol$).

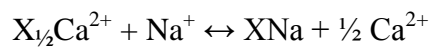
Debido a que las mediciones de la presión osmótica se llevan a cabo a temperaturas constantes, la concentración se expresa en unidades de molaridad, más conveniente que las de molalidad.

3.7 Ecuación de Intercambio Catiónico de Gapon para predecir el sodio intercambiable de los suelos

Una aproximación común del intercambio de iones es aplicar el principio de la ley de acción de masas.

La reacción de intercambio catiónico de Gapon, ha sido ampliamente utilizada en los estudios de salinidad y sodicidad (Richards, 1954; Bower, 1959; Arora y Singh, 1980; Oster y Esposito, 1980; Evangelou y Coale, 1987; Evangelou y Phillips, 1987; Endo *et al.*, 2002; Velázquez, 2002; Ould-Ahmed *et al.*, 2007; Mendoza, 2009).

La expresión original de intercambio de iones de Na-Ca se expresa como sigue:



Donde: las concentraciones de los iones en solución se expresan en $mM L^{-1}$; las concentraciones de los iones en el complejo de intercambio de cationes están expresadas en $cmol_c kg^{-1}$.

En condiciones de equilibrio esta ecuación (Sposito, 1977; Jurinak y Suarez, 1990) se escribe como sigue:

$$kg = \frac{XNa(C_{Ca^{2+}})^{1/2}}{XCa(C_{Na^+})}$$

Donde: k , es el coeficiente de selectividad iónica de Gapon y que se asume como constante, para cada suelo en particular $[\text{mmol L}^{-1}]^{-1/2}$.

La relación de iones adsorbidos y en solución, por consiguiente, se expresa como:

$$\frac{X_{\text{Na}}}{\text{Ca}_1 X_{\frac{1}{2}}} = kg \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{C_{\text{Ca}^{2+}}}}$$

El laboratorio de salinidad de los Estados Unidos, (SLS-USA, 1954) consideró que el ión magnesio (Mg^{2+}) se comporta de modo similar al calcio (Ca^{2+}), en la fase adsorbida del complejo de intercambio catiónico. Aunque aquí es necesario señalar que el ión magnesio en sus propiedades físico-químicas esenciales difiere de las características particulares del ión calcio (Bower y Truog, 1940; Bower y Goertzen, 1955; Bower *et al.*, 1968; Velázquez, 2001).

Si se toma en cuenta la modificación introducida a la ecuación de Gapon, entonces, esta se expresa como sigue:

$$\frac{X_{\text{Na}}}{X_{\text{Ca}} + X_{\text{Mg}}} = kg = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{(C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}})}} = kg' \text{ RAS}$$

Donde: kg' , es el coeficiente de selectividad iónica de Gapon expresado en $[\text{mmol L}^{-1}]^{-1/2}$ y RAS, es la relación de adsorción de sodio que se encuentra definida como sigue:

$$\text{RAS} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{(C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}})}}$$

Donde: las concentraciones totales analíticas están expresadas en mmol L^{-1} .

3.8 La sodicidad en los suelos

Cuando se tienen altos valores de sodio intercambiable en los suelos, en estos se presentan disminuciones en la permeabilidad, alteraciones en el medio poroso y efectos tóxicos del Na^+ , que se encuentra adsorbido en las plantas sensibles a este elemento (Pizarro, 1985).

Los efectos en suelos del sodio intercambiable son evidentes debido al encharcamiento y a la disminución de la velocidad de infiltración del agua de riego. La toxicidad del ión sodio se manifiesta generalmente mediante coloraciones cafés en las hojas y por la caída simultánea de las hojas.

El Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) de un suelo puede ser estimado de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) del agua, cuando el agua está en equilibrio con el suelo y en condiciones de saturación (Bolt, 1959; Frenkel y Alperovitch, 1984; Brady y Weil, 2008). La ecuación para calcular el PSI a partir de la Relación de Adsorción de Sodio se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{X_{Na}}{CIC - X_{Na}} = kg \text{ RAS y } PSI = \frac{X_{Na}}{CIC} 100$$

Después de hacer los arreglos correspondientes la ecuación final es:

$$\frac{PSI}{100 - PSI} = kg \text{ RAS}$$

Y despejando PSI nos queda como resultado:

$$PSI = \frac{kgRAS}{1 + kgRAS} 100$$

Esta es la relación para calcular el Porcentaje de Sodio Intercambiable de un suelo conociendo la Relación de Adsorción de Sodio del agua de riego determinada en condiciones de equilibrio y saturación del suelo con esa agua (Bhardwaj *et al.*, 2008; .

3.9 Diferentes conceptualizaciones para determinar los valores de la Relación de Adsorción de Sodio

La Relación de Adsorción de Sodio de una determinada agua de riego puede ser usada como una medida del peligro de sodicidad que esta agua puede causar a los suelos. Por lo general, se considera que el RAS del agua de riego en condiciones de equilibrio, corresponderá con los valores del RAS de la solución del suelo, uno de los mayores factores que afectan los valores del RAS final del agua del suelo, es la pérdida o ganancia en contenidos del calcio y magnesio

debido a la precipitación o disolución de carbonatos alcalino-térreos. Además un factor adicional es la introducción del calcio y magnesio, además de los bicarbonatos, en la solución del suelo debido al intemperismo de ciertos minerales del suelo (Paliwai y Gandhi, 1976; Amrhein y Suarez, 1991).

Los efectos de estos procesos han limitado la aplicabilidad de los valores del RAS por sí mismos, como índices apropiados de estimación de la sodicidad del agua para los casos de aguas de salinidad relativamente alta y bajas en carbonatos (Zuo *et al.*, 2007). En el caso de aguas de riego que tienen concentraciones apreciables de bicarbonatos, se tiene una tendencia a que el CO_3^{2-} y el HCO_3^- precipiten en el suelo como CaCO_3 . Debido a estos procesos el RAS de agua de suelo se incrementa como sucede en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital.

De ahí, que la determinación de la Relación de Adsorción de Sodio del agua de un suelo en equilibrio con el agua de riego, es de gran importancia, ya que de acuerdo a la ley de acción de masas, existe una proporcionalidad entre los valores del Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) y los valores que pueden tenerse en aguas de riego del parámetro Relación de Adsorción de Sodio (RAS).

Es por este motivo que este parámetro se ha utilizado con muchas ventajas para hacer un excelente diagnóstico de problemas de sodicidad en los suelos, en lugar de la determinación directa del Porcentaje de Sodio Intercambiable (Paliwai y Ghandi, 1976; Jurinak *et al.* 1984; Minhas *et al.*, 1994; Kopittke *et al.*, 2006; Suarez *et al.*, 2006).

1. La Relación de Adsorción de Sodio (original o explícito) RAS. Aquí los valores de la concentración de C_{Na^+} , $\text{C}_{\text{Ca}^{2+}}$ y $\text{C}_{\text{Mg}^{2+}}$ de cualquier agua de riego no se modifican como consecuencia de cualquier variación de las concentraciones de Ca^{2+} y Mg^{2+} debido a los procesos de precipitación o de dilución del CaCO_3 . Estos valores de RAS son explícitos y se encuentran considerados en la siguiente ecuación:

$$\text{RAS} = \frac{\text{C}_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{\text{C}_{\text{Ca}^{2+}} + \text{C}_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$$

Donde: RAS- es la Relación de Adsorción de Sodio (original) expresada como $[\text{mmol}_c \text{L}^{-1}]^{1/2}$

C_{Na^+} , $C_{\text{Ca}^{2+}}$ y $C_{\text{Mg}^{2+}}$ son las concentraciones expresadas como $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$

2. Relación de Adsorción de Sodio (ajustado) RAS_{aj} . En estos valores de RAS se toman en cuenta las variaciones en las concentraciones de $C_{\text{Ca}^{2+}}$ y $C_{\text{Mg}^{2+}}$, debido a los procesos de precipitación o de disolución de la calcita CaCO_3 . Aquí el RAS se define como:

$$\text{RAS}_{\text{aj}} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}} [1.0 + (8.4 - \text{pH}_c)]$$

Donde: RAS_{aj} , son los valores que se obtienen al modificar los valores del RAS original o explícito de las aguas de riego expresados en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$; RAS, son los valores que se obtienen de manera explícita de las determinaciones químicas del Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} de las aguas de riego expresadas en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$; 8.4, es el valor del pH de un suelo calcáreo no sódico en equilibrio con el CO_2 de la atmósfera; pH_c , son los valores teóricos del agua de riego que tendrá cuando esta agua esté en equilibrio con el CaCO_3 .

El término $(8.4 - \text{pH}_c)$ refleja la tendencia del agua de riego que se aplica a los suelos de precipitar o disolver la calcita (CaCO_3). Cuando $(8.4 - \text{pH}_c) > 0$ para un agua de riego, el carbonato de calcio precipita en el suelo y cuando $(8.4 - \text{pH}_c) < 0$, entonces, el agua de riego que se aplica a los suelos solubiliza el carbonato de calcio (CaCO_3) que se encuentra en el suelo (Bower *et al.*, 1965).

Cuando las aguas residuales poseen concentraciones apreciables de iones HCO_3^- como es el caso de las aguas residuales de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, es necesario considerar que una fracción de los contenidos de calcio se precipita de acuerdo con la siguiente ecuación:



La precipitación de la calcita causa una disminución en la salinidad del suelo, sin embargo, también a su vez, aumenta la proporción de sodio en la solución del suelo, por consiguiente, se aumenta el sodio intercambiable en el complejo de intercambio catiónico de los suelos.

Y aunque la magnitud de la precipitación de los bicarbonatos de las aguas de riego, depende de una variedad de condiciones tales como: prácticas de manejo del agua de riego, de las condiciones y tipos de suelos, así como de las composiciones iónicas de las aguas de riego, es entonces necesario, tomar en cuenta la tendencia de la precipitación del carbonato de calcio o calcita (CaCO_3) de las aguas de riego.

La ecuación de Langelier (Bower *et al.*, 1965 y 1968) para calcular el pH_c de los análisis químicos de las aguas de riego es:

$$\text{pH}_c = (\text{pk}_2' - \text{pk}_c') + \text{pCa} + \text{pAlk}$$

Donde: $\text{pCa} + \text{pAlk}$, son los logaritmos negativos de la concentración molar del Ca^{2+} y de la concentración equivalente de las bases titulables ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) respectivamente; $\text{pk}_2' - \text{pk}_c'$ son los logaritmos negativos de la segunda constante de disociación del ácido carbónico H_2CO_3 y la constante de solubilidad del carbonato de calcio CaCO_3 respectivamente, ambos corregidos por su fuerza iónica (I).

La corrección por la fuerza iónica (I) de los valores de pk_2' y pk_c' son los logaritmos negativos de la segunda constante de disociación del ácido carbónico y la constante de solubilidad de la calcita CaCO_3 , se llevó de acuerdo a la ecuación de Debye y Hückel con una determinada fuerza iónica. De tal manera que en el cálculo (Langelier, 1936; Bower, 1965; Richard, 1968) de pk_2' y pk_c' y en el cálculo de la fuerza iónica se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\text{pk}_2' - \text{pk}_c' = \left\{ 2.0269 + \left[0.5092 \left(\frac{4.0(I)^{1/2}}{1.0 - 2.0(I)^{1/2}} + \frac{(I)^{1/2}}{1.0 + 1.45(I)^{1/2}} \right) \right] \right\}.$$

El último término de esta ecuación expresa y proporciona la corrección de Debye y Hückel para una fuerza iónica determinada (I).

El número de 2.0269 es la diferencia entre pk_2' y pk_c' ; utilizando $k_2 = 4.7 \times 10^{-11}$ y $k_c = 5.0 \times 10^{-9}$ como los valores numéricos de estas constantes.

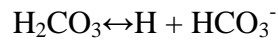
La fuerza iónica y la concentración total de las aguas naturales están ampliamente correlacionadas (Bower, 1965). Un estudio estadístico de estas variables derivó en la siguiente ecuación de regresión:

$$1000(I) = 1.3477C + 0.535$$

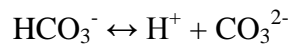
Donde : C, es la concentración total de iones de una agua de riego determinada expresada en $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$, es la fuerza iónica que se expresa en ML^{-1} .

Los valores de la fuerza iónica que se obtuvieron de esta ecuación, fueron introducidos en la ecuación expuesta arriba (pk_2' - pk_c').

Las constantes de disociación del ácido carbónico (H_2CO_3) son las siguientes:

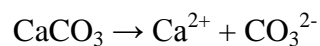


$$K_1 = \frac{(\text{H}^+)(\text{HCO}_3^-)}{(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 4.2 \times 10^{-7}$$



$$K_2 = \frac{(\text{H}^+)(\text{CO}_3^{2-})}{(\text{HCO}_3^-)} = 4.2 \times 10^{-11}$$

La segunda constante de disociación del H_2CO_3 es la que más nos interesa, porque es la que representa la disociación del HCO_3^- para formar CO_3^{2-} , que posteriormente éste se asocia con el Ca^{2+} para formar CaCO_3 . La constante de solubilidad de la calcita (K_c) es:



$$K_c = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 5.0 \times 10^{-9}$$

La ecuación de equilibrio en soluciones acuosas en sistemas abiertos que contienen calcita es la siguiente: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

El cálculo de los valores del pH teórico (pH_c) de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital se hace de la siguiente manera:

En primer lugar se calcula una serie de pH's teóricos (pH_c) para diferentes concentraciones expresadas en $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ o meq L^{-1} para los parámetros pk_2' y pk_c' , pCa y pAlk .

Las concentraciones de cationes expresadas en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ que se utilizan en estos cálculos son 0.1-100 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$. En el Cuadro 2, se presentan los valores de las diferentes variables para construir una gráfica y facilitar el cálculo del pHc teórico derivado de los análisis químicos de las aguas.

La construcción de esta gráfica teórica (Figura 2), se realiza en papel semilogarítmico, en el que el eje logarítmico (y) se colocan las concentraciones molares de calcio y las concentraciones de las bases titulables ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) expresadas $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ y en el eje de las (x), la escala aritmética en el sistema decimal, se colocan las concentraciones totales de cationes de las aguas de riego expresadas en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$.

Cuadro 2. Cálculo de los valores de pHc teórico de las aguas de riego.

Concentración (meq L ⁻¹ o mmol _c L ⁻¹)	pHc = (pk ₂ - pk _c) + pCa + pAlk		
	pk ₂ - pk _c	pCa	pAlk
0.1	2.0897	4.3010	4.0000
0.2	2.9500	4.0000	3.6990
0.3	2.1007	3.8239	3.5229
0.4	2.0550	3.6990	3.3979
0.5	2.1100	3.6021	3.3010
0.6	2.1142	3.5229	3.2218
0.7	2.1182	2.4559	3.1549
0.8	2.1220	3.3979	3.0969
0.9	2.1256	3.3468	3.0458
1	2.1290	3.3010	3.0000
2	2.1576	3.0000	2.6990
3	2.1517	2.8239	2.5290
4	2.1980	2.6990	2.3979
5	2.2139	2.6021	2.3010
6	2.2281	2.5229	2.2218
7	2.2408	2.4559	2.1549
8	2.2525	2.3979	2.0969
9	2.2633	2.3468	2.0458
10	2.2733	2.3010	2.0000
11	2.2827	2.2596	1.9586
12	2.2915	2.2218	1.9208
13	2.2999	2.1871	1.8861
14	2.3078	2.1549	1.8539
15	2.3154	2.1249	1.8239
16	2.3226	2.0969	1.7959
17	2.3295	2.0706	1.7996
18	2.3361	2.0458	1.7447
19	2.3424	2.0223	1.7212
20	2.3486	2.0000	1.6990
21	2.3545	1.9788	1.6778
22	2.3602	1.9586	1.6576
23	2.3657	1.9393	1.6383
24	2.3710	1.9208	1.6198
25	2.3762	1.9031	1.6021
26	2.3812	1.8861	1.5850
27	2.3861	1.8697	1.5686
28	2.3909	1.8539	1.5528
29	2.3955	1.8386	1.5376
30	2.4000	1.8239	1.5229
31	2.4044	1.8097	1.5086
32	2.4870	1.7959	1.4949
33	2.4129	1.7825	1.4815
34	4.4170	1.7696	1.4685
35	2.4210	1.7570	1.4559
36	2.4249	1.7447	1.4437
37	2.4887	1.7328	1.4318
38	2.4325	1.7212	1.4202
39	2.4361	1.7100	1.4089
40	2.4397	1.6990	1.3979
41	2.4432	1.6882	1.3872
42	2.4467	1.6778	1.3768
43	2.4501	1.6676	1.3665
44	2.4534	1.6576	1.3665
45	2.4567	1.6478	1.3468
46	2.4599	1.6383	1.3372
47	2.4630	1.6289	1.3279
48	2.4661	1.6198	1.3188
49	2.4692	1.6108	1.3098
50	2.4722	1.6021	1.3010

Continuación...Cuadro 2.

Concentración (meq L ⁻¹ o mmol _c L ⁻¹)	pHc = (pk ₂ - pk _c) + pCa + pAlk		
	pk ₂ - pk _c	pCa	pAlk
51	2.4751	1.5935	1.2924
52	2.4780	1.5850	1.2840
53	2.4808	1.5768	1.2757
54	2.4837	1.5686	1.2676
55	2.4864	1.5607	1.2596
56	2.4891	1.5528	1.2518
57	2.4918	1.5452	1.2441
58	2.4945	1.5376	1.2366
59	2.4971	1.5302	1.2291
60	2.4997	1.5229	1.2218
61	2.5022	1.5157	1.2147
62	2.5047	1.5086	1.2076
63	2.5072	1.5017	1.2007
64	2.5096	1.4949	1.1938
65	2.5120	1.4881	1.1871
66	2.5144	1.4815	1.1805
67	2.5167	1.4750	1.1739
68	2.5190	1.4685	1.1675
69	2.5213	1.4622	1.1612
70	2.5235	1.4559	1.1549
71	2.5258	1.4498	1.1487
72	2.5280	1.4437	1.1427
73	2.5301	1.4377	1.1367
74	2.5323	1.4318	1.1308
75	2.5344	1.4260	1.1249
76	2.5365	1.4202	1.1192
77	2.5386	1.4145	1.1135
78	2.5406	1.4089	1.1079
79	2.5426	1.4034	1.1024
80	2.5446	1.3979	1.0969
81	2.5466	1.3925	1.0915
82	2.5486	1.3872	1.0862
83	2.5505	1.3820	1.0809
84	2.5525	1.3768	1.0757
85	2.5544	1.3716	1.0706
86	2.5562	1.3665	1.0655
87	2.5581	1.3615	1.0605
88	2.5599	1.3565	1.0555
89	2.5617	1.3516	1.0506
90	2.5636	1.3468	1.0458
91	2.5654	1.3420	1.0410
92	2.5672	1.3372	1.0363
93	2.5691	1.3325	1.0315
94	2.5706	1.3279	1.0269
95	2.5723	1.3233	1.0223
96	2.5740	1.3188	1.0177
97	2.5756	1.3143	1.0132
98	2.5773	1.3098	1.0088
99	2.5789	1.3054	1.0044
100	2.5805	1.3010	1.0000

Entrando en la primera columna con las concentraciones i.Ca+Mg+Na; ii.Ca; iii. CO₃+HCO₃; se obtienen los valores de (pk₂'-pk_c'), pCa y pAlk respectivamente.

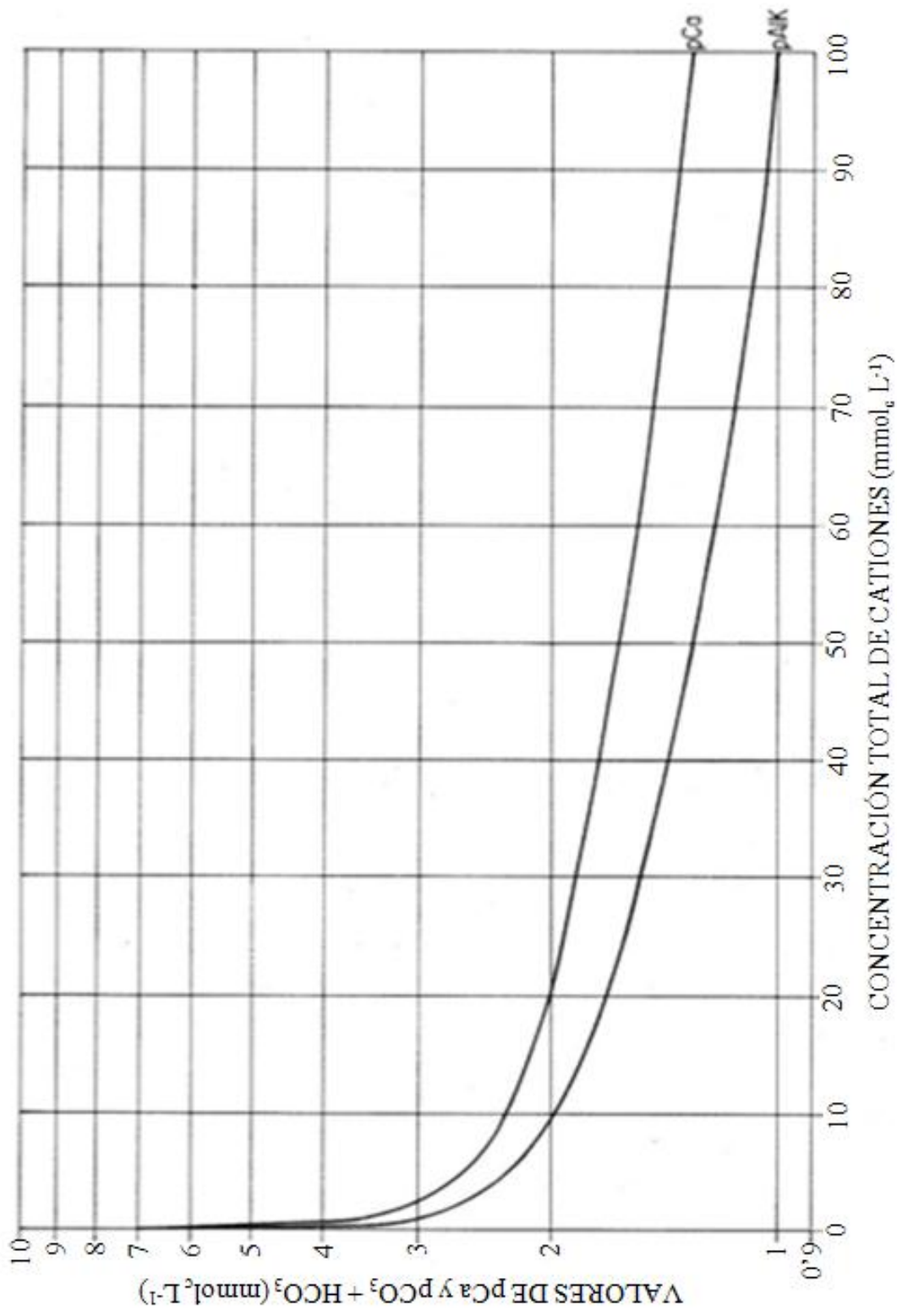


Figura 2. Valores de los Logaritmos negativos de las concentraciones molares de pCa y equivalentes de pCO₃+HCO₃ con respecto a las concentraciones totales de cationes expresados mmol_c L⁻¹.

3. Relación de Adsorción de Sodio (corregido) RAS° .

Como la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) sigue siendo el único parámetro para predecir los niveles de sodio intercambiable en los suelos, y si se toman en cuenta, las consideraciones que han sugerido diferentes autores para señalar las variaciones de las cantidades de los iones de calcio en las soluciones acuosas y de los suelos, es así como adicionalmente Suarez (1981) propuso una corrección a los valores del RAS explicitó que de toma en cuenta la variación de la concentración de los iones de calcio y que llamo RAS corregido = RAS° . Suarez (1981) señala que la presión parcial del bióxido de carbono del aire en los primeros milímetros del suelo debe tomarse en cuenta, debido a que la presión parcial del CO_2 debe ser de 0.0007 atmósferas o 0.07 kPa.

La fórmula de la Relación de Adsorción de Sodio que toma en cuenta la presión parcial del bióxido de carbono se presenta como sigue:

$$RAS^\circ = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}}$$

Donde: RAS° es el valor del RAS de una agua de riego que toma en cuenta la presión parcial del CO_2 $P_{CO_2}=0.0007$ atmósferas y una relación determinada de HCO_3^-/Ca ; C_{Na} , C_{Ca} , C_{Mg} son las concentraciones de estos iones expresadas en $mmol_c L^{-1}$ o $meq L^{-1}$.

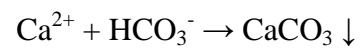
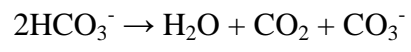
Para calcular la concentración de calcio (Ca°) que debe introducirse en la fórmula de la relación de adsorción de sodio, se toma en cuenta la relación HCO_3^-/Ca^{2+} , expresada en $meq L^{-1}$ o $mmol_c L^{-1}$ y la conductividad eléctrica expresada en $mS cm^{-1}$ de las aguas de riego que se aplican a los suelos (Ayers y Westcot, 1987), Cuadro 3.

La solubilidad del CO_2 en el agua de riego se representa como sigue:



Y el sistema carbonato-bicarbonato de la disolución o precipitación de la calcita se representa como sigue:





Cuadro 3. Concentración de Ca (Ca°) en el agua de suelo, contenido en el suelo cerca de la superficie, que resulta de regar con aguas con un determinado valor en la relación $\text{HCO}_3^- / \text{Ca}^{2+}$ y una conductividad eléctrica del agua de riego (CE)^{a,b}.

		SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO APLICADA (CE) mS cm^{-1}											
		0.10	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	6.00	8.00
	0.05	13.20	13.61	13.92	14.40	14.79	15.26	15.91	16.43	17.28	17.97	19.07	19.94
	0.10	8.30	8.57	8.77	9.07	9.31	9.62	10.02	10.35	10.89	11.32	12.01	12.56
	0.15	6.34	6.54	6.69	6.92	7.11	7.34	7.65	7.90	8.31	8.64	9.17	9.58
	0.20	5.24	5.40	5.52	5.71	5.87	6.06	6.31	6.52	6.86	7.13	8.57	7.91
	0.25	4.51	4.65	4.76	4.92	5.06	5.22	5.44	5.62	5.91	6.15	6.52	6.82
	0.30	4.00	4.12	4.21	4.36	4.48	4.62	4.82	4.98	5.24	5.44	5.77	6.04
	0.35	3.61	3.72	3.80	3.94	4.04	4.17	4.35	4.49	4.72	4.91	5.21	5.45
	0.40	3.30	3.40	3.48	3.60	3.70	3.82	3.98	4.11	4.32	4.49	4.77	4.98
	0.45	3.05	3.14	3.22	3.33	3.42	3.53	3.68	3.80	4.00	4.15	4.41	4.61
	0.50	2.84	2.93	3.00	3.10	3.19	3.29	3.43	3.54	3.72	3.87	4.11	4.30
	0.75	2.17	2.24	2.29	2.37	2.43	2.51	2.62	2.70	2.84	2.95	3.14	3.26
	1.00	1.79	1.85	1.89	1.96	2.01	2.09	2.16	2.23	2.35	2.44	2.59	2.71
Valor de	1.25	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.78	1.86	1.92	2.02	2.10	2.23	2.33
HCO_3^-	1.50	1.37	1.41	1.44	1.49	1.53	1.58	1.65	1.70	1.79	1.86	1.97	2.07
Ca^{2+}	1.75	1.23	1.27	1.30	1.35	1.38	1.43	1.49	1.54	1.62	1.68	1.78	1.86
	2.00	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.31	1.36	1.40	1.48	1.58	1.63	1.70
	2.25	1.04	1.08	1.10	1.14	1.17	1.21	1.26	1.30	1.37	1.42	1.51	1.58
	2.50	0.97	1.00	1.02	1.06	1.09	1.12	1.17	1.21	1.27	1.32	1.40	1.47
	3.00	0.85	0.89	0.91	0.94	0.96	1.00	1.04	1.07	1.13	1.17	1.24	1.30
	3.50	0.78	0.80	0.82	0.85	0.87	0.90	0.94	0.97	1.02	1.06	1.12	1.17
	4.00	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.86	0.88	0.93	0.97	1.03	1.07
	4.50	0.66	0.68	0.69	0.72	0.74	0.76	0.79	0.82	0.86	0.90	0.95	0.99
	5.00	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.74	0.76	0.80	0.83	0.88	0.93
	7.00	0.49	0.50	0.52	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74
	10.00	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.45	0.47	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58
	20.00	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37
	30.00	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27	0.28

Fuente: Suarez, 1981.

a. Supone: a, una fuente de Ca proveniente de silicatos o CaCO_3 ; b, no existe precipitación de Mg y c, la presión relativa de CO_2 de la superficie del suelo es de 0.0007 atmósferas.

b. Ca° , $\text{HCO}_3^- / \text{Ca}^{2+}$ están expresados en $\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$ o meq L^{-1} y la CE esta expresada en mS cm^{-1} .

3.10 Problemas de infiltración de suelos bajo riego

Un problema de infiltración en los suelos se presenta cuando el agua de riego no atraviesa la superficie del suelo a una velocidad lo suficientemente rápida, como para no permitir que se restituya el agua que se ha consumido por los cultivos agrícolas en diferentes riegos. Esta disminución en la velocidad de paso del agua a través del suelo se debe a modificaciones del medio poroso de los suelos (McNeal, 1968; Tadeshi y Aquila, 2005; James *et al.*, 2008).

Los factores de calidad del agua que suelen influir en la infiltración son el contenido total de sales y el contenido de sodio Na^+ en relación a los contenidos de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}). Una alta salinidad aumenta la velocidad de infiltración, mientras que una baja salinidad, o una proporción alta de Na^+ sobre el Ca^{2+} , la disminuyen. Ambos factores (salinidad y proporción de sodio) pueden actuar al mismo tiempo (Brady y Weil, 2008).

Los problemas de infiltración ocasionados por la mala calidad del agua ocurren por lo general en los primeros centímetros del suelo y están ligados con la estabilidad estructural del suelo y con el contenido de sodio en relación al calcio (Ayers y Westcot, 1987; Oster, 1994).

Una velocidad de infiltración de 3 mm h^{-1} es considerada baja, mientras que una infiltración por encima de 12 mm h^{-1} es relativamente alta. Además de la cantidad de agua, la infiltración está determinada por las características físicas del suelo, como la estructura, la textura, el grado de compactación, el contenido de materia orgánica, el tipo de minerales de la arcilla y por sus características químicas, incluyendo los cationes intercambiables.

El tipo y la cantidad de cationes adsorbidos influyen de manera importante en las propiedades físicas y químicas de los suelos, por ejemplo el Ca^{2+} y el Na^+ tienen una influencia directa en la estructura de los suelos. De este modo, el Ca^{2+} al ser un buen coagulante favorece como consecuencia la formación de flóculos, permitiendo que el suelo tenga una estructura granulada, bien desarrollada y estable, en cambio el ión Na^+ dispersa a las partículas coloidales de los suelos (Gorbunov, 1967) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Influencia de los cationes adsorbidos en las propiedades físicas de los suelos.

	Propiedad de los suelos	Actividad relativa
1	Dispersión	Na > K > Mg > Ca > Al
2	Máxima higroscopicidad	Na > K > Mg > Ca > Al
3	Velocidad de infiltración	Na < K < Mg < Ca < Al
4	Ascensión capilar	Na > K > Mg > Ca > Al
5	Plasticidad	Na > K > Mg > Ca > Al
6	Resistencia de los agregados	Na < K < Mg < Ca < Al
7	Reacción de la solución (pH)	Na > K > Mg > Ca > Al
8	Hinchamiento	Na > K > Mg > Ca > Al
9	Velocidad de absorción del agua	Na < K < Mg < Ca < Al
10	Adherencia	Na > K > Mg > Ca > Al
11	Disociación de coloides	Na > K > Mg > Ca > Al
12	Compresibilidad cuando se tiene deshidratación	Na > K > Mg > Ca > Al

Fuente: Gorbunov, 1967.

Por ejemplo, al analizar la dispersión, cuando el complejo de intercambio catiónico está saturado con un solo tipo de catión se observará que el suelo saturado con sodio (Na^+) se dispersará más que el suelo que está saturado con potasio (K^+), y este suelo se diseminará más que el suelo saturado con magnesio (Mg^{2+}) y así sucesivamente. De esta misma manera se comporta la ascensión capilar, la compresibilidad cuando se tiene deshidratación de plasticidad, el hinchamiento, etc. En dirección contraria cambia la velocidad de infiltración, la velocidad de absorción, etc.

La dispersión de los suelos y la destrucción de su estructura se producen únicamente cuando el contenido de sodio supera al del calcio en una proporción por encima de 3:1. Este contenido relativo de sodio provoca serios problemas de infiltración de la misma manera que una salinidad muy baja del agua. Esto se debe a la falta de suficiente calcio para contrarrestar los efectos dispersantes del sodio. La Figura 3 es por lo general utilizada para mostrar que tanto la salinidad del agua (CE) como su relación de adsorción de sodio (RAS) afectan la velocidad de infiltración (Thorne y Thorne, 1954; Van Hoorn, 1971; Ayers y Westcot, 1987; Wienhold y Trooien, 1998; Kumar *et al.*, 2008).

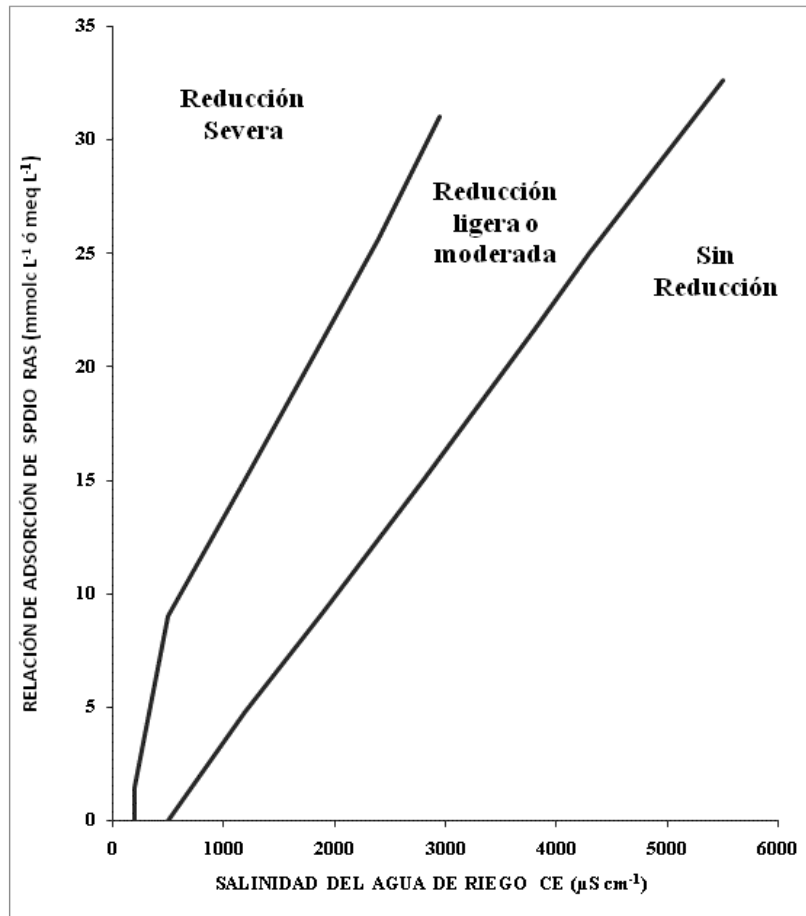


Figura 3. Reducción de la infiltración provocada por la salinidad y la relación de adsorción de sodio.

3.11 Carbonato de sodio residual (CSR)

En los inicios de estudios sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas para riego, se observó experimentalmente que los distintos tipos de aguas se infiltraban de manera diferente en los suelos agrícolas bajo riego; y como consecuencia de estas observaciones, se estableció que sus variadas composiciones químicas afectaban de manera diferente las propiedades físicas de los suelos; por lo que en su tiempo se mencionaba que “*aguas duras hacen suelos blandos y aguas blandas hacen suelos duros*” (Eaton, 1950; Wilcox *et al.* 1954; Pratt y Bair, 1969; Prasad, *et al.*, 2001). Hoy en la actualidad se sabe que las aguas blandas, ricas en bicarbonato de sodio propician considerablemente la acumulación de sodio intercambiable en los suelos. Uno de los procedimientos utilizados en el pasado para determinar los posibles problemas de infiltración fue el método del carbonato de sodio

residual (CSR); debido al uso extensivo de las aguas residuales y de aguas de diferentes orígenes se ha generado el parámetro “Carbonato de Sodio Residual” el cual se ha retomado para evaluar los efectos de las aguas bicarbonatadas y carbonatadas en los suelos.

Las aguas de baja calidad han sido usadas para riego en muchas regiones áridas y semiáridas, debido a la ausencia de fuentes de aguas de buena calidad. A veces, las aguas subterráneas que están disponibles para el riego, tienen altos contenidos de carbonato de sodio residual. El uso indiscriminado de estas aguas en el riego a veces ocasiona una acumulación excesiva de sales, y conduce a una rápida salinización y sodificación del perfil del suelo, procesos que afectan adversamente el desarrollo de cultivos (Pratt *et al.*, 1962; Akhter *et al.*, 2004; Abbas *et al.*, 2007; Rahil y Antonopoulos, 2007; Suyama *et al.*, 2007; Beletse *et al.*, 2008). Sin embargo, se debe señalar que, los efectos de la sodicidad en el desarrollo de los cultivos son diferentes de aquellos efectos que derivan de la salinización (Ponnamperuma, *et al.*, 1966; Porcelli *et al.*, 1995, Jalali, 2006; Jalali, 2007; Zia *et al.*, 2007;).

Las salinidades causan una reducción en el crecimiento de las plantas; debido al gasto de energía en la generación de osmolitos celulares, para generar un gradiente de potencial del agua adecuado, para contrarrestar el potencial del agua del suelo generado por sales disueltas en las soluciones de suelos (Bacarro, *et al.*, 2006), mientras que los efectos de la sodicidad, afectan el crecimiento y desarrollo de plantas de manera negativa a través de su influencia sobre las propiedades físicas e hidrológicas de suelos. Los procesos de salinización y de sodificación afectan el rendimiento de cultivos debido a desórdenes nutricionales y efectos tóxicos (McNeal, 1968).

En suelos sódicos se incrementa el sodio intercambiable, y por lo tanto, considerables aumentos de sodio intercambiable conducen a deficiencias de calcio y magnesio. La tolerancia de los cultivos a las aguas sódicas de riego depende de la sodicidad total de los suelos, de la tolerancia a la sodicidad de los cultivos a la (Abdel, *et al.*, 2005; Thayalakumaran *et al.*, 2007), de las prácticas agronómicas de manejo y condiciones climáticas durante el ciclo vegetativo de los cultivos.

Eaton, (1950) consideró que la precipitación de Ca^{2+} y de Mg^{2+} en forma de carbonatos de calcio y de magnesio, propician una acumulación considerable de sodio intercambiable en los

suelos. Propuso el concepto de carbonato de sodio residual, para evaluar las aguas de riego que tienen cantidades considerables de carbonatos y bicarbonatos.

Experimentos que se han llevado a cabo con aguas de diferente contenido de carbonato de sodio residual.

En los últimos tiempos se ha observado que las aguas de riego que se utilizan en las zonas áridas y semiáridas (Olsen y Watanabe, 1959; Ortega, 1991; Al-Shammiri *et al.*, 2005; Levy y Feng, 2007; Rutkowski *et al.*, 2007; Hussain *et al.*, 2008; Jalali *et al.*, 2008) poseen elevadas concentraciones de sales, y que a su vez, contienen considerables concentraciones de bicarbonatos. Ejemplos de estos tipos de aguas se tienen en Pakistán (Punjab), India (zona del Noroeste), Estados Unidos (Fresno y Valle Imperial) y México (zonas del Bajío).

Los orígenes de los bicarbonatos y de algunas cantidades de carbonato están relacionados con los yacimientos basálticos profundos en los cuales, por procesos de intemperismo las aguas de estos yacimientos acuíferos se enriquecen con bicarbonatos y algunas fracciones de carbonatos. Las aguas urbano-industriales que riegan el Valle del Mezquital contienen cantidades variables de carbonato de sodio residual.

En aguas residuales por lo general se tienen considerables concentraciones de iones bicarbonato debido a la actividad biológica que se presenta en estas aguas. En aguas ricas en bicarbonatos, tienen la tendencia de que los iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} se precipiten en forma de carbonatos, a medida que la solución del suelo se hace más concentrada. Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias ordinarias, pero a medida que va teniendo lugar, las concentraciones de calcio y magnesio se van reduciendo, aumentando la proporción relativa de las concentraciones de iones de sodio. Este proceso aumenta los valores de la relación de adsorción de sodio (RAS).

Eaton, (1950) utiliza tres términos para referirse a estas reacciones:

1. Porcentaje de sodio encontrado

$$\frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+} 100$$

2. Porcentaje de sodio posible

$$\frac{\text{Na}^+ 100}{(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+) - (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)}$$

3. Carbonato de sodio residual (Na_2CO_3)

$$(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

Los constituyentes iónicos en estas relaciones se expresan en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$.

3.12 Los suelos del Valle del Mezquital

Con el propósito de conocer en que niveles se encuentra el sodio intercambiable XNa en los diferentes suelos que se tienen en el Valle del Mezquital y que son regados con aguas residuales que derivan de la Ciudad de México prácticamente sin ningún tratamiento, en esta investigación se tomaron muestras de suelo a tres profundidades 0.0-10.0, 10.0-20.0 y 20.0-30.0 cm. De acuerdo con el INEGI (Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo, 1992) los suelos del Valle del Mezquital son: generalmente profundos en las llanuras presentando en ocasiones fases dúricas y petrocálcicas que limitan su profundidad a 50 cm o a 50-100 cm. En las laderas se tienen suelos formados *in situ* con profundidades escasas de 25 cm.

Los tipos de suelo que se presentan en la zona son: Feozem-háplicos, 2.Feozem-lúvicos, 3.Feozem-calcáricos, 4.Vertisoles con fases dúricas o tepetate, 5. Regosoles y 6.Rendzinas.

El pH de estos suelos varía de 6.8-8.6 y en algunos sitios es mayor de 9.0, considerándose como moderadamente alcalinos. La conductividad eléctrica del extracto de saturación presenta valores de 1.0 a 3.4 dS cm^{-1} . Algunos lugares tienen problemas de salinización ($\text{CE} > 8.0 \text{ dS cm}^{-1}$) debido a los niveles freáticos elevados y condiciones de drenaje deficientes; presentan valores de CIC de 20.0 a $>$ de 40.0 meq/100g y por su granulometría se clasifican como suelos limosos, franco-arcilloso-limosos y arcillo-limosos.

Sus contenidos de materia orgánica son de 1.6 a 2.3% de M.O., y la presencia de carbonato de calcio (CaCO_3) es común en algunos suelos (Del Arenal, 1978; INEGI, 1992; CNA, 1995).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área de estudio y distribución espacio-temporal de las estaciones de muestreo

Las aguas residuales provenientes de la zona metropolitana de la Ciudad de México son enviadas a la red hidrográfica Zumpango–Ixmiquilpan–Zimapán a través de tres importantes conductos: el emisor poniente, el gran canal y el emisor central.

Para comprender las dimensiones de las diferentes zonas que abarca la red hidrográfica que son regadas con estas aguas, se realizaron recorridos preliminares de reconocimiento y así poder delimitar la zona de muestreo de las aguas residuales y los suelos de la red hidrográfica Zumpango–Ixmiquilpan–Zimapán. Es decir estos recorridos se llevaron a cabo para conocer la población de las aguas residuales.

Por otro lado, en concordancia con los objetivos de este estudio que solo cuenta con una población independiente de aguas residuales o suelos regados con estas aguas, aquí en particular se pretende, mediante la búsqueda sistemática de asociaciones de los diferentes parámetros (mediciones) establecer el carácter físico-químico de estas aguas y sus efectos en los suelos.

Con la finalidad de conocer mejor la amplitud de las variaciones de los diferentes parámetros (mediciones) de las características físico-químicas de la población de las aguas residuales y debido a la imposibilidad de muestrear toda la población de una sola vez, se tomo la decisión de realizar dos muestreos: muestreo en otoño de 2007 con 91 estaciones de muestreo y muestreo de invierno en 2008 con 107 estaciones de muestreo. El conocimiento de la amplitud numérica de los distintos parámetros conlleva a la identificación de la prevalencia de ciertos procesos en las aguas residuales y en los suelos regados con estas aguas.

La red hidrográfica del Valle del Mezquital comprende el Estado de México y el Estado de Hidalgo donde los distritos de riego comprendidos son: los distritos de riego 088 Chiconautla, Estado de México, 03 Tula y 100 Alfajayucan en el Estado de Hidalgo.

En las Figuras 4 y 5 se presentan las ubicaciones de las diferentes estaciones de muestreo de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital en su trayecto por la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán.

En la Figura 6 se indica la ubicación de las diferentes estaciones de muestreo de los suelos, los cuales son regados con aguas residuales provenientes de la ciudad de México.

Los números en las Figuras 4, 5 y 6 corresponden a los sitios de muestreo los cuales se señalan en los anexos 1 y 2 respectivamente.

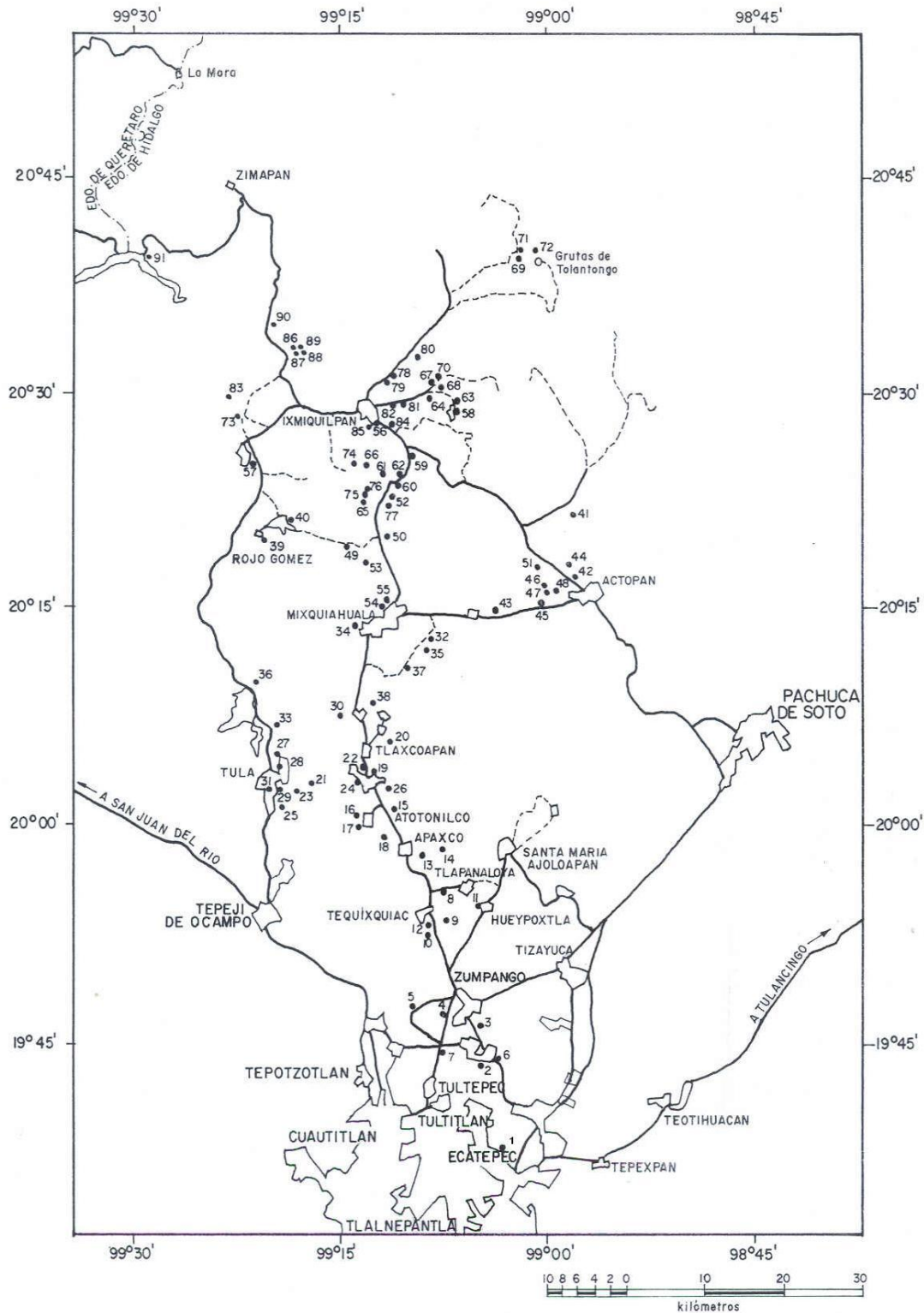


Figura 4. Localización de las estaciones de muestreo de las aguas residuales en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, otoño de 2007.

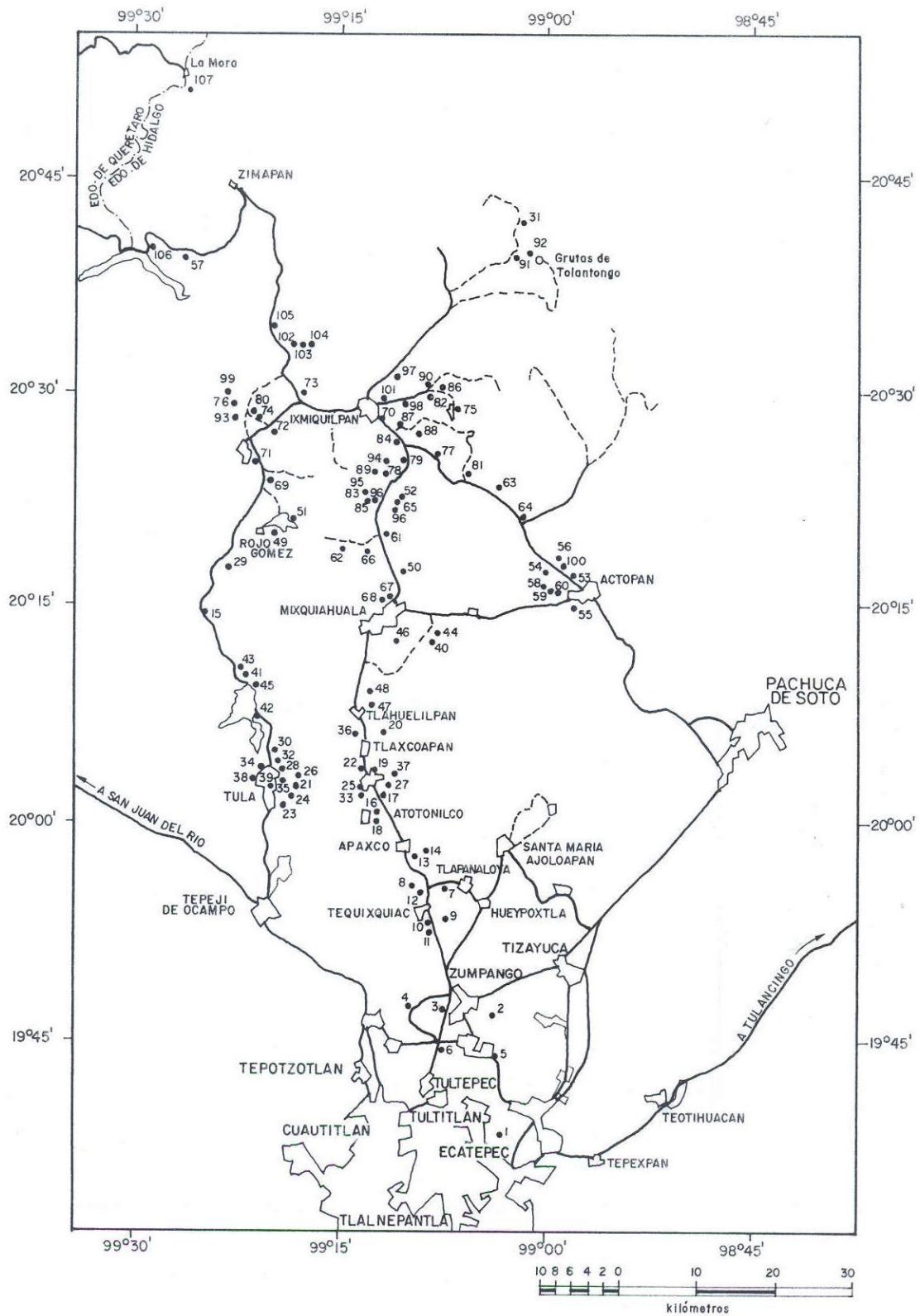


Figura 5. Localización de las estaciones de muestreo de las aguas residuales en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, invierno de 2008.

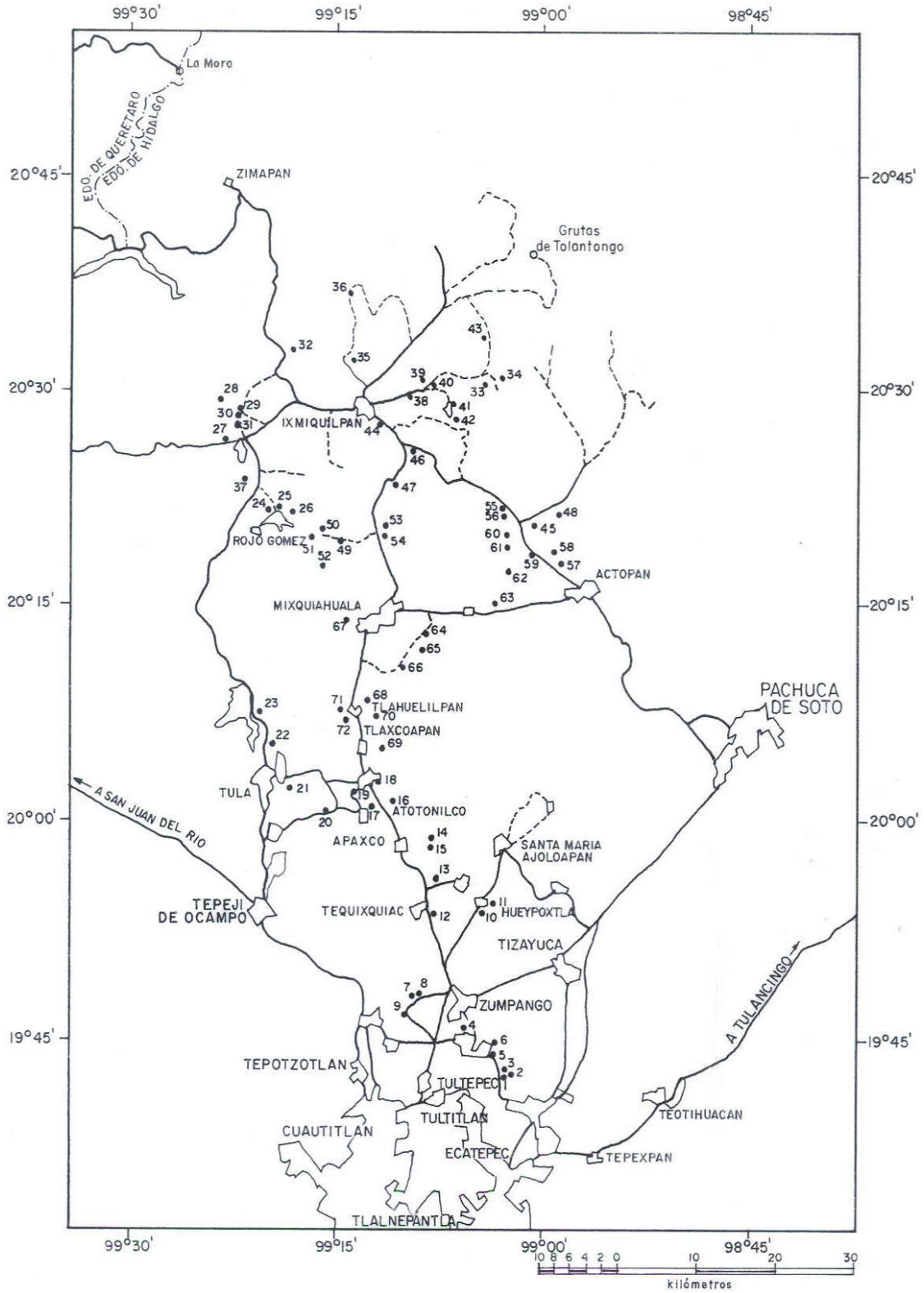


Figura 6. Localización de las estaciones de muestreo, para los suelos en la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, otoño de 2007.

4.2 Métodos analíticos utilizados en la determinación de los diferentes parámetros.

En el Cuadro 5 se presentan las determinaciones físicas y químicas que se realizaron a cada muestra de agua y extracto de suelo (pasta de saturación y relación 1:5).

Cuadro 5. Marchas analíticas en la evaluación de las diferentes mediciones.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	REFERENCIA
1. pH	Potenciómetro	APHA, 1995 4500-H-B
2. Conductividad eléctrica	Conductímetro	APHA 1995 25108
3. Residuo seco evaporado	Gravimetría	APHA 1995 2540-D
4. Residuo seco calcinado	Gravimetría	APHA 1995 2540-D
5. Sodio y potasio	Flamometría	APHA, 1995 3500-Na ⁺ y K ⁺ , D
6. Calcio y magnesio	Volumétrico	APHA, 19953500-Ca ²⁺ , D
7. Carbonatos	Volumétrico	APHA, 1995 2320-B
8. Bicarbonatos	Volumétrico	APHA 1995 2320-B
9. Cloruros	Titulación	APHA 1995 4500-C-IB
10. Sulfatos	Turbidimetría	APHA 1995 4500 SO ₄ ²⁻ E
11. Ortofosfatos	Colorimetría	Rodier, 1978
12. Nitratos	Colorimetría	Rodier, 1978
13. Boro	Azometina- H	Page, 1982
14. Presión Osmótica	Osmómetro	VAPRO, 1995
15. Humedad (%)	Gravimetría	NOM-021-RECNAT-2000
16 CaCO ₃ equivalente (%)	Volumétrico	NOM-021-RECNAT-2000

Con el propósito de tener valores límite de referencia en lo que se refiere a los valores de nuestras mediciones de las diferentes características físicas y químicas de las aguas residuales, en el Cuadro 6 se presentan las directrices sobre la calidad del agua (Ayers y Wescot, 1987; Rhodes *et al.*, 1999).

Las directrices se refieren sobre todo a los efectos a largo plazo de la calidad del agua sobre la producción de cultivos, las condiciones de suelo y el manejo agrícola. Dichas directrices tienen un carácter práctico y han sido utilizadas con éxito en la agricultura bajo riego, para evaluar los componentes del agua superficial, agua subterránea, agua de drenaje, efluentes de desagües y otras aguas residuales.

Cuando se utilizan aguas con valores menores a “ninguna restricción”, por lo general no se presentan o no se identifican problemas en los cultivos o en los suelos. En el caso de restricción “ligera o moderada” se requiere un cuidado gradualmente mayor en la selección de los cultivos y de las alternativas de manejo, para alcanzar el potencial máximo de rendimiento. La restricción “severa” implica la aparición de problemas en los suelos y en los cultivos se presentan reducciones en los rendimientos. Es necesario contar, para lograr rendimientos aceptables, con un manejo hábil y efectivo, además de un plan de operación específicamente adaptado a la calidad de las aguas que han de emplearse.

Los límites son en cierto modo arbitrarios ya que en la realidad los cambios son graduales y no existe una división abrupta sobre las diferentes graduaciones. Una variación del 10-20%, por encima o por debajo de los datos, tiene poca importancia, si se considera conjuntamente y en relación con otros factores que puedan afectar los rendimientos.

Las directrices técnicas constituyen un primer paso para señalar las limitaciones en calidad de una determinada fuente o suministro de agua, además de ayudar a superar las limitaciones del uso de una agua determinada. También estas directrices nos permiten adaptarnos a un determinado manejo de suelo agrícola, para un mejor uso de las aguas de baja calidad, como son las aguas residuales.

Cuadro 6. Directrices para interpretar la calidad de las aguas de riego.

Problema Potencial	Unidades	Grado de Restricción de Uso		
		Ninguno	Ligero	Severo
Salinidad (afecta disponibilidad de agua para el cultivo)				
ECa (o)	dS m ⁻¹	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
TSS	mg L ⁻¹	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltración (reduce infiltración; evaluar usando a la vez la ECa y RAS)				
RAS = 0 – 3		> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
= 3 – 6		> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
= 6 – 12		> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
= 12 – 20		> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
= 20 – 40		> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9
Toxicidad de iones específicos (afecta cultivos sensibles)				
Sodio (Na)				
riego por superficie	RAS	< 3	3 – 9	> 9
riego por aspersión	mmol _c L ⁻¹	< 3	< 3	
Cloro (Cl)				
riego por superficie	mmol _c L ⁻¹	< 4	4.0 – 10	> 10
riego por aspersión	mmol _c L ⁻¹	< 3	> 3	
Boro (B)				
Oligoelementos	mg L ⁻¹	< 0.7	0.7 – 3.0	> 2.5
Varios (afecta cultivos sensibles)				
Bicarbonatos (HCO ₃) (aspersión foliar únicamente)	mmol _c L ⁻¹	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
pH		Amplitud Normal 6.5 – 8.4		
*Cl / SO ₄ >	Halofitismo Suculencia			
*Cl / SO ₄ <	Leñosidad Xerofitismo			
*HCO ₃ / Cl + SO ₄ >	Viscosidad de las paredes celulares			

Fuente: Ayers y Wescot, 1987; Porta, 2003; *Velásquez, 2001.

4.3 Determinación de Bases Intercambiables -Método Pfeffer.

La determinación de cationes intercambiables en suelos salinos, con solución de NH₄ Cl 0.1N en alcohol etílico al 70% (p/v), a pH 7.

Este método se basa en el desplazamiento de los cationes intercambiables por los iones amonio de la solución alcohólica de NH_4Cl 0.1N. La razón por la cual se utiliza este método como estimador es que el yeso y los carbonatos de calcio y magnesio son insolubles en el reactivo Pfeffer (Pfeffer, 1967).

Para suelos con alto contenido de sales solubles, el extracto de suelo obtenido con solución alcohólica de NH_4Cl 0.1N, contiene a los cationes intercambiables y a los solubles. El contenido de ambas formas (intercambiables y solubles) recibe el nombre de cationes extraíbles con dicho reactivo. Para el cálculo de los cationes intercambiables se deben restar los cationes solubles.

La solución de NH_4Cl 0.1N en alcohol etílico al 70% o reactivo Pfeffer, se obtiene al disolver 5.35g de NH_4Cl en 270 ml de agua destilada, se agregan 730 ml de alcohol etílico al 96% y se ajusta el pH a 7.0 con hidróxido de amonio (NH_4OH).

El procedimiento consiste en pesar 5 g de suelo de cada una de las muestras y transferir a un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se añaden 100 mL de la solución Pfeffer, se agita y se deja reposar por 24 horas.

Transcurrido dicho tiempo se toma una alícuota de de 50 ml de la solución extractada de cada una de las muestras y se transfiere a una cápsula de porcelana o un vaso de precipitados y se pone a secar a $105\text{ }^\circ\text{C}$ hasta obtener el residuo seco evaporado y haber eliminado las sales de amonio. Se deja enfriar y se añade 50 mL de agua destilada para disolver las sales extraíbles con el reactivo Pfeffer. En este extracto acuoso se determinarán Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ , por flamometría Na y K, y por volumetría Ca y Mg, el método y la referencia se muestran en el Cuadro 5.

Los cálculos:

$$\frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{Ca} + \text{Mg})\text{extraíbles} = \frac{\text{mL EDTA} \times \text{N} \times \text{mL sol. Pfeffer} \times 100}{\text{mL alícuota} \times \text{g de suelo}}$$

$$\frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{Ca})\text{extraíbles} = \frac{\text{mL EDTA} \times \text{N} \times \text{mL sol. Pfeffer} \times 100}{\text{mL alícuota} \times \text{g de suelo}}$$

$$\frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{Mg})\text{extraíbles} = \frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{Ca} + \text{Mg})\text{extraíbles} - \frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{Ca})\text{extraíbles}$$

$$\frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{Na})\text{extraíbles} = \text{meq Na L}^{-1} \times \frac{\text{mL sol. Pfeffer} \times 100}{1000 \times \text{mL alícuota} \times \text{g de suelo}}$$

$$\frac{\text{meq}}{100 \text{ g de suelo}} (\text{K})\text{extraíbles} = \text{meq K L}^{-1} \times \frac{\text{mL sol. Pfeffer} \times 100}{1000 \times \text{mL alícuota} \times \text{g de suelo}}$$

Una vez obtenido los meq por 100 gramos de suelo de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ extraíbles, se restan los meq por 100 g de suelo de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ solubles obtenidos de un extracto de pasta de saturación y se obtienen los cationes intercambiables en meq por 100 g de suelo.

4.4 Análisis estadístico (asociación de variables).

Para establecer la dependencia funcional entre la concentración total electrolítica (mg L^{-1}), los $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ de cationes o de aniones y la presión osmótica (MPa) con respecto a la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de las soluciones acuosas de las aguas residuales, se calibró un modelo lineal ajustado por el origen, mediante la técnica del análisis de regresión lineal el cual relaciona la concentración de las soluciones expresadas en $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ o mg L^{-1} y la presión osmótica (PO) con respecto a la conductividad eléctrica (CE) de las soluciones acuosas (Richard, 1973; Velázquez, 2001; Mendoza, 2009).

El modelo en forma general tiene la estructura siguiente:

$$Y = B_1 X$$

Donde: Y. representa la concentración de la solución en mg L^{-1} o ppm, en un primer caso; la concentración de la solución en $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ de cationes ó aniones; en un segundo caso, y la presión osmótica en MPa desarrollada por la solución en un tercer caso; B_1 es la pendiente de la recta, es decir, el número de unidades (ppm o mg L^{-1} , $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ y MPa) en que aumenta la solución (Y) por cada unidad de conductividad eléctrica que está expresada en $\mu\text{S cm}^{-1}$ o dS cm^{-1} , en que también se incrementa la misma solución; X es la conductividad eléctrica de la solución en mS cm^{-1} ($\text{CE} \times 10^3$) o $\mu\text{S cm}^{-1}$ ($\text{CE} \times 10^6$).

El ajuste del modelo se realizó al relacionar primero la conductividad eléctrica (mS cm^{-1} o $\mu\text{S cm}^{-1}$) con la concentración de sales solubles de las soluciones en ppm o mg L^{-1} , luego con la concentración en $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$, y finalmente con la presión osmótica (MPa) empleando el método de mínimos cuadrados.

4.5 Formas de comprobar los análisis químicos de las aguas residuales

Después de determinar la composición química de las aguas residuales en sus constituyentes principales si estos se expresan en equivalentes químicos (Eq), la suma de cationes y aniones deben ser aproximadamente iguales (APHA, 1995).

Balance de cationes y aniones

En principio, las soluciones acuosas son electro-neutrales, es decir, en las soluciones se tiene una igualdad de cargas tanto positivas como negativas ($\Sigma n^+ = \Sigma n^-$). El porcentaje de la diferencia absoluta entre la suma de cationes y la suma de aniones es el siguiente:

$$\% \text{ Diferencia de error} = \left| \frac{\sum \text{mmol}_c L^{-1} \text{cationes} - \sum \text{mmol}_c L^{-1} \text{aniones}}{\sum \text{mmol}_c L^{-1} \text{cationes} + \sum \text{mmol}_c L^{-1} \text{aniones}} \right| \cdot 100$$

Y los criterios para aceptar este porcentaje son:

Cuadro 7. Criterios para aceptar el porcentaje de error.

Σ aniones o cationes (mmol _c L ⁻¹)	% Diferencia de error aceptable
0.0 – 3.0	± 0.2
3.0 – 10.0	± 2.0
10.0 – 800.0	± 2.0 – 5.0

Fuente: APHA, 1995.

Conductividad eléctrica experimental (medida) igual a conductividad eléctrica teórica (calculada).

En lo que se refiere a las mediciones de la conductividad eléctrica de las soluciones, y para considerar que estas mediciones son correctas APHA (1995) señala que el rango de variación de la conductividad eléctrica medida expresada en mS cm⁻¹ y la conductividad eléctrica calculada o teórica deben estar entre los siguientes valores:

$$0.9 < \frac{\text{CE medida}}{\text{CE calculada}} < 1.1$$

Conductividad eléctrica medida y la suma de los iones.

Para relacionar las mediciones de la conductividad eléctrica y la suma de iones (cationes o aniones), cualquiera de esas sumas será en términos generales $CE/100$ de los valores de la CE expresada en $\mu\text{S cm}^{-1}$. Para diferentes tipos de salinidad el valor se encuentra entre los siguientes rangos:

$$\frac{CE}{90} < \frac{CE}{100} < \frac{CE}{110}$$

o sea: $100 \Sigma \text{ cationes o } \Sigma \text{ aniones en mmol}_c \text{ L}^{-1} = (0.9 - 1.10) CE (\mu\text{S cm}^{-1})$ la suma de cationes y aniones debe ser 1/100 del valor de la conductividad eléctrica medida.

Sólidos totales disueltos (mediciones) = a sólidos totales disueltos (calculados)

Para considerar que los análisis de las aguas son correctos y confiables, el rango de variación entre el valor de sólidos totales disueltos (STD) medidos en mg L^{-1} y los sólidos totales calculados, deben de estar entre los siguientes valores:

$$1.0 < \frac{\text{STD medidos}}{\text{STD calculados}} < 1.2$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente en el Valle del Mezquital se riegan aproximadamente 180 kha (SEMARNAP y CONAGUA, 2006). A medida que se ha venido disponiendo de mayores volúmenes de aguas residuales, la superficie que se ha estado regando con estas aguas se ha incrementado. Los cultivos más comunes que se riegan con dichas aguas son: alfalfa, maíz, trigo, cebada, avena, frijol y algunas hortalizas. Las estaciones de muestreo de las aguas residuales se distribuyeron a lo largo de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán. En zonas aledañas a los diferentes canales de distribución y de conducción de aguas residuales se tomaron las muestras de suelo en diferentes profundidades.

En el presente estudio la discusión de los resultados tanto de aguas como de los suelos, se realizará mediante la utilización de diagramas sintéticos de asociaciones funcionales de variables. Los resultados de los valores de los diferentes parámetros se presentan en los anexos.

5.1 Composición iónica de las aguas residuales (otoño 2007 e invierno 2008).

Las diferentes aguas que se utilizan para el agua de riego de cultivos agrícolas en el Valle del Mezquital como: superficiales, subterráneas y residuales poseen composiciones químicas de diferentes cationes y aniones, es decir, sus relaciones iónicas presentan diferentes variaciones. Y como diferentes relaciones iónicas en estas aguas, en condiciones de cierto equilibrio dentro del espesor agronómico de los suelos, van a desarrollar procesos específicos de un quimismo determinado en los diferentes suelos que se riegan con estas aguas, de tal manera que en este trabajo de investigación se analizarán a las aguas residuales que derivan de la zona metropolitana de acuerdo con las diferentes relaciones aniónicas (tipos de agua). Estos tipos de agua van a desarrollar distintos tipos de salinización en los suelos.

Tipos de agua de acuerdo con su composición iónica:

1. Clorhídrica $\frac{Cl}{SO_4} > 2.0$
2. Sulfático-clorhídrica $\frac{Cl}{SO_4} = 1.0 - 2.0$

3. Clorhídrico–sulfática	$\frac{Cl}{SO_4}$	=	0.2 – 1.0
4. Sulfática	$\frac{Cl}{SO_4}$	<	0.2
5. Sulfático–sódica	$\frac{HCO_3}{Cl+SO_4}$	=	2.0

El número de muestras de agua con diferentes tipos de quimismo que se encuentran en la población de las aguas residuales, fueron como sigue: 1. composición clorhídrica 57 muestras, 2. composición sulfático-clorhídrica 70 muestras, 3. composición clorhídrica–sulfática 63 muestras, 4. composición sulfática 8 muestras, y 5. sódicas 4 muestras; El predominio de los cloruros (Cl⁻) se presenta en la composición iónica de 127 muestras

5.2 Distribución de los diferentes cationes y aniones en las aguas que riegan el Valle del Mezquital.

En las Figuras 7 y 8 se presentan las distribuciones de los cationes y los aniones en las aguas residuales de otoño 2007 e invierno 2008. En ambas figuras se observa que a lo largo de toda la red hidrográfica el sodio (Na⁺) ocupa una mayor superficie por lo que corresponde del lado de los cationes, y en lo que respecta al lado de los aniones, el anión bicarbonato (HCO₃⁻) ocupa la mayor superficie (presencia). Esta particularidad en lo que concierne a la composición química de las aguas residuales indica que de acuerdo al quimismo estas aguas tienen una gran proporción de iones bicarbonato (HCO₃⁻). Por último, se debe mencionar que los tipos de agua residuales en el Valle del Mezquital son: 1. clorhídrico–bicarbonatadas, 2. sulfático–clorhídricas–bicarbonatadas, 3. clorhídrico–sulfático–bicarbonatadas.

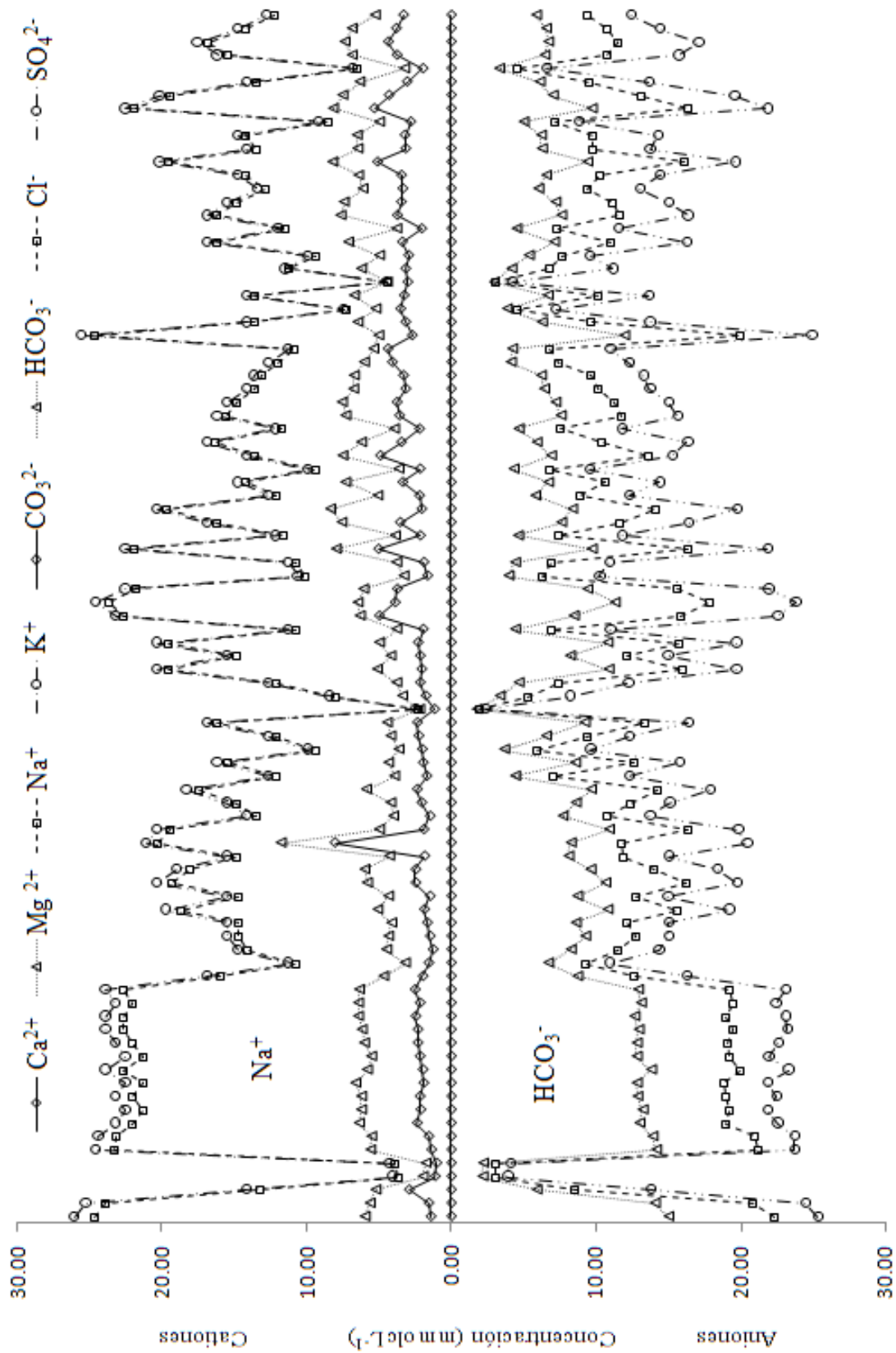


Figura 7. Composición iónica de las aguas residuales de la red hidrográfica, otoño – 2007.

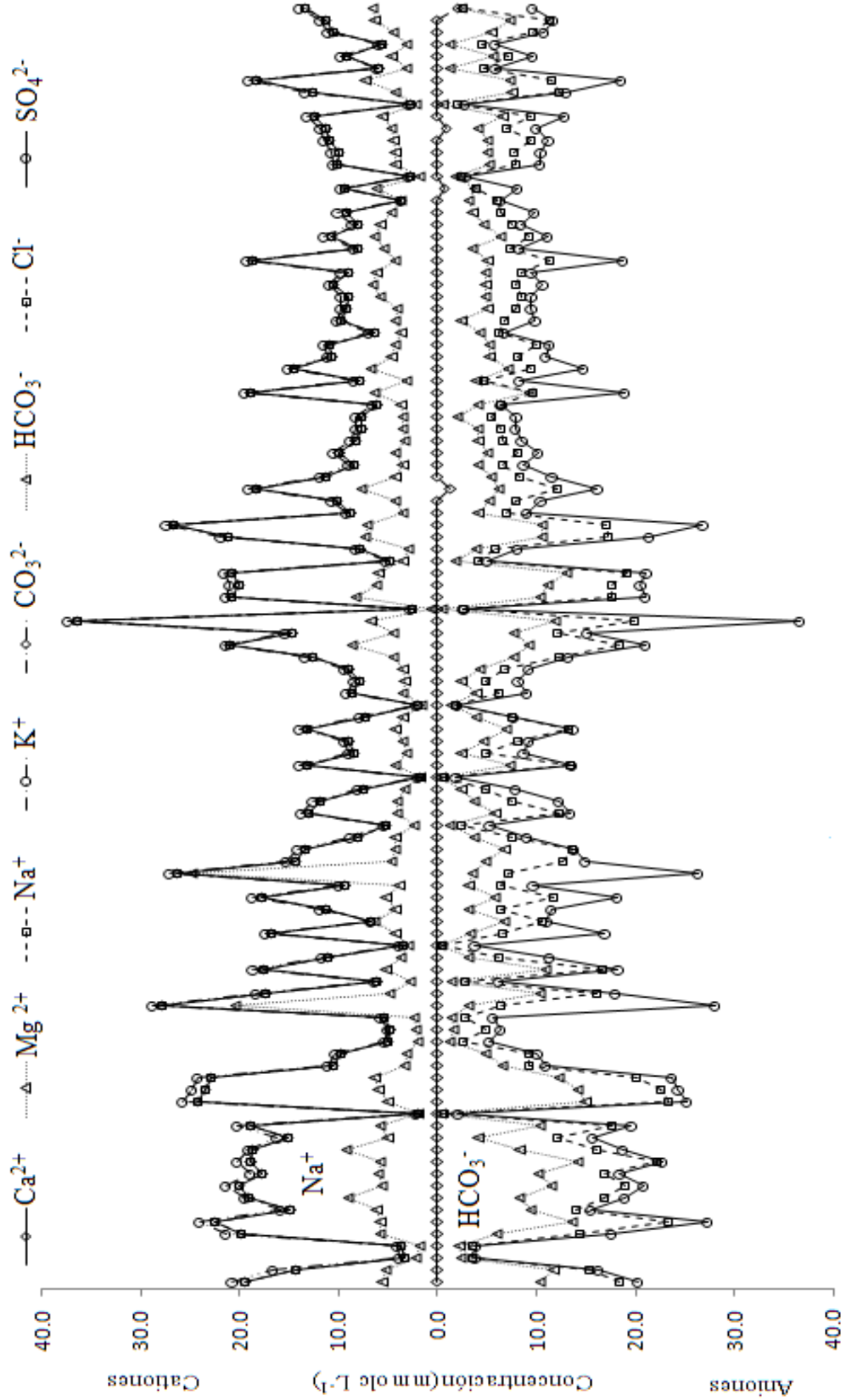


Figura 8. Composición iónica de las aguas residuales de la red hidrográfica, invierno – 2008.

5.3 Distribución de la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ y las concentraciones en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital.

Como se ha mencionado la calidad de las aguas de riego está determinada por la concentración electrolítica y por la composición relativa de sus diferentes iones.

En las Figuras 9 y 10 se presenta la distribución de frecuencias de las diferentes aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital con respecto a la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ y los $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$.

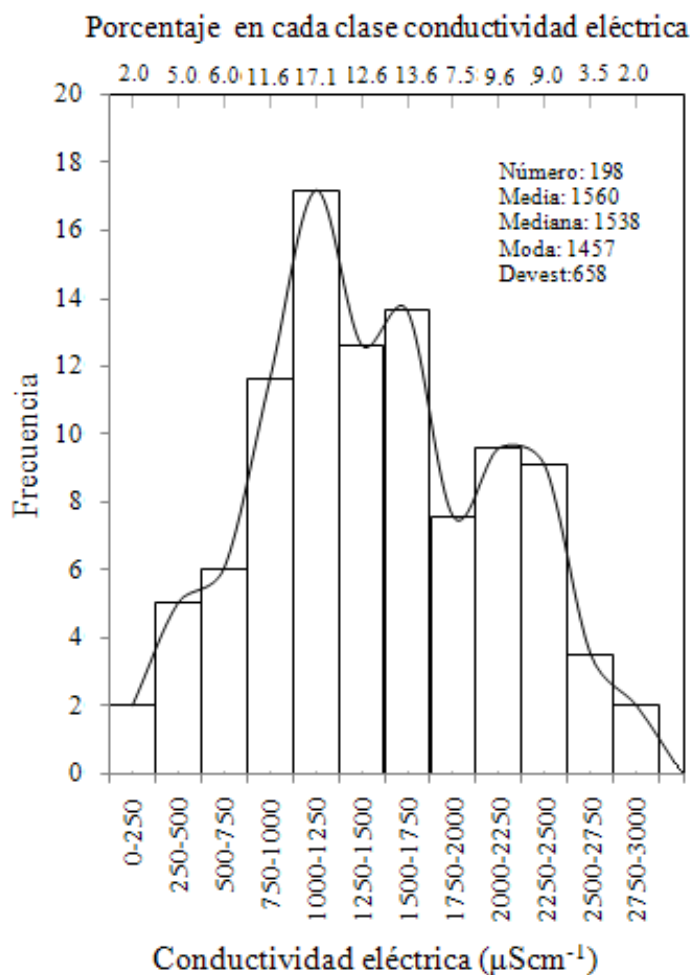


Figura 9. Curva de distribución de frecuencias de los valores de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

De acuerdo con los rangos de los valores de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) establecidos en el diagrama de Richards (1973) para considerar la calidad de las aguas para riego, las diferentes aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital se clasifican como sigue: 1. aguas con una conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1} < 250$ o (C1), se encontraron 6 muestras de agua; 2. Aguas con una conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1} 250.0 - 750$ (C2) se encontraron 20 muestras de agua; 3. Aguas con una conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1} 750.0 - 2250.0$ (C3) se encontraron 143 muestras de agua, y 4. Aguas con una conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1} 2250.0 - 5000$ (C4), se encontraron 29 muestras de agua.

Por último de acuerdo con los rangos de valores de $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital se clasificaron como sigue: 1. aguas con una concentración $< 5.0 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$, aquí se encontraron 15 muestras de agua; 2. aguas con una concentración de $5.0 - 10.0 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$, se encontraron 40 muestras de agua; 3. aguas con una concentración de $10.0 - 20.0 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$ se encontraron 96 muestras de agua; 4. aguas con una concentración de $20.0 - 30.0 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$ se encontraron 46 muestras de agua; y 5. aguas con una concentración $> 30.0 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$ aquí se encontró 1 muestra de agua.

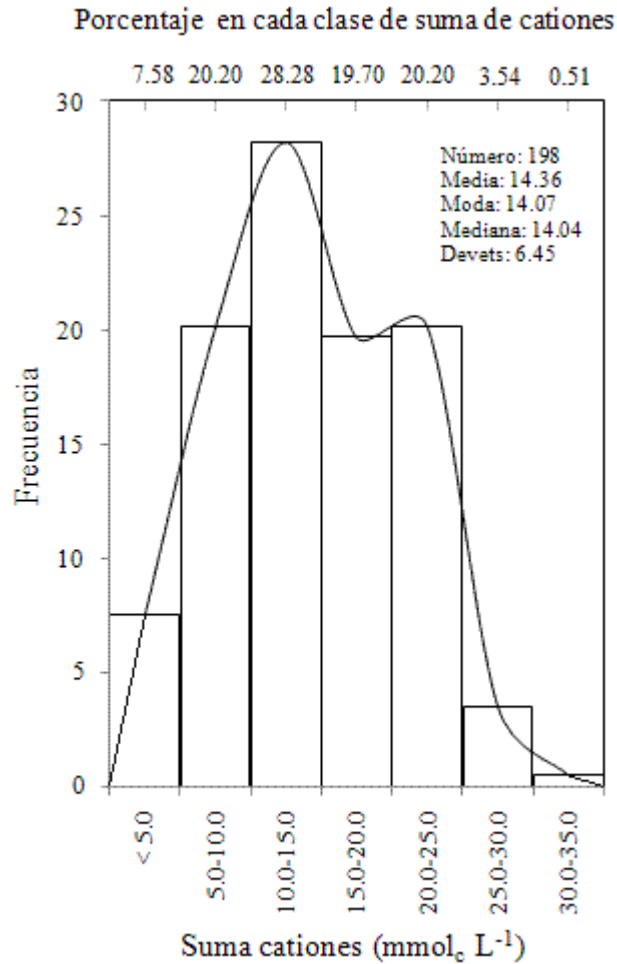


Figura 10. Curva de distribución de frecuencias de los valores de la suma de cationes (mmol_c L⁻¹) de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

5.4 Relación de la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales (determinada teóricamente) con la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ (determinada experimentalmente)

En los trabajos de caracterización de la calidad de las aguas residuales de una gran zona como lo es el Valle del Mezquital, donde considerando el punto de vista de la determinación de la concentración de las sales solubles y condicionando el diagnóstico y clasificación de estas aguas residuales, se ha tomado en cuenta que medir la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) se puede relacionar con los sólidos disueltos en estas aguas (mg L^{-1}).

Con la finalidad de establecer en qué medida las mediciones experimentales de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de las aguas residuales corresponden con los valores teóricos

de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$). de estas mismas aguas se procedió a establecer la relación funcional $\text{CE}_{\text{teó}} = fa(\text{CE}_{\text{exp}})$. Para este efecto se calculó la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) teórica para cada ión que se tiene en las muestras de agua, de acuerdo con lo establecido por APHA (1995).

En el Cuadro 8 se presentan los valores de conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ teórica para cada ión que se tiene en las muestras de agua residuales.

Cuadro 8. Factores de conductividad eléctrica teórica de los diferentes iones que más comúnmente se encuentran en las aguas.

Ión	Conductividad eléctrica a 25°C ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	Por $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	Por mg L^{-1}
Bicarbonato	43.6	0.715
Calcio	52.0	2.60
Carbonato	84.6	2.83
Cloruro	75.9	2.14
Magnesio	46.6	3.82
Potasio	72.0	1.84
Sodio	48.9	2.13
Sulfato	73.9	1.54

Fuente: APHA, 1995

En la Figura 11 se presenta la relación funcional $\text{CE}_{\text{teó}} = fa(\text{CE}_{\text{exp}})$

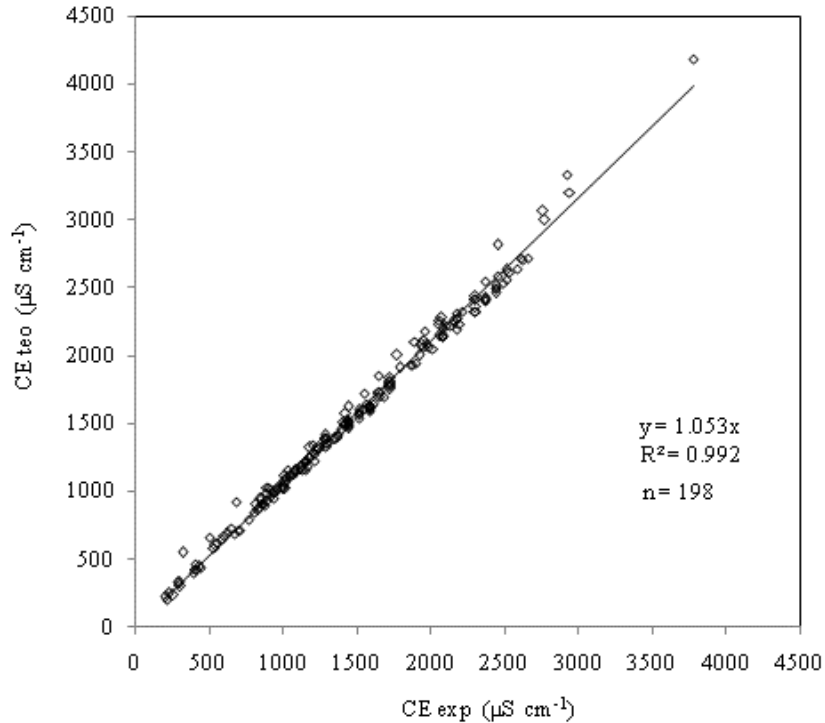


Figura 11. Relación funcional entre la conductividad eléctrica teórica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)–conductividad eléctrica experimental ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de las aguas residuales del Valle del Mezquital.

De acuerdo con la Figura 11 se concluye que las determinaciones experimentales de la conductividad eléctrica de las muestras de agua están correctamente determinadas.

Por último es necesario mencionar que, las sales solubles que se encuentran en las soluciones acuosas de las aguas naturales superficiales, subterráneas y residuales, en sus formas disociadas están formando diferentes iones independientes. Los fenómenos de disociación ocurren de acuerdo con las leyes de disociación electrolítica. Es así que los valores de la conductividad eléctrica de distintas soluciones salinas son proporcionales a sus concentraciones iónicas de estas mismas.

5.5 Relación de los mg L^{-1} analíticos con la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales

Como se ha señalado por diferentes autores (Richard L.A., 1973; Jurinak y Suarez, 1990; Velázquez, 2001), en investigaciones específicas sobre un gran número de determinaciones de

la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ y su relación con la cantidad en peso de los iones disociados, a este respecto, se ha establecido que las mediciones de la conductividad eléctrica son directamente proporcionales a las masas de las sales disociadas. También a su vez se ha indicado que esta relación funcional $\text{mg L}^{-1} = fa(\text{CE})$ en proporcionalidad depende de la pendiente del tipo de salinidad. Para diferentes tipos de sales puras y tipos de salinidad los valores de la pendiente varían de 0.580–1.250 cuando la conductividad eléctrica es expresada en $\mu\text{S cm}^{-1}$.

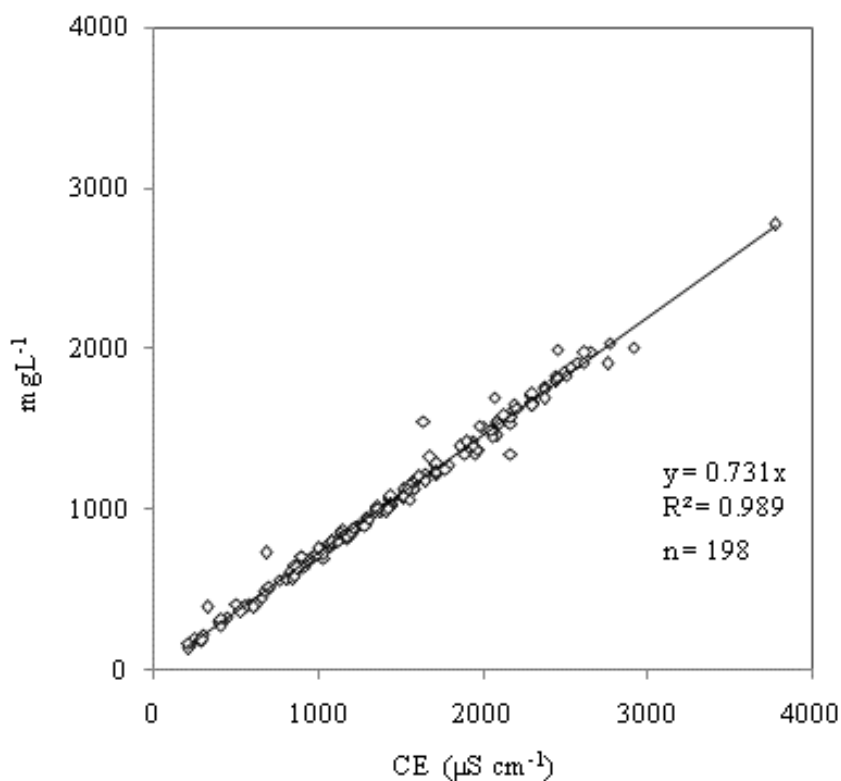


Figura 12. Concentración de sales expresadas en mg L^{-1} y su relación con la conductividad eléctrica de las aguas residuales del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

En la Figura 12 se presenta la relación funcional entre las concentraciones de las sales solubles de las aguas residuales y sus valores correspondientes de la conductividad eléctrica $\text{mg L}^{-1} = fa(\text{CE})$.

El valor de la pendiente encontrado es de 0.731. Este valor corresponde a soluciones ricas en iones bicarbonato.

5.6 Relación de suma de cationes $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ con la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales

Dentro de las características que tienen las soluciones acuosas salinas (aguas naturales y residuales) es que la conductividad eléctrica de las soluciones acuosas expresada en $\mu\text{S cm}^{-1}$ está en función proporcional a la concentración. Conocer los valores de la relación funcional de cationes o aniones $\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = fa(\text{CE})$ es muy importante, ya que en las determinaciones analíticas la suma de cationes o de aniones debe ser aproximadamente igual, tomando en cuenta los porcentajes de error permisibles (Richards, 1973; APHA, 1995).

En la Figura 13 se presentan los valores de la relación funcional $\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = fa(\text{CE})$ para cationes. El valor de la pendiente es 0.00981.

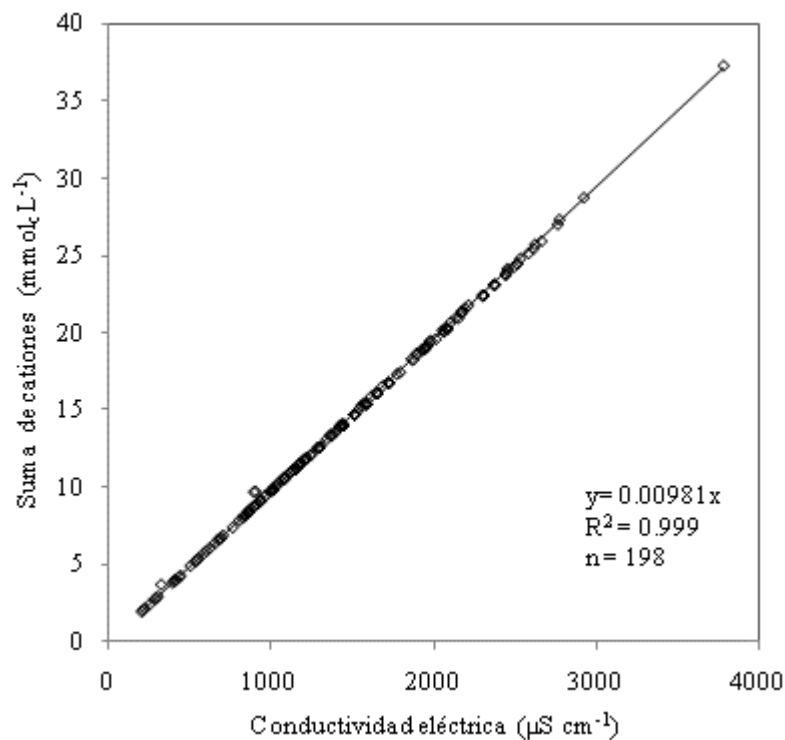


Figura 13. Relación entre la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ y la concentración de las sales solubles expresada en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ de las muestras de agua que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

5.7 Relación de la presión osmótica (MPa) y la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de las aguas residuales

El efecto osmótico de las soluciones acuosas y extractos de saturación de los suelos salinos es proporcional a la concentración de solutos en estas soluciones. En muchos casos, la presión osmótica es la que condiciona la salinidad de las diferentes aguas y extractos de suelo. El efecto osmótico de las soluciones acuosas está relacionado con la concentración total de sales, y no tanto con las concentraciones específicas de uno u otro componente. Estos efectos osmóticos se hacen evidentes de manera general, con retraso en el crecimiento de los cultivos, presentándose plantas con pocas hojas y hojas pequeñas.

El movimiento neto de las moléculas del disolvente a través de las membranas semipermeables, donde el disolvente puro, o donde la disolución diluida, hasta la disolución más concentrada, recibe el nombre de ósmosis. La presión osmótica (π), de una disolución es la presión que se requiere para detener la ósmosis, se expresa en atmósferas, y conforme la fórmula:

$$\pi = MRT$$

Donde: T - es la temperatura absoluta ($^{\circ}\text{K}$).

M - es la molaridad de la solución (Moles L^{-1})

R - es la constante de los gases (0.082057 L atm/ K mol).

La presión osmótica de las soluciones acuosas de las aguas residuales también se puede determinar de acuerdo con:

$$\text{mg L}^{-1} = 0.731 \text{ CE y } \text{PO}_{\text{atm}} = 0.000400 \text{ CE}$$

$$\text{PO}_{\text{atm}} = \frac{0.000400}{0.731} \text{ CE}$$

Donde: mg L^{-1} – son los mg L^{-1} que se encuentran en las aguas residuales

0.731- es la pendiente de la recta que es determinada numéricamente al relacionar $\text{mgL}^{-1} = fa(\text{CE})$ en una población de aguas residuales.

0.000400- es la pendiente de la recta que es determinada numéricamente al relacionar $\text{PO}_{\text{atm}} = fa(\text{CE})$

CE- es la conductividad eléctrica determinada numéricamente en una población de aguas residuales $\mu\text{S cm}^{-1}$.

PO_{atm} es la presión osmótica de las soluciones acuosas de una población de aguas residuales

En la Figura 14 se presenta la relación $\text{PO}_{\text{teórica}}$ (MPa) – PO_{exp} (MPa). El valor numérico de la pendiente de la relación funcional $\text{PO}_{\text{teórica}} = f(\text{PO}_{\text{exp}})$ es 1.1092. Este valor corresponde a soluciones del tipo bicarbonatado (Richards, 1973; Velázquez, 2001)

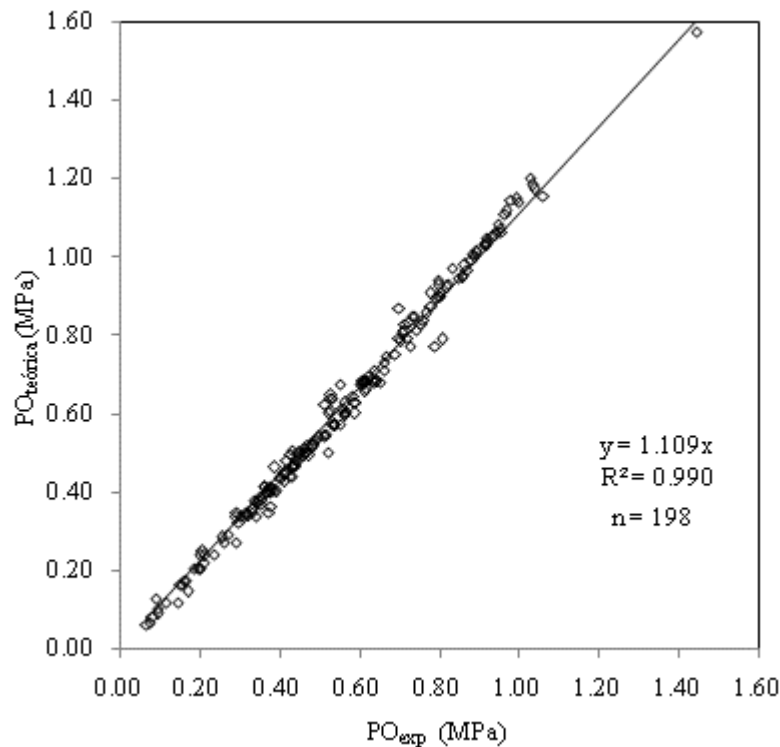


Figura 14. Relación entre la PO_{exp} (MPa) y la $\text{PO}_{\text{teórica}}$ (MPa) de las muestras de agua que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

5.8 Relación de los mmol-ión L^{-1} y la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales

Debido a que las mediciones de la presión osmótica se llevan a cabo a temperaturas constantes, la concentración de sales disociadas se expresa en unidades de molaridad. Y al igual, que la elevación del punto de ebullición, la disminución del punto de congelación, esta en relación directamente proporcional a la concentración de la dilución. Esto es lo que debería

esperarse, ya que todas las propiedades coligativas de las soluciones dependen sólo del número de partículas de los solutos disueltos en la disolución.

En la Figura 15 se presenta la relación de mmol-ión L^{-1} con respecto a la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital. El conocimiento del coeficiente $a=0.016$, es muy útil para conocer las presiones osmóticas, que se desarrollan en las soluciones acuosas de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital.

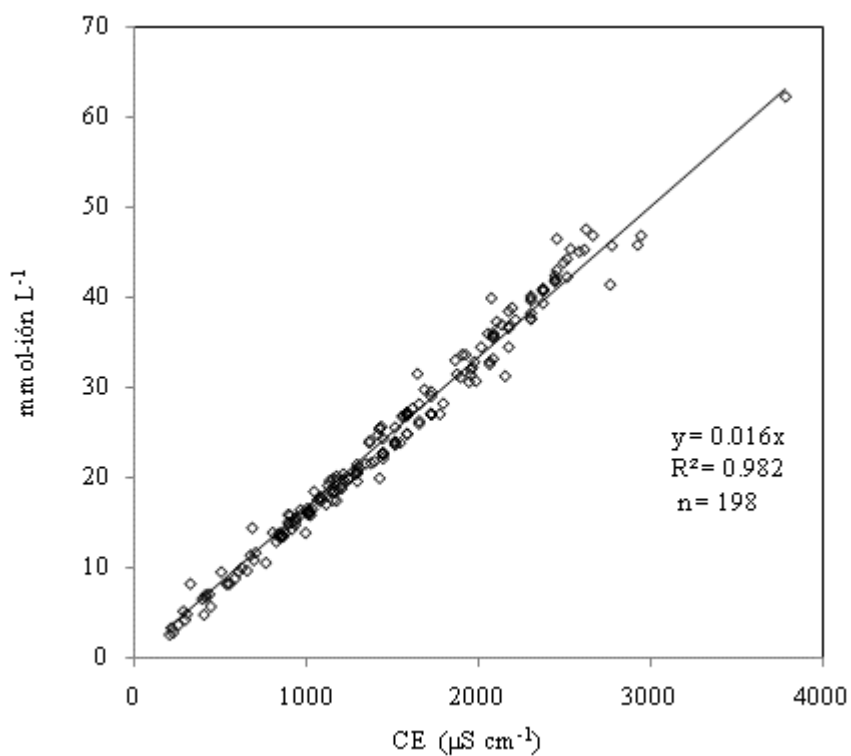


Figura 15. Relación entre los mmol-ión L^{-1} y la conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$ de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

5.9 Clasificación de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital de acuerdo con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

La presencia de los iones de sodio, en concentraciones por arriba de ciertos valores con respecto a las concentraciones de los iones de calcio y de magnesio en las soluciones de los suelos, se considera como peligroso, ya que en estos suelos se presentan los siguientes fenómenos que son: un deterioro de las propiedades físicas de los suelos y efectos de toxicidad

en los cultivos debido a las grandes cantidades de iones de sodio en las soluciones de los suelos. El deterioro de las propiedades físicas de los suelos se debe a los altos niveles de sodio intercambiable que se encuentran en los suelos (Reitemeter, 1946; Levy *et al.*, 1972; Levy *et al.*, 2003).

La sodicidad de un suelo se encuentra determinada por el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), ya que éste está referido a la cantidad de cargas que están neutralizadas con iones de sodio. El Porcentaje de Sodio Intercambiable puede ser estimado mediante el conocimiento de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) del agua de riego.

Se ha considerado por el laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (SLS-USA,1954) que se puede asumir que el comportamiento del ión magnesio es similar al del ión calcio en la fase adsorbida.

Por otra parte, como ya se ha señalado anteriormente, que las diferentes aguas naturales debido a su composición iónica, en lo que se refiere a los aniones, poseen diferente régimen físico-químico y sobre todo aquellas aguas que tienen cantidades considerables de iones bicarbonato como son las aguas residuales. De aquí se deriva que los contenidos de iones de calcio y de magnesio sufren variaciones considerables debido a la tendencia que tienen estas aguas de poseer un régimen físico-químico que tiende a la alcalinidad ($\text{pH} > 7.0$).

En estas condiciones los iones bicarbonato se precipitan en forma de calcita, debido a que los valores de la Relación de Adsorción de Sodio RAS tenderán a obtener diferentes valores numéricos como resultado de la precipitación o solubilización de ciertas fracciones de la calcita. El proceso de precipitación o de solubilidad de la calcita está determinado por las constantes de equilibrio de los iones de calcio, carbonato y bicarbonato.

En la Figura 16 se presenta la relación funcional $\text{RAS}_{\text{or}}-\text{RAS}_{\text{aj}}$.

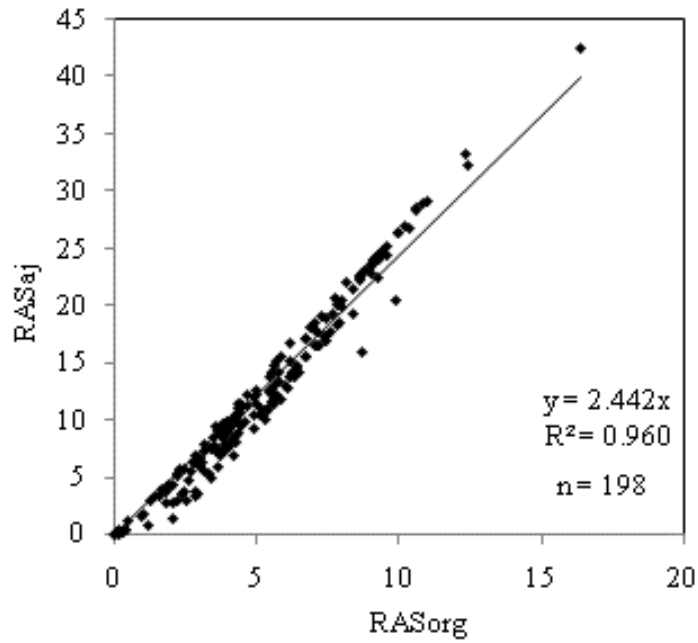


Figura 16. Relación entre los valores del RSA_{aj} - RAS_{or} .

En la Figura 17 se presenta la relación de RAS°_{corr} - RAS_{or} .

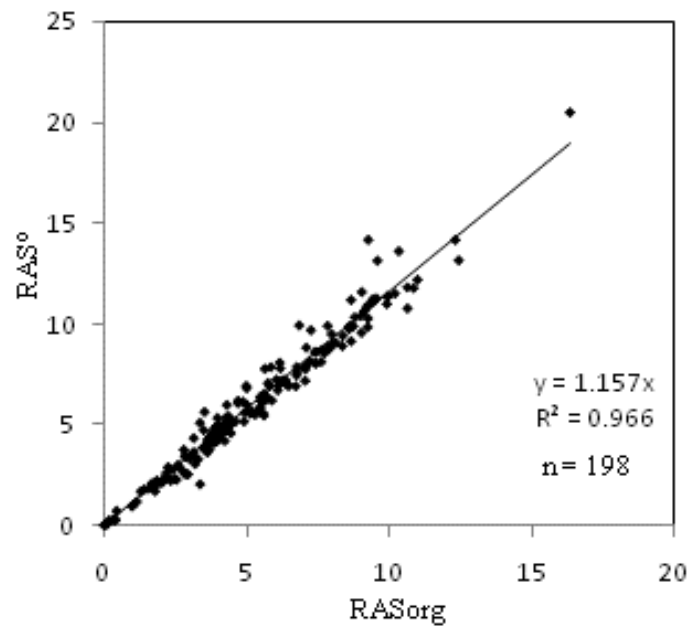


Figura 17. Relación entre los valores de RAS°_{corr} - RAS_{or} .

Con los valores numéricos de los diferentes RAS calculados por las diferentes conceptualizaciones obtenemos diferentes valores de sodio intercambiable PSI. La determinación de valores extremos de PSI_{\min} y PSI_{\max} es muy útil desde el punto de vista del manejo de las fuentes de calcio para mejorar los suelos sódicos.

En el Cuadro 9 se presenta como se encuentran distribuidas las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital de acuerdo con los valores numéricos del RAS y CE. Aquí se toma en cuenta las variaciones que tienen las concentraciones de calcio de acuerdo a los procesos de precipitación o disolución de la calcita.

Cuadro 9 Clasificación de las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo con las diferentes formulaciones de RAS-CE, otoño 2007 e invierno 2008.

FORMULACIONES DE RAS	C1S1	C2S1	C3S1	C3S2	C3S3	C3S4	C4S1	C4S2	C4S3	C4S4
	Numero de muestras de aguas									
$RAS = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}}$	3	23	75	65	3	-	2	6	20	1
$RAS_{aj} = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}} [1.0 + (8.4 - pH_c)]$	3	23	13	52	42	36	1	1	-	27
$RAS^o = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}}$	3	23	57	74	12	-	2	1	22	4

En la Figura 18 se indica cómo se distribuyeron las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital de acuerdo con los valores numéricos de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) en sus diferentes conceptualizaciones (Richards, 1973).

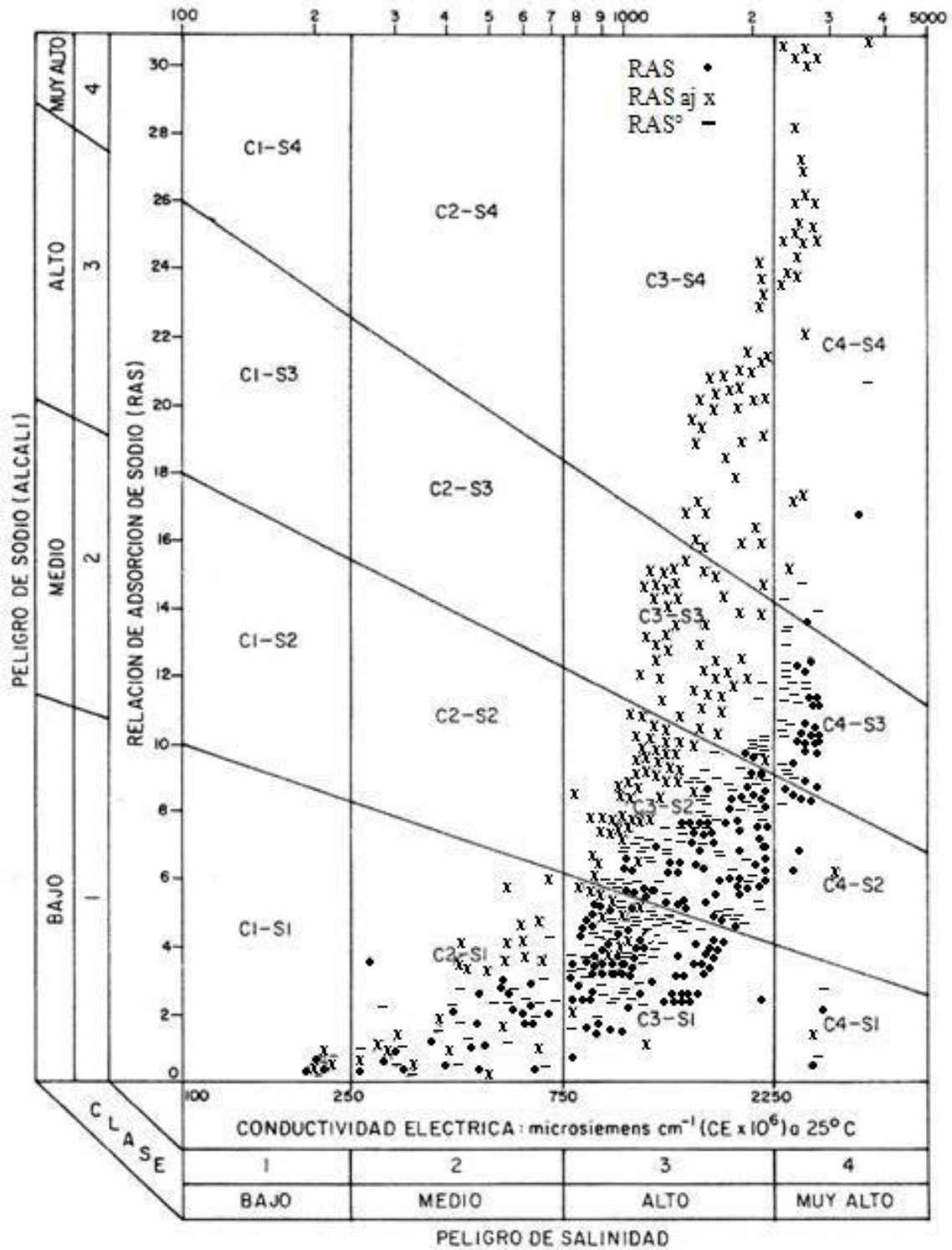


Figura 18. Diagrama de clasificación de las aguas residuales, de la red hidrográfica Zumpango – Ixmiquilpan – Zimapán, otoño 2007 e invierno 2008, RAS original-CE, RAS ajustado-CE y RAS° corregido-CE.

6.0 Clasificación de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital en lo que se refiere al Peligro de Disminución de la Infiltración

El peligro de la salinidad de las aguas residuales de riego puede tener un efecto negativo en la producción de los cultivos. Una reducción en la tasa de infiltración del agua de riego puede por lo general ser atribuida a la formación de costras en la superficie de los suelos, a la deposición y a la migración de las arcillas dentro de los poros de los suelos y al hinchamiento de las arcillas del grupo 2:1, que son estos grupos de la montmorillonita.

McNeal (1966) señala que se presenta una mayor disminución de la conductividad hidráulica en los suelos con altos contenidos de arcillas activas del tipo 2:1 y por lo tanto corresponde a estos suelos regados con aguas con elevados valores de RAS.

Las partículas coloidales son la fracción del suelo que determina de manera decisiva el comportamiento físico de los suelos. Las partículas arcillosas poseen una gran área superficial, por consiguiente son las más activas en los procesos de dispersión y de hinchamiento. Las esmectitas son las arcillas más activas en los suelos de las zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, también el peligro por sodicidad de las aguas de riego depende a su vez del manejo de estas aguas.

El riego por aspersión, puede en gran medida incrementar los problemas de infiltración que generalmente están asociados con la aplicación de las aguas de riego. Debido a que es más grande la posibilidad de que se propicie un encostramiento de la superficie del suelo, el método de riego por aspersión puede ser inadecuado cuando se dispone de aguas que tienden a causar dispersión e hinchamiento en los suelos. Tal es el caso cuando se riega con aguas residuales que presentan grandes cantidades de iones de sodio y de iones bicarbonato. Los sistemas de riego por goteo o sistemas de riego por superficie, producen una menor separación de las partículas arcillosas, cuando se utilizan aguas con peligro de sodicidad. Esto que se menciona aquí, es muy importante para el caso en el que se utilicen aguas con alguna cantidad de bicarbonatos.

El proceso de infiltración se refiere a la facilidad con que el agua atraviesa la superficie del suelo, y esta se mide en términos de sodicidad. El término permeabilidad se refiere a la conductividad hidráulica, la cual depende de la geometría de los poros del suelo y del

contenido del agua en el suelo, y este se utiliza para describir el flujo del agua que tiene a escurrir dentro de la masa del suelo. En este trabajo se utilizó el término “problemas de infiltración” para indicar el efecto de la salinidad y la sodicidad, en relación con la facilidad con que el agua aplicada entra y se desplaza en los primeros centímetros del suelo. Un problema de infiltración se hace evidente, cuando el agua de riego no atraviesa la superficie del suelo a una velocidad lo suficientemente rápida, como para permitir la renovación del agua consumida por el cultivo entre riegos.

Una tasa de infiltración es considerada como baja si es de 3.0 mm h^{-1} , mientras que una tasa de infiltración de 12.0 mm h^{-1} es considerada como relativamente alta (Akhter *et al.*, 2004; Choudhary *et al.*, 2006; Kaledhonkar *et al.*, 2006).

En la Figura 19 se presenta la relación RAS-CE de las aguas que riegan el Valle del Mezquital y como se clasifican de acuerdo a su capacidad de infiltración.

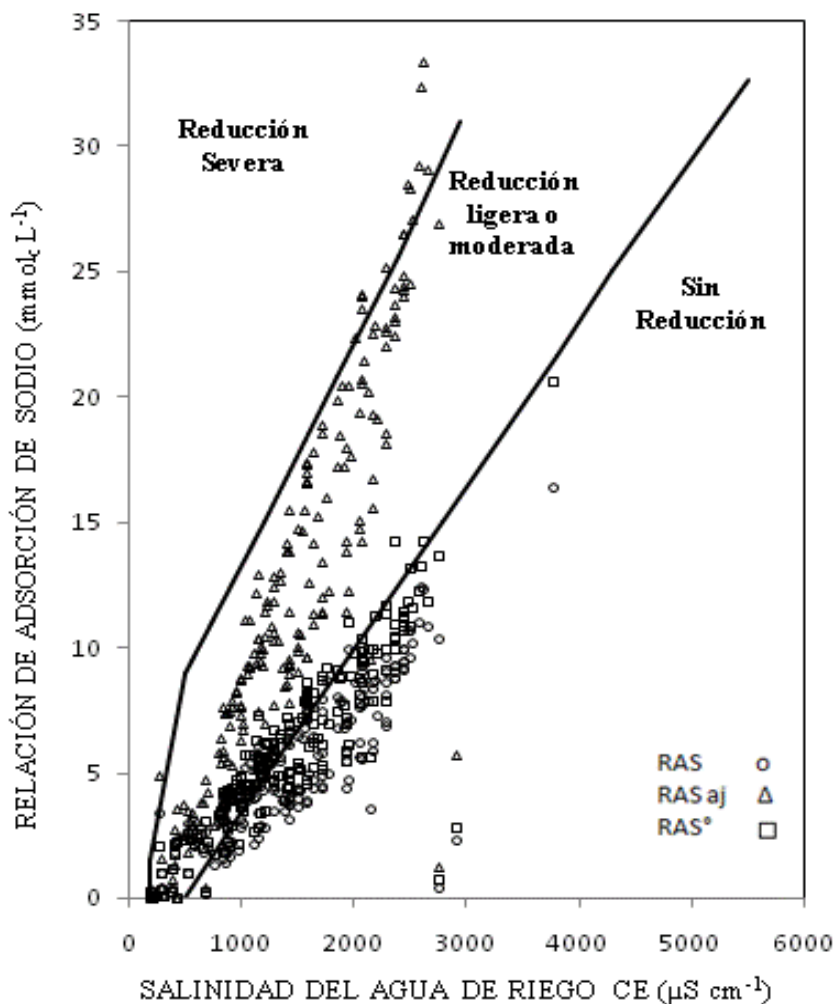


Figura 19. Reducción relativa de la infiltración provocada por la salinidad y la relación de adsorción de sodio bajo diferentes formulaciones (RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS°_{corr}) de las aguas residuales de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, Otoño 2007 e Invierno 2008.

En el Cuadro10 se presenta como se encuentran distribuidas las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, de acuerdo con los efectos que tienen estas aguas en los procesos de infiltración los suelos. Aquí se toman en cuenta las variaciones que tienen las concentraciones de calcio de acuerdo a los procesos de precipitación o disolución de la calcita.

Cuadro 10. Clasificación de las aguas residuales, de acuerdo con la pérdida de infiltración bajo diferentes formulaciones de RAS; Otoño 2007 e Invierno 2008.

FORMULACIONES DE RAS	Sin Reducción	Reducción Ligera o Moderada	Reducción Severa
	Número de muestras de aguas		
$\text{RAS} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$	140	58	-
$\text{RAS}_{\text{aj}} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}} [1.0 + (8.4 - \text{pHc})]$	4	181	13
$\text{RAS}^{\circ} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$	93	105	-

6.1 Carbonato de Sodio Residual

Todas las aguas que se utilizan para riego contienen alguna cantidad de sales disueltas. De tal manera que, si el agua de riego es repetidamente evaporada y transpirada por las plantas en una masa de suelo determinada, el contenido de sales en el suelo aumentará hasta un valor tal que el contenido de cationes de una determinada agua de riego, será muy alto y si el ión sodio se caracteriza por tener una alta proporción, entonces, durante el uso de esta agua de riego en el complejo de intercambio catiónico aumentará el sodio intercambiable. Altos contenidos de sodio intercambiable conducen a que los suelos adquieran propiedades físicas adversas para el desarrollo de los cultivos, pérdida de permeabilidad y dispersión de los suelos. Eaton (1950), en su tiempo sugirió que estos efectos nocivos pueden ser agravados si las aguas de riego contienen altos valores de iones bicarbonato. Como las aguas sulfático-clorhídrico-bicarbonatadas, clorhídrico-sulfático-bicarbonatadas, que riegan el Valle del Mezquital contienen iones de calcio Ca^{2+} e iones de bicarbonato HCO_3^- , y mediante un proceso de evaporación del H_2O sale del sistema, entonces, el CaCO_3 se precipita de acuerdo con la reacción:



De tal manera que de acuerdo con este proceso, la relación de sodio Na^+ con respecto al calcio Ca^{2+} en la solución del suelo, tenderá a aumentar.

Es así que se propuso por Eaton (1950) el parámetro de Carbonato de Sodio Residual (CSR) que a continuación se indica:

$$\text{Carbonato de Sodio Residual (CSR)} = (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

En la Figura 20 se presenta como se encuentran distribuidas las aguas residuales urbano-industriales que riegan el Valle del Mezquital.

En los últimos tiempos, se ha observado que las aguas de riego que se utilizan en las zonas áridas y semiáridas poseen elevadas concentraciones de sales, y que a su vez, contienen elevadas concentraciones de bicarbonatos. Ejemplos de estos tipos de aguas se tienen en Pakistán (Punjab), India (zona noroeste), Estados Unidos (Fresno y Valle Imperial), México (zonas del Bajío y aguas subterráneas de origen basáltico). Las aguas urbano-industriales que riegan el Valle del Mezquital contienen cantidades variables de iones bicarbonato.

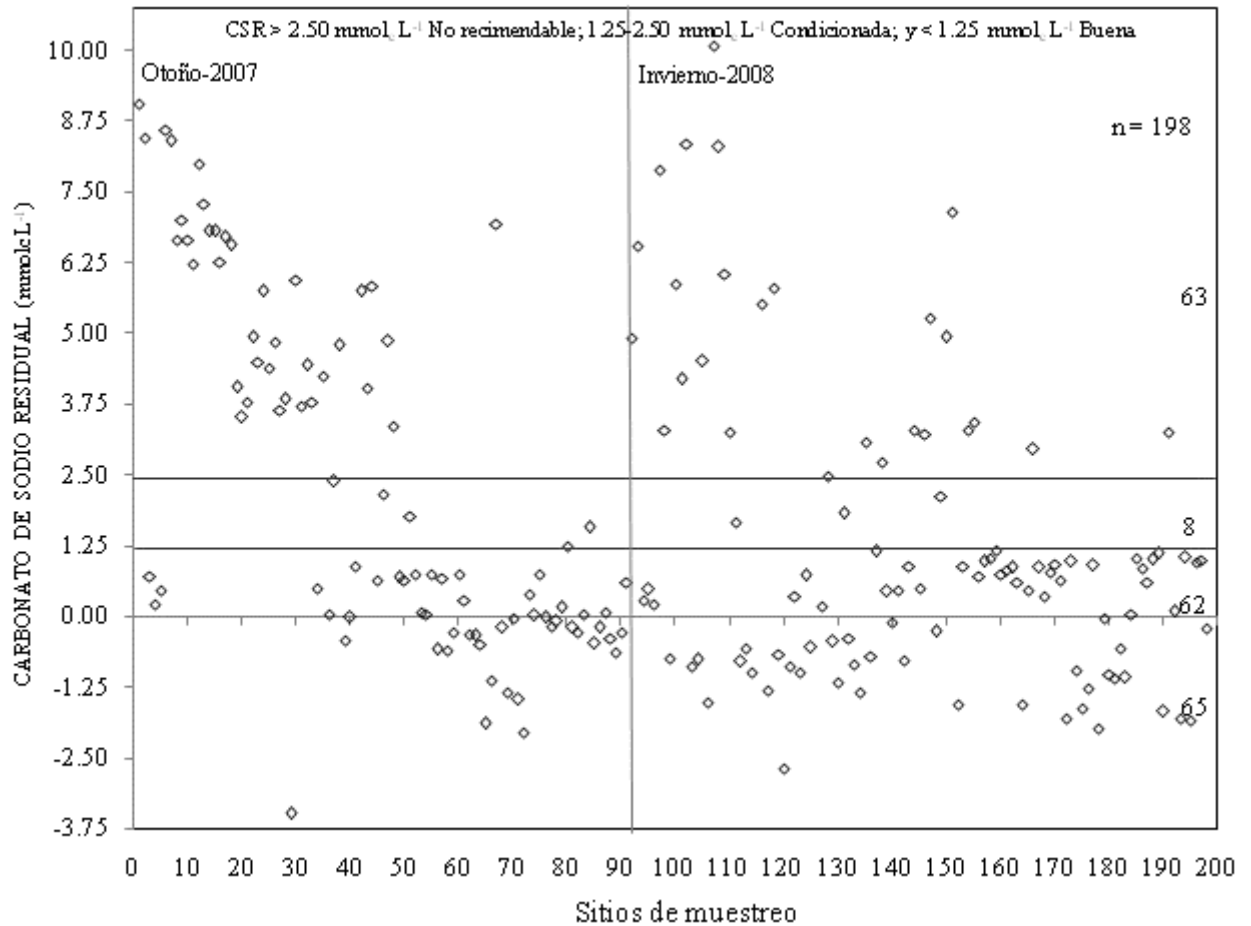


Figura 20. Distribución de las aguas residuales de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo con el contenido de carbonato de sodio residual “Na₂CO₃”, CSR= (HCO₃⁻ + CO₃²⁻) – (Ca²⁺ + Mg²⁺) mmol_e L⁻¹, otoño 2007 e invierno 2008.

Después de los trabajos de Eaton (1950) y Wilcox *et al.* (1954) se han utilizado para riego aguas de pozos profundos y aguas residuales con valores de carbonato de sodio residual más altos que los que propuso en su tiempo Eaton. Esto se debe a que en la actualidad, prácticamente se han utilizado en el riego de cultivos todo tipo de aguas de la más variada composición química.

Las aguas que contienen CSR > 2.50 mmol_e L⁻¹ han sido consideradas insatisfactorias para riego. Sin embargo, Gupta (1983), reportó que las aguas de riego que contienen CSR > 10.0 mmol_e L⁻¹, y una conductividad eléctrica de 2.0 μS cm⁻¹ y un RAS < 10, pueden prácticamente utilizarse en el riego sin afectar el rendimiento del trigo en un suelo franco-arenoso calcáreo.

6.2 La relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital.

Es de mucha importancia tener la posibilidad de predecir la distribución de los iones en la solución del suelo y los iones adsorbidos en los sistemas coloidales de los suelos cuando se tienen condiciones de equilibrio. Cuando esto se tiene, entonces, se pueden manejar los problemas salinidad y sodicidad (Rao *et al.*, 1968; Li *et al.*, 2004; Mohamed y Miller, 2006; Murtaza *et al.*, 2006).

Un parámetro de evaluación muy importante, sobre la posibilidad de una determinada agua de riego, es determinar el nivel en el que se deberá encontrar el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) en el complejo de intercambio de cationes de los suelos, debido a los procesos de adsorción de los iones de sodio en las aguas de riego.

El Porcentaje de Sodio Intercambiable es la propiedad más relacionada con la disminución de la permeabilidad de los suelos, además de las manifestaciones tóxicas del ión sodio en los cultivos. Los efectos del ión sodio sobre los sistemas coloidales de los suelos están bien correlacionados. Por consiguiente, cualquier posible elevación del peligro potencial de la sodicidad en el agua de riego, deberá relacionarse con el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) de los suelos que tendrá que encontrarse en el suelo derivado del uso de un agua de riego (Choundhary *et al.*, 2001; Levy *et al.*, 2002; Choundhary *et al.*, 2006; Crosbie *et al.*, 2007).

El peligro potencial de la sodicidad de un agua de riego es a veces elevado conforme a los valores de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y con los valores de la salinidad.

En los trabajos de diagnóstico y predicción de los peligros de la sodicidad, el PSI de un suelo es estimado de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), cuando una determinada agua de riego se encuentra en equilibrio con el suelo en condiciones de saturación. La ecuación para calcular el PSI a partir de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{XNa}{CIC - XNa} = Kg \ RAS \quad y \quad PSI = \frac{XNa}{CIC} \ 100$$

Después de hacer los arreglos correspondientes la ecuación final queda como sigue:

$$\frac{PSI}{100 - PSI} = K RAS$$

Y despejando PSI nos queda como resultado:

$$PSI = \frac{Kg RAS}{1.0 + kg RAS} 100$$

Esta es la ecuación para calcular el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) de un suelo conociendo la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) de una determinada agua de riego en equilibrio y en condiciones de saturación.

En la Figura 22 se presenta la relación funcional PSI-RAS para los diferentes valores del RAS de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital con sus diferentes conceptualizaciones (RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr}). Esta relación funcional PSI-RAS se calculó para los siguientes valores del coeficiente de selectividad iónica $kg = [mmol L^{-1}]^{-1/2}$; $K_1= 0.0072444$; $K_2= 0.01$; $K_3=0.0115220$; $K_4=0.0118610$; $K_5= 0.0140113$; $K_6=0.0147500$; $K_7= 0.015840$ y $K_8= 0.0168999$.

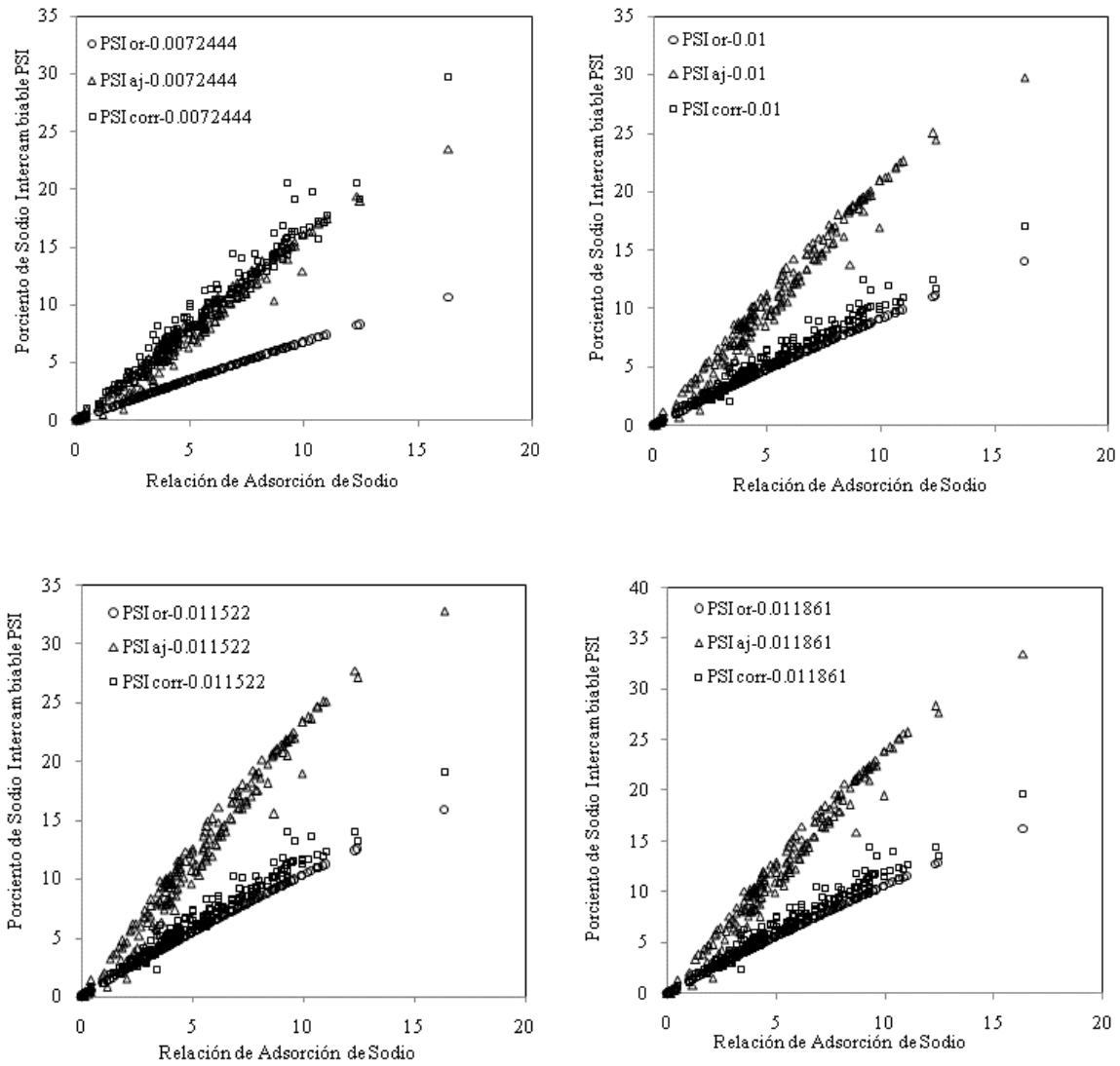
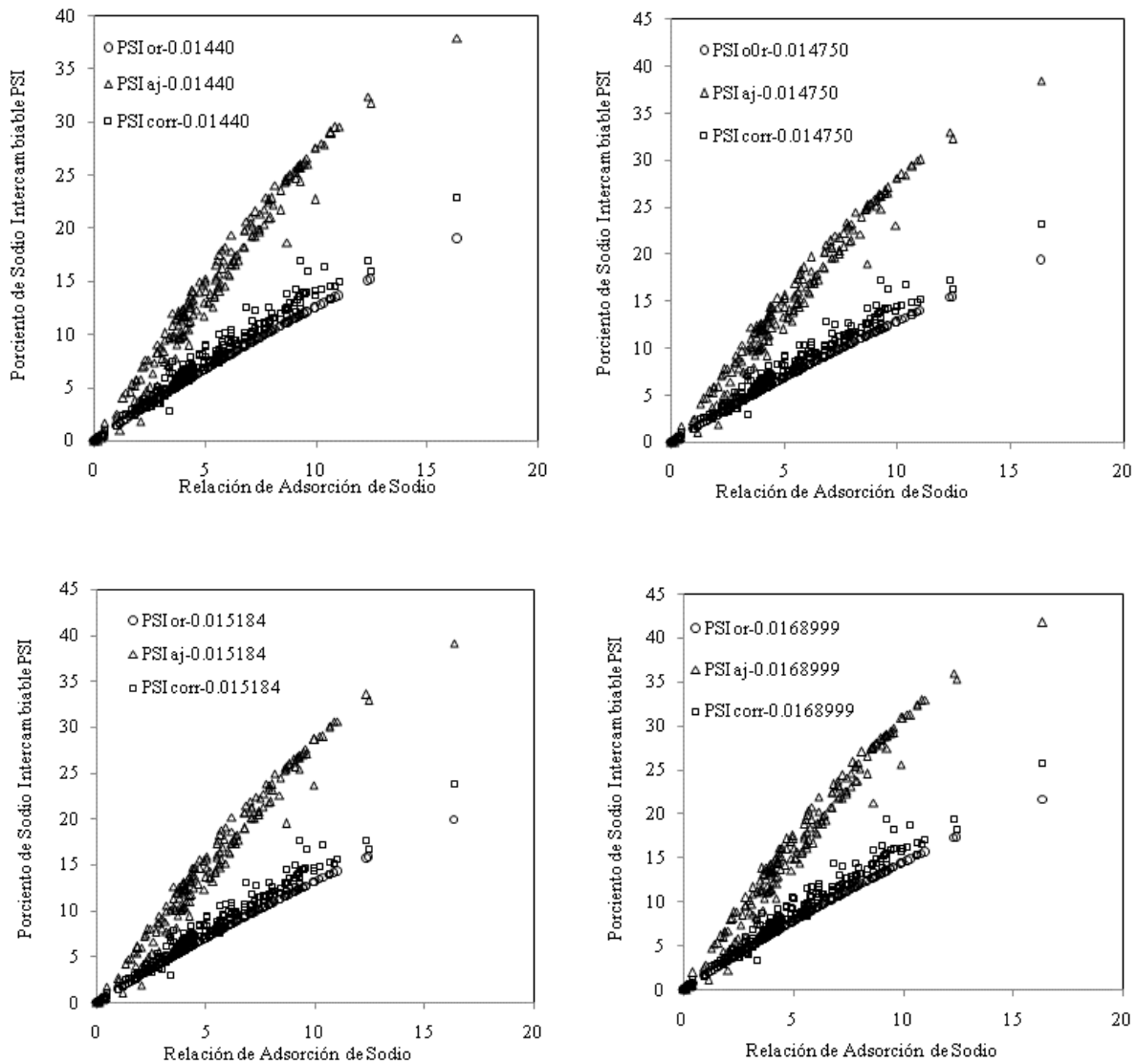


Figura 21. Relación funcional PSI-RAS para el RAS en sus diferentes conceptualizaciones; RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr} , para distintos coeficientes de selectividad iónica $[mmol L^{-1}]^{-1/2}$.

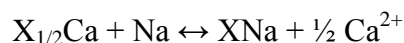


Continuación-Figura 21. Relación funcional PSI-RAS para el RAS en sus diferentes conceptualizaciones; RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr} , para distintos coeficientes de selectividad iónica $[mmol L^{-1}]^{-1/2}$.

Con el conocimiento de un conjunto de valores de PSI_{max} y de PSI_{min} , se puede decidir sobre el manejo adecuado de incorporación de yeso agrícola en diferentes dosis, para mejorar los suelos sódicos que se originan como consecuencia de la aplicación de las aguas residuales a los suelos del Valle del Mezquital.

6.3 Comparación del PSI estimado derivado del RAS_{or} con respecto al PSI determinado por el método de Pfeffer.

Como se ha mencionado, una de las características fundamentales que permite la posibilidad de predecir en que niveles se encontrará el PSI de un suelo, derivado del conocimiento del RAS de una determinada agua de riego en condiciones de equilibrio, es el uso de las ecuaciones de intercambio catiónico en condiciones de equilibrio y estequiométricas (Rhoades y Krueger, 1968; Doering y Willis, 1980; Kaledhonkar *et al.*, 2006). Esta ecuación, que se utiliza ampliamente en los estudios de salinidad y de sodicidad es la ecuación de Gapon que se señala enseguida:



Donde: las concentraciones de los iones en solución se expresan en mmol L⁻¹; y las concentraciones de los iones adsorbidos en el complejo de intercambio catiónico están expresadas en mmol_c L⁻¹ por 100 g de suelo. El PSI de los suelos utilizando el RAS_{or}, se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$PSI = \frac{kg RAS_{or}}{1.0 + kg RAS} 100$$

Donde: PSI es el Porcentaje de Sodio Intercambiable, kg es el coeficiente de selectividad iónica de Gapon [mmol L⁻¹]^{-1/2}, RAS es la Relación de Adsorción de Sodio expresado en [mmol L⁻¹]^{1/2}.

El PSI de todas las muestras de los suelos del Valle del Mezquital se determinaron de acuerdo con el método de Pfeffer (que se encuentra descrito en el capítulo de Materiales y Métodos). Estos valores se encuentran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Valores del PSI determinados por el método de Pfeffer y PSI calculado de acuerdo con el RAS_{or} (Ext. Sat.), de las muestras de suelo del Valle del Mezquital.

No. Sitio	PSI Pfeffer	PSI k=0.0072444	PSI k=0.011861	PSI k=0.0150	PSI k=0.0168999	No. Sitio	PSI Pfeffer	PSI k=0.0072444	PSI k=0.011861	PSI k=0.0150	PSI k=0.0168999
1	6.20	4.13	6.59	8.20	9.14	19	0.04	2.29	3.69	4.62	5.17
	3.39	4.11	6.56	8.15	9.09		0.80	2.54	4.09	5.12	5.73
	3.53	5.28	8.36	10.35	11.51		0.58	2.73	4.40	5.50	6.15
2	30.60	17.62	25.94	30.70	33.29	20	1.44	1.87	3.02	3.79	4.25
	27.91	16.55	24.51	29.10	31.62		6.40	2.76	4.45	5.56	6.22
	31.27	16.76	24.79	29.42	31.96		0.52	3.55	5.69	7.09	7.92
3	0.82	2.78	4.48	5.59	6.26	21	0.20	2.16	3.48	4.37	4.89
	1.61	2.88	4.64	5.79	6.48		0.46	2.92	4.69	5.86	6.55
	3.25	3.15	5.05	6.31	7.05		0.68	2.49	4.02	5.03	5.63
4	3.34	4.20	6.70	8.33	9.28	22	0.01	1.75	2.83	3.56	3.99
	2.83	4.96	7.87	9.75	10.85		1.53	1.60	2.59	3.25	3.65
	5.08	5.60	8.85	10.93	12.15		0.62	1.21	1.97	2.48	2.79
5	4.65	4.10	6.54	8.13	9.07	23	4.51	1.62	2.62	3.29	3.69
	3.64	4.05	6.47	8.05	8.97		4.69	1.80	2.91	3.65	4.10
	4.43	5.30	8.40	10.39	11.56		5.20	2.44	3.93	4.92	5.51
6	3.90	2.87	4.62	5.77	6.45	24	3.45	1.74	2.82	3.54	3.97
	6.49	4.56	7.26	9.01	10.03		4.52	2.60	4.18	5.23	5.86
	9.54	5.93	9.35	11.54	12.82		5.16	2.44	3.94	4.93	5.52
7	3.69	2.41	3.89	4.87	5.46	25	4.00	1.95	3.15	3.95	4.43
	4.29	2.62	4.23	5.29	5.92		5.76	2.47	3.98	4.98	5.57
	4.56	2.87	4.62	5.77	6.46		7.70	3.35	5.37	6.70	7.49
8	70.00	0.72	1.17	1.48	1.66	26	3.91	1.31	2.12	2.67	2.99
	73.00	0.72	1.17	1.48	1.66		4.36	1.86	3.01	3.78	4.24
	74.00	0.72	1.17	1.48	1.66		4.12	1.84	2.99	3.75	4.20
9	5.37	7.53	11.76	14.42	15.96	27	5.35	1.71	2.77	3.47	3.90
	18.53	11.89	18.09	21.84	23.94		7.12	3.48	5.58	6.95	7.76
	32.55	18.66	27.30	32.20	34.86		8.95	4.08	6.51	8.10	9.03
10	0.28	2.15	3.46	4.34	4.87	28	2.89	0.72	1.17	1.47	1.66
	0.51	2.52	4.06	5.08	5.69		3.26	0.95	1.55	1.95	2.19
	1.21	3.28	5.25	6.55	7.32		3.66	1.07	1.74	2.19	2.46
11	0.37	2.08	3.36	4.21	4.71	29	4.84	2.31	3.73	4.68	5.24
	0.99	2.63	4.24	5.30	5.94		6.79	3.43	5.50	6.85	7.65
	1.86	2.65	4.27	5.34	5.97		7.62	4.37	6.97	8.65	9.64
12	0.37	2.77	4.46	5.57	6.23	30	3.84	0.93	1.51	1.91	2.14
	3.06	2.20	3.55	4.44	4.98		4.09	1.42	2.31	2.90	3.25
	0.77	3.77	6.03	7.51	8.38		5.19	1.89	3.06	3.84	4.30
13	1.51	0.84	1.37	1.73	1.94	31	5.50	1.97	3.18	3.99	4.48
	1.38	1.27	2.06	2.59	2.91		7.66	3.13	5.02	6.27	7.00
	1.88	1.47	2.39	3.00	3.37		8.72	3.52	5.64	7.03	7.85
14	0.29	1.97	3.18	3.99	4.47	32	5.09	1.49	2.41	3.03	3.40
	0.57	2.96	4.75	5.94	6.64		6.87	3.23	5.18	6.46	7.22
	1.30	3.54	5.66	7.06	7.88		8.11	3.98	6.36	7.91	8.82
15	5.74	2.49	4.01	5.02	5.62	33	2.91	0.50	0.81	1.02	1.15
	6.91	3.24	5.19	6.47	7.23		4.48	1.05	1.70	2.14	2.41
	7.54	3.56	5.70	7.10	7.93		4.88	1.55	2.51	3.16	3.54
16	0.71	3.87	6.18	7.69	8.58	34	3.65	1.41	2.29	2.87	3.23
	1.67	4.16	6.64	8.25	9.20		3.71	1.95	3.15	3.95	4.42
	1.99	4.24	6.76	8.39	9.36		3.94	1.59	2.58	3.24	3.64
17	2.08	2.46	3.96	4.96	5.55	35	6.58	3.24	5.20	6.49	7.25
	2.31	2.57	4.14	5.17	5.79		5.24	6.03	9.50	11.72	13.01
	1.16	2.92	4.69	5.86	6.55		6.01	3.04	4.88	6.09	6.81
18	0.32	3.45	5.52	6.88	7.69	36	3.28	0.89	1.45	1.83	2.05
	0.72	3.41	5.47	6.81	7.61		3.78	1.19	1.94	2.44	2.74
	1.29	4.30	6.85	8.51	9.49		3.37	1.47	2.39	3.00	3.37

Continuación...Cuadro 11.

No.	PSI	PSI	PSI	PSI	PSI	No.	PSI	PSI	PSI	PSI	PSI
Sitio	Pfeffer	k=0.0072444	k=0.011861	k=0.0150	k=0.0168999	Sitio	Pfeffer	k=0.0072444	k=0.011861	k=0.0150	k=0.0168999
37	3.05	0.66	1.08	1.36	1.53	55	3.39	1.15	1.87	2.35	2.64
	4.38	1.69	2.75	3.45	3.87		4.29	1.35	2.19	2.76	3.09
	5.76	1.96	3.17	3.98	4.46		4.58	1.56	2.53	3.18	3.57
38	4.59	1.32	2.15	2.70	3.03	56	3.62	1.58	2.56	3.22	3.61
	6.72	2.91	4.68	5.85	6.54		3.95	1.76	2.84	3.57	4.00
	6.64	2.64	4.25	5.32	5.95		4.42	2.09	3.37	4.23	4.74
39	45.22	26.89	37.59	43.24	46.18	57	3.94	1.38	2.24	2.82	3.16
	14.31	21.15	30.51	35.70	38.48		4.38	1.61	2.61	3.27	3.67
	12.99	16.08	23.88	28.41	30.90		4.64	2.19	3.53	4.42	4.96
40	4.08	1.42	2.30	2.89	3.25	58	4.67	2.08	3.36	4.22	4.72
	5.40	2.92	4.70	5.87	6.56		5.29	2.31	3.72	4.66	5.22
	6.33	2.26	3.65	4.57	5.12		6.16	2.91	4.67	5.84	6.53
41	5.26	2.06	3.34	4.18	4.69	59	6.08	3.13	5.02	6.26	7.00
	8.23	3.99	6.37	7.92	8.84		6.34	2.93	4.71	5.88	6.57
	9.75	4.13	6.59	8.19	9.13		6.48	3.61	5.77	7.19	8.03
42	2.59	4.42	7.04	8.74	9.73	60	6.02	3.06	4.92	6.14	6.87
	3.42	3.33	5.35	6.67	7.45		6.44	3.42	5.48	6.84	7.64
	1.89	2.94	4.72	5.90	6.59		6.48	3.41	5.47	6.81	7.61
43	4.41	1.51	2.44	3.07	3.45	61	4.28	1.55	2.51	3.15	3.54
	5.67	1.71	2.77	3.48	3.90		5.00	1.49	2.42	3.04	3.41
	5.65	2.21	3.57	4.47	5.01		4.20	1.43	2.32	2.91	3.27
44	6.93	2.99	4.80	6.00	6.71	62	6.88	0.96	1.56	1.96	2.20
	7.61	3.41	5.46	6.80	7.60		5.13	1.67	2.70	3.39	3.80
	8.36	3.39	5.43	6.77	7.57		3.49	1.85	2.99	3.75	4.21
45	8.28	4.52	7.19	8.93	9.95	63	6.21	2.68	4.31	5.39	6.03
	5.45	3.00	4.82	6.02	6.73		6.11	2.34	3.77	4.72	5.28
	4.79	2.47	3.98	4.98	5.58		5.64	2.65	4.26	5.33	5.96
46	10.94	7.08	11.08	13.62	15.08	64	5.02	2.26	3.65	4.57	5.11
	7.88	4.59	7.31	9.07	10.10		5.26	2.44	3.94	4.93	5.52
	8.09	4.36	6.95	8.63	9.61		5.27	2.61	4.20	5.25	5.88
47	5.09	2.69	4.33	5.41	6.05	65	6.18	2.51	4.04	5.06	5.66
	6.09	2.90	4.66	5.82	6.51		10.28	3.43	5.49	6.85	7.65
	4.79	2.26	3.65	4.57	5.12		9.42	4.05	6.46	8.03	8.96
48	4.46	2.22	3.59	4.49	5.03	66	6.99	2.75	4.42	5.53	6.18
	5.57	2.01	3.24	4.07	4.56		4.78	1.92	3.10	3.89	4.36
	12.47	6.25	9.84	12.13	13.46		7.22	3.24	5.19	6.48	7.24
49	2.96	1.02	1.65	2.08	2.34	67	4.69	3.24	5.20	6.49	7.25
	3.50	1.10	1.79	2.25	2.53		4.89	2.55	4.12	5.15	5.76
	3.48	1.17	1.91	2.40	2.70		5.45	2.28	3.69	4.62	5.17
50	3.64	1.12	1.81	2.28	2.57	68	6.78	2.28	3.67	4.60	5.16
	7.82	1.51	2.45	3.08	3.46		7.03	2.52	4.06	5.08	5.69
	4.45	1.19	1.94	2.44	2.74		7.13	2.55	4.11	5.15	5.76
51	2.01	1.42	2.30	2.89	3.25	69	5.42	2.43	3.92	4.91	5.49
	0.04	6.88	10.79	13.27	14.70		6.01	2.40	3.88	4.85	5.43
	2.16	1.59	2.58	3.24	3.63		5.90	2.41	3.89	4.86	5.45
52	4.22	1.12	1.82	2.29	2.57	70	5.10	2.42	3.90	4.88	5.46
	4.39	1.82	2.95	3.70	4.15		6.10	2.68	4.32	5.40	6.05
	4.60	2.17	3.50	4.38	4.91		5.58	2.36	3.81	4.77	5.34
53	6.77	10.01	15.41	18.73	20.61	71	3.98	1.61	2.60	3.27	3.67
	7.45	10.93	16.73	20.26	22.26		5.26	2.19	3.54	4.43	4.97
	11.95	5.87	9.26	11.43	12.69		5.43	2.36	3.81	4.77	5.34
54	1.15	5.76	9.09	11.23	12.47	72	3.76	1.14	1.85	2.33	2.62
	1.20	6.78	10.64	13.09	14.50		4.93	1.83	2.96	3.71	4.16
	1.71	6.52	10.25	12.62	14.00		5.96	2.48	3.99	4.99	5.59

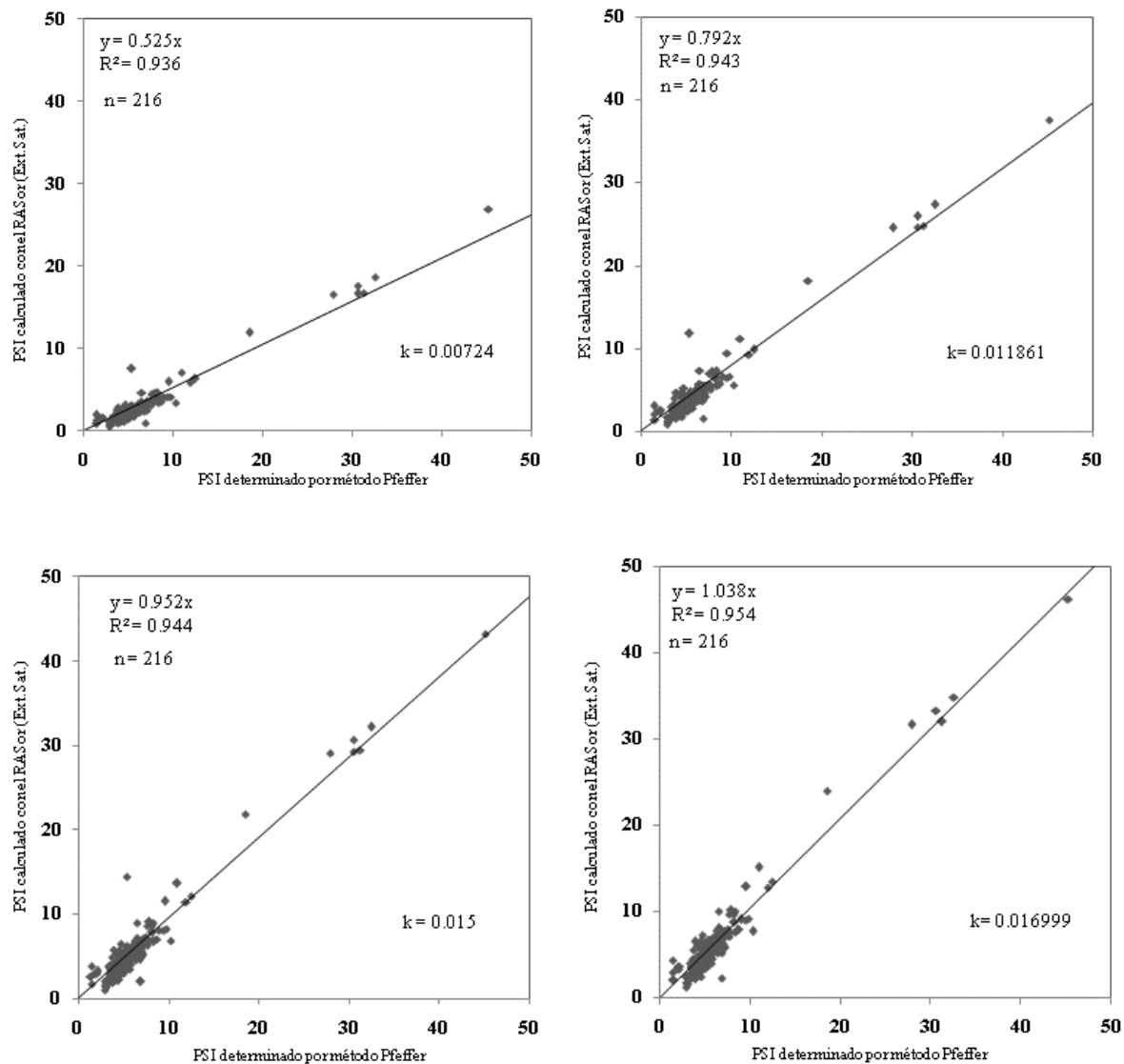


Figura 22. Relación entre el PSI del suelo calculado de acuerdo al RAS_{or} del extracto de saturación y el PSI determinado por el método Pfeffer. Se utilizaron diferentes coeficientes de selectividad iónica $k = [\text{mmol}_c \text{L}^{-1}]^{-1/2}$.

La capacidad de intercambio de cationes de los suelos (CIC), por lo general se define como la capacidad de los suelos de adsorber e intercambiar cationes. Y el término intercambio de cationes se refiere al intercambio de cationes alcalinos, alcalino-térreos, debiéndose incluir al ión hidrógeno.

En los suelos salinos y sódicos los iones que se intercambian son: Ca^{2+} , Mg^{2+} , y Na^+ . En los suelos solods, que son aquellos suelos sódicos con características de alta lixiviación, también se encuentra adsorbido el ión hidrógeno (H^+) en los espesores superficiales.

Como los valores de la capacidad de intercambio catiónico dependen considerablemente de: 1. El concepto que se utiliza para definir CIC, 2. Los métodos de análisis (el pH de la solución que se utiliza para desplazar los iones adsorbidos), 3. El tipo de coloides, aquí se deben mencionar los minerales arcillosos o sea los grupos de los minerales arcillosos (grupo Caolinita 1:1, grupo de la Halloycita 1:1, grupo de la Montmorillonita 2:1 expandibles, grupo de las Illitas 2:1 no expandible, grupo de las Cloritas 2:2 y las Vermiculitas), Materia orgánica coloidal, y 4. La cantidad de sistemas coloidales.

El método de Pfeffer determina la capacidad de intercambio de cationes como la suma de cationes extraíbles en una solución alcohólica al 70.0% de 0.1 N de NH_4Cl .

De acuerdo con la Figura 22 donde se muestra la relación PSI determinado por el método del RAS_{or} del extracto de saturación con el PSI determinado por el método Pfeffer, a este respecto se puede decir que, el método Pfeffer es un buen estimador del PSI de los suelos que se encuentran en equilibrio con las aguas residuales de riego.

6.4 Contenido de Boro en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital

En las zonas áridas y semiáridas ocurre con mucha frecuencia la toxicidad por Boro en los cultivos que se establecen en estas áreas agrícolas. Esta toxicidad del boro se debe a que en los suelos de las zonas áridas con mayor frecuencia se tienen considerables cantidades de boro, o a que en las aguas de riego, sobre todo en las aguas residuales, se introduce a los suelos el boro a través del riego con estas aguas residuales (SRH, 1971; Singh y Singh, 1983; Keren y Miyamoto, 1990).

Como es conocido, el boro es uno de los ocho micronutrientes esenciales para el desarrollo normal de los cultivos. La concentración umbral de boro en el agua de riego se encuentra en el siguiente intervalo $0.3\text{--}2.0 \text{ mg L}^{-1}$. Para cultivos sensibles es de 0.3 mg L^{-1} y para cultivos tolerantes la concentración de boro en las aguas de riego es de 2.0 mg L^{-1} Por concentración umbral del boro se debe comprender como la concentración máxima permisible para un

cultivo específico, en donde con una concentración de boro determinada, no se reducen los rendimientos o a su vez, los efectos o daños notables por el boro. Estas concentraciones límites de boro se han obtenido en cultivos que se han desarrollado en arena (SLS-USA, 1954). Sin embargo, cuando el boro de las aguas de riego ingresa a los suelos, las concentraciones de boro en las soluciones tienen una variación debido a procesos de adsorción y absorción del boro en los sistemas arcillosos de los suelos.

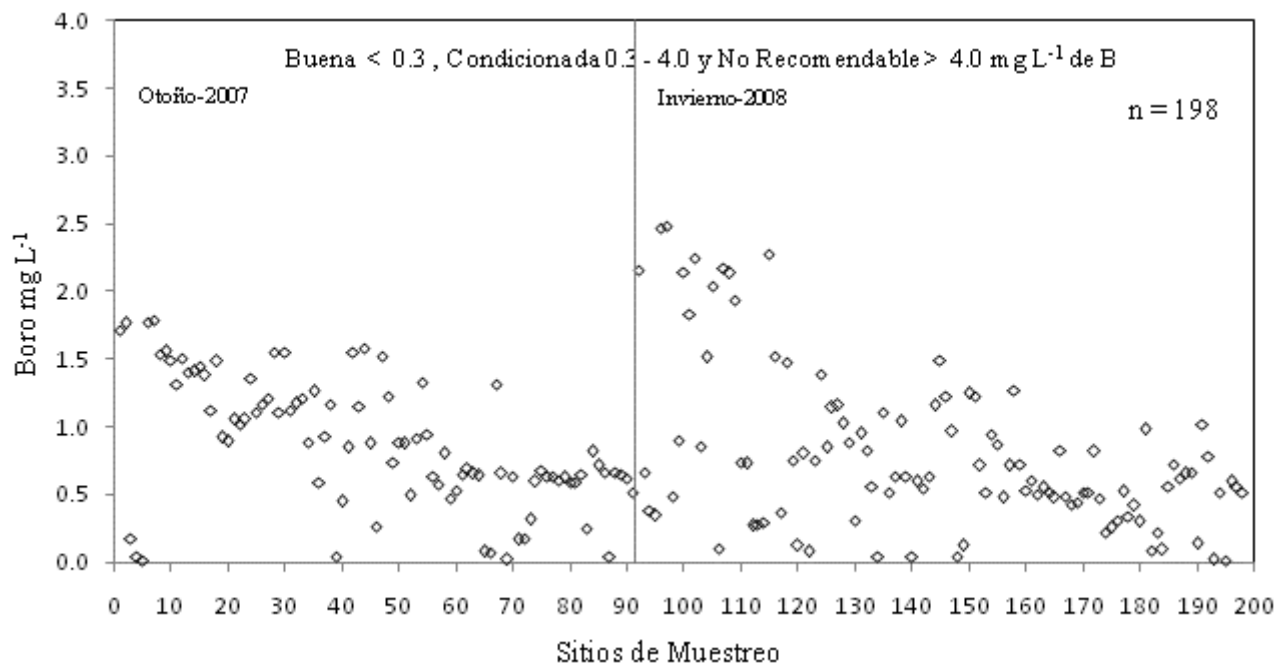


Figura 23. Distribución de las aguas residuales del Valle del Mezquital de acuerdo con el contenido de Boro mg L^{-1} .

Últimamente se han establecido nuevos límites de tolerancia al Boro para una gran variedad de cultivos de tal manera que los diferentes intervalos de toxicidad para cultivos van de muy sensibles ($< 0.5 \text{ mg L}^{-1}$), sensible ($0.5 - 0.75-1.0 \text{ mg L}^{-1}$), moderadamente sensibles ($2.0 - 4.0 \text{ mg L}^{-1}$), tolerantes ($4.0 - 6.0 \text{ mg L}^{-1}$) y muy tolerantes ($6.0 - 15.0 \text{ mg L}^{-1}$), Ayers y Westcot, (1987).

Por último de debe señalar, cuales son las tolerancias de los cultivos que ocupan una mayor superficie en el Valle del Mezquital: maíz $2.0-4.0 \text{ mg L}^{-1}$, alfalfa $4.0-6.0 \text{ mg L}^{-1}$, avena $2.0-4.0 \text{ mg L}^{-1}$, cebada $3.0-4.0 \text{ mg L}^{-1}$, trigo $0.75-1.0 \text{ mg L}^{-1}$, y frijol $0.75-1.0 \text{ mg L}^{-1}$.

En la Figura 23 se presentan los valores de los contenidos boro en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital. De acuerdo con la Figura 23 el número de muestras de agua que tienen valores de boro dentro del intervalo de 0.5-1.5 mg L⁻¹ es de 134.

6.5 Contenido de fósforo en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital.

Los fosfatos son fertilizantes que se aplican a los suelos en forma de ortofosfatos (PO₄⁻³). Otra forma de fertilizantes de fósforo son los metafosfatos (PO₃⁻) y los pirofosfatos (P₂O₇⁻⁴), y una vez que se han aplicado a los suelos los PO₃⁻ y los P₂O₇⁻⁴, estas formas de fosfatos se convierten en PO₄⁻³ y esencialmente todo el fósforo soluble adsorbido por las plantas a través de sus raíces es en forma de H₂PO₄⁻ (Pal y Singh, 1985; Akiremi y Cho, 1991; INPOFOS, 1992; Cadahia, 2005).

El contenido de fósforo en las aguas residuales de la Ciudad de México se debe a la utilización de detergentes en las zonas urbanas de México y a contenidos de desechos orgánicos, además de aquellos procesos industriales que utilizan ácido fosfórico. El enriquecimiento de las aguas con fósforo tiene efectos en el medio ambiente. El crecimiento desmesurado de plantas acuáticas llega a crear desequilibrios ecológicos, los contenidos de fosfatos de las aguas superficiales que son superiores a 10 mg L⁻¹ provocan eutrofización. La eutrofización implica un enriquecimiento interno de los sistemas biológicos por nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, y un crecimiento desmesurado de la biomasa.

Los criterios para evaluar el estado trófico en los lagos y embalses según la OCDE son los siguientes: estado oligotrófico < 10 mg P m⁻³; oligomesotrófico 10.0-20 mg P m⁻³; mesotrófico 20.0-50.0 mg P m⁻³; eutrófico 50.0-100.0 mg P m⁻³ e hipereutrófico >100.0 mg P m⁻³.

En la Figura 24 se presenta la distribución del contenido de fosfatos PO₄⁻³ en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital. El número de muestras de aguas que contienen 0.5-1.0 mg L⁻¹ de PO₄⁻³ es de 62, tales aguas se clasifican como aguas de buena calidad cuando estas son destinadas al uso agrícola.

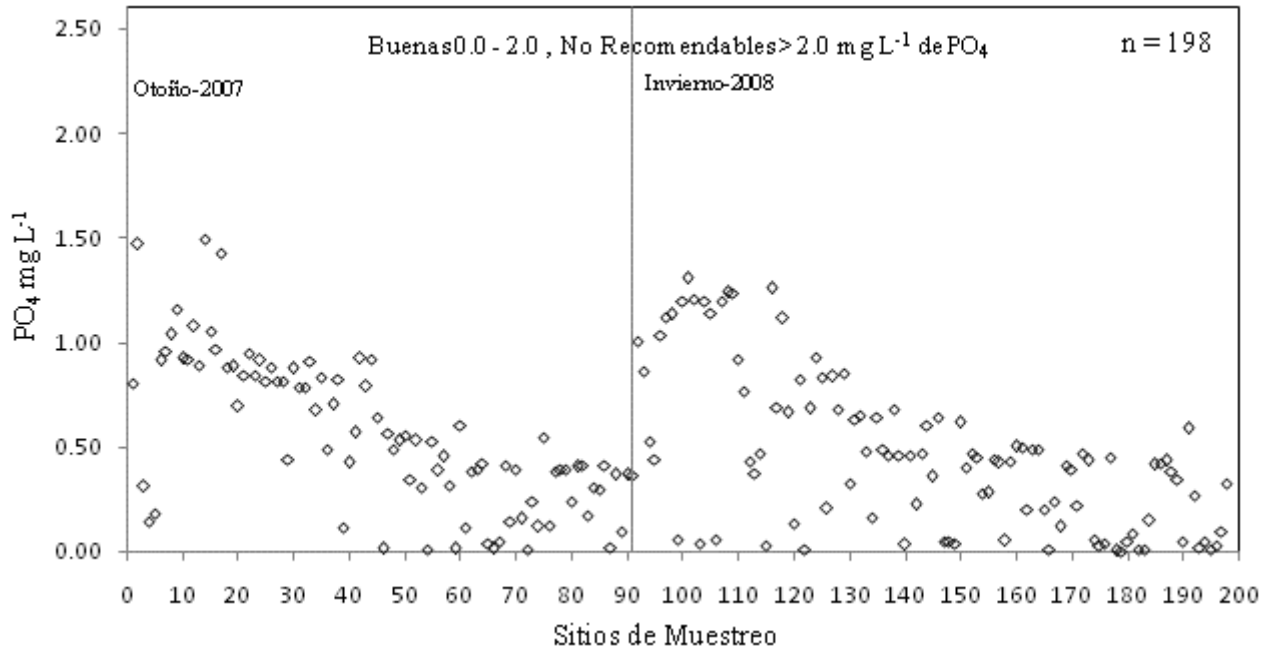


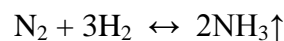
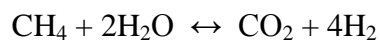
Figura 24. Distribución de las aguas residuales del Valle del Mezquital de acuerdo con el contenido de fosfatos (PO_4^{-3}).

6.6 Nitratos en las aguas residuales del Valle del Mezquital.

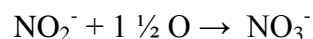
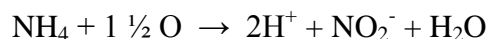
Con la finalidad de conocer las cantidades de los nitratos en las aguas que circulan en la red hidrográfica del Valle del Mezquital y por considerar que los nitratos pueden ser utilizados por las plantas en una fracción considerable y que a su vez si alguna cantidad de estos nitratos tienen una migración hacia yacimientos saturados de aguas, y que por estas circunstancias, una determinada concentración de nitratos disueltos en aguas subterráneas puede ocasionar un problema de salud, así que por este motivo, se determinan los contenidos de nitratos en las aguas residuales en el periodo invierno – 2008.

En seguida se presenta el ciclo del nitrógeno en condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

Obtención del amonio

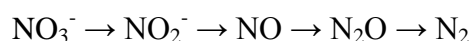


Oxidación del amonio



La reducción de nitratos tiene solamente lugar bajo condiciones poco oxígeno. Las aguas residuales tienen diferentes cantidades de oxígeno disuelto.

La reducción de los nitratos se presenta con la siguiente serie:



Eutroficación de las aguas de acuerdo con Porta *et al.* (2003)

Categoría	Concentración en mg m^{-3} (ppb)
	N – inorgánico
1. Ultra – oligotrófico	< 20
2. Oligo - mesotrófico	200.0 - 400.0
3. Meso - eutrófico	300.0 – 600.0
4. Eu - politrófico	500.0 – 1500.0
5. Politrófico	> 1500.0

En la Figura 25 se presenta la concentración de nitratos NO_3^- en las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital invierno 2008, se tienen 77 muestras de agua entre 0.0 – 10.0 mg L^{-1} de nitratos.

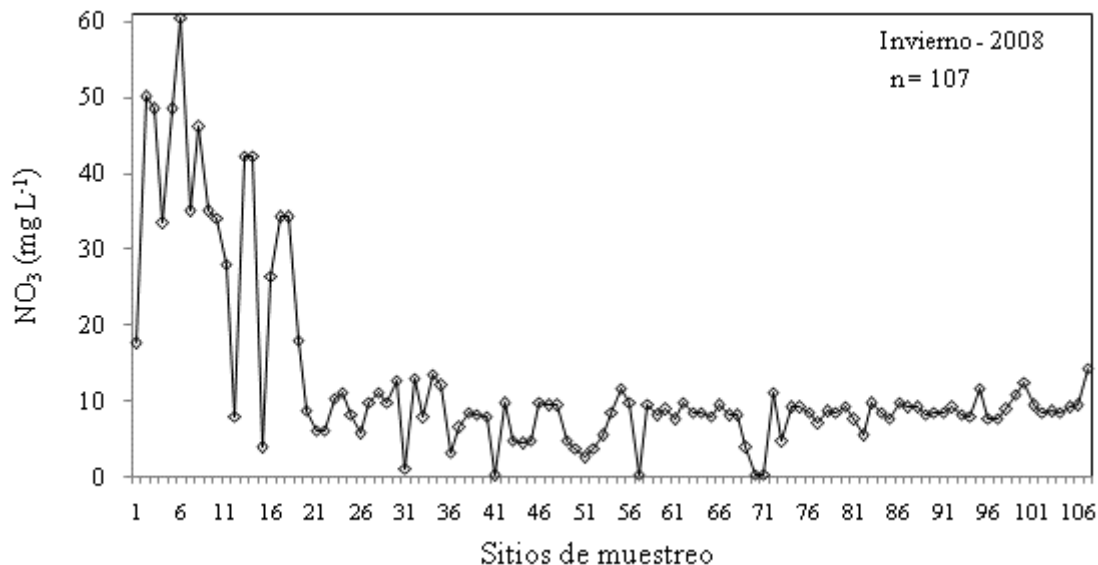


Figura 25. Distribución de las aguas residuales del Valle del Mezquital de acuerdo con el contenido de nitratos (NO₃⁻).

6.7 Análisis sintético de ciertos resultados relevantes obtenidos en esta investigación para ser utilizados como medidas prácticas de uso y manejo de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital

Conductividad eléctrica

Las aguas con los contenidos más altos de iones disueltos se ubicaron en los primeros sitios de muestreo (1, 2, 6-18, 24, 35, 46-48, 56, 64) al comienzo de la red hidrográfica donde las aguas presentan concentraciones entre 2300-3780 $\mu\text{S cm}^{-1}$, tales aguas por su contenido de sales se clasifican como aguas tipo C4, aguas no aptas para el riego en condiciones comunes por lo que se deben utilizar en condiciones muy particulares, En su mayoría, de estos sitios conducen aguas residuales, sin embargo, cabe señalar que el sitio 56 que corresponden al pozo de bombeo No. 8 de la CNA registró la conductividad eléctrica más alta (3780 $\mu\text{S cm}^{-1}$), lo cual indica una contaminación por lixiviación de sales al subsuelo.

Clasificación de Richards

De acuerdo con el diagrama de Richards los sitios de muestreo clasificados como C1S1 (15, 43 y 49) son canales de distribución de aguas negras, ninguno corresponde a un manantial,

nacimiento o pozo, mientras que, las aguas clasificadas como C2S1 lo componen sitios como: lagunas, presas, nacimientos, escurrimientos, abrevaderos y canales de conducción primarios y secundarios.

Se observó que el 72% de las aguas de los sitios de muestreo se clasifican en los grupos C3S1, C3S2, C3S3 y C3S4, las cuales son aguas condicionadas por el índice de la conductividad eléctrica como aguas C3 (750 a $2250 \mu\text{S cm}^{-1}$), en combinación con las tres diferentes conceptualizaciones de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS_{or} , RAS_{aj} , y RAS_{corr}), sin embargo por su relación adsorción de sodio, las aguas que se clasificaron como S3 representan el 11.6%, 21,2% y 16.1% en combinación con el RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr} respectivamente y como aguas tipo S4 se presento el 1%, 31.8% y 2% en combinación con el RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr} respectivamente, que se clasifican como aguas condicionadas para su uso. Como consecuencia se debe tener un manejo del agua, del suelo y de prácticas agrícolas.

Reducción de la infiltración

La clasificación de las aguas con respecto al peligro de pérdida de la infiltración como ya se mencionó es resultado de una acumulación de sales y sodio intercambiable principalmente, la Figura 19 muestra como el 70.7% y el 47% de las aguas no presentan ningún peligro de acuerdo con el RAS_{or} y el RAS_{corr} y solamente el 29.3% y el 53% desarrollaran un peligro de infiltración ligera o moderada, mientras que al usar el RAS_{aj} el 91.4% de las aguas presentaran un peligro de reducción de la infiltración ligera o moderada. Mientras que los sitios de muestreo (1, 2, 6, 7, 30, 67, 42, 44 en otoño 2007 y 16, 17, 56 y 57 en invierno 2008) que representan el 6.5% de las muestras son éstas las que desarrollarán una reducción severa de peligro de infiltración.

Clasificación con respecto al PSI

De la relación RAS-PSI derivado del RAS original (Ext. Sat.), se obtienen una serie de valores mínimos y máximos del sodio intercambiable adsorbido en la fase coloidal del suelo, esto como resultado del uso de de las diferentes calidades de agua con la que se riegan estos suelos (Doering y Willis, 1980; Frenkel y Alperovitch, 1984; Alhammadi y Millar, 2006). Los valores del PSI se obtienen de la combinación de una serie de coeficientes de selectividad iónica para los diferentes tipos de sistemas coloidales y las 3 diferentes formulaciones de la

Relación de Adsorción de Sodio (RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS_{corr}). Tales valores con carácter predictivo reflejan el peligro potencial de la sodicidad por el uso de una determinada agua. Los valores de la relación RAS-PSI para el peligro por sodio intercambiable con un valor de 3.63% como mínimo calculado con RAS original y una $K = 0.00724$ y un valor de 16.60% como máximo calculado con el RAS ajustado y una $K = 0.01690$, se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Valores predictivos del sodio intercambiable derivado del extracto de la pasta de saturación.

K	PSI-original	PSI-ajustado	PSI-correctado
0.00724	3.63	8.01	8.77
0.01000	4.92	10.62	5.61
0.01152	5.61	11.99	6.40
0.01186	5.77	12.28	6.57
0.01440	6.90	14.42	7.84
0.01475	7.05	14.70	8.01
0.01518	7.24	15.05	8.22
0.01690	7.97	16.40	9.04

K: coeficiente de selectividad iónica.

Los valores podrán ser utilizados por los especialistas en mejoramiento y fertilidad de suelos, para llevar a cabo las prácticas agrícolas pertinentes para su manejo y recuperación de estos a través del diseño de dosis específicas de mejoradores.

Carbonato de sodio residual

Los sitios de muestreo donde se observaron las mayores concentraciones de carbonato de sodio residual 8.01-10.04 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ de CSR es en los sitios (1, 2, 6, 7, 11, 12, 16 y 17) de salida de la Ciudad de México, aunque los puntos que presentan valores mayores de 2.50 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ se distribuyen por toda la red hidrográfica, estas aguas presentan valores de 2.73-10.04 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ de CSR consideradas como aguas no aptas para uso agrícola, estos 62 sitios

de muestreo representan el 31.3% del total de las aguas, las cuales se encuentran distribuidas a lo largo del Valle del Mezquital.

Boro

Las aguas que riegan el Valle del Mezquital por su contenido de boro y con base a la tolerancia que tienen los cultivos se clasifican en general como aguas aptas para su uso, sin embargo los sitios de muestreo que aportan una concentración mayor a 2.0 mg L^{-1} de boro son los sitios 1, 5, 6, 9, 11, 14, 16, 17, 18 y 24 ($2.04 - 2.48 \text{ mg L}^{-1}$ de boro), la mayoría de estos sitios son de aguas residuales, menos el sitio 24-el Balneario La Cantera un nacimiento de aguas termales (que aporta 2.28 mg L^{-1} de B), donde el agua una vez utilizada para fines recreativos se incorporara a la red hidrográfica que riegan los suelos del Valle del Mezquital.

La concentración actual de boro presente en los suelos del Valle del Mezquital se encuentra en el intervalo de $0.28 - 11.02 \text{ mg L}^{-1}$, y con un promedio 1.16 mg L^{-1} . El sitio número 8, aledaña a la Laguna de Zumpango una parcela en descanso es la estación de muestreo con mayor contenido de boro (11.02 mg L^{-1}), los demás sitios de muestreo a considerar por su contenido de boro son 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16 y 18 donde el boro presente es de $1.21 - 5.85 \text{ mg L}^{-1}$ de boro.

La combinación de las concentraciones de boro presente en el agua de riego y el suelo, probablemente tenderán a reducir y/o afectar el rendimiento del cultivo de acuerdo a la tolerancia a éste.

La concentración de boro es resultado de una disolución de las rocas de las capas inferiores de los sitios de muestreo, a diferencia del resto de las aguas el boro proviene principalmente de la industria y de los residuos que aportan las plantas y animales (Fox, 1968; Gupta *et al.* 1985; Keren y Miyamoto, 1990).

Ortofosfatos

El aporte de fósforo de las aguas residuales presentan un intervalo de $0.003 - 1.50 \text{ mg L}^{-1}$ de PO_4^{-3} . A partir del sitio número 27 la concentración de fósforo de reduce, lo cual se debe probablemente a su fijación o consumo de éste por las bacterias y plantas que se desarrollan en los ríos y canales de la red hidrográfica. Los sitios donde se registró el mayor aporte de fósforo

son 2, 14 y 18 con una concentración de 1.47, 1.50 y 1.43 mg L⁻¹ de ortofosfatos. Al considerar el contenido de fósforo en las aguas residuales del Valle del Mezquital el valor de 1.50 mg L⁻¹ y una lámina de riego promedio de 1 metro por hectárea, esta agua aportará un estimado de 34.4 kilogramos por hectárea de P₂O₅ como fertilizante, por lo que no implica un ahorro en la compra de fertilizantes fosfatados.

Nitratos

Con respecto a los nitratos los sitios de muestreo (2-11, 13, 14 y 16-18) que pueden aportar una cantidad de nitrógeno de 26.4 – 60.5 mg L⁻¹ de NO₃⁻, siendo el sitio número 6 en donde se registró el mayor aporte a través del agua residual. Esta última concentración equivale aproximadamente a un aporte de 600 kilogramos por hectárea de nitrógeno como NO₃⁻, el cual, implicaría un aporte significativo a diferencia del fósforo, en términos económicos.

7. CONCLUSIONES

1. Las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital por su composición iónica son: sulfático–clorhídricas–bicarbonatadas y clorhídrico–sulfático–bicarbonatadas.
2. La participación considerable de los iones bicarbonato en la concentración total electrolítica de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital son de un régimen físico-químico de tendencia alcalina.
3. La mitad de las aguas residuales tienen una concentración de $10.0-20.0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ (96 muestras). Estos contenidos iónicos representan $700 - 1500 \text{ mg L}^{-1}$.
4. El coeficiente de la relación funcional $\text{mg}=fa(\text{CE})$, tiene un valor de 0.731. Este coeficiente corresponde a aguas de tipo bicarbonatada.
5. Desde el punto de vista de la caracterización de estas aguas residuales con respecto a la Relación de Adsorción de Sodio en sus diferentes conceptualizaciones (RAS_{or} , RAS_{aj} y $\text{RAS}^{\circ}_{\text{corr}}$) se concluye que contar con la posibilidad de tener valores de PSI_{max} y PSI_{min} en los suelos permite a los profesionales del mejoramiento de suelos salinos y sódicos manejar adecuadamente los diferentes dosis de fuentes de calcio.
6. De acuerdo con la capacidad de infiltración y haciendo uso de la relación RAS-CE las aguas residuales se clasifican en sin reducción de la infiltración y con reducción moderada de la infiltración.
7. La determinación del PSI de los suelos utilizando el método de Pfeffer permite adecuadamente estimar el PSI de los suelos en condiciones de equilibrio de los suelos con las aguas residuales.
8. Los contenidos de boro en las aguas residuales son moderados $0.5 - 1.5 \text{ mg L}^{-1}$ (154 muestras).
9. Por lo que atañe a los contenidos de ortofosfatos (PO_4^{-3}) y de nitratos (NO_3^-) en las aguas residuales se considera que son muy altas ya que estos contenidos corresponden a aguas Eupolitróficas $> 1.5 \text{ mg L}^{-1}$.

8. RECOMENDACIONES

1. Continuar con los trabajos de caracterización físico – química de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital para precisar las variaciones iónicas del Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} .
2. Determinar experimentalmente los valores del coeficiente de selectividad iónica de Gapon $K = [\text{mmol L}^{-1}]^{-1/2}$ para distintos suelos del Valle del Mezquital.

9. LITERATURA CITADA

1. Abbas, S. T., M. Sarfraz, S. M. Mehdi, G. Hassan, and Obaid-Ur-Rehman. 2007. Trace elements accumulation in soil and rice plants irrigated with contaminated water. *Soil & Tillage Research*. 94:503-509.
2. Abdel, G. G., A. Arslan, A. Gaihbe, and F. Kadouri. 2005. The Effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999-2002). *Agric. Water Manage.* 78:39-53.
3. Aceves-N, E. y Palacios-V, O. 1970. Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua de riego agrícola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 40 p.
4. Aceves-Navarro, E. 1979. El ensalitramiento de los suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
5. Aguilar S.A; E.B. Jorge D. y C.R. Javier. 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. UACH. 217 p.
6. Akhter, J., R. Murray, K. Mahmood, K. A. Malik, and S. Ahmed. 2004. Improvement of degraded physical properties of a saline-sodic soil by reclamation with Kallar Grass (*Leptochloa fusca*). *Plant and Soil*. 258:207-216.
7. Akinremi, O. O., and C. M. Cho. 1991. Phosphate and accompanying cation transport in a calcareous cation-exchange resin system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:959-964.
8. Alhammadi, M. S., and D. M. Millar. 2006. Effect of Ionic Strength and Sodium Adsorption Ratio on the Flocculation/Dispersion of Two Surface Soils from Eastern Arkansas. *Soil Sci.* 171(12):960-967.
9. Al-Shammiri, M., A. Al-Saffar, S. Bohamad, and M. Ahmed. 2005. Waste water quality and reuse in irrigation in Kuwait using microfiltration technology in treatment. *Desalination*. 185:213-225.
10. American Public Health Association (APHA). 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition. APHA, AWWA, WEF. Edition Port City Press, Baltimore, Maryland. 1268 p.
11. Arora, Y., and N. T. Singh. 1980. Effect of amount of leaching water and method of calcium application on the reclamation of a saline sodic soil. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 28(2):219-222.
12. Ayers, R. S., and D. W. Westcot. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Traducido al español por J. F. Alfaro. Estudio FAO Riego y Drenaje 29 Rev. 1. Roma. 172 p.
13. Babcock, K.I., R.M. Carlson, R.K. Schulz, and R. Overstreet. 1959. A study of the effect of irrigation water composition on soil properties. *Hilgardia*. 29(3):155-164.

14. Bacarro, K., M. Degorge, M. Lucca, L. Picote, E. Zamuner y Y. Andreoli. 2006. Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata. *RIA* 53(3):95-110.
15. Bazilebich, I.N. y Ye.I. Pankova. 1968. Tentative classification of soils by salinity. *Sov. Soil. Sci.* 11:1477-1478.
16. Beletse, Y. G., J. G. Annandale, J. M. Steyn, I. Hall, and M. E. Aken. 2008. Can crops be irrigated with sodium bicarbonate rich CBM deep aquifer water? theoretical and field evaluation. *Ecol. Eng.* 1-11.
17. Bhardwaj, A. K., U. K. Mandal, A. Bar-Tal, A. Gilboa, and G. J. Levy. 2008. Replacing Saline-Sodic Irrigation Water with Treated Wastewater: Effects on Saturated Hydraulic Conductivity, Slaking, and Swelling. *Irrig. Sci.* 26:139-146.
18. Bolt, G.B. 1955. Ion adsorption by clays. *Soil. Sci.* 88:267-276.
19. Bower, C. A. 1959. Cation-exchange equilibria in soils affected by sodium salts. *Soil Sci.* 88:32-35.
20. Bower, C. A., G. Ogata, and J. M. Tucker. 1968. Sodium hazard of irrigation waters as influenced by leaching fraction and by precipitation or solution of calcium carbonate. *Soil Sci.* 106(1):29-34.
21. Bower, C. A., L. V. Wilcox, G. W. Akin, and M.G. Keyes. 1965. An index of the tendency of CaCO_3 to precipitation from irrigation waters. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29:91-92
22. Bower, C.A., and J. O. Goertzen. 1955. Negative adsorption of salts by soils. *Soil Sci. Soc. Proc.* 19:147-151.
23. Bower, C.A. and E. Truog. 1940. Base Exchange capacity determination as influenced by nature of cation employed and formation of basic exchange salts. *Soil Sci. Soc. Procc.* 5:86-89.
24. Brady N.C. and R.R.Weil. 2008. The nature and properties of soils. 14th edition. Ed. Pearson-Prentice Hall. 975 p.
25. Cadahia L. C. 2005. Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3era edición. Editorial Mundi Prensa. 681 p.
26. Causapé, J., L. Auqué, Ma. J. Gimeno, J. Mandado, D. Quilez, and R. Aragües. 2004. Irrigation effects on the salinity of the Arba and Riguel Rivers (Spain); present diagnosis and expected evolution using geochemical models. *Env. Geol.* 45:703-715.
27. Chena, G. R. 1966. Suelos sódicos y suelos salinos. *Inst. Nal. de Invest. Agric. SAG. Circular DEGEM No. 26.* 19 p.
28. Choudhary, O. P. B., S. Ghuma, A. S. Josan, and M. S. Bajwa. 2006. Effect of alternating irrigation with sodic and non-sodic water on soil properties and sunflower yield. *Agric. Water Manage.* 85:151-156

29. Choudhary, O. P., A. S. Josan, and M. S. Bajwa. 2001. Yield and fibre quality of cotton cultivars as affected by the build-up of sodium in the soils with sustained sodic irrigations under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*. 49:1-9.
30. Cifuentes E., Bluentha U., G. Ruiz-Palacios G. Bennett S., y A. Peasey. 1994. Escenario epidemiológico del uso agrícola del agua residual: El Valle del Mezquital, México. *Salud Pública*. 36(1):3-9.
31. Comisión Nacional del Agua. 1995. Propuesta para la creación del centro de estudios sobre uso de aguas residuales en el Valle del Mezquital. México, D. F. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Gerencia Regional de Aguas del Valle de México. 110 p.
32. Comisión Nacional del Agua. 1994. Programa Nacional de Irrigación y drenaje. Comisión Nacional del Agua. 105 p.
33. Coras M., P. M. 2000. Calidad química del agua para riego. Universidad Autónoma Chapingo. Fitotecnia. Texcoco, Edo. de México. 88 p.
34. Crosbie, R. S., J. D. Hughes, J. Friend and B. J. Baldwin. 2007. Monitoring the hydrological impact of land use change in a small agricultural catchment affected by dryland salinity in central NSW, Australia. *Agric. Water Manage.* 88:43-53.
35. Doering, E. J., and W. O Willis. 1980. Effect of soil solution concentration on cation exchange relationships. *Proc. Inter. Symp. On Salt-Affected Soils*. Karnal, India.
36. Del Arenal-Capetillo R. 1985. Estudio hidrogeoquímico de la porción centro oriental del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología Revista*. 6(1):86-97.
37. Del Arenal-Capetillo R. 1978. Carta hidrogeológica del área Actopan-Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología Revista*. 21):98-103.
38. Doneen, L. D. 1975. Water quality for irrigated agricultural. In: A. Poljakoff, Mayber A., and J. Gale (eds.). *Plant in saline environments*. Springer-Verlang. New York. U. S. A.
39. Eaton, F. M. 1950. Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Sci*. 69:123-133.
40. Endo, T., S. Yamamoto, T. Honna, and E. Eneji. 2002. Sodium-calcium exchange selectivity as influenced by clays minerals and composition. *Soil Sci*. 167(2):117-125.
41. Espino De la O. E. 1981. Reuse of municipal wastewater for industrial purposes in Mexico City. In: F.M. D'itri, J. Aguirre y M.M. Athie (Eds.). *Municipal wastewater in Agriculture*. Academic Press. New York. pp. 75-88.
42. Evangelou, V. P., and F. J. Coale. 1987. Dependence of the Gapon coefficient on exchangeable sodium for mineralogically different soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:68-72.
43. Evangelou, V. P., and R. E. Phillips. 1987. Sensitivity analysis on the comparison between the Gapon and Vanselow exchange coefficients. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1473-1479.

44. Fernández, G. R. 1972. El problema de salinidad de suelos en México y trabajos de recuperación de tierras ensalitradas. Bol. Infor. Soc. Mexicana de la Ciencia del suelo. p. 4-32.
45. Fox, R. H. 1968. The Effect of Calcium and pH on Boron Uptake from High Concentrations of Boron by Cotton and Alfalfa. Soil Sci. 106(6):435-439.
46. Frenkel, H., and N. J. Alperovitch. 1984. The Effect of Mineral Weathering and Soil Solution Concentration on ESR-SAR Relationships of Arid and Semi-Arid Zone Soils from Israel. J of Soil Sci. 35:367-372.
47. Gorbunov, N. I. 1967. Pochbieni y Koloidiy I ij Srachenice dlia plodo Rodya. Izdatielstvo Nauta. Moscú (En Ruso).
48. Gupta, I. C. 1983. Concept of Residual Sodium Carbonate in irrigation waters in relation to sodic hazard in irrigated soils. Curr. Agric. 7(3/4):97-113.
49. Gupta, U. C., Y. W. Jame, C. A. Cambell, A. J. Leyshon, and W. Nicholaichuk. 1985. Boron toxicity and deficiency: A review. Can. J. Soil Sci. 65(3):381-409.
50. Hopknds, W.G. y N.P.A. Hüner. 2004. Introduction to plant physiology. Ed. Wiley. John Wiley and Sons Inc. p.207-213.
51. Hussain, M., S. M. Ahmed, and W. Abderrahman. 2008. Cluster analysis and quality assessment of logged water at an irrigation project, Eastern Saudi Arabia. J. Environ Manage. 86:297-307.
52. Instituto del Fósforo y la Potasa (INPOFOS). 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. PPI. p. 140.
53. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1992. Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. México.
54. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. 1990. Análisis de la problemática del agua y perspectivas para la modernización de su uso en la agricultura de Guanajuato. Centro de investigaciones forestales y agropecuarias de Guanajuato. Campo experimental bajo. Celaya, Guanajuato.
55. Jalali, M. 2006. Chemical characteristics of groundwater in parts of mountainous region, Alvand, Hamadan. Iran. Environ. Geol. 51:433-366.
56. Jalali, M. 2007. Salinization of groundwater in arid and semiarid zones: an example from Tajarak, Western Iran. Environ. Geol. 52:1133-1149.
57. Jalali, M., H. Merikhpour, M. J. Kaledhonkar, and S. E. A. T. M. Van Der Zee. 2008. Effects of wastewater irrigation on soil sodicity and nutrient leaching in calcareous Soils. Agric. Water Manage. 95:143-153.

58. James, W. B., R. K. R. Hershberger, and L. S. Browning. 2008. Soil solution and exchange complex response to repeated wetting-drying with modestly saline-sodic water. *Irrig. Sci.* 26:121-130.
59. Jurinak, J. J., and D. L. Suarez. 1990. The Chemistry of Salt-Affected Soils and Waters. In: Tanji, K. K. (ed). *Agricultural Salinity Assessment and Management*. Chapter 3. ASCE. *Manuals and Reports on Engineering Practice No. 71*. Published by American Society of Civil Engineers. New York. U. S. A. pp. 42-63.
60. Jurinak, J. J., C. Amrhein, and R. J. Wagenet. 1984. Sodic Hazard: The Effect of SAR and salinity and overburden materials. *Soil Sci.* 138(3):142-159.
61. Kaledhonkar, M. J., A. K. Keshari, and S. E. A. T. M. Van Der Zee. 2006. Relative sensitive of ESP profile to spatial and temporal variability in Cation Exchange Capacity and Pore water velocity under simulated field conditions. *Agric. Water Manage.* 83(172):58-68.
62. Kelley, W. P. 1963. Use of saline irrigation water. *Soil Sci.* 95:385-391.
63. Kelley W.P. 1957. Adsorbed Na⁺ cation-exchange capacity and percentage Na⁺ saturation of alkali soils. *Soil Sci.* 20:473-478.
64. Keren, R., and S. Miyamoto. 1990. Reclamation of saline, sodic, and boron-affected soils. In: Tanji, K. K. (ed) *Agricultural salinity assessment and management*. Chapter 19. ASCE. *Manuals and reports on engineering practice No. 71*. Published by American Society of Civil Engineers. New York. U. S. A. pp. 410-431.
65. Kopittke, P. M., H. B. So, and N. Menzies. 2006. Effect of Ionic Strength and Clay Mineralogy on Na-Ca Exchangeable and the SAR-ESP Relationship. *Euro. J. Soil Sci.* 57:626-633.
66. Kovda, V. A., 1973. Chemistry of Saline and Alkali Soils of Arid Zone. In *Irrigation, Drainage and Salinity*. An International source book. FAO-UNESCO. pp. 122-204.
67. Kovda, V. A., C. Vanden Berg C., and R. M. Hogan. 1967. *International Source Book on Irrigation and Drainage of Arid Lands in Relation to Salinity and Alkalinity*. FAO/UNESCO. 510 p.
68. Kumar, U. M., A. K. Bhardwaj, D. N. Warrington, D. Goldstein, A. T. Bar and G. J. Levy. 2008. Changes in soil hydraulic conductivity, runoff, and soil loss due to irrigation with different types of saline-sodic water. *Geoderma.* 144:509-516.
69. Langelier, W. F. 1936. The Analytical control of anti-corrosion water treatment. *J. Am. Water Works Assn.* 28(10):1500-1521.
70. Letey, J., and G. L. Feng. 2007. Dynamic versus steady-state approaches to evaluate irrigation management of saline waters. *Agric. Water Manage.* 91:1-10.
71. Levy, G. J., A. I. Mamedov, and Goldstein. 2003. Sodicity and water quality effects on slaking of aggregates from semi-arid soils. *Soil Sci.* 168(8):552-562.

72. Levy, G. J., N. Sharshekeev and G. L. Zhuravskaya. 2002. Water quality and sodicity effects on soil bulk density and conductivity in interrupted flow. *Soil Sci.* 167(10):692-700.
73. Levy, R., J. Shalhevet, and N. Alperovhitch. 1972. Selectivity coefficients of Ca-Mg exchange for three montmorillonitic soils. *Geoderma.* 8:133-138.
74. Li, Q. S., L. S. Willardson, L. X. Li, C. J. Liu, and L. Z. Wu. 2004. Amelioration of saline-sodic soil with mildly saline water in the Songnen Plain, Northeast China. *Soil Use and Management.* 20:439-443.
75. Maas, E. V., and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE.* 103:115-134.
76. Martínez J.L., de la Fuente M.M., Muñoz E. 1999. El boro en los vertidos industriales. *Ingeniería Química* 9: 163-169.
77. Martínez J. 1986. Drenaje agrícola. Volumen 1. Edición del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
78. McNeal, B. L. 1968. Prediction of the effect of mixed-salt solutions on soil hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32:190-193.
79. Méndez R.I; Delia N.G; Laura M.A. y Cristina S.M. 1986. El protocolo de investigación, Lineamientos para su elaboración y análisis. Ed. Trillas. 210 p.
80. Mendoza Saldivar, Isabel 2009. Calidad de las aguas residuales urbano – industriales que riegan el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados. 212 p.
81. Minhas, P. S., R. K. Naresh, C. P. S. Chauhan, and R. K. Gupta. 1994. Field determined hydraulic properties of a sandy loam soil irrigated with various salinity and SAR. *Agric. Water Manage.* 25:97-108.
82. Mohamed, S. A., and D. M. Miller. 2006. Effect of ionic strength and sodium adsorption ratio on the flocculation/dispersion of two surface soils from Eastern Arkansas. *Soil Sci.* 171(12):960-967.
83. Munns, R., and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59:651-681.
84. Murtaza, G., A. Ghafoor, and M. Qadir. 2006. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. *Agric. Water Manage.* 81:98-114.
85. Olsen, S.R. and F.S. Watanabe. 1959. Solubility of calcium carbonate in calcareous soils. *Soil Sci.* 88:123-129.
86. Ortega M., Y. M. y Ma. J. S. Cántora G. 2005. Boro, fósforo e índices de salinidad en las aguas residuales para riego agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de

- Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México, D.F. 106 p.
87. Ortega E., M. 1993. Causas del ensalitramiento y su efecto sobre los suelos. Colegio de Postgraduados. Centro de Hidrociencias. Montecillo, Estado de México.
 88. Ortega. E M. 1991 Manejo y uso de las aguas salinas bicarbonatadas y sulfáticas para riego (Memoria) Centro de Hidrociencias; Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp. 1-20.
 89. Oster, J.D. 1994. Irrigation with poor quality water. *Agric. Water Manage.* 25:271-297.
 90. Oster, J.D. y Rhoades, J.D. 1986. Water management for salinity and sodicity control. Chapter 7. Pp.1-20. *Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater*. Davis. California. USA.
 91. Oster, J. D., and G. Sposito. 1980. The Gapon coefficient and the exchangeable sodium percentage-sodium adsorption ratio relation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:258-260.
 92. Ould Ahmed, B. A., T. Yamamoto, V. Rasiyah, M. Inoue, and H. Anyoji. 2007. The Impact of saline water irrigation management options in Dune Sand on available soil water and its salinity. *Agric. Water Manage.* 88:63-72.
 93. Pal, B., and U. V. Singh. 1985. Effect of phosphorus on yield and nutrient content in berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) irrigated with saline waters. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 33:646-653.
 94. Paliwai K. V., and A. P. Gandhi. 1976. Effect of salinity, SAR, Ca:Mg ratio in irrigation water, and soil texture on the predictability of exchangeable sodium percentage. *Soil Sci.* 122(2):85-90.
 95. Pfeffer P. and Kozhernikov K. 1967. Methods for determining the exchange capacity of calcareous soils. *Soviet Soil Science* No.6 p.818.
 96. Pizarro F. 1985. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. 2ª. edición. Editorial Agrícola Española. Madrid, España. 542 p.
 97. Ponnampurna, F.N., E. Estrella and T. Loy. 1966. Influence of redox potencial and pressure of carbon dioxide on pH values and the suspension effect of flooded soils. *Soil Sci.* 101(6):421-431.
 98. Porcelli, A. C., F. H. G. Boem and R. S. Lavado. 1995. The K/Na and Ca/Na ratios and rapseed yield, under soil salinity and sodicity. *Plant and Soil.* 175:251-255.
 99. Porta, J., López-Acevedo, M. y Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa. P.929.
 100. Prasad, A., D. Kumar, and D. V. Singh. 2001. Effect of residual sodium carbonate in irrigation water on the soil sodification and yield of Palmarosa (*Cymbopogon martinii*) and Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). *Agric. Water Manage.* 50:161-172.

101. Pratt, P. F., and L. F. Bair. 1969. Sodium hazard of bicarbonate irrigation waters. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33:880-883.
102. Pratt, P. F., L. D. Whittig, and B. L. Grover. 1962. Effect of pH on the sodium-calcium exchange equilibria in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26:227-230.
103. Rahil, M. H., and V. Z. Antonopoulos. 2007. Simulating soil water flow and nitrogen dynamics in a sunflower field irrigated with reclaimed wastewater. *Agric. Water Manage.* 92:142-150.
104. Rao, T. S., A. L. Page, and N. T. Coleman. 1968. The Influence of ionic strength and ion-pair formation between alkaline earth metals and sulfate on Na-divalent cation-exchange equilibria. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32:639-643.
105. Reitemeter, R.F. 1946. Effect of moisture content on the dissolved and exchangeable ions of soils of arid regions. *Soil. Sci.* 61:195-214.
106. Rhoades, J. D. 1972. Quality of Water for Irrigation. *Soil Sci.* 113(4):277-284.
107. Rhoades, J. D., and D. B. Krueger. 1968. Extraction of cations from silicate mineral during the determination of exchangeable cations in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32:488-492.
108. Rhoades, J. D., A. Kandiah, and A. M. Mashali. 1992. The Use of saline waters for crop production. FAO. Irrigation and Drainage Paper No. 58. Rome. 133 p.
109. Rhoades, J. D., F. Chaundi and S. Lesch. 1999. Soil salinity assessment. Methods and Interpretation of electrical conductivity measurements. *Irrig. And Drain. Paper 57.* FAO. Rome. 150 p.
110. Richard, H. F. 1968. The Effect of calcium and pH on boron uptake from high concentrations of boron by cotton and alfalfa. *Soil Sci.* 106(6):435-439.
111. Richards, L. A. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sodicos. Manual No. 60. Editorial LIMUSA. p.172.
112. Rodier, J. 1978. Análisis de las aguas. Editorial Omega. Barcelona, España. pp. 159-197.
113. Rutkewski, T. L., Raschid-Sally and S. Buechler. 2007. Wastewater irrigation in the developing world-two case studies from the Jathmandu Valley in Nepal. *Agric. Water Manage.* 88:83-91.
114. Salinity Laboratory Staff. U. S. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U. S. Dept. Agric. Handbook 60. U. S. Washington, DC. 172 p.
115. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2006. Estadísticas agrícolas de las unidades de riego. Año agrícola 2004-2005.
116. Singh, V. and S. P. Singh. 1983. Effect of applied boron on the chemical composition of lentil plants. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 31:169-170.

117. Síntesis de Recursos Hidráulicos. S. R. H. 1971. Presencia del Boro en las aguas negras de la ciudad de México. México.
118. Sposito, G. 1977. The Gapon and Vanselow selecting coefficients. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41:1205-1206.
119. Suarez, D. L. 1981. Relation between pHc and sodium sdsorption ratio (SAR) and an alternative method of estimating SAR of soil or drainage waters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:469-475.
120. Suarez, D. L., J. D. Wood, and S. M. Lesch. 2006. Effect of SAR on water infiltration under a sequential reain-irrigation management system. *Agric. Water Manage.* 8:150-164.
121. Suyama, H., S. E. Benes, P. H. Robinson, S. R. Grattan, C. M. Grieve, and G. Getachew. 2007. Forage yield and quality under irrigation with saline-sodic drainage water: greenhouse evaluation. *Agric. Water Manage.* 88:159-172.
122. Szabolcs, I. 1989. Salt Affected Soils. Cap 5. CRC. Press, Inc. Boca Raton, Florida. pp. 207-238.
123. Tedeschi, A., and R. D. Aquila. 2005. Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. *Agric. Water Manage.* 77:308-322.
124. Thayalakumaran, T., M. G. Bethune, and T. A. McMahon. 2007. Achieving a salt balance-should it be a management objective?. *Agric. Water Manage.* 92:1-12.
125. Thorne, D.W. and J.P. Thorne. 1954. Changes in composition of irrigated soils as related to the quality of irrigation waters. *Soil. Sci. Soc. Amer.Proc.* 18:92-97.
126. Vapor Pressure Osmometro (VAPRO) 1995. Manual del Usuario – Modelo 5520 Wescor. USA. 99p.
127. Van Hoorn, J. W. 1971. Quality of irrigation water, limits of use and prediction of long term effects. In: *Irrigation and Drainage. Paper 7. Salinity Seminar. Baghdad. FAO. Rome.* pp. 117-135.
128. Vázquez A., A. 1999. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo. México. 120 p.
129. Velásquez M., M. A. 2001. Las variaciones de los procesos de adsorción de sodio en función de los diferentes valores de la relación de adsorción de sodio en las aguas residuales de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan, Valle del Mezquital, Hgo. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo Texcoco, Edo. de México. 116 p.
130. Velásquez M., M. A., M. Ortega E., A. Martínez G., J. Kohashi S. y N. García C. 2002. Relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales y suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Terra.* 20(4):459-464.

131. Wienhold, B. J., and T. P. Trooien. 1998. Irrigation water effects on infiltration rate in Northern Great Plains. *Soil Sci.* 163(11):853-858.
132. Wilcox, L. V., G. Y. Blair and C. A. Bower. 1954. Effect of bicarbonate on suitability of water for irrigation. *Soil Sci.* 77(4):259-266.
133. Zia, M. H., M. Saifullah, M. Sabir, A. Ghafoor, and G. Murtaza. 2007. Effectiveness of sulphuric acid and gypsum for the reclamation of a calcareous saline-sodic soil under four crop rotations. *J Agron. & Crop Sci.* 193:262-269.
134. Zuo, Y., L. Ren, F. Zhang, and R. F. Jiang. 2007. Bicarbonate concentration as affected by soil water content controls Iron nutrition of Peanut plants in a calcareous soil. *Plant Physiol. and Biochem.* 45:357-364.

10. ANEXOS.

Anexo 1. Localización geográfica de los sitios de muestreo de las aguas residuales, otoño-07 e invierno 2008.

No.	Sitio de Muestreo	Fecha de colecta	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud msnm
1	Otoño-07 Gran Canal Puente PEMEX	15/10/2007	19°37'26.7"	99°04'92.4"	2260
2	Gran Canal - Santa Ana Nextlalpan	15/10/2007	19°44'01"	99°07'05"	2258
3	Canal La Laminadora - Zumpango	15/10/2007	19°47'16.3"	99°05'31.6"	2252
4	Presa - Laguna - Zumpango	15/10/2007	19°47'32.1"	99°07'01.6"	2252
5	Emisor Norte de La Laguna de Zumpango	15/10/2007	19°47'11.4"	99°09'54.7"	2251
6	Santa Ana Nextlalpan - Canal de aguas negras	15/10/2007	19°44'04.3"	99°04'05.6"	2246
7	Puente metal - entrada a San Pedro	15/10/2007	19°47'06"	99°09'23"	2235
8	Desviación a Tlapanaloya	16/10/2007	19°56'04.1"	99°07'07.4"	2230
9	Salida Tula-Tequisquiác - Tajo	16/10/2007	19°54'07.6"	99°07'31.3"	2214
10	Puente de Tequisquiác	16/10/2007	19°54'48.5"	99°08'37.2"	2212
11	Hueypoxtla	15/10/2007	19°54'50"	99°05'11"	2210
12	Salida túnel (Tula - Tequisquiác)	16/10/2007	19°54'14.2"	99°08'45.3"	2206
13	Canal factoría - Apaxco	16/10/2007	19°58'10.9"	99°10'40.3"	2186
14	Canal Revestido Apaxco - Río Tula	16/10/2007	19°57'53.6"	99°10'32.1"	2177
15	Canal revestido - Texas	16/10/2007	20°01'53.5"	99°12'09.6"	2151
16	Canal de tierra y piedra - Texas	16/10/2007	20°01'53.0"	99°12'09.0"	2150
17	Canal a Atotonilco de Tula	16/10/2007	20°01'43"	99°12'16"	2141
18	Río Tula rumbo a Atotonilco de Tula (bajo puente)	16/10/2007	20°01'15.0"	99°12'47.2"	2118
19	Canal Atitalaquia (pueblo)	16/10/2007	20°03'23.9"	99°13'10.2"	2108
20	Canal Teteltipan	20/10/2007	20°06'58.1"	99°12'16.2"	2108
21	Canal revestido Refinería	16/10/2007	20°03'30.3"	99°16'06.2"	2104
22	Canal PEMEX Atitalaquia	16/10/2007	20°03'07.0"	99°13'50.2"	2103
23	Canal Tula 1	16/10/2007	20°03'19.1"	99°18'15.8"	2100
24	Canal de la Quina Atitalaquia	16/10/2007	20°03'33.4"	99°13'37.9"	2096
25	Canal Tula 2 (Hotel Las plazas)	16/10/2007	20°03'13.7"	99°18'46.1"	2095
26	Canal grande de Atitalaquia (puente concreto)	16/10/2007	20°03'30.8"	99°13'27.6"	2089
27	Col. Julián Villagrán	16/10/2007	20°05'54.7"	99°20'30.7"	2085
28	Canal Grande Tula - Dhendo	20/10/2007	20°04'28.6"	99°18'58.7"	2082
29	Puente verde en Tula	16/10/2007	20°03'59.3"	99°19'46.3"	2060
30	Canal Tlahuelilpan	20/10/2007	20°07'40.6"	99°14'32.5"	2046
31	Río Tula en Tula - puente Metlac	16/10/2007	20°03'10.7"	99°20'08.9"	2035
32	Canal grande frente Col. Madero (El Horno)	20/10/2007	20°13'16"	99°08'16"	2029
33	Canal 1 presa Endho	16/10/2007	20°08'34"	99°21'13"	2022
34	Canal Mixquiuala	20/10/2007	20°15'01"	99°14'20"	2018
35	Canal de aguas negras II (El Horno)	20/10/2007	20°13'46"	99°08'11"	2012
36	Sifón (presa Endho)	16/10/2007	20°09'29"	99°21'25"	2009
37	Canal Ejido Veracruz	20/10/2007	20°12'57"	99°10'31"	2007
38	Canal - La Requena	20/10/2007	20°09'21.1"	99°13'49.6"	2006
39	Presa Dolores (junto Rojo Gómez)	17/10/2007	20°25'34"	99°21'37"	2001
40	Presa Rojo Gómez - Alfajayucan	17/10/2007	20°21'30"	99°19'22"	1981
41	Canal El Grasoso - El Jardín	19/10/2007	20°22'39"	98°58'33"	1979
42	Canal Caxuxi - cerca Actopan	20/10/2007	20°17'26.1"	99°58'33"	1974
43	Canal a 2 Km antes de Tepantepec	20/10/2007	20°17'00"	99°04'38"	1970
44	Canal aguas negras y agua de pozo - Pozo No 5 CNA	20/10/2007	20°18'02.3"	98°59'17"	1963
45	Canal San Antonio Abad	20/10/2007	20°15'01"	99°01'45"	1956
46	Pozo Adelaido Azputia - Sn Salvador	20/10/2007	20°16'50.9"	99°00'42.1"	1947
47	Manantial - resurgimiento Sn Salvador	20/10/2007	20°16'43.9"	99°00'53.7"	1945

Continuación... Anexo 1.

No.	Sitio de Muestreo	Fecha de colecta	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud msnm
48	Canal aguas negras Sn Salvador	20/10/2007	20°16'43.9"	99°00'53.3"	1945
49	Canal rumbo al túnel de Cerro azul	19/10/2007	20°19'47.6"	99°15'26.8"	1936
50	Canal La Mora	19/10/2007	20°20'00"	99°13'45"	1917
51	Canal Teofani I	20/10/2007	20°17'43"	99°00'08"	1917
52	Canal Mejay	19/10/2007	20°23'48.1"	99°11'25.8"	1915
53	Río Tula – Chilcuautla	19/10/2007	20°19'31.9"	99°13'21.6"	1913
54	Río Tula - manantial – Progreso	20/10/2007	20°15'04.4"	99°11'46.1"	1901
55	Río Tula – Progreso	20/10/2007	20°15'04.4"	99°11'46.1"	1894
56	Río Tula - Ixmiquilpan canal Xotho	19/10/2007	20°28'49.0"	99°13'08.2"	1879
57	Presa Vicente Aguirre	17/10/2007	20°25'34"	99°21'37"	1877
58	Presa Debodhe	18/10/2007	20°29'021"	99°07'14.5"	1814
59	Manantial - Balneario Maguey Blanco	19/10/2007	20°25'27.1"	99°09'52.4"	1808
60	Canal de concreto - delante de Maguey Blanco	19/10/2007	20°25'34"	99°09'12"	1795
61	Canal EcoAlberto	19/10/2007	20°24'33.0"	99°12'21.3"	1795
62	Canal Maguey Blanco - en Ixmiquilpan	19/10/2007	20°25'24.2"	99°10'08.6"	1794
63	Canal Debodhe	18/10/2007	20°29'32.8"	99°06'53.9"	1787
64	Canal revestido - La Estación	18/10/2007	20°29'43.7"	99°09'50.0"	1785
65	Balneario Tlaco – Tlacotalpilco	19/10/2007	20°22'31.1"	99°13'23.8"	1780
66	Manantial Parque Acuático EcoAlberto	19/10/2007	20°24'40.8"	99°12'41.0"	1770
67	Agua freática - cerca de La Estación y Bandaho	18/10/2007	20°30'09.9"	99°08'46.5"	1766
68	Canal Capula - escuela Técnica	18/10/2007	20°30'15"	99°10'11"	1765
69	Arenalito II (cañada de lutitas)	18/10/2007	20°39'18.9"	99°02'56.9"	1765
70	Canal Capula - cerca del DIF	18/10/2007	20°30'04"	99°10'10"	1764
71	Arenalito I (riachuelo-puente de piedra)	18/10/2007	20°39'18.9"	99°02'57.0"	1764
72	Grutas de Tolantongo - Río La Gloria	18/10/2007	20°39'19.2"	99°02'57.0	1763
73	Sn Francisco	17/10/2007	20°28'56"	99°23'15"	1758
74	Río Tula - Eco Alberto	19/10/2007	20°25'17.9"	99°13'20.8"	1758
75	Canal de aguas negras Tlacotalpilco	19/10/2007	20°22'12"	99°13'34"	1758
76	Río Tula – Tlacotalpilco	19/10/2007	20°22'27.8"	99°13'23.7"	1757
77	Canal antes Ixmiquilpan (junto a escuela)	19/10/2007	20°26'57.6"	99°10'44.4"	1753
78	Canal de piedra delante de Ixmiquilpan	18/10/2007	20°31'48"	99°11'02"	1751
79	Canal cerritos - Río Ixmiquilpan	19/10/2007	20°31'48.7"	99°11'02.5"	1751
80	Canal La Loma - cerca de Nequeteque	18/10/2007	20°32'02"	99°11'02"	1750
81	Canal de piedra – Tecnológico	18/10/2007	20°29'27.0"	99°10'55.2"	1745
82	Canal Nith	18/10/2007	20°29'26.0"	99°09'40.2"	1743
83	Presa - laguna Madho - Domingo Corrales	17/10/2007	20°30'21"	99°23'10.0"	1736
84	Canal Xuxafi	20/10/2007	20°19'00"	99°02'27"	1701
85	Río Ixmiquilpan (junto a Tienda Hno. Torres)	18/10/2007	20°28'57.3"	99°12'57.1"	1692
86	canal de piedra revestido Frente a Tasquillo (Los remedios)	17/10/2007	20°33'03"	99°17'00"	1641
87	Manantial - Balneario Zindejeh Tasquillo	17/10/2007	20°33'03.4"	99°17'46.4"	1639
88	Río Tula –Zindejeh	17/10/2007	20°33'00.2"	99°17'30.9"	1628
89	Manantial - Balneario Zindejeh II	17/10/2007	20°33'00.2"	99°17'30.5"	1628
90	Río Tula (puente Corea)	17/10/2007	20°34'34.4"	99°20'45.7"	1580
91	Presa Zimapán	17/10/2007	20°39'38.7"	99°29'19.4"	1569
1-Invierno-08	Gran Canal Puente PEMEX	25/08/2008	19°37'26.7"	99°04'92.4"	2260
2	Canal la Laminadora	25/08/2008	19°47'16.3"	99°05'31.6"	2252
3	Presa Zumpango	25/08/2008	19°47'32.1"	99°07'01.6"	2252
4	Emisor Norte de laguna de Zumpango	25/08/2008	19°47'114"	99°09'54.7"	2251
5	Santa Ana Nextlalpan	25/08/2008	19°44'04.3"	99°04'05.6"	2246
6	Gran Canal Carretera a Toeloyucan	25/08/2008	19°45'01.3"	99°06'23.7"	2244

Continuación...Anexo 1.

No.	Sitio de muestreo	Fecha Colecta	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m.
			Norte	Oeste	
7	Desviación a Tlapanaloya	25/08/2008	19°56'04.1"	99°07'07.4"	2230
8	Manantial-Las Canoas	25/08/2008	19°56'42.2"	99°09'23.5"	2219
9	Salida a Tula -Tequisquiatic (Tajo)	25/08/2008	19°54'07.6"	99°07'31.1"	2214
10	Puente Tequisquiatic (salida Pueblo)	25/08/2008	19°54'48.5"	99°08'37.2"	2212
11	Salida Tequisquiatic -Gran Canal	25/08/2008	19°54'14.2"	99°08'45.3"	2206
12	Manantial-La Atarjea (cerca Apaxco)	25/08/2008	19°56'50.5"	99°09'08.9"	2189
13	Canal Factoría Apaxco	25/08/2008	19°58'10.9"	99°10'40.3"	2186
14	Canal Revestido Apaxco-Rio Tula	25/08/2008	19°57'53.6"	99°10'32.1"	2177
15	Pino Suarez	26/08/2008	20°14'51"	99°25'25.1"	2174
16	Canal Revestido Atotonilco de Tula	26/08/2008	20°01'34"	99°12'16.4"	2161
17	Canal Revestido Texas	26/08/2008	20°01'53.5"	99°12'09.6"	2151
18	Rio Tula-rumbo a Atotonilco	26/08/2008	20°01'15"	99°12'47.2"	2118
19	Canal Atitalaquia	26/08/2008	20°03'23.9"	99°13'10.2"	2108
20	Canal Teteltipan	30/08/2008	20°06'58.1"	99°12'16.2"	2108
21	Canal Refinería	26/08/2008	20°03'30.3"	99°16'06.2"	2104
22	Canal Pemex Atitalaquia	26/08/2008	20°03'07"	99°13'50.2"	2103
23	Tula I	26/08/2008	20°03'19.1"	99°18'15.8"	2100
24	Nacimiento Balneario-La Cantera	26/08/2008	20°02'24.9"	99°18'31.1"	2098
25	Canal La Quina Atitalaquia	26/08/2008	20°03'33.4"	99°13'37.9"	2096
26	Tula II (Hotel Las plazas)	26/08/2008	20°03'13.7"	99°18'46.1"	2095
27	Canal Grande Atitalaquia	26/08/2008	20°03'30.8"	99°13'27.6"	2089
28	Canal Tula-Tepetitlan	26/08/2008	20°04'59.2"	99°20'12.9"	2089
29	Chapantongo	26/08/2008	20°18'39.4"	99°23'45.8"	2087
30	Col. Julián Villagrán	26/08/2008	20°05'54.7"	99°20'30.7"	2085
31	La Cieneguilla	28/08/2008	20°42'28.1"	99°02'06.1"	2084
32	Canal grande (Dhendo)-Tula	26/08/2008	20°04'28.6"	99°18'58.7"	2082
33	Canal Grande La quina Atitalaquia	26/08/2008	20°03'02.9"	99°13'30.1"	2075
34	Arriba Instituto Canadiense	26/08/2008	20°04'37.2"	99°20'06.8"	2069
35	Puente Verde en Tula	26/08/2008	20°03'59.3"	99°19'46.3"	2060
36	Canal Tlahuelilpan	30/08/2008	20°07'40.6"	99°14'32.5"	2046
37	Canal El Tinaco	30/08/2008	20°04'31.8"	99°13'49.2"	2042
38	La Loma (cerca presa Endho)	26/08/2008	20°09'58.3"	99°22'21.2"	2036
39	Rio Tula en Tula (puente Metlac)	26/08/2008	20°03'10.7"	99°20'08.9"	2035
40	Canal Col Fco. I Madero	30/08/2008	20°13'15.8"	99°08'15.6"	2029
41	Centro de Tepetitlan	26/08/2008	20°11'22.1"	99°22'53.7"	2027
42	Presa Endho	26/08/2008	20°08'42.4"	99°21'30.5"	2023
43	Tepetitlan (puente ferretería)	26/08/2008	20°11'07.8"	99°22'51.8"	2020
44	Canal - Col Morelos	30/08/2008	20°13'46.5"	99°08'11.3"	2012
45	Sifón Presa Endho	26/08/2008	20°09'29.1"	99°21'25.9"	2009
46	Canal Revestido Asoc.-usuarios Endho-Xochitlan	30/08/2008	20°14'43.8"	99°10'43.0"	2008
47	Canal Requena	30/08/2008	20°09'21.1"	99°13'49.6"	2006
48	Canal - Instituto Superior Estado de Hidalgo	30/08/2008	20°12'02.5"	99°13'16.7"	2004
49	Alfajayucan-junto a presa Rojo Gómez	26/08/2008	20°20'32.3"	99°20'53.1"	1996
50	Canal Mora (Progreso)	29/08/2008	20°17'26.1"	99°11'13.5"	1986
51	Presa Rojo Gómez-Alfajayucan	26/08/2008	20°21'30.5"	99°19'22"	1981
52	Canal principal origen de él grasoso	29/08/2008	20°22'38.6"	99°10'37.7"	1979
53	Caxuxi (cerca Actopan)	30/08/2008	20°17'26.1"	99°58'33.0"	1974
54	Teofani	30/08/2008	20°17'43.2"	99°00'09.5"	1969
55	Canal Botha	30/08/2008	20°15'37.5"	98°58'15.1"	1966

Continuación...Anexo 1.

No.	Sitio de muestreo	Fecha Colecta	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m.
			Norte	Oeste	
55	Canal Botha	30/08/2008	20°15'37.5"	98°58'15.1"	1966
56	Pozo Bombeo No.8 CNA (agua-pozo)	30/08/2008	20°18'54.9"	98°59'39.7"	1963
57	El Saucillo - Rumbo a presa Zimapán	28/08/2008	20°40'01.5"	99°26'10.0"	1957
58	Pozo Adelaido-Sn Salvador	30/08/2008	20°16'50.9"	99°0'0'42.1"	1947
59	Agua Resurgimiento-Sn Salvador	30/08/2008	20°16'43.9"	99°0'0'53.7"	1945
60	Canal Aguas negras Sn Salvador	30/08/2008	20°16'43.9"	99°0'0'53.3"	1945
61	Canal grasoso II	29/08/2008	20°20'34.3"	99°12'23.4"	1941
62	Canal Rumbo a Cerro Azul	29/08/2008	20°19'47.6"	99°15'26.8"	1936
63	Canal Villagrán	30/08/2008	20°23'22.6"	99°04'17.1"	1931
64	Canal Las Rosas	30/08/2008	20°21'15.1"	99°02'109"	1917
65	El Mejay	29/08/2008	20°23'48.1"	99°11'25.8"	1915
66	Rio Tula Chilcuautla	29/08/2008	20°19'31.9"	99°13'21.6"	1913
67	Manantial Rio Tula-Progreso	29/08/2008	20°15'04.4"	99°11'46.1"	1901
68	Rio Tula Progreso	29/08/2008	20°15'04.4"	99°11'46.1"	1894
69	Puente Alfajayucan	26/08/2008	20°24'48.7"	99°20'55"	1879
70	Rio Tula-Ixmiquilpan (canal Xotho)	27/08/2008	20°28'49"	99°13'08.2"	1879
71	Presa Vicente Aguirre	26/08/2008	20°25'34.2"	99°21'37.5"	1877
72	Santa Ma. Xigfui III	27/08/2008	20°27'33.5"	99°20'29.1"	1843
73	Adelante de Portezuelo	28/08/2008	20°30'14.9"	99°18'42.5"	1820
74	Abrevadero-junto al camino	27/08/2008	20°28'40.1"	99°21'49.8"	1814
75	Presa Debodhe	28/08/2008	20°29'02.1"	99°07'14.5"	1814
76	Cerro Prieto (canal revestido)	27/08/2008	20°29'37.3"	99°22'31.0"	1812
77	Manantial-Balneario-Maguey Blanco	29/08/2008	20°25'27.1"	99°09'52.4"	1808
78	Canal Eco-Alberto	29/08/2008	20°24'33.0"	99°12'21.3"	1795
79	Canal Maguey Blanco	29/08/2008	20°25'24.2"	99°10'08.6"	1794
80	Lagunilla-rumbo a cerro Prieto	27/08/2008	20°28'06.3"	99°21'58.9"	1791
81	Canal Debodhe	28/08/2008	20°24'32.8"	99°06'53.9"	1787
82	Canal de Piedra La Estación	28/08/2008	20°29'43.7"	99°09'50.0"	1785
83	Manantial-Balneario-Tlaco	29/08/2008	20°22'31.3"	99°13'23.8"	1780
84	Manantial-Balneario-Dauthi	29/08/2008	20°26'57.1"	99°11'25.3"	1779
85	Manantial-Balneario-Tlaco II	29/08/2008	20°22'29.0"	99°13'23.2"	1777
86	Canal Bandaho	28/08/2008	20°30'10.8"	99°08'42.1"	1775
87	Manantial-Balneario-Dios Padre	29/08/2008	20°27'47.0"	99°11'39.5"	1774
88	Manantial-Balneario-Pueblo Nuevo	29/08/2008	20°27'22.6"	99°10'23.4"	1770
89	Manantial-Balneario- Eco-Alberto	29/08/2008	20°24'40.8"	99°12'41.0"	1770
90	Agua Freática junto a Bandaho	28/08/2008	20°30'09.9"	99°08'46.5"	1766
91	El Arenalito (lutitas)	28/08/2008	20°39'18.9"	99°02'57.0"	1764
92	Grutas de Tolantongo-rio La Gloria	28/08/2008	20°39'19.2"	99°02'57.0"	1763
93	Sn Francisco (cascada)	27/08/2008	20°28'56.5"	99°23'15.1"	1758
94	Rio Tula Eco-Alberto	29/08/2008	20°25'17.9"	99°13'20.8"	1758
95	Rio Tula Tlacotalpilco	29/08/2008	20°22'27.8"	99°13'23.7"	1757
96	Canal antes Ixmiquilpan (junto a escuela)	29/08/2008	20°26'57.6"	99°10'44.4"	1753
97	Canal cerritos hacia Ixmiquilpan	28/08/2008	20°31'48.7"	99°11'2.5"	1751
98	Canal de Piedra Tecnológico	28/08/2008	20°29'27.0"	99°10'55.2"	1745
99	Presa-laguna Madho-Domingo Corrales	27/08/2008	20°30'21.5"	99°23'10.0"	1736
100	Pozo Bombeo No.5 CNA	30/08/2008	20°18'02.3"	98°59'17.0"	1693
101	Rio Ixmiquilpan	28/08/2008	20°28'57.3"	99°12'57.1"	1692
102	Balneario Zindejeh	27/08/2008	20°33'03.4"	99°17'46.4"	1639
103	Rio Tula – Zindejeh	27/08/2008	20°33'00.2"	99°17'30.9"	1628
104	Balneario Zindejeh II	27/08/2008	20°33'00.2"	99°17'29.9"	1628

Continuación...Anexo 1.

No.	Sitio de muestreo	Fecha Colecta	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m.
105	Rio Tula - Puente Corea	27/08/2008	20°34'34.4"	99°20'45.7"	1580
106	Presa Zimapán	27/08/2008	20°39'38.7"	99°29'19.4"	1569
107	Las Adjuntas	27/08/2008	20°51'08.1"	99°26'53.0"	953

Anexo 2. Localización geográfica de los sitios de muestreo para el suelo, de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán.

No.	P	Localidad	Cultivo Presente	Fecha de colecta	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m.
1	P1	Chiconautla	Maíz	15/10/2007	19° 37' 10''	99° 04' 92''	2259
2	P2	Chiconautla	Maíz	15/10/2007	19° 37' 10''	99° 04' 92''	2259
3	P3	Chiconautla	Maíz	15/10/2007	19° 37' 10''	99° 04' 92''	2259
4	P1	Jaltenco	Barbecho	15/10/2007	19° 44' 01''	99° 07' 05''	2258
5	P1	Santa Ana Nextlalpan	Barbecho	15/10/2007	19° 44' 04''	99° 04' 05''	2246
6	P2	Santa Ana Nextlalpan	Alfalfa	15/10/2007	19° 44' 04''	99° 04' 05''	2246
7	P1	Laguna de Zumpango	Alfalfa	15/10/2007	19° 47' 11''	99° 09' 55''	2251
8	P2	Laguna de Zumpango	Alfalfa	15/10/2007	19° 47' 11''	99° 09' 55''	2251
9	P3	Laguna de Zumpango	Alfalfa	15/10/2007	19° 47' 11''	99° 10' 55''	2251
10	P1	Hueypoxtla	Alfalfa	15/10/2007	19° 54' 50''	99° 05' 11''	2210
11	P2	Hueypoxtla	Alfalfa	15/10/2007	19° 54' 50''	99° 05' 11''	2210
12	P1	Tequisquiác	Alfalfa	15/10/2007	19° 54' 14''	99° 08' 45''	2206
13	P1	Camino a Tlapanaloya	Alfalfa	16/10/2007	19° 56' 04''	99° 07' 07''	2230
14	P1	Canal-Factoría Apaxco	Alfalfa	16/10/2007	19° 58' 10''	99° 10' 40''	2186
15	P2	Canal-Factoría Apaxco	Alfalfa	16/10/2007	19° 58' 10''	99° 10' 40''	2186
16	P1	Canal Revestido Texas	Alfalfa	16/10/2007	20° 01' 53''	99° 12' 09''	2151
17	P1	Canal Texas	Alfalfa	16/10/2007	20° 01' 53''	99° 12' 09''	2151
18	P1	Canal Atitalaquia	Alfalfa	16/10/2007	20° 03' 24''	99° 13' 10''	2108
19	P1	Canal Grande-Atitalaquia	Alfalfa	16/10/2007	20° 03' 30''	99° 10' 06''	2104
20	P1	Canal Revestido-Refinería	Alfalfa	16/10/2007	20° 03' 30''	99° 16' 06''	2103
21	P1	Canal Tula-I	Alfalfa	16/10/2007	20° 03' 19''	99° 18' 16''	2100
22	P1	Col. Julián Villagrán	Alfalfa	16/10/2007	20° 05' 55''	99° 20' 31''	2085
23	P1	Frente presa Endho	Alfalfa	16/10/2007	20° 08' 34''	99° 21' 14''	2022
24	P1	Xameje (presa Rojo-Gómez)	Alfalfa	17/10/2007	20° 21' 30''	99° 19' 22''	1981
25	P2	Xameje (presa Rojo-Gómez)	Alfalfa	17/10/2007	20° 21' 30''	99° 19' 22''	1981
26	P3	La cañada (presa Rojo-Gómez)	Alfalfa	17/10/2007	20° 21' 30''	99° 19' 22''	1970
27	P1	Adelante-Presa Vicente Aguirre	Alfalfa	17/10/2007	20° 25' 34''	99° 21' 37''	1877
28	P1	Presa Domingo corrales	Alfalfa	17/10/2007	20° 30' 21''	99° 23' 10''	1723
29	P1	Las escorias (junto jawey)	Alfalfa	17/10/2007	20° 29' 20''	99° 22' 01''	1812
30	P2	Las escorias	Alfalfa	17/10/2007	20° 29' 20''	99° 22' 01''	1812
31	P3	Las escorias (cerca Primaria)	Alfalfa	17/10/2007	20° 30' 04''	99° 10' 10''	1764
32	P1	Tasquillo	Alfalfa	17/10/2007	20° 33' 01''	99° 17' 40''	1639
33	P1	Portezuelo	Alfalfa	18/10/2007	20° 22' 12''	99° 13' 34''	1758
34	P2	Portezuelo	Alfalfa	18/10/2007	20° 22' 12''	99° 13' 34''	1758
35	P1	El Durazno	Alfalfa	18/10/2007	20° 31' 41''	99° 11' 02''	1751
36	P1	Naxthey	Alfalfa	18/10/2007	20° 25' 30''	99° 21' 32''	1877
37	P1	Alfajayucan	Alfalfa	18/10/2007	20° 24' 48''	99° 20' 50''	1879
38	P1	Canal Tecnológico	Alfalfa	18/10/2007	20° 24' 48''	99° 20' 50''	1879
39	P1	Capula	Alfalfa	18/10/2007	20° 30' 10''	99° 08' 47''	1766
40	P2	Capula (cerca de Debodhe)	En descanso	18/10/2007	20° 30' 11''	99° 08' 47''	1766
41	P1	Debodhe	Alfalfa	18/10/2007	20° 29' 02''	99° 07' 15''	1814
42	P1	Delante de cascada (Debodhe)	En descanso	18/10/2007	20° 29' 01''	99° 06' 01''	1810
43	P1	Salida del valle de Debodhe a Tolantongo	En descanso	18/10/2007	20° 22' 12''	99° 17' 46''	1791
44	P1	López Flores	pasto	18/10/2007	20° 26' 57''	99° 14' 25''	1779
45	P1	Cerritos	Alfalfa	18/10/2007	20° 21' 11''	99° 02' 10''	1917

Continuación...Anexo 2.

No.	P	Localidad	Cultivo presente	Fecha de colecta	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud msnm
46	P1	Maguey Blanco	Alfalfa	19/10/2007	20°25'27"	99°09'51"	1808
47	P1	El Mejay	Alfalfa	19/10/2007	20°22'30"	99°10'37"	1979
48	P1	El Jardín	Alfalfa	19/10/2007	20°22'30"	99°09'01"	1977
49	P1	Chilcuautla	Alfalfa	19/10/2007	20°19'32"	99°13'22"	1913
50	P1	Zacualoya (la isla de)	Alfalfa	19/10/2007	20°19'47"	99°15'27"	1936
51	P1	Rumbo a Cerro Azul	Alfalfa	19/10/2007	20°23'23"	99°04'17"	1931
52	P1	Bajando cerro azul (Chilcuautla)	Alfalfa	19/10/2007	20°23'22"	99°14'10"	1920
53	P1	La Mora	Alfalfa	19/10/2007	20°20'35"	99°12'23"	1941
54	P2	La Mora	Tomate	19/10/2007	20°20'35"	99°12'23"	1941
55	P1	Tephe (Botha)	Alfalfa	19/10/2007	20°23'48"	99°11'20"	1915
56	P2	Tephe II (Bothe)	Alfalfa	19/10/2007	20°23'48"	99°11'20"	1915
57	P1	Canal de aguas negras y de pozo	Alfalfa	19/10/2007	20°17'20"	98°58'33"	1974
58	P2	Canal de aguas negras y de pozo)de lateral	Alfalfa	19/10/2007	20°18'55"	98°59'40"	1963
59	P1	Xocafi	Alfalfa	19/10/2007	20°17'43"	98°59'41"	1964
60	P1	Teofani I	Alfalfa	19/10/2007	20°18'55"	99°04'17"	1965
61	P2	Teofani i	Alfalfa	19/10/2007	20°18'55"	99°04'17"	1965
62	P1	Sn Salvador (Sn Antonio Abad)	Alfalfa	19/10/2007	20°16'51"	99°00'42"	1947
63	P1	2Km antes de Tepantepec	Alfalfa	19/10/2007	20°15'37"	99°04'17"	1960
64	P1	Col. El Horno	Alfalfa	19/10/2007	20°13'46"	99°08'11"	2012
65	P2	Col. El Horno	Alfalfa	19/10/2007	20°13'16"	99°08'15"	2029
66	P1	Ejido Veracruz	Alfalfa	19/10/2007	20°14'40"	99°10'43"	2031
67	P1	Mixquiauala	Alfalfa	19/10/2007	20°21'15"	99°13'22"	1894
68	P1	Canal Requena	Alfalfa	19/10/2007	20°09'21"	99°13'50"	2006
69	P1	Tlaxcoapan	Alfalfa	19/10/2007	20°05'55"	99°12'16"	2108
70	P1	Teteltipan	Alfalfa	19/10/2007	20°06'58"	99°12'16"	2108
71	P1	Del Canal de Tlahuelilpan	Alfalfa	19/10/2007	20°05'16"	99°14'43"	2104
72	P2	Tlahuelilpan	Alfalfa	19/10/2007	20°05'17"	99°15'01"	2106

Anexo 3. Concentración iónica de las aguas otoño 2007 e invierno 2008.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ Σ mmol L ⁻¹	Error %	RSE mg L ⁻¹
			mmol L ⁻¹					mmol L ⁻¹						
1	Otoño 7.2	2660	1.44	4.51	18.71	1.35	26.00	0.00	15.00	7.35	3.02	25.37	1.21	1982
			28.80	54.74	430.26	52.59		0.00	915.30	260.56	145.19			
2	7.2	2580	0.72	2.25	18.71	1.35	25.22	0.00	15.00	7.35	1.51	24.48	1.47	1897
			31.60	48.72	422.74	48.68		0.00	857.33	242.83	172.13			
3	7.4	1440	0.79	2.00	18.38	1.25	14.07	0.00	14.05	6.85	1.79	13.78	1.06	1039
			2.92	2.28	8.06	0.81		0.00	5.90	2.65	5.23			
4	7.8	410	1.46	1.14	8.06	0.81	4.01	0.00	5.90	2.65	2.61	3.91	1.16	295
			1.14	0.79	1.76	0.32		0.00	2.15	0.95	0.81			
5	7.5	430	22.80	9.60	40.53	12.32	4.20	0.00	131.19	33.68	39.14	4.08	1.47	311
			0.57	0.39	1.76	0.32		0.00	2.15	0.95	0.41			
6	7.3	2510	1.04	0.70	2.18	0.29	24.53	0.00	2.20	0.90	0.98	23.79	1.52	1826
			20.80	8.44	50.20	11.14		0.00	134.24	31.91	47.10			
7	7.6	2490	0.52	0.35	2.18	0.29	24.34	0.00	2.20	0.90	0.49	23.80	1.11	1838
			1.39	4.16	17.72	1.26		0.00	14.15	7.05	2.59			
8	7.3	2370	27.80	50.54	407.58	49.27	23.16	0.00	863.43	249.92	124.64	22.58	1.27	1712
			0.70	2.08	17.72	1.26		0.00	14.15	7.05	1.30			
9	7.2	2300	1.58	3.91	17.62	1.23	22.48	0.00	13.90	7.05	2.85	21.89	1.32	1656
			31.60	47.51	405.27	47.90		0.00	848.18	249.92	136.89			
10	7.2	2370	0.79	1.95	17.62	1.23	23.16	0.00	13.90	7.05	1.42	22.54	1.37	1739
			2.38	3.96	15.65	1.17		0.00	13.00	6.05	3.53			
11	7.3	2300	47.60	48.11	360.01	45.75	22.48	0.00	793.26	214.47	169.72	21.93	1.24	1671
			1.19	1.98	15.65	1.17		0.00	13.00	6.05	1.77			
12	7.3	2440	2.13	4.06	15.12	1.17	23.85	0.00	13.20	6.10	2.59	23.33	1.09	1812
			42.60	49.33	347.73	45.75		0.00	805.46	216.25	124.59			
13	7.5	2300	1.07	2.03	15.12	1.17	22.48	0.00	13.20	6.10	1.30	21.97	1.14	1699
			2.18	4.01	15.84	1.14		0.00	12.85	6.20	3.49			
14	7.5	2370	43.60	48.72	364.27	44.38	23.16	0.00	784.11	219.79	167.49	22.62	1.19	1729
			1.09	2.00	15.84	1.14		0.00	12.85	6.20	1.74			
15	7.4	2440	1.93	4.65	14.74	1.16	23.85	0.00	12.80	6.05	3.08	23.27	1.21	1809
			38.60	56.50	338.99	45.36		0.00	781.06	214.47	147.83			
16	7.5	2440	0.97	2.32	14.74	1.16	23.85	0.00	12.80	6.05	1.54	23.16	1.47	1799
			1.98	3.81	16.91	1.15		0.00	13.80	6.15	3.38			
17	7.4	2370	39.60	46.29	388.97	44.77	23.16	0.00	842.08	218.02	162.54	22.48	1.50	1735
			0.99	1.90	16.91	1.15		0.00	13.80	6.15	1.69			
18	7.3	2440	2.18	3.32	15.84	1.14	23.85	0.00	12.80	6.40	2.77	23.18	1.42	1771
			43.60	40.34	364.29	44.57		0.00	781.06	226.88	133.17			
19	7.2	1720	1.09	1.66	15.84	1.14	16.81	0.00	12.80	6.40	1.39	16.33	1.45	1273
			2.33	3.66	16.00	1.17		0.00	12.80	6.30	3.52			
20	7.0	1150	46.60	44.47	368.06	45.75	11.24	0.00	781.06	223.34	168.98	10.94	1.37	848
			1.17	1.83	16.00	1.17		0.00	12.80	6.30	1.76			
21	7.5	1510	2.33	3.81	16.55	1.16	14.76	0.00	12.95	6.50	3.82	14.39	1.27	1111
			46.60	46.29	380.69	45.16		0.00	790.21	230.43	183.69			
22	6.9	1580	1.17	1.90	16.55	1.16	15.44	0.00	12.95	6.50	1.91	15.05	1.29	1175
			2.48	3.91	16.32	1.14		0.00	12.65	6.40	4.11			
			49.60	47.51	375.29	44.57		0.00	771.90	226.88	197.17			
			1.24	1.95	16.32	1.14		0.00	12.65	6.40	2.05			
			43.60	51.15	359.44	44.77		0.00	799.36	226.88	143.10			
			1.09	2.10	15.63	1.15		0.00	13.10	6.40	1.49			
			2.53	3.81	16.37	1.15		0.00	12.90	6.30	3.98			
			50.50	46.29	376.44	44.77		0.00	787.16	223.34	191.11			
			1.26	1.90	16.37	1.15		0.00	12.90	6.30	1.99			
			1.98	2.67	11.36	0.80		0.00	8.70	3.95	3.68			
			39.60	32.44	261.28	31.28		0.00	530.87	140.03	176.79			
			0.99	1.33	11.36	0.80		0.00	8.70	3.95	1.84			
			1.58	1.59	7.60	0.47		0.00	6.70	2.60	1.64			
			31.60	19.32	174.90	18.18		0.00	408.83	92.17	78.57			
			0.79	0.79	7.60	0.47		0.00	6.70	2.60	0.82			
			1.29	3.17	9.59	0.71		0.00	8.25	3.35	2.79			
			25.80	38.52	220.52	27.76		0.00	503.42	118.76	133.94			
			0.65	1.58	9.59	0.71		0.00	8.25	3.35	1.39			
			1.49	2.82	10.42	0.72		0.00	9.25	3.55	2.25			
			29.80	34.26	239.59	27.96		0.00	564.44	125.85	107.97			
			0.75	1.41	10.42	0.72		0.00	9.25	3.55	1.12			

Continuación...Anexo 3.

No.	pH	CE μS cm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ Σ mmol L ⁻¹	Σ mg L ⁻¹	Error %	RSE mg L ⁻¹
			mmolc L ⁻¹					mmolc L ⁻¹							
23	7.1	1580	1.68	2.43	10.60	0.74	15.44	0.00	8.60	3.55	2.91	15.06	1126.14	1.24	1182
			33.60	29.52	243.73	28.74		0.00	524.77	125.85	139.93		26.99		
			0.84	1.21	10.60	0.74		0.00	8.60	3.55	1.46				
24	7.4	2010	1.88	3.17	13.65	0.94	19.64	0.00	10.80	4.90	3.52	19.22	1428.80	1.09	1486
			37.60	38.52	314.05	36.75		0.00	659.02	173.71	169.16		34.58		
			0.94	1.58	13.65	0.94		0.00	10.80	4.90	1.76				
25	7.4	1580	1.49	2.82	10.37	0.76	15.44	0.00	8.70	4.05	2.24	14.99	1114.55	1.47	1148
			29.80	34.26	238.55	29.72		0.00	530.87	143.57	107.78		27.16		
			0.75	1.41	10.37	0.76		0.00	8.70	4.05	1.12				
26	7.5	2080	2.48	3.32	13.57	0.97	20.33	0.00	10.65	5.65	3.46	19.76	1456.01	1.42	1485
			49.50	40.28	312.07	37.93		0.00	649.56	200.29	166.38		35.46		
			1.24	1.66	13.57	0.97		0.00	10.65	5.65	1.73				
27	7.4	1940	2.48	3.47	12.16	0.85	18.96	0.00	9.60	4.45	4.40	18.45	1359.47	1.37	1393
			49.60	42.16	279.68	33.24		0.00	585.79	157.75	211.25		32.23		
			1.24	1.73	12.16	0.85		0.00	9.60	4.45	2.20				
28	7.0	1580	1.87	2.39	10.53	0.65	15.44	0.00	8.10	3.85	3.09	15.04	1113.25	1.32	1147
			37.40	29.04	242.23	25.42		0.00	494.26	136.48	148.43		26.81		
			0.94	1.19	10.53	0.65		0.00	8.10	3.85	1.55				
29	7.1	2150	8.02	3.71	8.54	0.74	21.01	0.00	8.25	3.55	8.69	20.49	1477.40	1.27	1536
			160.40	45.08	196.48	28.93		0.00	503.42	125.85	417.25		31.29		
			4.01	1.85	8.54	0.74		0.00	8.25	3.55	4.34				
30	7.3	2080	1.92	3.03	14.54	0.84	20.33	0.00	10.90	5.55	3.39	19.84	1467.15	1.21	1496
			38.40	36.81	334.38	32.84		0.00	665.12	196.75	162.85		36.00		
			0.96	1.51	14.54	0.84		0.00	10.90	5.55	1.70				
31	7.2	1440	1.49	2.48	9.47	0.64	14.07	0.00	7.70	3.10	2.95	13.75	1023.96	1.16	1039
			29.80	30.13	217.78	24.83		0.00	469.85	109.90	141.68		24.36		
			0.75	1.24	9.47	0.64		0.00	7.70	3.10	1.47				
32	7.3	1580	2.07	2.09	10.69	0.59	15.44	0.00	8.60	3.80	2.70	15.10	1125.03	1.11	1170
			41.40	25.39	245.91	23.07		0.00	524.77	134.71	129.78		27.11		
			1.04	1.04	10.69	0.59		0.00	8.60	3.80	1.35				
33	7.2	1870	2.38	3.47	11.55	0.88	18.28	0.00	9.65	4.60	3.64	17.89	1316.57	1.06	1356
			47.60	42.16	265.56	34.41		0.00	588.84	163.07	174.93		31.42		
			1.19	1.73	11.55	0.88		0.00	9.65	4.60	1.82				
34	7.3	1290	1.72	2.19	8.23	0.47	12.61	0.00	4.40	2.70	5.24	12.34	884.63	1.06	920
			34.40	26.61	189.23	18.38		0.00	268.49	95.72	251.81		20.37		
			0.86	1.09	8.23	0.47		0.00	4.40	2.70	2.62				
35	7.5	1650	1.97	2.34	11.18	0.64	16.13	0.00	8.55	4.10	3.12	15.77	1166.87	1.11	1214
			39.40	28.43	257.05	25.02		0.00	521.72	145.35	149.91		28.18		
			0.99	1.17	11.18	0.64		0.00	8.55	4.10	1.56				
36	6.9	1010	2.03	1.59	5.80	0.46	9.87	0.00	3.65	2.35	3.64	9.64	692.20	1.16	713
			40.60	19.26	133.31	17.99		0.00	222.72	83.31	175.02		15.89		
			1.02	0.79	5.80	0.46		0.00	3.65	2.35	1.82				
37	7.2	1290	2.27	1.89	7.92	0.53	12.61	0.00	6.55	2.90	2.85	12.30	910.72	1.21	956
			45.40	22.96	182.22	20.53		0.00	399.68	102.81	137.12		21.40		
			1.14	0.94	7.92	0.53		0.00	6.55	2.90	1.43				
38	7.4	1720	2.37	2.04	11.76	0.65	16.81	0.00	9.20	4.25	2.94	16.39	1221.03	1.27	1282
			47.30	24.79	270.48	25.22		0.00	561.38	150.66	141.20		29.53		
			1.18	1.02	11.76	0.65		0.00	9.20	4.25	1.47				
39	7.5	250	1.19	0.99	0.10	0.16	2.44	0.00	1.75	0.25	0.38	2.38	178.35	1.32	185
			23.80	12.03	2.38	6.26		0.00	106.79	8.86	18.24		3.54		
			0.60	0.49	0.10	0.16		0.00	1.75	0.25	0.19				
40	7.6	860	1.78	1.58	4.64	0.41	8.41	0.00	3.35	2.00	2.83	8.18	588.58	1.37	606
			35.60	19.20	106.61	16.03		0.00	204.42	70.90	135.83		13.49		
			0.89	0.79	4.64	0.41		0.00	3.35	2.00	1.41				
41	7.0	1290	2.17	1.60	8.36	0.48	12.61	0.00	4.65	2.80	4.80	12.25	887.59	1.42	932
			43.40	19.44	192.22	18.77		0.00	283.74	99.26	230.76		20.57		
			1.09	0.80	8.36	0.48		0.00	4.65	2.80	2.40				
42	7.3	2080	2.07	3.03	14.42	0.81	20.33	0.00	10.85	5.20	3.69	19.74	1465.09	1.47	1509
			41.40	36.81	331.62	31.67		0.00	662.07	184.34	177.18		35.67		
			1.04	1.51	14.42	0.81		0.00	10.85	5.20	1.84				
43	7.4	1580	2.17	1.99	10.70	0.59	15.44	0.00	8.20	4.00	2.78	14.98	1112.09	1.52	1157
			43.40	24.18	246.03	22.87		0.00	500.36	141.80	133.45		26.95		
			1.09	0.99	10.70	0.59		0.00	8.20	4.00	1.39				
44	7.5	2080	2.32	2.64	14.56	0.82	20.33	0.00	10.80	5.00	3.92	19.72	1469.61	1.52	1528
			46.30	32.02	334.96	31.87		0.00	659.02	177.25	188.21		35.61		
			1.16	1.32	14.56	0.82		0.00	10.80	5.00	1.96				

Continuación... Anexo 3.

No.	pH	CE μS cm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	Σ mg L ⁻¹	Error %	RSE mg L ⁻¹
													Σ mmol L ⁻¹		
45	7.2	1150	1.97	1.79	7.02	0.46	11.24	0.00	4.40	2.60	4.00	11.00		1.06	833
			39.40	21.75	161.56	17.79		0.00	268.49	92.17	192.27		793.43		
			0.99	0.89	7.02	0.46		0.00	4.40	2.60	2.00		18.36		
46	8.1	2370	4.98	1.31	16.42	0.46	23.16	0.00	8.45	7.50	6.66	22.61		1.21	1677
			99.50	15.92	377.61	17.99		0.00	515.62	265.88	319.72		1612.22		
			2.49	0.65	16.42	0.46		0.00	8.45	7.50	3.33		39.30		
47	7.5	2510	3.89	2.55	17.19	0.91	24.53	0.00	11.30	6.60	5.92	23.82		1.47	1800
			77.80	30.92	395.39	35.39		0.00	689.53	233.97	284.31		1747.31		
			1.95	1.27	17.19	0.91		0.00	11.30	6.60	2.96		42.17		
48	7.7	2300	3.74	2.30	15.71	0.73	22.48	0.00	9.40	6.20	6.38	21.98		1.11	1624
			74.80	27.95	361.41	28.35		0.00	573.59	219.79	306.62		1592.50		
			1.87	1.15	15.71	0.73		0.00	9.40	6.20	3.19		38.25		
49	7.2	1080.0	1.7	1.6	6.9	0.4	10.6	0.0	4.0	2.5	3.9	10.3		1.42	759
			33.4	19.3	158.7	15.4		0.0	241.0	86.9	185.4		740.12		
			0.8	0.8	6.9	0.4		0.0	4.0	2.5	1.9		17.25		
50	7.4	1150.0	1.9	1.8	7.0	0.5	11.2	0.0	4.4	2.6	4.0	11.0		1.16	816
			38.4	22.4	161.7	17.6		0.0	268.5	92.2	191.2		791.88		
			1.0	0.9	7.0	0.5		0.0	4.4	2.6	2.0		18.35		
51	7.9	2300.0	5.0	2.9	14.0	0.6	22.5	0.0	9.7	6.7	5.5	21.9		1.37	1635
			100.5	35.2	321.2	23.1		0.0	591.9	237.5	262.8		1572.17		
			2.5	1.4	14.0	0.6		0.0	9.7	6.7	2.7		37.65		
52	7.2	1240.0	2.2	1.7	7.8	0.5	12.1	0.0	4.6	2.8	4.4	11.8		1.21	871
			43.4	20.6	179.3	18.0		0.0	280.7	99.3	212.7		853.87		
			1.1	0.8	7.8	0.5		0.0	4.6	2.8	2.2		19.80		
53	8.0	1720.0	3.6	4.0	8.7	0.6	16.8	0.0	7.6	4.1	4.7	16.4		1.27	1194
			71.0	48.4	199.6	23.5		0.0	463.8	145.3	225.2		1176.80		
			1.8	2.0	8.7	0.6		0.0	7.6	4.1	2.3		27.09		
54	8.2	2080.0	2.1	6.3	11.3	0.7	20.3	0.0	8.4	5.9	5.6	19.8		1.32	1446
			41.4	75.9	261.0	25.8		0.0	509.5	207.4	269.0		1390.02		
			1.0	3.1	11.3	0.7		0.0	8.4	5.9	2.8		33.17		
55	7.4	1290.0	2.2	2.8	7.1	0.5	12.6	0.0	5.8	3.2	3.3	12.3		1.24	913
			44.4	34.4	162.7	19.0		0.0	353.9	113.4	158.4		886.20		
			1.1	1.4	7.1	0.5		0.0	5.8	3.2	1.6		20.73		
56	8.1	1510.0	3.4	3.9	6.9	0.6	14.8	0.0	6.7	4.0	3.8	14.4		1.09	1068
			67.4	47.5	158.9	22.3		0.0	408.8	140.0	182.0		1026.98		
			1.7	2.0	6.9	0.6		0.0	6.7	4.0	1.9		23.66		
57	8.1	1010.0	2.2	1.4	5.7	0.5	9.9	0.0	4.3	2.5	2.8	9.6		1.47	726
			43.6	17.5	131.8	20.3		0.0	262.4	88.6	133.8		698.00		
			1.1	0.7	5.7	0.5		0.0	4.3	2.5	1.4		16.25		
58	8.5	1440.0	4.9	2.6	6.1	0.5	14.1	0.0	6.9	6.8	1.7	13.7		1.42	1062
			98.0	31.2	139.8	20.5		0.0	419.8	241.1	80.2		1030.65		
			2.5	1.3	6.1	0.5		0.0	6.9	6.8	0.8		24.85		
59	8.2	1720.0	3.5	2.7	10.1	0.5	16.8	0.0	5.9	4.5	6.0	16.4		1.37	1219
			69.3	33.0	232.6	19.9		0.0	360.0	159.5	286.1		1160.55		
			1.7	1.4	10.1	0.5		0.0	5.9	4.5	3.0		27.10		
60	7.1	1240.0	2.2	1.7	7.8	0.4	12.1	0.0	4.7	2.9	4.3	11.8		1.32	894
			44.4	20.6	178.5	17.4		0.0	283.7	102.8	204.3		851.70		
			1.1	0.8	7.8	0.4		0.0	4.7	2.9	2.1		19.84		
61	8.1	1650.0	3.6	3.7	8.3	0.6	16.1	0.0	7.6	4.2	4.0	15.7		1.27	1175
			71.9	44.7	190.1	22.9		0.0	460.7	148.9	190.8		1130.00		
			1.8	1.8	8.3	0.6		0.0	7.6	4.2	2.0		26.22		
62	8.3	1580.0	3.8	3.8	7.3	0.6	15.4	0.0	7.2	4.1	3.8	15.1		1.21	1111
			75.2	45.7	168.4	23.5		0.0	439.3	145.3	181.1		1078.56		
			1.9	1.9	7.3	0.6		0.0	7.2	4.1	1.9		24.87		
63	8.0	1440.0	3.2	3.6	6.8	0.5	14.1	0.0	6.4	3.8	3.5	13.7		1.16	1029
			63.4	43.3	156.6	20.9		0.0	390.5	134.7	170.5		979.90		
			1.6	1.8	6.8	0.5		0.0	6.4	3.8	1.8		22.68		
64	8.1	1390.0	3.3	3.4	6.4	0.5	13.6	0.0	6.2	3.5	3.6	13.3		1.11	978
			66.4	40.9	146.2	21.1		0.0	378.3	124.1	172.2		949.25		
			1.7	1.7	6.4	0.5		0.0	6.2	3.5	1.8		21.73		
65	8.2	1290	4.09	1.90	6.05	0.57	12.61	0.00	4.10	3.40	4.84	12.34		1.06	904
			81.80	23.09	139.09	22.29		0.00	250.18	120.53	232.60		869.57		
			2.05	0.95	6.05	0.57		0.00	4.10	3.40	2.42		19.53		
66	7.9	1150	4.38	0.96	5.49	0.41	11.24	0.00	4.20	2.60	4.20	11.00		1.06	823
			87.60	11.66	126.37	15.84		0.00	256.28	92.17	201.88		791.80		
			2.19	0.48	5.49	0.41		0.00	4.20	2.60	2.10		17.47		

Continuación... Anexo 3.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	$\Sigma \text{ mg L}^{-1}$	Error %	RSE mg L ⁻¹
													$\Sigma \text{ mmol L}^{-1}$		
67	8.4	2610	2.72	2.28	19.66	0.85	25.51	0.00	11.95	8.05	4.95	24.95		1.11	1911
			54.40	27.70	452.25	33.04	0.00	729.19	285.37	237.61	1819.56				
			1.36	1.14	19.66	0.85	0.00	11.95	8.05	2.47	45.48				
68	8.3	1440	3.17	3.27	7.11	0.53	14.07	0.00	6.25	3.50	4.00	13.75		1.16	1024
			63.40	39.73	163.50	20.53	0.00	381.38	124.08	192.11	984.71				
			1.59	1.63	7.11	0.53	0.00	6.25	3.50	2.00	22.60				
69	8.5	760	3.52	1.68	2.08	0.16	7.43	0.00	3.85	0.70	2.70	7.25		1.21	550
			70.30	20.41	47.79	6.06	0.00	234.93	24.82	129.65	533.95				
			1.76	0.84	2.08	0.16	0.00	3.85	0.70	1.35	10.73				
70	7.9	1440	3.27	3.42	6.85	0.54	14.07	0.00	6.65	3.60	3.47	13.72		1.27	1005
			65.40	41.55	157.52	20.92	0.00	405.78	127.62	166.74	985.53				
			1.64	1.71	6.85	0.54	0.00	6.65	3.60	1.74	22.71				
71	8.5	440	3.02	1.39	-0.11	0.00	4.30	0.00	2.95	0.20	1.04	4.19		1.24	320
			60.40	16.89	-2.52	0.00	0.00	180.01	7.09	50.19	312.05				
			1.51	0.69	-0.11	0.00	0.00	2.95	0.20	0.52	5.77				
72	8.2	1170	3.17	3.02	5.01	0.23	11.43	0.00	4.15	2.75	4.29	11.19		1.09	805
			63.40	36.69	115.34	8.99	0.00	253.23	97.49	205.99	781.14				
			1.59	1.51	5.01	0.23	0.00	4.15	2.75	2.14	17.38				
73	8.2	1010	2.97	1.98	4.40	0.52	9.87	0.00	5.35	2.35	1.88	9.58		1.47	734
			59.40	24.06	101.22	20.33	0.00	326.46	83.31	90.52	705.30				
			1.49	0.99	4.40	0.52	0.00	5.35	2.35	0.94	16.04				
74	8.1	1720	3.40	3.68	9.16	0.57	16.81	0.00	7.10	4.00	5.24	16.34		1.42	1196
			68.00	44.71	210.68	22.29	0.00	433.24	141.80	251.64	1172.37				
			1.70	1.84	9.16	0.57	0.00	7.10	4.00	2.62	26.99				
75	7.3	1220	2.07	1.69	7.72	0.44	11.92	0.00	4.50	2.80	4.30	11.60		1.37	850
			41.40	20.53	177.64	17.20	0.00	274.59	99.26	206.60	837.22				
			1.04	0.84	7.72	0.44	0.00	4.50	2.80	2.15	19.49				
76	8.0	1720	3.74	3.88	8.61	0.58	16.81	0.00	7.60	4.10	4.67	16.37		1.32	1223
			74.80	47.14	198.03	22.68	0.00	463.75	145.35	224.44	1176.19				
			1.87	1.94	8.61	0.58	0.00	7.60	4.10	2.34	27.04				
77	8.2	1580	3.47	3.91	7.47	0.59	15.44	0.00	7.20	4.00	3.86	15.06		1.27	1111
			69.40	47.51	171.85	23.07	0.00	439.34	141.80	185.19	1078.16				
			1.74	1.95	7.47	0.59	0.00	7.20	4.00	1.93	24.88				
78	8.0	1370	3.37	2.72	6.77	0.53	13.39	0.00	6.00	3.50	3.57	13.07		1.21	976
			67.40	33.05	155.81	20.53	0.00	366.12	124.08	171.37	938.35				
			1.69	1.36	6.77	0.53	0.00	6.00	3.50	1.78	21.63				
79	8.2	1510	3.47	2.92	7.81	0.56	14.76	0.00	6.55	3.80	4.07	14.42		1.16	1078
			69.30	35.48	179.69	21.90	0.00	399.68	134.71	195.40	1036.15				
			1.73	1.46	7.81	0.56	0.00	6.55	3.80	2.03	23.95				
80	8.6	2060	5.10	3.07	11.39	0.57	20.13	0.00	9.40	6.80	3.44	19.64		1.24	1446
			102.00	37.30	262.04	22.29	0.00	573.59	241.06	165.21	1403.48				
			2.55	1.53	11.39	0.57	0.00	9.40	6.80	1.72	33.97				
81	7.8	1440	3.17	3.27	7.08	0.56	14.07	0.00	6.25	3.60	3.92	13.77		1.09	1034
			63.40	39.73	162.81	21.70	0.00	381.38	127.62	188.32	984.95				
			1.59	1.63	7.08	0.56	0.00	6.25	3.60	1.96	22.66				
82	7.8	1510	3.22	3.27	7.70	0.57	14.76	0.00	6.20	3.65	4.48	14.33		1.47	1078
			64.40	39.73	177.16	22.09	0.00	378.32	129.39	215.16	1026.26				
			1.61	1.63	7.70	0.57	0.00	6.20	3.65	2.24	23.60				
83	8.3	930	2.82	2.13	3.54	0.60	9.09	0.00	5.00	2.20	1.63	8.83		1.42	675
			56.40	25.88	81.40	23.46	0.00	305.10	77.99	78.51	648.74				
			1.41	1.06	3.54	0.60	0.00	5.00	2.20	0.82	14.63				
84	8.1	2300	5.32	2.80	13.79	0.57	22.48	0.00	9.70	6.70	5.47	21.87		1.37	1619
			106.40	34.02	317.14	22.29	0.00	591.89	237.52	262.80	1572.05				
			2.66	1.40	13.79	0.57	0.00	9.70	6.70	2.74	37.55				
85	8.3	2060	4.31	3.17	11.92	0.73	20.13	0.00	7.00	6.20	6.41	19.61		1.32	1451
			86.20	38.52	274.23	28.54	0.00	427.14	219.79	307.85	1382.26				
			2.16	1.58	11.92	0.73	0.00	7.00	6.20	3.20	32.80				
86	7.8	1440	3.07	3.22	7.17	0.62	14.07	0.00	6.10	3.50	4.12	13.72		1.27	1013
			61.40	39.12	164.88	24.05	0.00	372.22	124.08	197.96	983.71				
			1.54	1.61	7.17	0.62	0.00	6.10	3.50	2.06	22.59				
87	8.1	690	1.98	1.24	3.30	0.22	6.74	0.00	3.30	1.30	1.98	6.58		1.21	501
			39.60	15.07	75.98	8.60	0.00	201.37	46.09	95.18	481.88				
			0.99	0.62	3.30	0.22	0.00	3.30	1.30	0.99	10.72				
88	8.2	1650	3.76	3.07	8.69	0.61	16.13	0.00	6.45	4.40	4.90	15.75		1.16	1166
			75.20	37.30	199.89	23.66	0.00	393.58	155.98	235.59	1121.19				
			1.88	1.53	8.69	0.61	0.00	6.45	4.40	2.45	26.01				

Continuación... Anexo 3.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺ mmolc L^{-1}	Mg ²⁺ mmolc L^{-1}	Na ⁺ mmolc L^{-1}	K ⁺ mmolc L^{-1}	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ $\Sigma \text{ mg L}^{-1}$ $\Sigma \text{ mmol L}^{-1}$	Error %	RSE mg L^{-1}
89	8.3	1790	4.36	2.97	9.55	0.61	17.49	0.00	6.70	4.85	5.56	17.11	1.11	1275
			87.20	36.09	219.75	23.85		0.00	408.83	171.93	267.01			
			2.18	1.48	9.55	0.61		0.00	6.70	4.85	2.78			
90	8.3	1510	3.81	3.02	7.35	0.58	14.76	0.00	6.55	4.25	3.65	14.45	1.06	1071
			76.20	36.69	169.11	22.48		0.00	399.68	150.66	175.20			
			1.91	1.51	7.35	0.58		0.00	6.55	4.25	1.82			
91	8.0	1300	3.32	1.93	6.98	0.48	12.71	0.00	5.85	3.60	2.99	12.44	1.06	924
			66.40	23.45	160.55	18.57		0.00	356.97	127.62	143.53			
			1.66	0.96	6.98	0.48		0.00	5.85	3.60	1.49			
1	Inviert 7.4	2100	1.78	3.72	13.89	1.34	20.73	0.0	10.42	7.96	1.85	20.23	1.21	1532
			35.64	45.23	319.40	52.20		0.0	635.70	282.18	88.90			
			0.89	1.86	13.89	1.34		0.0	10.42	7.96	0.93			
2	7.8	1680	1.64	3.56	9.21	2.17	16.58	0.0	11.76	3.50	0.98	16.24	1.05	1312
			32.87	43.30	211.80	84.65		0.0	717.34	124.08	47.17			
			0.82	1.78	9.21	2.17		0.0	11.76	3.50	0.49			
3	6.6	390	1.27	0.87	1.20	0.51	3.85	0.0	2.44	1.10	0.23	3.77	1.01	291
			25.34	10.60	27.51	19.94		0.0	148.70	39.00	11.12			
			0.63	0.44	1.20	0.51		0.0	2.44	1.10	0.12			
4	6.7	410	1.41	0.40	1.94	0.31	4.05	0.0	2.28	1.18	0.49	3.95	1.27	306
			28.12	4.81	44.73	11.93		0.0	139.13	41.83	23.54			
			0.70	0.20	1.94	0.31		0.0	2.28	1.18	0.25			
5	7.6	2170	1.68	4.06	14.15	1.47	21.35	0.0	5.95	8.42	3.20	20.78	1.37	1320
			33.66	49.32	325.38	57.28		0.0	363.22	298.49	153.82			
			0.84	2.03	14.15	1.47		0.0	5.95	8.42	1.60			
6	7.6	2450	1.98	3.74	16.82	1.50	24.04	0.0	13.62	9.72	3.96	23.34	1.47	1972
			39.60	45.47	386.89	58.45		0.0	831.2	344.57	190.13			
			0.99	1.87	16.82	1.50		0.0	13.62	9.72	1.98			
7	7.8	1610	2.83	3.27	8.72	1.10	15.91	0.0	9.40	4.64	1.39	15.43	1.52	1190
			56.63	39.69	200.46	42.81		0.0	573.59	164.49	66.85			
			1.42	1.63	8.72	1.10		0.0	9.40	4.64	0.70			
8	8.1	1970	5.35	3.68	9.98	0.48	19.49	0.0	8.28	8.50	2.10	18.88	1.57	1334
			106.92	44.75	229.47	18.77		0.0	505.25	301.33	100.94			
			2.67	1.84	9.98	0.48		0.0	8.28	8.50	1.05			
9	7.6	2170	1.96	3.62	14.43	1.41	21.42	0.0	11.47	7.38	1.94	20.80	1.47	1556
			39.20	44.02	331.86	54.94		0.0	700.04	261.62	93.36			
			0.98	1.81	14.43	1.41		0.0	11.47	7.38	0.97			
10	7.4	1920	2.08	3.90	11.69	1.27	18.93	0.0	10.18	6.70	1.58	18.46	1.27	1382
			41.58	47.39	268.79	49.46		0.0	620.93	237.52	75.99			
			1.04	1.95	11.69	1.27		0.0	10.18	6.70	0.79			
11	7.6	2070	1.68	4.06	13.08	1.49	20.31	0.0	14.10	8.08	0.56	19.74	1.42	1680
			33.66	49.32	300.91	58.06		0.0	860.55	286.44	26.83			
			0.84	2.03	13.08	1.49		0.0	14.10	8.08	0.28			
12	8.2	1950	4.83	4.42	9.37	0.54	19.15	0.0	8.36	7.76	2.59	18.71	1.16	1348
			96.62	53.65	215.51	20.92		0.0	510.13	275.09	124.44			
			2.42	2.21	9.37	0.54		0.0	8.36	7.76	1.30			
13	7.8	1640	2.00	2.93	10.17	1.05	16.15	0.0	4.17	7.84	3.72	15.77	1.21	1727
			35.64	45.23	336.95	52.20		0.0	861.60	282.18	63.37			
			0.89	1.86	14.65	1.34		0.0	14.12	7.96	0.66			
14	7.4	2050	2.14	3.70	13.05	1.34	20.23	0.0	10.35	7.30	1.93	19.59	1.63	1495
			42.77	44.99	300.19	52.39		0.0	631.61	258.79	92.92			
			1.07	1.85	13.05	1.34		0.0	10.35	7.30	0.97			
15	7.5	220	1.09	0.81	0.01	0.26	2.17	0.0	0.38	0.38	1.35	2.11	1.57	150
			21.78	9.86	0.23	9.97		0.0	23.19	13.47	64.67			
			0.54	0.41	0.01	0.26		0.0	0.38	0.38	0.67			
16	7.5	2620	1.86	3.07	19.34	1.51	25.78	0.0	15.02	8.22	2.00	25.24	1.06	1939
			37.22	37.29	444.87	59.04		0.0	916.52	291.40	96.10			
			0.93	1.53	19.34	1.51		0.0	15.02	8.22	1.00			
17	7.8	2530	1.94	3.98	17.54	1.42	24.87	0.0	14.22	8.38	1.73	24.33	1.11	1865
			38.81	48.35	403.35	55.33		0.0	867.70	297.07	82.85			
			0.97	1.99	17.54	1.42		0.0	14.22	8.38	0.86			
18	8.0	2450	2.73	3.52	16.66	1.29	24.20	0.0	12.30	7.82	3.60	23.72	1.01	1818
			54.65	42.82	383.25	50.24		0.0	750.55	277.22	172.94			
			1.37	1.76	16.66	1.29		0.0	12.30	7.82	1.80			
19	7.5	1130	1.31	2.00	7.31	0.54	11.15	0.0	6.56	2.68	1.68	10.92	1.06	856
			26.14	24.30	168.04	21.11		0.0	400.29	95.01	80.62			
			0.65	1.00	7.31	0.54		0.0	6.56	2.68	0.84			

Continuación...Anexo 3

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ Σ mmol L ⁻¹	Error %	RSE mg L ⁻¹	
			mmolc L ⁻¹						mmolc L ⁻¹						
20	7.4	1040	1.38	1.79	6.51	0.62	10.30	0.0	4.8	4.42	0.79	10.05	1.21	742	
			27.58	21.74	149.71	24.24		0.0	295.3	156.69	37.95				
			0.69	0.89	6.51	0.62		0.0	4.8	4.42	0.40				713.23
21	7.2	540	1.25	0.81	2.99	0.25	5.30	0.0	1.26	1.26	2.66	5.18	1.16	373	
			24.95	9.86	68.75	9.78		0.0	76.89	44.67	127.59				362.47
			0.62	0.41	2.99	0.25		0.0	1.26	1.26	1.33				8.12
22	8.4	500	1.37	0.79	2.58	0.21	4.94	0.0	1.60	3.18	1.54	4.78	1.63	404	
			27.32	9.62	59.28	8.02		0.0	97.79	112.73	73.84				388.61
			0.68	0.40	2.58	0.21		0.0	1.60	3.18	0.77				9.41
23	7.5	580	1.11	1.23	3.10	0.28	5.72	0.0	1.36	1.36	2.86	5.58	1.27	407	
			22.18	14.92	71.36	10.95		0.0	82.99	48.21	137.17				387.76
			0.55	0.61	3.10	0.28		0.0	1.36	1.36	1.43				8.70
24	7.9	2920	13.53	6.86	7.34	1.09	28.82	0.0	3.16	3.16	21.76	28.08	1.30	1992	
			270.60	83.35	168.93	42.42		0.0	192.82	112.02	1045.1				1915.22
			6.77	3.43	7.34	1.09		0.0	3.16	3.16	10.88				35.82
25	8.0	1860	1.80	3.03	12.48	1.04	18.35	0.0	10.36	5.76	1.86	17.98	1.01	1366	
			36.04	36.81	287.02	40.66		0.0	632.17	204.19	89.50				1326.39
			0.90	1.51	12.48	1.04		0.0	10.36	5.76	0.93				32.99
26	6.8	650	1.41	1.35	3.31	0.33	6.39	0.0	1.44	1.44	3.34	6.22	1.37	450	
			28.12	16.36	76.08	12.90		0.0	87.87	51.05	160.30				432.68
			0.70	0.67	3.31	0.33		0.0	1.44	1.44	1.67				9.56
27	7.3	1900	1.88	3.23	12.53	1.02	18.66	0.0	10.92	5.80	1.53	18.25	1.11	1391	
			37.62	39.21	288.24	39.88		0.0	666.34	205.61	73.48				1350.38
			0.94	1.61	12.53	1.02		0.0	10.92	5.80	0.76				33.59
28	7.7	1180	1.86	1.90	7.27	0.62	11.65	0.0	3.10	3.10	5.17	11.37	1.21	831	
			37.22	23.09	167.19	24.05		0.0	189.16	109.90	248.16				798.77
			0.93	0.95	7.27	0.62		0.0	3.10	3.10	2.58				18.55
29	7.7	400	1.98	0.99	0.49	0.49	3.95	0.0	0.28	0.28	3.27	3.83	1.57	277	
			39.60	12.03	11.24	19.16		0.0	17.09	9.93	156.88				265.92
			0.99	0.49	0.49	0.49		0.0	0.28	0.28	1.63				4.66
30	7.1	1770	1.94	2.26	12.55	0.62	17.37	0.0	3.32	3.22	10.36	16.90	1.37	1217	
			38.81	27.42	288.74	24.05		0.0	202.59	114.15	497.48				1193.23
			0.97	1.13	12.55	0.62		0.0	3.32	3.22	5.18				26.99
31	7.9	680	4.73	1.69	0.30	0.01	6.72	0.0	5.93	0.72	0.49	6.52	1.52	544	
			94.56	20.50	6.89	0.39		0.0	361.85	25.52	23.54				533.25
			2.36	0.84	0.30	0.01		0.0	5.93	0.72	0.25				10.41
32	7.1	1200	1.84	2.32	7.08	0.61	11.85	0.0	3.18	3.18	5.15	11.51	1.42	830	
			36.83	28.15	162.79	23.85		0.0	194.04	112.73	247.56				805.96
			0.92	1.16	7.08	0.61		0.0	3.18	3.18	2.58				18.70
33	7.5	1890	2.06	3.05	12.57	1.03	18.71	0.0	5.84	5.84	6.52	18.20	1.37	1336	
			41.18	37.05	289.13	40.27		0.0	356.36	207.03	313.35				1284.37
			1.03	1.52	12.57	1.03		0.0	5.84	5.84	3.26				31.10
34	7.7	1010	1.78	2.00	5.53	0.65	9.96	0.0	3.24	3.24	3.22	9.70	1.32	707	
			35.64	24.30	127.12	25.42		0.0	197.70	114.86	154.64				679.67
			0.89	1.00	5.53	0.65		0.0	3.24	3.24	1.61				16.16
35	7.7	2760	23.17	1.64	1.54	0.73	27.08	0.0	3.54	3.54	19.30	26.38	1.32	1870	
			463.32	19.97	35.44	28.54		0.0	216.01	125.49	926.79				1815.56
			11.58	0.82	1.54	0.73		0.0	3.54	3.54	9.65				31.40
36	7.4	1550	1.87	2.80	9.75	0.88	15.30	0.0	4.8	7.82	2.21	14.87	1.40	1059	
			37.43	34.04	224.14	34.41		0.0	295.9	277.22	105.94				1009.04
			0.94	1.40	9.75	0.88		0.0	4.8	7.82	1.10				26.73
37	7.4	1430	1.93	2.41	9.03	0.75	14.11	0.0	6.8	6.72	0.25	13.77	1.21	1019	
			38.61	29.23	207.63	29.33		0.0	415.5	238.22	11.77				970.33
			0.97	1.20	9.03	0.75		0.0	6.8	6.72	0.12				25.60
38	7.6	889	1.76	2.44	3.88	0.73	8.80	0.0	3.76	3.76	1.48	8.57	1.30	635	
			35.24	29.59	89.19	28.35		0.0	229.44	133.29	71.17				616.26
			0.88	1.22	3.88	0.73		0.0	3.76	3.76	0.74				14.96
39	7.2	550	1.37	1.03	2.78	0.27	5.44	0.0	1.22	1.22	2.88	5.32	1.15	385	
			27.32	12.51	63.91	10.56		0.0	74.44	43.25	138.37				370.36
			0.68	0.51	2.78	0.27		0.0	1.22	1.22	1.44				8.13
40	7.5	1410	1.89	2.17	9.01	0.77	13.83	0.0	5.9	6.46	1.08	13.42	1.51	988	
			37.82	26.34	207.12	30.11		0.0	359.2	229.01	51.70				941.33
			0.95	1.08	9.01	0.77		0.0	5.9	6.46	0.54				24.69
41	7.4	1280	1.78	2.34	7.74	0.71	12.57	0.0	3.74	3.74	4.76	12.24	1.35	902	
			35.64	28.39	178.08	27.76		0.0	228.21	132.58	228.41				859.08
			0.89	1.17	7.74	0.71		0.0	3.74	3.74	2.38				20.37

Continuación... Anexo 3.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ Σ mmol L ⁻¹	Error %	RSE mg L ⁻¹
			mmolc L ⁻¹						mmolc L ⁻¹					
42	7.4	820	1.56	1.74	4.24	0.51	8.05	0.0	2.46	2.46	2.91	7.83	1.40	569
			31.28	21.17	97.56	19.75		0.0	150.11	87.21	139.78			
			0.78	0.87	4.24	0.51		0.0	2.46	2.46	1.46			
43	7.5	200	0.91	0.81	0.12	0.13	1.97	0.0	0.38	0.38	1.15	1.91	1.56	131
			18.22	9.86	2.73	4.89		0.0	23.19	13.47	55.03			
			0.46	0.41	0.12	0.13		0.0	0.38	0.38	0.57			
44	7.5	1420	1.97	2.27	8.97	0.75	13.96	0.0	7.3	6.16	0.14	13.62	1.25	1013
			39.40	27.55	206.37	29.33		0.0	446.1	218.37	6.96			
			0.99	1.13	8.97	0.75		0.0	7.3	6.16	0.07			
45	7.1	910	1.54	1.60	5.30	0.51	8.95	0.0	2.44	2.44	3.84	8.72	1.35	642
			30.89	19.49	121.94	19.75		0.0	148.89	86.50	184.24			
			0.77	0.80	5.30	0.51		0.0	2.44	2.44	1.92			
46	7.4	960	1.75	1.75	5.42	0.53	9.45	0.0	4.7	3.36	1.21	9.23	1.15	690
			35.07	21.28	124.60	20.53		0.0	284.4	119.11	58.24			
			0.88	0.88	5.42	0.53		0.0	4.7	3.36	0.61			
47	7.5	1420	1.87	2.29	9.06	0.77	13.99	0.0	6.9	6.36	0.41	13.65	1.20	998
			37.43	27.78	208.37	30.11		0.0	420.4	225.46	19.48			
			0.94	1.14	9.06	0.77		0.0	6.9	6.36	0.20			
48	7.4	800	1.77	1.67	3.94	0.50	7.88	0.0	3.9	3.70	0.09	7.69	1.25	560
			35.46	20.32	90.62	19.35		0.0	237.4	131.17	4.54			
			0.89	0.84	3.94	0.50		0.0	3.9	3.70	0.05			
49	7.5	210	1.09	0.51	0.27	0.20	2.07	0.0	1.50	0.30	0.23	2.03	1.11	160
			21.78	6.25	6.25	7.62		0.0	91.53	10.64	10.81			
			0.54	0.26	0.27	0.20		0.0	1.50	0.30	0.11			
50	8.3	930	1.79	1.75	5.12	0.51	9.17	0.0	4.00	2.26	2.73	8.99	1.01	676
			35.85	21.28	117.77	19.75		0.0	244.08	80.12	130.95			
			0.90	0.88	5.12	0.51		0.0	4.00	2.26	1.36			
51	7.6	850	1.58	1.66	4.62	0.53	8.39	0.0	2.48	2.48	3.20	8.16	1.37	595
			31.68	20.21	106.19	20.53		0.0	151.33	87.92	153.83			
			0.79	0.83	4.62	0.53		0.0	2.48	2.48	1.60			
52	7.1	960	1.77	1.63	5.56	0.51	9.47	0.0	4.30	2.40	2.58	9.28	1.06	688
			35.46	19.84	127.86	19.94		0.0	262.39	85.08	123.72			
			0.89	0.82	5.56	0.51		0.0	4.30	2.40	1.29			
53	7.4	1363	2.13	2.35	8.19	0.80	13.46	0.0	7.76	4.62	0.79	13.17	1.09	985
			42.55	28.52	188.48	31.08		0.0	473.52	163.78	38.11			
			1.06	1.17	8.19	0.80		0.0	7.76	4.62	0.40			
54	8.5	2170	5.44	3.27	12.22	0.51	21.44	0.0	9.2	9.20	2.57	20.97	1.10	1504
			108.74	39.79	280.98	19.94		0.0	561.4	326.14	123.49			
			2.72	1.64	12.22	0.51		0.0	9.2	9.20	1.29			
55	7.5	1560	2.05	2.45	10.13	0.81	15.43	0.0	7.7	4.44	2.93	15.09	1.11	1148
			40.98	29.72	232.94	31.48		0.0	471.1	157.40	140.62			
			1.02	1.22	10.13	0.81		0.0	7.7	4.44	1.46			
56	7.9	3780	3.47	3.19	29.80	0.93	37.38	0.0	11.9	8.00	16.71	36.63	1.01	2749
			69.34	38.71	685.48	36.17		0.0	727.4	283.60	802.76			
			1.73	1.59	29.80	0.93		0.0	11.9	8.00	8.36			
57	8.1	280	0.44	0.24	1.96	0.14	2.76	0.0	0.42	2.16	0.10	2.68	1.57	174
			8.71	2.89	44.97	5.28		0.0	25.37	76.57	4.91			
			0.22	0.12	1.96	0.14		0.0	0.42	2.16	0.05			
58	8.0	2170	4.31	3.96	12.57	0.58	21.42	0.0	10.4	7.24	3.31	20.95	1.10	1571
			86.29	48.14	289.02	22.48		0.0	634.6	256.66	159.00			
			2.16	1.98	12.57	0.58		0.0	10.4	7.24	1.66			
59	7.7	2130	3.31	2.91	13.82	0.96	21.00	0.0	11.2	6.40	2.96	20.52	1.16	1582
			66.19	35.33	317.97	37.54		0.0	681.0	226.88	142.11			
			1.65	1.45	13.82	0.96		0.0	11.2	6.40	1.48			
60	8.0	2190	3.35	2.55	14.88	0.86	21.64	0.0	13.1	6.06	2.01	21.13	1.20	1629
			66.98	31.00	342.35	33.43		0.0	796.9	214.83	96.42			
			1.67	1.28	14.88	0.86		0.0	13.1	6.06	1.00			
61	7.6	530	1.60	1.81	1.32	0.49	5.22	0.0	1.85	2.20	1.04	5.09	1.21	358
			31.91	21.99	30.36	19.16		0.0	112.82	77.99	50.02			
			0.80	0.90	1.32	0.49		0.0	1.85	2.20	0.52			
62	7.3	840	1.32	1.65	4.82	0.45	8.24	0.0	3.86	2.04	2.14	8.05	1.20	615
			26.40	20.05	110.90	17.60		0.0	235.72	72.32	102.95			
			0.66	0.82	4.82	0.45		0.0	3.86	2.04	1.07			
63	8.0	2210	4.43	2.85	13.85	0.71	21.84	0.0	10.6	6.64	4.14	21.36	1.10	1627
			88.65	34.67	318.47	27.57		0.0	645.6	235.39	199.04			
			2.22	1.43	13.85	0.71		0.0	10.6	6.64	2.07			

Continuación... Anexo 3.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ $\mu\text{mmol L}^{-1}$	Σ mg L ⁻¹	Error %	RSE mg L ⁻¹
			mmolc L ⁻¹						mmolc L ⁻¹						
64	8.1	2770	4.31	2.83	19.55	0.71	27.40	0.0	10.6	6.48	9.72	26.78	1939.83	1.15	2017
			86.29	34.43	449.55	27.57		0.0	645.6	229.72	466.69				
			2.16	1.42	19.55	0.71		0.0	10.6	6.48	4.86				
65	7.7	930	1.75	1.73	5.24	0.46	9.18	0.0	4.20	2.78	1.99	8.97	644.70	1.16	664
			35.07	21.04	120.50	17.79		0.0	256.28	98.55	95.47				
			0.88	0.87	5.24	0.46		0.0	4.20	2.78	0.99				
66	7.4	1080	1.97	2.25	5.90	0.53	10.65	0.0	5.20	2.78	2.46	10.44	756.94	1.01	787
			39.40	27.34	135.66	20.72		0.0	317.30	98.55	117.95				
			0.99	1.12	5.90	0.53		0.0	5.20	2.78	1.23				
67	8.8	1950	1.87	5.77	10.72	0.77	19.13	1.3	7.40	6.00	4.04	18.72	1280.78	1.10	1345
			37.43	70.12	246.56	30.11		38.4	451.55	212.70	193.92				
			0.94	2.89	10.72	0.77		0.6	7.40	6.00	2.02				
68	7.6	1210	1.97	2.23	7.14	0.55	11.88	0.0	5.38	2.84	3.39	11.61	844.02	1.15	878
			39.40	27.07	164.13	21.51		0.0	328.29	100.68	162.95				
			0.99	1.11	7.14	0.55		0.0	5.38	2.84	1.70				
69	7.7	910	1.54	1.86	5.05	0.51	8.96	0.0	4.14	2.44	2.16	8.74	632.40	1.27	651
			30.89	22.61	116.11	19.94		0.0	252.62	86.50	103.73				
			0.77	0.93	5.05	0.51		0.0	4.14	2.44	1.08				
70	7.8	1060	1.74	2.48	5.68	0.56	10.46	0.0	5.04	2.98	2.17	10.19	734.96	1.32	764
			34.85	30.07	130.74	21.90		0.0	307.54	105.64	104.22				
			0.87	1.24	5.68	0.56		0.0	5.04	2.98	1.08				
71	7.6	890	1.78	1.54	4.93	0.54	8.79	0.0	4.20	2.40	1.96	8.56	624.22	1.37	643
			35.64	18.76	113.35	21.11		0.0	256.28	85.08	94.00				
			0.89	0.77	4.93	0.54		0.0	4.20	2.40	0.98				
72	7.8	830	1.78	1.72	4.13	0.54	8.17	0.0	4.12	2.32	1.50	7.94	578.08	1.42	601
			35.64	20.93	94.95	20.92		0.0	251.40	82.24	72.00				
			0.89	0.86	4.13	0.54		0.0	4.12	2.32	0.75				
73	8.1	840	1.78	1.72	4.22	0.54	8.26	0.0	1.94	3.58	2.48	8.02	538.89	1.47	560
			35.64	20.93	97.02	20.92		0.0	118.29	126.91	119.19				
			0.89	0.86	4.22	0.54		0.0	1.94	3.58	1.24				
74	8.0	670	1.74	1.88	2.45	0.55	6.62	0.0	4.08	2.36	0.04	6.48	469.94	1.06	479
			34.85	22.85	56.37	21.31		0.0	248.96	83.66	1.93				
			0.87	0.94	2.45	0.55		0.0	4.08	2.36	0.02				
75	8.2	1980	3.47	2.85	12.60	0.63	19.54	0.0	9.28	0.30	9.38	18.96	1445.44	1.52	1474
			69.34	34.62	289.82	24.44		0.0	566.27	10.64	450.32				
			1.73	1.42	12.60	0.63		0.0	9.28	0.30	4.69				
76	7.9	860	1.52	1.60	4.80	0.59	8.51	0.0	4.00	0.68	3.59	8.27	623.88	1.47	643
			30.49	19.49	110.32	23.07		0.0	244.08	24.11	172.33				
			0.76	0.80	4.80	0.59		0.0	4.00	0.68	1.79				
77	7.8	1540	3.27	3.44	7.80	0.60	15.11	0.0	7.08	2.34	5.27	14.69	1077.97	1.42	1121
			65.40	41.82	179.35	23.46		0.0	432.02	82.95	252.97				
			1.64	1.72	7.80	0.60		0.0	7.08	2.34	2.63				
78	7.6	1130	2.09	2.45	6.09	0.54	11.17	0.0	5.32	2.84	2.77	10.93	791.13	1.06	823
			41.76	29.72	140.11	21.11		0.0	324.63	100.68	133.12				
			1.04	1.22	6.09	0.54		0.0	5.32	2.84	1.39				
79	7.9	1170	1.97	2.29	6.73	0.55	11.54	0.0	5.19	4.88	1.18	11.25	789.72	1.27	813
			39.40	27.79	154.77	21.51		0.0	316.69	173.00	56.57				
			0.99	1.14	6.73	0.55		0.0	5.19	4.88	0.59				
80	7.5	700	1.68	1.94	2.76	0.53	6.91	0.0	4.26	1.90	0.59	6.75	496.97	1.16	522
			33.66	23.58	63.37	20.72		0.0	259.95	67.36	28.33				
			0.84	0.97	2.76	0.53		0.0	4.26	1.90	0.29				
81	7.7	1030	1.97	2.31	5.40	0.49	10.16	0.0	2.47	4.38	3.03	9.85	662.07	1.57	695
			39.40	28.03	124.20	18.96		0.0	150.52	155.27	145.69				
			0.99	1.15	5.40	0.49		0.0	2.47	4.38	1.52				
82	7.6	1000	1.93	2.19	5.10	0.62	9.83	0.0	5.10	2.78	1.65	9.53	695.44	1.56	716
			38.61	26.58	117.24	24.05		0.0	311.20	98.55	79.21				
			0.97	1.09	5.10	0.62		0.0	5.10	2.78	0.82				
83	8.0	890	3.37	2.47	3.18	0.71	9.72	0.0	4.90	3.58	1.04	9.52	673.86	1.06	701
			67.37	30.04	73.07	27.57		0.0	299.00	126.91	49.90				
			1.68	1.24	3.18	0.71		0.0	4.90	3.58	0.52				
84	7.7	1110	3.72	2.83	3.94	0.46	10.96	0.0	4.94	2.92	2.80	10.66	756.92	1.37	795
			74.47	34.39	90.66	17.99		0.0	301.44	103.51	134.46				
			1.86	1.41	3.94	0.46		0.0	4.94	2.92	1.40				
85	8.0	900	3.94	2.18	2.94	0.71	9.77	0.0	4.84	3.60	1.05	9.49	674.12	1.47	708
			78.80	26.47	67.73	27.76		0.0	295.34	127.62	50.41				
			1.97	1.09	2.94	0.71		0.0	4.84	3.60	0.52				

Continuación... Anexo 3.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ $\Sigma \text{ mg L}^{-1}$ $\Sigma \text{ mmol L}^{-1}$	Error %	RSE mg L^{-1}
			mmolc L ⁻¹						mmolc L ⁻¹					
86	7.9	1960	2.01	2.21	14.40	0.61	19.23	0.0	5.12	6.28	7.30	18.70	1.40	1360
			40.19	26.83	331.28	23.85	0.0	312.42	222.63	350.53	1307.72			
			1.00	1.10	14.40	0.61	0.0	5.12	6.28	3.65	32.17			
87	7.8	850	2.96	2.51	2.61	0.34	8.41	0.0	3.49	3.80	0.92	8.22	1.14	571
			59.10	30.49	59.94	13.10	0.0	213.07	134.71	44.39	554.79			
			1.48	1.25	2.61	0.34	0.0	3.49	3.80	0.46	13.43			
88	8.0	1160	2.62	3.80	4.35	0.69	11.45	0.0	6.38	2.92	1.81	11.11	1.51	837
			52.40	46.11	100.07	26.78	0.0	389.31	103.51	86.98	805.17			
			1.31	1.90	4.35	0.69	0.0	6.38	2.92	0.91	18.45			
89	8.1	870	3.92	1.78	2.39	0.52	8.61	0.0	4.68	2.80	0.95	8.43	1.06	636
			78.41	21.65	54.96	20.33	0.0	285.57	99.26	45.69	605.88			
			1.96	0.89	2.39	0.52	0.0	4.68	2.80	0.48	13.72			
90	8.2	1020	2.17	2.53	4.58	0.78	10.06	0.0	3.60	2.74	3.41	9.75	1.56	718
			43.34	30.69	105.45	30.50	0.0	219.48	97.13	163.86	690.44			
			1.08	1.26	4.58	0.78	0.0	3.60	2.74	1.71	15.75			
91	8.2	320	2.36	1.30	0.05	0.02	3.73	0.0	2.56	0.79	0.25	3.61	1.57	269
			47.28	15.78	1.04	0.78	0.0	156.21	28.01	11.80	260.91			
			1.18	0.65	0.05	0.02	0.0	2.56	0.79	0.12	5.37			
92	8.3	990	3.31	2.87	3.29	0.30	9.77	0.7	4.42	0.28	4.08	9.46	1.63	712
			66.19	34.85	75.75	11.73	20.4	269.71	9.93	195.88	684.43			
			1.65	1.43	3.29	0.30	0.3	4.42	0.28	2.04	13.76			
93	7.9	300	1.03	0.79	0.94	0.20	2.96	0.0	1.86	0.62	0.40	2.88	1.47	221
			20.60	9.62	21.60	7.82	0.0	113.50	21.98	18.97	214.09			
			0.52	0.40	0.94	0.20	0.0	1.86	0.62	0.20	4.73			
94	7.4	1070	2.01	2.19	5.88	0.52	10.59	0.0	5.22	2.70	2.40	10.33	1.27	782
			40.19	26.59	135.23	20.14	0.0	318.52	95.82	115.47	751.95			
			1.00	1.09	5.88	0.52	0.0	5.22	2.70	1.20	17.62			
95	7.3	1080	1.79	2.37	5.82	0.71	10.69	0.0	5.02	2.76	2.67	10.45	1.16	789
			35.85	28.74	133.93	27.76	0.0	306.32	97.84	128.00	758.45			
			0.90	1.18	5.82	0.71	0.0	5.02	2.76	1.33	17.72			
96	7.9	1170	2.03	2.35	6.56	0.54	11.48	0.0	4.98	4.48	1.74	11.20	1.21	803
			40.58	28.51	150.97	21.11	0.0	303.88	158.82	83.77	787.64			
			1.01	1.17	6.56	0.54	0.0	4.98	4.48	0.87	19.62			
97	8.6	1200	2.17	2.51	6.56	0.56	11.79	0.8	4.88	2.84	3.00	11.52	1.15	829
			43.34	30.45	150.83	21.70	24.0	297.78	100.68	143.99	812.76			
			1.08	1.25	6.56	0.56	0.4	4.88	2.84	1.50	19.07			
98	7.9	1340	2.65	2.85	6.96	0.70	13.16	0.0	6.62	2.76	3.41	12.79	1.42	969
			53.06	34.64	159.99	27.37	0.0	403.95	97.84	163.88	940.74			
			1.33	1.43	6.96	0.70	0.0	6.62	2.76	1.71	21.49			
99	7.9	290	1.29	0.95	0.40	0.22	2.85	0.0	0.56	1.42	0.78	2.78	1.21	183
			25.74	11.55	9.17	8.41	0.0	33.87	50.34	37.34	176.41			
			0.64	0.48	0.40	0.22	0.0	0.56	1.42	0.39	4.10			
100	7.7	1360	2.01	2.33	8.27	0.77	13.37	0.0	7.60	4.60	0.83	13.03	1.30	993
			40.19	28.27	190.18	29.91	0.0	463.75	163.07	39.69	955.07			
			1.00	1.16	8.27	0.77	0.0	7.60	4.60	0.41	23.81			
101	7.9	1940	3.56	3.66	11.03	0.84	19.09	0.0	7.32	4.30	6.92	18.54	1.47	1373
			71.28	44.51	253.66	32.65	0.0	446.67	152.44	332.23	1333.42			
			1.78	1.83	11.03	0.84	0.0	7.32	4.30	3.46	30.56			
102	8.3	620	1.84	1.25	2.78	0.23	6.10	0.0	1.30	3.38	1.24	5.92	1.52	403
			36.83	15.16	63.99	8.99	0.0	79.10	119.82	59.65	383.54			
			0.92	0.62	2.78	0.23	0.0	1.30	3.38	0.62	9.85			
103	7.3	1000	2.28	2.26	4.74	0.58	9.85	0.0	5.58	1.50	2.51	9.59	1.35	755
			45.54	27.42	108.93	22.68	0.0	340.49	53.18	120.42	718.66			
			1.14	1.13	4.74	0.58	0.0	5.58	1.50	1.25	15.92			
104	8.0	600	1.78	1.33	2.53	0.27	5.91	0.0	1.26	3.20	1.28	5.74	1.46	384
			35.64	16.12	58.23	10.56	0.0	76.95	113.44	61.45	372.39			
			0.89	0.66	2.53	0.27	0.0	1.26	3.20	0.64	9.46			
105	7.9	1120	2.16	2.36	5.94	0.59	11.04	0.0	5.48	4.18	1.13	10.79	1.15	799
			43.16	28.63	136.71	22.87	0.0	334.39	148.18	54.39	768.34			
			1.08	1.18	5.94	0.59	0.0	5.48	4.18	0.57	19.01			
106	9.0	1210	3.17	3.13	5.04	0.60	11.93	0.0	7.28	4.12	0.27	11.67	1.11	886
			63.36	38.01	115.90	23.26	0.0	444.23	146.05	12.88	843.69			
			1.58	1.56	5.04	0.60	0.0	7.28	4.12	0.13	20.32			

Continuación...Anexo 3.

No.	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	$\Sigma \text{ mg L}^{-1}$ $\Sigma \text{ mmol L}^{-1}$	Error %	RSE mg L^{-1}
			mmolc L ⁻¹				mmolc L ⁻¹								
107	8.4	1420	3.56	2.99	6.85	0.62	14.02	2.0	4.34	0.30	6.95	13.59		1.52	1007
			71.28	36.33	157.4626	24.05		60.0	264.8268	10.64	334.03		958.60		
			1.782	1.495	6.846	0.615		1.0	4.340	0.300	3.477		19.85		
Media	7.7	1482.0	2.6	2.6	8.6	0.7	14.5	0.0	6.8	4.1	3.3	14.1		1.3	1058.7
			52.5	31.6	198.5	26.2		0.7	415.4	145.1	159.1		1029.1		
			1.3	1.3	8.6	0.7		0.0	6.8	4.1	1.7		24.5		
Moda	7.8	1805.0	2.0	2.4	0.0	0.5	17.7	0.0	2.4	1.5	0.2	6.9		1.3	81.5
			41.5	40.2	99.9	21.5		0.0	231.3	76.2	99.2		79.1		
			1.0	1.9	0.0	0.5		0.0	2.4	1.5	1.5		2.1		
Mediar	7.6	1355.0	2.1	2.6	7.3	0.6	13.3	0.0	6.1	3.6	2.9	13.0		1.3	960.0
			41.1	37.8	67.8	22.6		0.0	285.0	103.5	181.9		928.5		
			1.1	1.3	7.3	0.6		0.0	6.1	3.6	1.4		22.3		
Dvest	0.4	619.7	1.9	1.0	4.7	0.3	6.0	0.1	3.2	1.9	2.5	5.9		0.2	586.4
			42.7	13.2	116.0	13.1		4.6	212.6	74.8	123.9		560.3		
			1.1	0.5	5.0	0.3		0.1	3.5	2.1	1.3		13.2		
CV	5.5	42.9	73.7	38.6	56.4	39.7	42.4	301.9	47.7	46.6	80.3	42.5		12.3	649.7
			83.2	42.2	60.9	50.0		342.9	53.0	51.8	83.4		642.0		
			83.2	42.2	60.9	50.0		342.9	53.0	51.8	83.4		643.3		

Anexo 4. Presión osmótica calculada por tres métodos de las aguas de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, otoño 2007 e invierno 2008

No.	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	°T °K	R L atmK ⁻¹ mol	mmol Exp(x)	PO ₁ -0.024 ^x		PO ₂ = $\frac{R \times R \times T}{\gamma}$		mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = mg L ⁻¹ (0.000400/0.731)	
					atm	Mpa	atm	Mpa		atm	Mpa
					1-Oto-07	2.66	307.31	0.082057		46.89	1.13
2	2.58	307.31	0.082057	45.11	1.08	0.108	1.14	0.114	1824.03	1.00	0.100
3	1.44	307.31	0.082057	22.64	0.54	0.054	0.57	0.057	1008.29	0.55	0.055
4	0.41	307.31	0.082057	6.55	0.16	0.016	0.17	0.017	289.25	0.16	0.016
5	0.43	307.31	0.082057	6.93	0.17	0.017	0.17	0.017	303.83	0.17	0.017
6	2.51	307.31	0.082057	44.25	1.06	0.106	1.12	0.112	1773.18	0.97	0.097
7	2.49	307.31	0.082057	43.96	1.06	0.106	1.11	0.111	1767.26	0.97	0.097
8	2.37	307.31	0.082057	40.81	0.98	0.098	1.03	0.103	1678.92	0.92	0.092
9	2.3	307.31	0.082057	39.98	0.96	0.096	1.01	0.101	1631.70	0.89	0.089
10	2.37	307.31	0.082057	40.86	0.98	0.098	1.03	0.103	1672.35	0.92	0.092
11	2.3	307.31	0.082057	39.58	0.95	0.095	1.00	0.100	1622.79	0.89	0.089
12	2.44	307.31	0.082057	42.59	1.02	0.102	1.07	0.107	1742.26	0.95	0.095
13	2.3	307.31	0.082057	40.31	0.97	0.097	1.02	0.102	1633.91	0.89	0.089
14	2.37	307.31	0.082057	41.03	0.98	0.098	1.03	0.103	1678.25	0.92	0.092
15	2.44	307.31	0.082057	42.14	1.01	0.101	1.06	0.106	1723.06	0.94	0.094
16	2.44	307.31	0.082057	41.75	1.00	0.100	1.05	0.105	1712.92	0.94	0.094
17	2.37	307.31	0.082057	40.96	0.98	0.098	1.03	0.103	1668.30	0.91	0.091
18	2.44	307.31	0.082057	41.87	1.00	0.100	1.06	0.106	1719.60	0.94	0.094
19	1.72	307.31	0.082057	28.98	0.70	0.070	0.73	0.073	1212.30	0.66	0.066
20	1.15	307.31	0.082057	19.77	0.47	0.047	0.50	0.050	823.57	0.45	0.045
21	1.51	307.31	0.082057	25.52	0.61	0.061	0.64	0.064	1068.70	0.58	0.058
22	1.58	307.31	0.082057	27.21	0.65	0.065	0.69	0.069	1129.86	0.62	0.062
23	1.58	307.31	0.082057	26.99	0.65	0.065	0.68	0.068	1126.14	0.62	0.062
24	2.01	307.31	0.082057	34.58	0.83	0.083	0.87	0.087	1428.80	0.78	0.078
25	1.58	307.31	0.082057	27.16	0.65	0.065	0.68	0.068	1114.55	0.61	0.061
26	2.08	307.31	0.082057	35.46	0.85	0.085	0.89	0.089	1456.01	0.80	0.080
27	1.94	307.31	0.082057	32.23	0.77	0.077	0.81	0.081	1359.47	0.74	0.074
28	1.58	307.31	0.082057	26.81	0.64	0.064	0.68	0.068	1113.25	0.61	0.061
29	2.15	307.31	0.082057	31.29	0.75	0.075	0.79	0.079	1477.40	0.81	0.081
30	2.08	307.31	0.082057	36.00	0.86	0.086	0.91	0.091	1467.15	0.80	0.080
31	1.44	307.31	0.082057	24.36	0.58	0.058	0.61	0.061	1023.96	0.56	0.056
32	1.58	307.31	0.082057	27.11	0.65	0.065	0.68	0.068	1125.03	0.62	0.062
33	1.87	307.31	0.082057	31.42	0.75	0.075	0.79	0.079	1316.57	0.72	0.072
34	1.29	307.31	0.082057	20.37	0.49	0.049	0.51	0.051	884.63	0.48	0.048
35	1.65	307.31	0.082057	28.18	0.68	0.068	0.71	0.071	1166.87	0.64	0.064
36	1.01	307.31	0.082057	15.89	0.38	0.038	0.40	0.040	692.20	0.38	0.038
37	1.29	307.31	0.082057	21.40	0.51	0.051	0.54	0.054	910.72	0.50	0.050
38	1.72	307.31	0.082057	29.53	0.71	0.071	0.74	0.074	1221.03	0.67	0.067
39	0.25	307.31	0.082057	3.54	0.09	0.009	0.09	0.009	178.35	0.10	0.010
40	0.86	307.31	0.082057	13.49	0.32	0.032	0.34	0.034	588.58	0.32	0.032
41	1.29	307.31	0.082057	20.57	0.49	0.049	0.52	0.052	887.59	0.49	0.049
42	2.08	307.31	0.082057	35.67	0.86	0.086	0.90	0.090	1465.09	0.80	0.080
43	1.58	307.31	0.082057	26.95	0.65	0.065	0.68	0.068	1112.09	0.61	0.061
44	2.08	307.31	0.082057	35.61	0.85	0.085	0.90	0.090	1469.61	0.80	0.080
45	1.15	307.31	0.082057	18.36	0.44	0.044	0.46	0.046	793.43	0.43	0.043
46	2.37	307.31	0.082057	39.30	0.94	0.094	0.99	0.099	1612.22	0.88	0.088

Continuación...Anexo 4.

No.	CE $\mu S\ cm^{-1}$	$^{\circ}T$ $^{\circ}K$	R L atmK ⁻¹ mol	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.024*x		PO ₂ = $\frac{n \times R \times T}{V}$		mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ (0.000400/0.731)	
					atm	Mpa	atm	Mpa		atm	Mpa
					47	2.51	307.31	0.082057		42.17	1.01
48	2.3	307.31	0.082057	38.25	0.92	0.092	0.96	0.096	1592.50	0.87	0.087
49	1.08	307.31	0.082057	17.25	0.41	0.041	0.44	0.044	740.12	0.40	0.040
50	1.15	307.31	0.082057	18.35	0.44	0.044	0.46	0.046	791.88	0.43	0.043
51	2.3	307.31	0.082057	37.65	0.90	0.090	0.95	0.095	1572.17	0.86	0.086
52	1.24	307.31	0.082057	19.80	0.48	0.048	0.50	0.050	853.87	0.47	0.047
53	1.72	307.31	0.082057	27.09	0.65	0.065	0.68	0.068	1176.80	0.64	0.064
54	2.08	307.31	0.082057	33.17	0.80	0.080	0.84	0.084	1390.02	0.76	0.076
55	1.29	307.31	0.082057	20.73	0.50	0.050	0.52	0.052	886.20	0.48	0.048
56	1.51	307.31	0.082057	23.66	0.57	0.057	0.60	0.060	1026.98	0.56	0.056
57	1.01	307.31	0.082057	16.25	0.39	0.039	0.41	0.041	698.00	0.38	0.038
58	1.44	307.31	0.082057	24.85	0.60	0.060	0.63	0.063	1030.65	0.56	0.056
59	1.72	307.31	0.082057	27.10	0.65	0.065	0.68	0.068	1160.55	0.64	0.064
60	1.24	307.31	0.082057	19.84	0.48	0.048	0.50	0.050	851.70	0.47	0.047
61	1.65	307.31	0.082057	26.22	0.63	0.063	0.66	0.066	1130.00	0.62	0.062
62	1.58	307.31	0.082057	24.87	0.60	0.060	0.63	0.063	1078.56	0.59	0.059
63	1.44	307.31	0.082057	22.68	0.54	0.054	0.57	0.057	979.90	0.54	0.054
64	1.385	307.31	0.082057	21.73	0.52	0.052	0.55	0.055	949.25	0.52	0.052
65	1.29	307.31	0.082057	19.53	0.47	0.047	0.49	0.049	869.57	0.48	0.048
66	1.15	307.31	0.082057	17.47	0.42	0.042	0.44	0.044	791.80	0.43	0.043
67	2.61	307.31	0.082057	45.48	1.09	0.109	1.15	0.115	1819.56	1.00	0.100
68	1.44	307.31	0.082057	22.60	0.54	0.054	0.57	0.057	984.71	0.54	0.054
69	0.76	307.31	0.082057	10.73	0.26	0.026	0.27	0.027	533.95	0.29	0.029
70	1.44	307.31	0.082057	22.71	0.55	0.055	0.57	0.057	985.53	0.54	0.054
71	0.44	307.31	0.082057	5.77	0.14	0.014	0.15	0.015	314.59	0.17	0.017
72	1.17	307.31	0.082057	17.38	0.42	0.042	0.44	0.044	781.14	0.43	0.043
73	1.01	307.31	0.082057	16.04	0.38	0.038	0.40	0.040	705.30	0.39	0.039
74	1.72	307.31	0.082057	26.99	0.65	0.065	0.68	0.068	1172.37	0.64	0.064
75	1.22	307.31	0.082057	19.49	0.47	0.047	0.49	0.049	837.22	0.46	0.046
76	1.72	307.31	0.082057	27.04	0.65	0.065	0.68	0.068	1176.19	0.64	0.064
77	1.58	307.31	0.082057	24.88	0.60	0.060	0.63	0.063	1078.16	0.59	0.059
78	1.37	307.31	0.082057	21.63	0.52	0.052	0.55	0.055	938.35	0.51	0.051
79	1.51	307.31	0.082057	23.95	0.57	0.057	0.60	0.060	1036.15	0.57	0.057
80	2.06	307.31	0.082057	33.97	0.82	0.082	0.86	0.086	1403.48	0.77	0.077
81	1.44	307.31	0.082057	22.66	0.54	0.054	0.57	0.057	984.95	0.54	0.054
82	1.51	307.31	0.082057	23.60	0.57	0.057	0.60	0.060	1026.26	0.56	0.056
83	0.93	307.31	0.082057	14.63	0.35	0.035	0.37	0.037	648.74	0.35	0.035
84	2.3	307.31	0.082057	37.55	0.90	0.090	0.95	0.095	1572.05	0.86	0.086
85	2.06	307.31	0.082057	32.80	0.79	0.079	0.83	0.083	1382.26	0.76	0.076
86	1.44	307.31	0.082057	22.59	0.54	0.054	0.57	0.057	983.71	0.54	0.054
87	0.69	307.31	0.082057	10.72	0.26	0.026	0.27	0.027	481.88	0.26	0.026
88	1.65	307.31	0.082057	26.01	0.62	0.062	0.66	0.066	1121.19	0.61	0.061
89	1.79	307.31	0.082057	28.16	0.68	0.068	0.71	0.071	1214.66	0.66	0.066
90	1.51	307.31	0.082057	23.97	0.58	0.058	0.60	0.060	1030.03	0.56	0.056
91	1.3	307.31	0.082057	21.02	0.50	0.050	0.53	0.053	897.09	0.49	0.049

Continuación...Anexo 4.

No.	CE μScm^{-1}	°T °K	R L.atmK ⁻¹ mol	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.024*x		$PO_2 = \frac{u \times R \times T}{\gamma}$		mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ (0.000400/0.731)	
					atm	Mpa	atm	Mpa		atm	Mpa
					1-Inv-08	2.1	307.31	0.082057		37.28	0.89
2	1.68	307.31	0.082057	29.72	0.71	0.071	0.75	0.075	1261.21	0.69	0.069
3	0.39	307.31	0.082057	6.43	0.15	0.015	0.16	0.016	282.21	0.15	0.015
4	0.41	307.31	0.082057	6.86	0.16	0.016	0.17	0.017	294.07	0.16	0.016
5	2.17	307.31	0.082057	34.46	0.83	0.083	0.87	0.087	1281.17	0.70	0.070
6	2.45	307.31	0.082057	46.50	1.12	0.112	1.17	0.117	1896.29	1.04	0.104
7	1.61	307.31	0.082057	27.60	0.66	0.066	0.70	0.070	1144.52	0.63	0.063
8	1.97	307.31	0.082057	32.80	0.79	0.079	0.83	0.083	1307.41	0.72	0.072
9	2.17	307.31	0.082057	38.45	0.92	0.092	0.97	0.097	1525.05	0.83	0.083
10	1.92	307.31	0.082057	33.61	0.81	0.081	0.85	0.085	1341.66	0.73	0.073
11	2.07	307.31	0.082057	39.90	0.96	0.096	1.01	0.101	1615.77	0.88	0.088
12	1.95	307.31	0.082057	31.94	0.77	0.077	0.81	0.081	1296.36	0.71	0.071
13	1.64	307.31	0.082057	41.48	1.00	0.100	1.05	0.105	1677.17	0.92	0.092
14	2.05	307.31	0.082057	35.93	0.86	0.086	0.91	0.091	1423.66	0.78	0.078
15	0.22	307.31	0.082057	2.65	0.06	0.006	0.07	0.007	143.18	0.08	0.008
16	2.62	307.31	0.082057	47.56	1.14	0.114	1.20	0.120	1882.44	1.03	0.103
17	2.53	307.31	0.082057	45.37	1.09	0.109	1.14	0.114	1793.47	0.98	0.098
18	2.45	307.31	0.082057	43.00	1.03	0.103	1.08	0.108	1731.66	0.95	0.095
19	1.13	307.31	0.082057	19.58	0.47	0.047	0.49	0.049	815.51	0.45	0.045
20	1.04	307.31	0.082057	18.37	0.44	0.044	0.46	0.046	713.23	0.39	0.039
21	0.54	307.31	0.082057	8.12	0.19	0.019	0.20	0.020	362.47	0.20	0.020
22	0.5	307.31	0.082057	9.41	0.23	0.023	0.24	0.024	388.61	0.21	0.021
23	0.58	307.31	0.082057	8.70	0.21	0.021	0.22	0.022	387.76	0.21	0.021
24	2.92	307.31	0.082057	35.82	0.86	0.086	0.90	0.090	1915.22	1.05	0.105
25	1.86	307.31	0.082057	32.99	0.79	0.079	0.83	0.083	1326.39	0.73	0.073
26	0.65	307.31	0.082057	9.56	0.23	0.023	0.24	0.024	432.68	0.24	0.024
27	1.9	307.31	0.082057	33.59	0.81	0.081	0.85	0.085	1350.38	0.74	0.074
28	1.18	307.31	0.082057	18.55	0.45	0.045	0.47	0.047	798.77	0.44	0.044
29	0.4	307.31	0.082057	4.66	0.11	0.011	0.12	0.012	265.92	0.15	0.015
30	1.77	307.31	0.082057	26.99	0.65	0.065	0.68	0.068	1193.23	0.65	0.065
31	0.68	307.31	0.082057	14.32	0.34	0.034	0.36	0.036	693.59	0.38	0.038
32	1.2	307.31	0.082057	18.70	0.45	0.045	0.47	0.047	805.96	0.44	0.044
33	1.89	307.31	0.082057	31.10	0.75	0.075	0.78	0.078	1284.37	0.70	0.070
34	1.01	307.31	0.082057	16.16	0.39	0.039	0.41	0.041	679.67	0.37	0.037
35	1.76	307.31	0.082057	31.40	0.75	0.075	0.79	0.079	1815.56	0.99	0.099
36	1.55	307.31	0.082057	26.73	0.64	0.064	0.67	0.067	1009.04	0.55	0.055
37	1.43	307.31	0.082057	25.60	0.61	0.061	0.65	0.065	970.33	0.53	0.053
38	0.889	307.31	0.082057	14.96	0.36	0.036	0.38	0.038	616.26	0.34	0.034
39	0.55	307.31	0.082057	8.13	0.20	0.020	0.20	0.020	370.36	0.20	0.020
40	1.41	307.31	0.082057	24.69	0.59	0.059	0.62	0.062	941.33	0.52	0.052
41	1.28	307.31	0.082057	20.37	0.49	0.049	0.51	0.051	859.08	0.47	0.047
42	0.82	307.31	0.082057	12.78	0.31	0.031	0.32	0.032	546.86	0.30	0.030
43	0.2	307.31	0.082057	2.44	0.06	0.006	0.06	0.006	127.39	0.07	0.007
44	1.42	307.31	0.082057	25.38	0.61	0.061	0.64	0.064	974.04	0.53	0.053
45	0.91	307.31	0.082057	14.18	0.34	0.034	0.36	0.036	611.68	0.33	0.033

Continuación...Anexo 4.

No.	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	T °K	R L.atmK ⁻¹ .mol	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.024*x		$PO_2 = \frac{R \times R \times T}{P}$		mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = mg L ⁻¹ * (0.000400/0.731)	
					atm	Mpa	atm	Mpa		atm	Mpa
					46	0.96	307.31	0.082057		16.32	0.39
47	1.42	307.31	0.082057	25.36	0.61	0.061	0.64	0.064	968.99	0.53	0.053
48	0.8	307.31	0.082057	13.80	0.33	0.033	0.35	0.035	538.89	0.29	0.029
49	0.21	307.31	0.082057	3.18	0.08	0.008	0.08	0.008	154.88	0.08	0.008
50	0.93	307.31	0.082057	15.02	0.36	0.036	0.38	0.038	649.80	0.36	0.036
51	0.85	307.31	0.082057	13.33	0.32	0.032	0.34	0.034	571.68	0.31	0.031
52	0.96	307.31	0.082057	15.76	0.38	0.038	0.40	0.040	674.29	0.37	0.037
53	1.363	307.31	0.082057	24.00	0.58	0.058	0.61	0.061	966.04	0.53	0.053
54	2.17	307.31	0.082057	36.77	0.88	0.088	0.93	0.093	1460.47	0.80	0.080
55	1.56	307.31	0.082057	26.80	0.64	0.064	0.68	0.068	1104.20	0.60	0.060
56	3.78	307.31	0.082057	62.33	1.50	0.150	1.57	0.157	2643.42	1.45	0.145
57	0.28	307.31	0.082057	5.05	0.12	0.012	0.13	0.013	168.69	0.09	0.009
58	2.17	307.31	0.082057	36.57	0.88	0.088	0.92	0.092	1496.19	0.82	0.082
59	2.13	307.31	0.082057	36.93	0.89	0.089	0.93	0.093	1506.99	0.82	0.082
60	2.19	307.31	0.082057	38.81	0.93	0.093	0.98	0.098	1581.93	0.87	0.087
61	0.53	307.31	0.082057	8.08	0.19	0.019	0.20	0.020	344.25	0.19	0.019
62	0.84	307.31	0.082057	13.73	0.33	0.033	0.35	0.035	585.93	0.32	0.032
63	2.21	307.31	0.082057	37.49	0.90	0.090	0.95	0.095	1549.38	0.85	0.085
64	2.77	307.31	0.082057	45.74	1.10	0.110	1.15	0.115	1939.83	1.06	0.106
65	0.93	307.31	0.082057	15.41	0.37	0.037	0.39	0.039	644.70	0.35	0.035
66	1.08	307.31	0.082057	17.75	0.43	0.043	0.45	0.045	756.94	0.41	0.041
67	1.95	307.31	0.082057	31.37	0.75	0.075	0.79	0.079	1280.78	0.70	0.070
68	1.21	307.31	0.082057	19.70	0.47	0.047	0.50	0.050	844.02	0.46	0.046
69	0.91	307.31	0.082057	14.92	0.36	0.036	0.38	0.038	632.40	0.35	0.035
70	1.06	307.31	0.082057	17.46	0.42	0.042	0.44	0.044	734.96	0.40	0.040
71	0.89	307.31	0.082057	14.71	0.35	0.035	0.37	0.037	624.22	0.34	0.034
72	0.83	307.31	0.082057	13.60	0.33	0.033	0.34	0.034	578.08	0.32	0.032
73	0.84	307.31	0.082057	13.26	0.32	0.032	0.33	0.033	538.89	0.29	0.029
74	0.67	307.31	0.082057	11.27	0.27	0.027	0.28	0.028	469.94	0.26	0.026
75	1.98	307.31	0.082057	30.65	0.74	0.074	0.77	0.077	1445.44	0.79	0.079
76	0.86	307.31	0.082057	13.42	0.32	0.032	0.34	0.034	623.88	0.34	0.034
77	1.54	307.31	0.082057	23.81	0.57	0.057	0.60	0.060	1077.97	0.59	0.059
78	1.13	307.31	0.082057	18.44	0.44	0.044	0.47	0.047	791.13	0.43	0.043
79	1.17	307.31	0.082057	20.07	0.48	0.048	0.51	0.051	789.72	0.43	0.043
80	0.7	307.31	0.082057	11.55	0.28	0.028	0.29	0.029	496.97	0.27	0.027
81	1.03	307.31	0.082057	16.39	0.39	0.039	0.41	0.041	662.07	0.36	0.036
82	1	307.31	0.082057	16.48	0.40	0.040	0.42	0.042	695.44	0.38	0.038
83	0.89	307.31	0.082057	15.80	0.38	0.038	0.40	0.040	673.86	0.37	0.037
84	1.11	307.31	0.082057	16.94	0.41	0.041	0.43	0.043	756.92	0.41	0.041
85	0.9	307.31	0.082057	15.68	0.38	0.038	0.40	0.040	674.12	0.37	0.037
86	1.96	307.31	0.082057	32.17	0.77	0.077	0.81	0.081	1307.72	0.72	0.072
87	0.85	307.31	0.082057	13.43	0.32	0.032	0.34	0.034	554.79	0.30	0.030
88	1.16	307.31	0.082057	18.45	0.44	0.044	0.47	0.047	805.17	0.44	0.044
89	0.87	307.31	0.082057	13.72	0.33	0.033	0.35	0.035	605.88	0.33	0.033
90	1.02	307.31	0.082057	15.75	0.38	0.038	0.40	0.040	690.44	0.38	0.038

Continuación...Anexo 4.

No.	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	$^{\circ}\text{T}$ °K	R L.atmK ⁻¹ mol	mmol Exp(x)	PO ₁ -0.024*x		$\text{PO}_2 = \frac{n \times R \times T}{y}$		mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ (0.000400/0.731)	
					atm	Mpa	atm	Mpa		atm	Mpa
					91	0.32	307.31	0.082057		8.10	0.19
92	0.99	307.31	0.082057	13.76	0.33	0.033	0.35	0.035	684.43	0.37	0.037
93	0.3	307.31	0.082057	4.73	0.11	0.011	0.12	0.012	214.09	0.12	0.012
94	1.07	307.31	0.082057	17.62	0.42	0.042	0.44	0.044	751.95	0.41	0.041
95	1.08	307.31	0.082057	17.72	0.43	0.043	0.45	0.045	758.45	0.42	0.042
96	1.17	307.31	0.082057	19.62	0.47	0.047	0.49	0.049	787.64	0.43	0.043
97	1.2	307.31	0.082057	19.07	0.46	0.046	0.48	0.048	812.76	0.44	0.044
98	1.34	307.31	0.082057	21.49	0.52	0.052	0.54	0.054	940.74	0.51	0.051
99	0.29	307.31	0.082057	4.10	0.10	0.010	0.10	0.010	176.41	0.10	0.010
100	1.36	307.31	0.082057	23.81	0.57	0.057	0.60	0.060	955.07	0.52	0.052
101	1.94	307.31	0.082057	30.56	0.73	0.073	0.77	0.077	1333.42	0.73	0.073
102	0.62	307.31	0.082057	9.85	0.24	0.024	0.25	0.025	383.54	0.21	0.021
103	1	307.31	0.082057	15.92	0.38	0.038	0.40	0.040	718.66	0.39	0.039
104	0.6	307.31	0.082057	9.46	0.23	0.023	0.24	0.024	372.39	0.20	0.020
105	1.12	307.31	0.082057	19.01	0.46	0.046	0.48	0.048	768.34	0.42	0.042
106	1.21	307.31	0.082057	20.32	0.49	0.049	0.51	0.051	843.69	0.46	0.046
107	1.42	307.31	0.082057	19.85	0.48	0.048	0.50	0.050	958.60	0.52	0.052
Media				24.24	0.58	0.58	0.61	0.58	1018.99	0.56	0.58
Mediana				22.70	0.54	0.54	0.57	0.54	972.19	0.53	0.54
Moda											
Devest				11.45	0.27	0.27	0.29	0.27	464.51	0.25	0.27

Anexo 5. Valores de los diferentes RAS determinados de acuerdo con sus diferentes

formulaciones $RAS_{or} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$, $RAS_{aj} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} [1.0 + (8.4 - pH_c)]$ y $RAS^\circ = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca^\circ+Mg}{2}}}$

No.	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido	
	RAS	pHc	RASaj	Ca°	RAS°
mmol _e L ⁻¹					
1-Oto-07	10.85	2.7	29.05	0.51	11.81
2	10.99	2.7	29.17	0.51	12.23
3	5.00	2.3	11.38	0.51	6.83
4	1.79	1.5	2.70	1.36	1.70
5	2.34	1.5	3.52	1.23	2.22
6	10.64	2.7	28.27	1.23	10.79
7	10.64	2.7	28.48	0.51	11.85
8	8.79	2.6	23.13	0.61	10.35
9	8.59	2.6	22.61	0.61	9.89
10	9.00	2.6	23.68	0.61	10.42
11	8.13	2.7	21.97	0.61	9.09
12	9.94	2.7	26.47	0.61	11.38
13	9.55	2.6	25.18	0.61	11.30
14	9.25	2.6	24.33	0.61	10.95
15	9.45	2.6	24.80	0.61	11.13
16	9.13	2.6	23.96	0.76	10.68
17	8.74	2.6	23.00	0.76	9.91
18	9.20	2.6	24.19	0.76	10.83
19	7.45	2.5	18.85	0.79	8.64
20	6.04	2.1	12.92	0.61	7.25
21	6.42	2.3	14.74	0.59	6.99
22	7.10	2.3	16.60	0.61	7.95
23	7.39	2.3	17.30	0.59	8.62
24	8.59	2.6	22.31	0.74	9.77
25	7.07	2.3	16.53	0.74	7.77
26	7.97	2.6	20.54	0.74	9.53
27	7.05	2.5	17.91	2.23	7.20
28	7.22	2.3	16.52	0.93	8.17
29	3.53	2.7	9.51	0.88	5.64
30	9.24	2.6	24.00	1.31	9.87
31	6.72	2.3	15.49	1.26	6.92
32	7.41	2.3	17.35	1.41	8.08
33	6.75	2.5	17.20	1.31	7.47
34	5.88	2.0	11.84	1.31	6.22
35	7.61	2.3	17.81	1.43	8.14
36	4.31	2.0	8.79	1.36	4.78
37	5.49	2.3	12.39	1.38	6.20
38	7.92	2.3	18.48	1.49	8.85
39	0.10	1.6	0.16	1.65	0.09
40	3.58	2.1	7.35	1.49	3.74
41	6.09	2.1	12.83	1.49	6.72
42	9.03	2.6	23.45	1.49	9.59
43	7.42	2.3	16.97	1.54	8.05
44	9.26	2.6	24.04	1.36	10.30

Continuación...Anexo 5.

No.	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido	
	RAS	pHc	RASaj	Ca°	RAS°
mmol _c L ⁻¹					
45	5.12	2.0	10.35	1.36	5.60
46	9.26	2.4	22.41	1.36	14.21
47	9.58	2.6	24.47	0.86	13.18
48	9.04	2.5	22.76	1.36	11.62
49	5.40	2.0	11.08	1.36	5.68
50	5.13	2.0	10.36	1.36	5.56
51	7.01	2.6	18.53	3.43	7.85
52	5.61	2.1	11.82	2.37	5.47
53	4.47	2.5	11.29	1.78	5.11
54	5.56	2.6	14.22	2.01	5.58
55	4.45	2.4	10.61	1.92	4.59
56	3.62	2.5	8.98	1.36	4.26
57	4.26	2.0	8.69	1.36	4.84
58	3.15	2.5	7.80	1.36	4.34
59	5.75	2.3	13.42	1.36	7.08
60	5.55	2.1	11.69	1.49	6.15
61	4.33	2.5	10.94	1.36	5.21
62	3.78	2.5	9.56	1.36	4.58
63	3.71	2.4	8.96	1.36	4.34
64	3.47	2.4	8.42	2.09	3.85
65	3.49	2.2	7.64	1.36	4.74
66	3.36	2.2	7.46	1.36	5.10
67	12.44	2.6	32.35	2.16	13.20
68	3.96	2.3	9.30	1.36	4.67
69	1.29	2.3	2.91	1.36	1.69
70	3.74	2.5	9.29	1.36	4.43
71	0.01	2.0	0.01	1.31	0.01
72	2.85	2.2	6.26	1.31	3.41
73	2.80	2.2	6.25	0.76	3.76
74	4.87	2.5	12.01	0.76	6.15
75	5.63	2.0	11.38	1.40	6.21
76	4.41	2.6	11.39	1.40	5.30
77	3.89	2.5	9.62	1.07	4.74
78	3.88	2.4	9.14	1.21	4.83
79	4.37	2.4	10.56	1.54	5.23
80	5.64	2.6	14.70	1.21	7.79
81	3.94	2.3	9.26	0.86	4.93
82	4.28	2.3	10.04	0.86	5.36
83	2.25	2.3	5.27	0.86	2.89
84	6.84	2.6	18.08	1.04	9.95
85	6.17	2.4	15.08	1.17	8.09
86	4.04	2.4	9.52	0.88	5.01
87	2.60	1.8	4.70	1.17	3.01
88	4.70	2.4	11.29	0.86	6.20
89	4.99	2.5	12.28	0.82	6.94

Continuación...Anexo 5.

No.	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido	
	RAS	pHc	RASaj	Ca°	RAS°
mmol _c L ⁻¹					
90	3.98	2.5	9.87	0.76	5.35
91	4.31	2.4	10.27	0.79	5.99
1-Inv-08	8.37	2.6	21.39	0.61	9.44
2	5.71	2.7	15.23	0.59	6.39
3	1.16	0.6	0.69	1.19	1.18
4	2.05	0.6	1.32	1.23	2.16
5	8.35	2.3	19.26	0.97	8.92
6	9.94	2.7	26.48	0.61	11.40
7	4.99	2.5	12.56	0.94	6.01
8	4.70	2.6	12.27	1.70	6.08
9	8.64	2.6	22.52	0.61	9.92
10	6.76	2.5	17.17	0.76	7.66
11	7.72	2.7	20.70	0.61	8.56
12	4.36	2.6	11.39	1.54	5.43
13	6.48	2.2	14.16	1.36	6.95
14	7.64	2.5	19.36	0.76	8.74
15	0.01	-0.9	-0.01	3.72	0.01
16	12.32	2.7	33.31	0.64	14.20
17	10.19	2.7	27.04	0.64	11.54
18	9.42	2.6	24.41	0.86	11.25
19	5.68	2.1	12.15	0.71	6.28
20	5.17	2.1	11.10	0.82	5.70
21	2.95	1.2	3.49	1.96	2.54
22	2.48	1.5	3.69	1.68	2.32
23	2.87	1.2	3.40	1.68	2.57
24	2.30	2.5	5.72	6.86	2.80
25	8.03	2.5	19.82	0.76	9.07
26	2.82	1.3	3.80	1.96	2.57
27	7.84	2.6	20.41	0.76	8.88
28	5.30	1.9	10.01	1.58	5.51
29	0.40	1.0	0.38	6.92	0.25
30	8.67	1.8	15.97	1.49	9.17
31	0.17	2.5	0.41	1.53	0.24
32	4.91	1.9	9.27	1.43	5.17
33	7.87	2.3	18.41	1.07	8.76
34	4.02	1.9	7.67	1.31	4.30
35	0.44	2.7	1.19	7.65	0.71
36	6.38	2.3	14.59	0.86	7.20
37	6.13	2.2	13.77	0.94	6.98
38	2.68	2.1	5.49	1.31	2.83
39	2.54	1.2	3.01	1.96	2.27
40	6.32	2.2	13.78	0.94	7.22
41	5.40	2.0	10.85	1.31	5.73
42	3.30	1.6	5.36	1.58	3.29
43	0.13	0.1	0.01	3.40	0.08

Continuación... Anexo 5.

No.	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido	
	RAS	pHc	RASaj	Ca°	RAS°
mmol _c L ⁻¹					
44	6.16	2.2	13.85	0.86	7.18
45	4.23	1.6	6.87	1.58	4.20
46	4.09	2.0	8.23	1.12	4.52
47	6.28	2.2	14.11	0.86	7.22
48	3.00	1.9	5.82	1.17	3.31
49	0.30	0.8	0.23	1.41	0.28
50	3.85	2.0	7.85	1.21	4.21
51	3.62	1.6	5.89	1.58	3.63
52	4.26	1.9	8.16	1.12	4.74
53	5.48	2.3	12.62	0.94	6.39
54	5.85	2.7	15.53	1.54	7.87
55	6.76	2.3	15.46	0.86	7.88
56	16.34	2.6	42.46	1.02	20.55
57	3.37	1.4	4.87	1.59	2.05
58	6.18	2.7	16.67	1.21	7.81
59	7.84	2.6	20.15	0.97	9.93
60	8.67	2.6	22.85	0.97	11.22
61	1.01	1.8	1.79	1.68	1.00
62	3.96	1.9	7.62	1.00	4.19
63	7.25	2.6	19.09	1.21	9.71
64	10.34	2.6	26.88	1.27	13.65
65	3.97	1.9	7.60	1.12	4.39
66	4.06	2.3	9.22	1.12	4.54
67	5.48	2.5	13.77	0.88	5.88
68	4.93	2.1	10.43	1.00	5.62
69	3.87	1.9	7.45	1.12	4.13
70	3.91	2.3	8.89	1.00	4.31
71	3.82	1.9	7.36	1.12	4.27
72	3.12	2.1	6.39	1.12	3.46
73	3.19	1.7	5.58	2.09	3.06
74	1.82	2.1	3.78	1.14	1.99
75	7.09	2.5	17.65	1.21	8.85
76	3.84	1.9	7.39	1.12	4.11
77	4.26	2.5	10.53	1.26	5.09
78	4.05	2.3	9.36	1.12	4.56
79	4.61	2.1	9.77	1.09	5.18
80	2.05	2.1	4.25	1.09	2.24
81	3.69	1.9	6.92	1.78	3.78
82	3.55	2.1	7.59	1.12	3.96
83	1.86	2.3	4.30	1.58	2.23
84	2.18	2.4	5.14	1.78	2.60
85	1.68	2.3	3.89	1.78	2.09
86	9.92	2.1	20.41	1.21	11.02
87	1.58	2.1	3.34	1.58	1.82
88	2.43	2.4	5.76	1.12	2.78

Continuación...Anexo 5.

No.	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido	
	RAS	pHc	RASaj	Ca°	RAS°
mmol _c L ⁻¹					
89	1.42	2.3	3.29	1.78	1.79
90	2.99	2.2	6.69	1.00	3.45
91	0.03	2.0	0.07	1.44	0.04
92	1.87	2.2	4.15	1.78	2.16
93	0.98	1.6	1.57	1.19	0.94
94	4.06	2.3	9.22	1.12	4.57
95	4.04	2.3	9.17	1.00	4.49
96	4.44	2.1	9.40	1.12	4.99
97	4.29	2.3	9.93	1.21	4.81
98	4.19	2.5	10.28	1.17	4.91
99	0.38	1.1	0.41	1.89	0.33
100	5.62	2.3	12.94	0.86	6.55
101	5.80	2.5	14.23	1.40	6.93
102	2.24	1.3	3.02	1.49	2.38
103	3.15	2.3	7.27	1.12	3.64
104	2.03	1.3	2.74	1.49	2.13
105	3.96	2.5	9.76	1.06	4.55
106	2.84	2.4	6.93	1.12	3.46
107	3.78	2.2	8.50	1.86	4.40

Anexo 6. Clasificación de las aguas residuales del Valle del Mezquital, de acuerdo al contenido de boro (mg L^{-1}), otoño 2007 e invierno 2008.

No.	Boro mgL^{-1}		No.	Boro mgL^{-1}		No.	Boro mgL^{-1}		No.	Boro mgL^{-1}		Boro mgL^{-1}	
1Oto-07	1.71	C	51	0.88	C	10	1.83	C	60	1.23	C	Media	0.83
2	1.77	C	52	0.49	C	11	2.24	C	61	0.71	C	Mediana	0.71
3	0.18	B	53	0.92	C	12	0.85	C	62	0.52	C	Moda	1.11
4	0.04	B	54	1.33	C	13	1.51	C	63	0.94	C	Devest	0.54
5	0.01	B	55	0.94	C	14	2.04	C	64	0.87	C	CV	64.68
6	1.77	C	56	0.64	C	15	0.11	B	65	0.48	C		
7	1.78	C	57	0.57	C	16	2.17	C	66	0.71	C		
8	1.54	C	58	0.80	C	17	2.14	C	67	1.27	C		
9	1.56	C	59	0.47	C	18	1.93	C	68	0.73	C		
10	1.49	C	60	0.53	C	19	0.74	C	69	0.53	C		
11	1.31	C	61	0.64	C	20	0.73	C	70	0.60	C		
12	1.50	C	62	0.69	C	21	0.27	B	71	0.50	C		
13	1.41	C	63	0.66	C	22	0.28	B	72	0.55	C		
14	1.41	C	64	0.64	C	23	0.30	B	73	0.52	C		
15	1.45	C	65	0.08	B	24	2.28	C	74	0.48	C		
16	1.38	C	66	0.07	B	25	1.52	C	75	0.83	C		
17	1.12	C	67	1.32	C	26	0.37	B	76	0.49	C		
18	1.48	C	68	0.66	C	27	1.47	C	77	0.42	C		
19	0.92	C	69	0.02	B	28	0.75	C	78	0.44	C		
20	0.89	C	70	0.63	C	29	0.12	B	79	0.51	C		
21	1.05	C	71	0.17	B	30	0.80	C	80	0.52	C		
22	1.02	C	72	0.18	B	31	0.08	B	81	0.82	C		
23	1.06	C	73	0.32	B	32	0.75	C	82	0.48	C		
24	1.36	C	74	0.60	C	33	1.39	C	83	0.22	B		
25	1.11	C	75	0.68	C	34	0.85	C	84	0.26	B		
26	1.16	C	76	0.63	C	35	1.14	C	85	0.31	B		
27	1.21	C	77	0.64	C	36	1.16	C	86	0.52	C		
28	1.55	C	78	0.61	C	37	1.03	C	87	0.34	B		
29	1.11	C	79	0.63	C	38	0.89	C	88	0.42	C		
30	1.55	C	80	0.59	C	39	0.31	B	89	0.30	B		
31	1.12	C	81	0.59	C	40	0.95	C	90	0.98	C		
32	1.17	C	82	0.64	C	41	0.82	C	91	0.09	B		
33	1.21	C	83	0.25	B	42	0.56	C	92	0.22	B		
34	0.89	C	84	0.82	C	43	0.04	B	93	0.09	B		
35	1.26	C	85	0.71	C	44	1.11	C	94	0.56	C		
36	0.59	C	86	0.66	C	45	0.52	C	95	0.73	C		
37	0.93	C	87	0.04	B	46	0.63	C	96	0.62	C		
38	1.16	C	88	0.67	C	47	1.04	C	97	0.66	C		
39	0.04	B	89	0.65	C	48	0.64	C	98	0.66	C		
40	0.45	C	90	0.61	C	49	0.04	B	99	0.14	B		
41	0.85	C	91	0.51	C	50	0.60	C	100	1.02	C		
42	1.55	C	1Inv-08	2.16	C	51	0.54	C	101	0.78	C		
43	1.15	C	2	0.66	C	52	0.63	C	102	0.02	B		
44	1.58	C	3	0.38	B	53	1.16	C	103	0.52	C		
45	0.88	C	4	0.35	B	54	1.49	C	104	0.02	B		
46	0.26	B	5	2.47	C	55	1.23	C	105	0.60	C		
47	1.52	C	6	2.48	C	56	0.97	C	106	0.56	C		
48	1.22	C	7	0.48	C	57	0.04	B	107	0.52	C		
49	0.74	C	8	0.90	C	58	0.13	B					
50	0.89	C	9	2.14	C	59	1.25	C					

Anexo 7. Clasificación del contenido de fosfatos (PO_4^{3-}), de las aguas residuales del Valle del Mezquital, otoño 2007 e invierno 2008.

No.	PO_4 mgL^{-1}		No.	PO_4 mgL^{-1}		No.	PO_4 mgL^{-1}		No.	PO_4 mgL^{-1}		PO_4 mgL^{-1}	
1Oto-07	0.80	C	51	0.35	C	10	1.31	C	60	0.40	C	Media	0.51
2	1.47	C	52	0.53	C	11	1.20	C	61	0.47	C	Mediana	0.44
3	0.31	B	53	0.31	C	12	0.04	C	62	0.45	C	Moda	0.39
4	0.14	B	54	0.01	C	13	1.19	C	63	0.28	C	Devest	0.37
5	0.18	B	55	0.53	C	14	1.14	C	64	0.28	C	CV	72.27
6	0.92	C	56	0.39	C	15	0.06	C	65	0.44	C		
7	0.96	C	57	0.45	C	16	1.19	B	66	0.43	C		
8	1.04	C	58	0.32	C	17	1.24	C	67	0.05	C		
9	1.16	C	59	0.01	C	18	1.23	C	68	0.43	C		
10	0.92	C	60	0.61	C	19	0.92	C	69	0.50	C		
11	0.92	C	61	0.12	C	20	0.764	C	70	0.50	C		
12	1.08	C	62	0.38	C	21	0.43	C	71	0.20	C		
13	0.89	C	63	0.39	C	22	0.38	B	72	0.49	C		
14	1.50	C	64	0.42	C	23	0.47	B	73	0.49	C		
15	1.05	C	65	0.04	B	24	0.03	B	74	0.20	C		
16	0.97	C	66	0.01	B	25	1.26	C	75	0.01	C		
17	1.43	C	67	0.05	C	26	0.69	C	76	0.24	C		
18	0.88	C	68	0.41	C	27	1.12	B	77	0.12	C		
19	0.89	C	69	0.14	B	28	0.66	C	78	0.41	C		
20	0.69	C	70	0.39	C	29	0.13	C	79	0.39	C		
21	0.85	C	71	0.16	B	30	0.82	B	80	0.22	C		
22	0.95	C	72	0.01	B	31	0.007	C	81	0.47	C		
23	0.85	C	73	0.24	B	32	0.69	B	82	0.44	C		
24	0.91	C	74	0.12	C	33	0.93	C	83	0.06	C		
25	0.81	C	75	0.55	C	34	0.84	C	84	0.03	B		
26	0.88	C	76	0.12	C	35	0.21	C	85	0.04	B		
27	0.81	C	77	0.38	C	36	0.837	C	86	0.45	B		
28	0.81	C	78	0.39	C	37	0.683	C	87	0.00	C		
29	0.44	C	79	0.39	C	38	0.85	C	88	0.00	B		
30	0.88	C	80	0.24	C	39	0.33	C	89	0.05	C		
31	0.79	C	81	0.41	C	40	0.635	B	90	0.09	B		
32	0.78	C	82	0.41	C	41	0.65	C	91	0.01	C		
33	0.91	C	83	0.17	B	42	0.48	C	92	0.01	B		
34	0.67	C	84	0.31	C	43	0.17	C	93	0.15	B		
35	0.83	C	85	0.30	C	44	0.641	B	94	0.42	B		
36	0.49	C	86	0.41	C	45	0.49	C	95	0.42	C		
37	0.70	C	87	0.02	B	46	0.459	C	96	0.44	C		
38	0.82	C	88	0.37	C	47	0.683	C	97	0.39	C		
39	0.12	B	89	0.10	C	48	0.462	C	98	0.35	C		
40	0.43	C	90	0.37	C	49	0.04	C	99	0.05	C		
41	0.57	C	91	0.36	C	50	0.459	B	100	0.59	B		
42	0.92	C	1Inv-08	1.00	C	51	0.22	C	101	0.27	C		
43	0.79	C	2	0.86	C	52	0.470	C	102	0.02	C		
44	0.92	C	3	0.53	B	53	0.601	C	103	0.05	B		
45	0.64	C	4	0.44	B	54	0.360	C	104	0.01	C		
46	0.01	B	5	1.04	C	55	0.643	C	105	0.03	B		
47	0.57	C	6	1.12	C	56	0.047	C	106	0.10	C		
48	0.49	C	7	1.13	C	57	0.05	C	107	0.33	C		
49	0.53	C	8	0.06	C	58	0.037	B			C		
50	0.55	C	9	1.20	C	59	0.617	B					

Anexo 8. Cuadro de relaciones iónicas de los principales cationes y aniones de las aguas residuales de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán., otoño-07 e invierno-08.

No.	Sitio de Muestreo	Cl / SO ₄	HCO ₃ / Cl+SO ₄	Ca / Mg
1	Oto-07 Gran Canal Puente PEMEX	2.43	1.45	0.32
2	Gran Canal - Santa Ana Nextlalpan	1.91	1.35	0.39
3	Canal La Laminadora - Zumpango	0.51	0.75	1.28
4	Presa - Laguan - Zumpango	1.17	1.22	1.44
5	Emisor Norte de La Laguna de Zumpango	0.92	1.17	1.50
6	Santa Ana Nextlalpan - Canal de aguas neg	2.72	1.47	0.33
7	Puente metal - entrada a San Pedro	2.47	1.40	0.40
8	Desviación a Tlapanaloya	1.71	1.36	0.60
9	Salida Tula-Tequisquiac - Tajo	2.35	1.52	0.52
10	Puente de Tequisquiac	1.78	1.33	0.54
11	Hueypoxtla	1.97	1.40	0.42
12	Salida tunel (Tula - Tequisquiac)	1.82	1.45	0.52
13	Canal factoria - Apaxco	2.31	1.40	0.66
14	Canal Revestido Apaxco - Rio Tula	1.79	1.30	0.64
15	Canal revestido - Texas	1.70	1.25	0.61
16	Canal de tierra y piedra - Texas	1.56	1.20	0.63
17	Canal a Atotonilco de Tula	2.15	1.40	0.52
18	Rio Tula rumbo a Totonilco de Tula (bajo	1.58	1.25	0.66
19	Canal Atitalaquia (pueblo)	1.07	1.14	0.74
20	Canal Teteltipan	1.59	1.58	0.99
21	Canal revestido Refineria	1.20	1.34	0.41
22	Canal PEMEX Atitalaquia	1.58	1.60	0.53
23	Canal Tula 1	1.22	1.33	0.69
24	Canal de la Quina Atitalaquia	1.39	1.28	0.59
25	Canal Tula 2 (Hotel Las plazas)	1.80	1.38	0.53
26	Canal grande de Atitalaquia (puente concre	1.63	1.17	0.75
27	Col. Julian Villagran	1.01	1.08	0.71
28	Canal Grande Tula - Dhendo	1.25	1.17	0.78
29	Puente verde en Tula	0.41	0.67	2.16
30	Canal Tlahuelilpan	1.64	1.22	0.63
31	Rio Tula en Tula - puente Metlac	1.05	1.27	0.60
32	Canal grande frente Col. Madero (El Horn	1.41	1.32	0.99
33	Canal 1 presa Endho	1.26	1.17	0.69
34	Canal Mixquiauala	0.51	0.55	0.79
35	Canal de aguas negras II (El Horno)	1.31	1.18	0.84
36	Sifon (presa Endho)	0.64	0.61	1.28
37	Canal Ejido Veracruz	1.02	1.14	1.20
38	Canal - La Requena	1.45	1.28	1.16
39	Presa Dolores (junto Rojo Gomèz)	0.66	2.78	1.20
40	Presa Rojo Gomez - Alfajayucan	0.71	0.69	1.13
41	Canal El Grasoso - El Jardin	0.58	0.61	1.36
42	Canal Caxuxi - cerca Actopan	1.41	1.22	0.68
43	Canal a 2 Km antes de Tepantepec	1.44	1.21	1.09
44	Canal aguas negras y agua de pozo - Pozo	1.28	1.21	0.88
45	Canal San Antonio Abad	0.65	0.67	1.10
46	Pozo Adelaido Azputia - Sn Salvador	1.13	0.60	3.80
47	Manantial - resurgimiento Sn Salvador	1.11	0.90	1.53
48	Canal aguas negras Sn Salvador	0.97	0.75	1.63
49	Canal rumbo al tunel de Cerro azul	0.63	0.63	1.05
50	Canal La Mora	0.65	0.67	1.04

Continuación...Anexo 8.

No.	Sitio de Muestreo	Cl / SO ₄	HCO ₃ / Cl+SO ₄	Ca / Mg
51	Canal Teofani I	1.22	0.80	1.73
52	Canal Mejay	0.63	0.64	1.28
53	Río Tula - Chilcuautla	0.87	0.86	0.89
54	Río Tula - manantial - Progreso	1.04	0.73	0.33
55	Río Tula - Progreso	0.97	0.89	0.78
56	Río Tula - Ixmiquilpan canal xotho	1.04	0.87	0.86
57	Presa Vicente Aguirre	0.90	0.81	1.51
58	Presa Debodhe	4.07	0.81	1.91
59	Manantial - Balneario Maguey Blanco	0.76	0.56	1.27
60	Canal de concreto - delante de Maguey Bla	0.68	0.65	1.31
61	Canal EcoAlberto	1.06	0.92	0.98
62	Canal Maguey Blanco - en Ixmiquilpan	1.09	0.91	1.00
63	Canal Debodhe	1.07	0.87	0.89
64	Canal revestido - La Estacion	0.98	0.87	0.99
65	Balneario Tlaco - Tlacotlapilco	0.70	0.50	2.15
66	Manantial Parque Acuatico EcoAlberto	0.62	0.62	4.56
67	Agua freatica - cerca de La Estacion y Ban	1.63	0.92	1.19
68	Canal Capula - escuela Tecnica	0.88	0.83	0.97
69	Arenalito II (cañada de lutitas)	0.26	1.13	2.09
70	Canal Capula - cerca del DIF	1.04	0.94	0.96
71	Arenalito I (riachuelo-puente de piedra)	0.19	2.37	2.17
72	Grutas de Tolantongo - Río La Gloria	0.64	0.59	1.05
73	Sn Francisco	1.25	1.26	1.50
74	Río Tula - Eco Alberto	0.76	0.77	0.92
75	Canal de aguas negras Tlacotlapilco	0.65	0.63	1.22
76	Río Tula - Tlacotlapilco	0.88	0.87	0.96
77	Canal antes Ixmiquilpan (junto a escuela)	1.04	0.92	0.89
78	Canal de piedra delante de Ixmiquilpan	0.98	0.85	1.24
79	Canal cerritos - Río Ixmiquilpan	0.93	0.83	1.19
80	Canal La Loma - cerca de Nequeteque	1.98	0.92	1.66
81	Canal de piedra - Tecnologico	0.92	0.83	0.97
82	Canal Nith	0.81	0.76	0.98
83	Presa - laguna Madho - Domingo Corrales	1.35	1.30	1.32
84	Canal Xuxafi	1.22	0.80	1.90
85	Río Ixmiquilpan (junto a Tienda Hns. Torr	0.97	0.56	1.36
86	canal de piedra revestido Frente a Tasquillo	0.85	0.80	0.95
87	Manantial - Balneario Zindejeh Tasquillo	0.66	1.01	1.60
88	Río Tula - Zindejeh	0.90	0.69	1.22
89	Manantial - Balneario Zindejeh II	0.87	0.64	1.47
90	Tío Tula (puente Corea)	1.17	0.83	1.26
91	Presa Zimapan	1.20	0.89	1.72
92 Inv-08	Gran Canal Puente PEMEX	4.30	1.06	0.48
93	canal la Laminadora	3.56	2.62	0.46
94	Presa Zunpamgo	4.75	1.83	1.45
95	Emisor Norte de laguna de Zunpamgo	2.41	1.37	3.55
96	Santa Ana Nextlalpan	2.63	0.51	0.41
97	Gran Canal Carret-Toeloyucan	2.46	1.00	0.53
98	Desv-Tlapanaloya	3.33	1.56	0.87
99	Manatial-Las Canoas	4.04	0.78	1.45
100	Salida a Tula -Tequexquiac (Tajo)	3.80	1.23	0.54

Continuación...Anexo 9.

No.	Sitio de Muestreo	Cl / SO ₄	HCO ₃ / Cl+SO ₄	Ca / Mg
101	Puente Tequixquiac (salida Pueblo)	4.23	1.23	0.53
102	Salida Tequixquiac -Gran Canal	14.46	1.63	0.41
103	Manantial-La Atarjea (cerca Apaxco)	3.00	0.81	1.09
104	Canal Factoria Apaxco	2.11	0.36	0.68
105	Canal Revestido Apaxco-Rio Tula	3.77	1.12	0.58
106	Pino Suarez	0.28	0.22	1.34
107	Canal Revestido Atonilco de Tula	4.11	1.47	0.61
108	Canal Revestido Texas	4.86	1.41	0.49
109	Rio Tula-rumbo a Atotonilco	2.17	1.08	0.78
110	Canal Atitalaquia	1.60	1.51	0.65
111	Canal Teteltipan	5.59	0.93	0.77
112	Canal Refineria	0.47	0.32	1.54
113	Canal Pemex Atitalaquia	2.07	0.34	1.73
114	Tula I	0.48	0.32	0.90
115	Nac-Balneario-La Cantera	0.15	0.13	1.97
116	Canal La Quina Atitalaquia	3.09	1.36	0.59
117	Tula II (Hotel Las plazas)	0.43	0.30	1.04
118	Canal Grande Atitalaquia	3.79	1.49	0.58
119	Canal Tula-Tepetitlan	0.60	0.37	0.98
120	Chapantongo	0.09	0.08	2.00
121	Col. Julian Villagran	0.31	0.24	0.86
122	La Cieneguilla	7.71	1.59	2.80
123	Canal grande (Dhendo)-Tula	0.62	0.38	0.79
124	Canal Grande La quina Atitalaquia	0.90	0.47	0.68
125	Arriba Instituto Canadiense	1.01	0.50	0.89
126	Puente Verde en Tula	0.18	0.16	14.10
127	Canal Tlahuelilpan	3.55	0.48	0.67
128	Canal El Tinaco	27.43	0.98	0.80
129	La Loma (cerca presa endho)	2.54	0.72	0.72
130	Rio Tula em Tula (puente Metlac)	0.42	0.30	1.33
131	Canal Col Fco.I Madero	6.00	0.78	0.87
132	Centro de Tepetitlan	0.79	0.44	0.76
133	Presa Endho	0.85	0.46	0.90
134	Tepetitlan (puente ferreteria)	0.33	0.25	1.12
135	Canal - Col Morelos	42.51	1.16	0.87
136	Sifon Presa Endho	0.64	0.39	0.96
137	Canal Reves Asoc-usu Endho-Xochitlan	2.77	1.02	1.00
138	Canal Requena	15.68	1.02	0.82
139	Canal Ins Sup Est Hid	39.19	1.03	1.06
140	Alfajayucan-junto a presa Rojo Gomez	1.33	2.86	2.12
141	Canal Mora (Progreso)	0.83	0.80	1.02
142	Presa Rojo Gomez-Alfajayucan	0.77	0.44	0.95
143	Canal principal origen de el grasoso	0.93	0.86	1.09
144	Caxuxi (cerca Atocpan)	5.82	1.43	0.91
145	Teofani	3.58	0.78	1.66
146	Canal Botha	1.52	1.05	0.84
147	Pozo Bombeo No.8 CNA (agua-pozo)	0.48	0.48	1.09
148	El Saucillo - Rumbo a presa Zimapan	21.15	0.18	1.83
149	Pozo Adelaido-Sn Salvador	2.19	0.99	1.09
150	Agua Resurgimiento-Sn Salvador	2.16	1.19	1.14

Continuación...Anexo 8.

No.	Sitio de Muestreo	Cl / SO ₄	HCO ₃ / Cl+SO ₄	Ca / Mg
151	Canal Aguas negras Sn Salvador	3.02	1.62	1.31
152	Canal grasoso II	2.11	0.57	0.88
153	Canal Rumbo a Cerro Azul	0.95	0.92	0.80
154	Canall Villagran	1.60	0.98	1.55
155	Canal Las Rosas	0.67	0.65	1.52
156	El Mejay	1.40	0.88	1.01
157	Rio Tula Chilcuatla	1.13	0.99	0.88
158	Manantial Rio Tula-Progreso	1.49	0.74	0.32
159	Rio Tula Progreso	0.84	0.86	0.88
160	Puente Alfajayucan	1.13	0.90	0.83
161	Rio Tula-Ixmiquilpan (canal Xotho)	1.37	0.98	0.70
162	Presa Vicente Aguirre	1.23	0.96	1.15
163	Sta Ma. Xigfui III	1.55	1.08	1.03
164	Adelante de portesuelo	1.44	0.32	1.03
165	Abrevadero-junto al camino	58.65	1.70	0.93
166	Presa Debodhe	0.03	0.96	1.22
167	Cerro Prieto (canal revestido)	0.19	0.94	0.95
168	Manantial-Balneario-Maguey Blanco	0.44	0.93	0.95
169	Canal Eco-Alberto	1.02	0.95	0.85
170	Canal Maguey Blanco	4.14	0.86	0.86
171	Lagunilla-rumbo a cerro Prieto	3.22	1.71	0.87
172	Canal Debodhe	1.44	0.33	0.85
173	Canal de Piedra La Estacion	1.69	1.15	0.88
174	Manantial-Balneario-Tlaco	3.45	1.06	1.36
175	Manantial-Balneario-Dauthi	1.04	0.86	1.32
176	Manantial-Balneario-Tlaco II	3.43	1.04	1.81
177	Canal Bandaho	0.86	0.38	0.91
178	Manantial-Balneario-Dios Padre	4.11	0.74	1.18
179	Manantial-Balneario-Pueblo Nuevo	1.61	1.35	0.69
180	Mamantial-Balneario- Eco-Alberto	2.94	1.25	2.20
181	Agua Freatica junto a Bandaho	0.80	0.58	0.86
182	El Arenalito i (lutitas)	12.13	0.96	1.82
183	Grutas de Tolantongo-rio La Gloria	0.07	1.01	1.15
184	Sn Francisco (cascada)	1.57	1.83	1.30
185	Rio Tula Eco-Alberto	1.12	1.02	0.92
186	Rio Tula Tlacoplalilco	1.04	0.93	0.76
187	Canal antes Ixmiquilpan (junto a escuela)	2.57	0.80	0.86
188	Canal cerritos hacia Ixmiquilpan	0.95	0.84	0.86
189	Canal de Piedra Tecnologico	0.81	1.07	0.93
190	Presa-laguna Madho-Domingo Corrales	1.83	0.25	1.35
191	Pozo Bombeo No.5 CNA	5.57	1.40	0.86
192	Rio Ixmiquilpan	0.62	0.65	0.97
193	Balneario Zindejeh	2.72	0.28	1.48
194	Rio Tula - Zindejeh	0.60	1.39	1.01
195	Balneario Zindejeh II	2.50	0.28	1.34
196	Rio Tula - Puente Corea	3.69	1.03	0.92
197	Presa Zimapan	15.37	1.66	1.01
198	Las Adjuntas	0.04	0.60	1.19

Anexo 9. Clasificación de las aguas residuales de acuerdo con su Salinidad Efectiva, del Valle del Mezquital, otoño 2007 e invierno 2008.

No.	Salinidad Efectiva		No.	Salinidad Efectiva		No.	Salinidad Efectiva		No.	Salinidad Efectiva		No.	Salinidad Efectiva	
	mmoc L ⁻¹	Clasif.		mmoc L ⁻¹	Clasif.		mmoc L ⁻¹	Clasif.		mmoc L ⁻¹	Clasif.		mmoc L ⁻¹	Clasif.
1-O-0'	20.05	NR	49	7.82	C	6	18.32	NR	54	12.73	C	102	4.26	C
2	18.98	NR	50	7.67	C	7	9.81	C	55	10.93	C	103	5.32	C
3	19.63	NR	51	8.56	C	8	11.21	C	56	30.73	NR	104	4.13	C
4	8.87	C	52	1.46	B	9	15.83	NR	57	2.33	B	105	6.53	C
5	2.08	C	53	7.28	C	10	12.95	C	58	13.14	C	106	5.63	C
6	2.47	B	54	3.58	C	11	14.57	C	59	14.78	C	107	7.68	C
7	18.85	NR	55	11.96	C	12	10.79	C	60	15.74	NR	Med	9.52	
8	15.90	NR	56	8.37	C	13	11.98	C	61	3.37	C	Med	8.42	
9	18.06	NR	57	7.48	C	14	14.39	C	62	5.27	C	Mod	7.82	
10	16.29	NR	58	8.24	C	15	1.79	B	63	14.55	C	Deve	5.18	
11	16.97	NR	59	8.24	C	16	20.85	NR	64	20.25	NR	C.V.	54.44	
12	16.82	NR	60	10.91	C	17	18.95	NR	65	5.69	C			
13	17.17	NR	61	8.20	C	18	17.95	NR	66	6.43	C			
14	16.98	NR	62	8.25	C	19	7.85	B	67	11.49	C			
15	16.77	NR	63	8.85	C	20	7.13	B	68	7.69	C			
16	17.51	NR	64	7.04	C	21	4.04	B	69	5.56	C			
17	17.71	NR	65	9.73	C	22	3.34	B	70	6.24	C			
18	17.46	NR	66	9.21	C	23	4.36	B	71	5.47	C			
19	12.16	C	67	8.51	C	24	15.29	NR	72	4.66	C			
20	14.54	C	68	8.16	C	25	13.52	C	73	6.32	C			
21	11.13	C	69	8.84	C	26	4.95	C	74	3.00	B			
22	14.59	C	70	9.28	C	27	13.55	C	75	13.23	C			
23	10.30	C	71	7.30	C	28	8.55	C	76	5.39	C			
24	11.33	C	72	7.48	C	29	3.67	C	77	8.40	C			
25	11.13	C	73	15.23	NR	30	14.05	C	78	6.63	C			
26	10.10	C	74	15.38	NR	31	0.31	B	79	7.28	C			
27	12.76	C	75	14.36	C	32	8.67	C	80	3.29	C			
28	22.78	NR	76	14.55	C	33	13.60	C	81	7.70	C			
29	12.43	C	77	18.10	NR	34	6.18	C	82	5.71	C			
30	6.26	C	78	16.44	NR	35	4.24	C	83	4.82	C			
31	5.06	C	79	16.88	NR	36	10.63	C	84	4.40	C			
32	0.69	B	80	7.48	C	37	9.78	C	85	3.65	C			
33	6.25	C	81	11.28	C	38	5.04	C	86	15.01	NR			
34	4.92	C	82	11.28	C	39	4.08	C	87	4.91	C			
35	4.14	C	83	11.82	C	40	9.78	C	88	5.07	C			
36	7.78	C	84	8.45	C	41	8.83	C	89	3.93	C			
37	3.52	C	85	7.56	C	42	5.59	C	90	6.46	C			
38	9.68	C	86	12.01	C	43	1.06	B	91	0.63	B			
39	10.79	C	87	8.70	C	44	9.72	C	92	4.67	C			
40	8.21	C	88	12.41	C	45	6.51	C	93	1.14	B			
41	7.46	C	89	8.07	C	46	5.94	C	94	6.39	C			
42	7.39	C	90	15.38	NR	47	9.83	C	95	6.53	C			
43	13.13	C	91	11.18	C	48	4.44	C	96	7.10	C			
44	8.56	C	1-1-08	15.22	NR	49	0.57	B	97	7.11	C			
45	7.82	C	2	11.37	C	50	5.63	C	98	7.66	C			
46	7.38	C	3	1.71	B	51	5.91	C	99	2.30	B			
47	20.51	NR	4	2.25	B	52	6.07	C	100	9.03	C			
48	7.42	C	5	15.61	NR	53	8.99	C	101	11.86	C			

Anexo 10. Clasificación de las aguas residuales de acuerdo con su Salinidad Potencial, del Valle del Mezquital, otoño 2007 e invierno 2008.

Salinidad Potencial			Salinidad Potencial			Salinidad Potencial			Salinidad Potencial			Salinidad Potencial		
No.	mmoc L ⁻¹	Clasif.	No.	mmoc L ⁻¹	Clasif.	No.	mmoc L ⁻¹	Clasif.	No.	mmoc L ⁻¹	Clasif.	No.	mmoc L ⁻¹	Clasif.
1-O-	8.84	C	49	5.48	C	6	11.70	C	54	10.49	C	102	4.00	C
2	8.36	C	50	5.46	C	7	5.34	C	55	5.90	C	103	2.75	B
3	8.60	C	51	7.45	C	8	9.55	C	56	16.36	NR	104	3.84	C
4	5.24	C	52	0.71	B	9	8.35	C	57	2.21	B	105	4.75	C
5	1.36	B	53	4.87	C	10	7.49	C	58	8.90	C	106	4.25	C
6	1.41	B	54	2.05	B	11	8.36	C	59	7.88	C	107	3.78	C
7	8.38	C	55	8.50	C	12	9.06	C	60	7.06	C	Med	5.74	
8	7.63	C	56	5.77	C	13	9.70	C	61	2.72	B	Med	5.30	
9	7.65	C	57	5.75	C	14	8.27	C	62	3.11	C	Moda		
10	7.30	C	58	5.85	C	15	1.05	B	63	8.71	C	Deve	2.67	
11	7.93	C	59	5.89	C	16	9.22	C	64	11.34	C	C.V.	46.50	
12	7.65	C	60	7.38	C	17	9.24	C	65	3.77	C			
13	7.88	C	61	4.99	C	18	9.62	C	66	4.01	C			
14	7.59	C	62	4.97	C	19	3.52	C	67	8.02	C			
15	7.86	C	63	6.18	C	20	4.82	C	68	4.54	C			
16	8.23	C	64	4.64	C	21	2.59	B	69	3.52	C			
17	8.28	C	65	6.60	C	22	3.95	C	70	4.06	C			
18	8.46	C	66	6.42	C	23	2.79	B	71	3.38	C			
19	5.79	C	67	5.79	C	24	14.04	C	72	3.07	C			
20	7.40	C	68	4.91	C	25	6.69	C	73	4.82	C			
21	4.64	C	69	5.16	C	26	3.11	C	74	2.38	B			
22	6.54	C	70	6.35	C	27	6.56	C	75	4.99	C			
23	4.73	C	71	4.41	C	28	5.68	C	76	2.47	B			
24	4.96	C	72	4.57	C	29	1.91	B	77	4.97	C			
25	5.16	C	73	7.09	C	30	8.40	C	78	4.23	C			
26	4.50	C	74	7.02	C	31	4.03	C	79	5.47	C			
27	7.82	C	75	9.44	C	32	5.76	C	80	2.19	B			
28	11.50	C	76	9.45	C	33	9.10	C	81	5.90	C			
29	6.43	C	77	9.62	C	34	4.85	C	82	3.60	C			
30	4.10	C	78	9.36	C	35	13.19	C	83	4.10	C			
31	3.36	C	79	10.86	C	36	8.92	C	84	4.32	C			
32	0.43	B	80	4.57	C	37	6.84	C	85	4.12	C			
33	3.88	C	81	5.40	C	38	4.50	C	86	9.93	C			
34	3.25	C	82	5.10	C	39	2.66	B	87	4.26	C			
35	3.05	C	83	5.59	C	40	7.00	C	88	3.83	C			
36	5.47	C	84	4.30	C	41	6.12	C	89	3.28	C			
37	2.30	B	85	4.87	C	42	3.92	C	90	4.45	C			
38	6.74	C	86	8.63	C	43	0.95	B	91	3.10	C			
39	7.65	C	87	5.32	C	44	6.23	C	92	2.32	B			
40	6.03	C	88	5.68	C	45	4.36	C	93	0.82	B			
41	5.04	C	89	3.42	C	46	3.97	C	94	3.91	C			
42	5.18	C	90	7.26	C	47	6.56	C	95	4.09	C			
43	9.43	C	91	5.40	C	48	3.75	C	96	5.35	C			
44	5.96	C	1-I-0	8.89	C	49	0.41	B	97	4.34	C			
45	5.54	C	2	3.99	C	50	3.62	C	98	4.47	C			
46	5.29	C	3	1.22	B	51	4.08	C	99	1.81	B			
47	10.33	C	4	1.43	B	52	3.69	C	100	5.01	C			
48	5.24	C	5	10.02	C	53	5.02	C	101	7.76	C			

Anexo 11. Clasificación hidrogeoquímica de las aguas residuales del Valle del Mezquital, otoño 2007 e invierno 2008.

No.	Sitio de Muestreo	Clasificación		
		Cation Dominante	Anion Dominante	Hidrogeoquímica
1	Gran Canal Puente PEMEX	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
2	Gran Canal - Santa Ana Nextlalpan	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
3	Canal La Laminadora - Zumpango	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
4	Presa - Laguan - Zumpango	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
5	Emisor Norte de La Laguna de Zumpango	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
6	Santa Ana Nextlalpan - Canal de aguas	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
7	Puente metal - entrada a San Pedro	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
8	Desviación a Tlapanaloya	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
9	Salida Tula-Tequisquiatic - Tajo	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
10	Puente de Tequisquiatic	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
11	Hueyoxtla	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
12	Salida tunel (Tula - Tequisquiatic)	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
13	Canal factoria - Apaxco	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
14	Canal Revestido Apaxco - Rio Tula	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
15	Canal revestido - Texas	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
16	Canal de tierra y piedra - Texas	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
17	Canal a Atotonilco de Tula	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
18	Rio Tula rumbo a Totonilco de Tula (baj)	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
19	Canal Atitalaquia (pueblo)	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
20	Canal Teteltipan	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
21	Canal revestido Refineria	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
22	Canal PEMEX Atitalaquia	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
23	Canal Tula 1	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
24	Canal de la Quina Atitalaquia	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
25	Canal Tula 2 (Hotel Las plazas)	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
26	Canal grande de Atitalaquia (puente co)	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
27	Col. Julian Villagran	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
28	Canal Grande Tula - Dhendo	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
29	Puente verde en Tula	ninguno	ninguno	Na + K, SO ₄ + Cl
30	Canal Tlahuelilpan	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
31	Rio Tula en Tula - puente Metlac	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
32	Canal grande frente Col. Madero (El Hc	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
33	Canal 1 presa Endho	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
34	Canal Mixquiauala	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
35	Canal de aguas negras II (El Homo)	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
36	Sifon (presa Endho)	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
37	Canal Ejido Veracruz	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
38	Canal - La Requena	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
39	Presa Dolores (junto Rojo Gómez)	ninguno	bicarbonato	Ca + Mg
40	Presa Rojo Gomez - Alfajayucan	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
41	Canal El Grasoso - El Jardin	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
42	Canal Caxuxi - cerca Actopan	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
43	Canal a 2 Km antes de Tepantepec	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
44	Canal aguas negras y agua de pozo - F	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
45	Canal San Antonio Abad	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg

Continuación...Anexo 11.

No.	Sitio de Muestreo	Clasificación		
		Cation Dominante	Anion Dominante	Hidrogeoquímica
46	Pozo Adelaido Azputia - Sn Salvador	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
47	Manantial - resurgimiento Sn Salvador	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
48	Canal aguas negras Sn Salvador	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
49	Canal rumbo al tunel de Cerro azul	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
50	Canal La Mora	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
51	Canal Teofani I	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
52	Canal Mejay	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
53	Río Tula - Chilcuautla	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
54	Río Tula - manantial - Progreso	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
55	Río Tula - Progreso	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
56	Río Tula - Ixmiquilpan canal xotho	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
57	Presa Vicente Aguirre	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
58	Presa Debodhe	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
59	Manantial - Balneario Maguey Blanco	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
60	Canal de concreto - delante de Maguey	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
61	Canal EcoAlberto	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
62	Canal Maguey Blanco - en Ixmiquilpan	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
63	Canal Debodhe	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
64	Canal revestido - La Estacion	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
65	Balneario Tlaco - Tlacotalpilco	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
66	Manantial Parque Acuatico EcoAlberto	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
67	Agua freatica - cerca de La Estacion y I	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
68	Canal Capula - escuela Tecnica	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
69	Arenalito II (cañada de lutitas)	ninguno	bicarbonato	Ca + Mg
70	Canal Capula - cerca del DIF	sodio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
71	Arenalito I (riachuelo-puente de piedra)	calcio	bicarbonato	Ca + Mg
72	Grutas de Tolantongo - Río La Gloria	ninguno	ninguno	Na + K, SO ₄ + Cl
73	Sn Francisco	ninguno	bicarbonato	Na + K, SO ₄ + Cl
74	Río Tula - Eco Alberto	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
75	Canal de aguas negras Tlacotalpilco	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
76	Río Tula - Tlacotalpilco	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
77	Canal antes Ixmiquilpan (junto a escuela)	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
78	Canal de piedra delante de Ixmiquilpan	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
79	Canal cerritos - Río Ixmiquilpan	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
80	Canal La Loma - cerca de Nequeteque	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
81	Canal de piedra - Tecnológico	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
82	Canal Nith	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
83	Presa - laguna Madho - Domingo Corra	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
84	Canal Xuxafi	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
85	Río Ixmiquilpan (junto a Tienda Hns. Tc)	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
86	canal de piedra revestido Frente a Tasc	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
87	Manantial - Balneario Zindejeh Tasquillo	sodio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
88	Río Tula - Zindejeh	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
89	Manantial - Balneario Zindejeh II	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
90	Tío Tula (puente Corea)	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
91	Presa Zimapan	sodio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg

Continuación...Anexo 11.

No.	Sitio de Muestreo	Clasificación		
		Cation Dominante	Anion Dominante	Hidrogeoquímica
1	Gran Canal Puente PEMEX	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
2	canal la Laminadora	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
3	Presa Zunpango	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Ca + Mg
4	Emisor Norte de laguna de Zunpango	sodio o potasio	bicarbonato	SO ₄ + Cl, Na + K
5	Santa Ana Nextlalpan	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
6	Gran Canal Carret-Toeloyucan	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
7	Desv-Tlapanaloya	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
8	Manatíal-Las Canoas	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
9	Salida a Tula -Tequixquiac (Tajo)	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
10	Puente Tequixquiac (salida Pueblo)	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
11	Salida Tequixquiac -Gran Canal	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
12	Manantíal-La Atarjea (cerca Apaxco)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
13	Canal Factoría Apaxco	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
14	Canal Revestido Apaxco-Río Tula	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
15	Pino Suarez	ninguno	sulfato	Na + K, SO ₄ + Cl
16	Canal Revestido Atonilco de Tula	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
17	Canal Revestido Texas	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
18	Río Tula-rumbo a Atotonilco	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
19	Canal Atitalaquia	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
20	Canal Teteltipan	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
21	Canal Refinería	sodio o potasio	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg
22	Canal Pemex Atitalaquia	sodio o potasio	cloro	HCO ₃ , Ca + Mg
23	Tula I	sodio o potasio	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg
24	Nac-Balneario-La Cantera	ninguno	sulfato	Na + K, SO ₄ + Cl
25	Canal La Quina Atitalaquia	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
26	Tula II (Hotel Las plazas)	sodio o potasio	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg
27	Canal Grande Atitalaquia	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
28	Canal Tula-Tepetitlan	sodio o potasio	sulfato	SO ₄ + Cl
29	Chapantongo	sodio o potasio	sulfato	SO ₄ + Cl
30	Col. Julian Villagran	sodio o potasio	sulfato	SO ₄ + Cl
31	La Cieneguilla	calcio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
32	Canal grande (Dhendo)-Tula	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
33	Canal Grande La quina Atitalaquia	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
34	Arriba Instituto Canadiense	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
35	Puente Verde en Tula	calcio	sulfato	Na + K, SO ₄ + Cl
36	Canal Tlahuelilpan	sodio o potasio	cloro	HCO ₃ , Ca + Mg
37	Canal El Tinaco	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
38	La Loma (cerca presa endho)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
39	Río Tula en Tula (puente Metlac)	sodio o potasio	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg
40	Canal Col Fco.I Madero	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
41	Centro de Tepetitlan	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
42	Presa Endho	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
43	Tepetitlan (puente ferretería)	ninguno	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg
44	Canal - Col Morelos	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
45	Sifon Presa Endho	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
46	Canal Reves Asoc-usu Endho-Xochitlan	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
47	Canal Requena	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K

Continuación...Anexo 11.

No.	Sitio de Muestreo	Clasificación		
		Cation Dominante	Anion Dominante	Hidrogeoquímica
46	Canal Reves Asoc-usu Endho-Xochitlan	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
47	Canal Requena	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
48	Canal Ins Sup Est Hid	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
49	Alfajayucan-junto a presa Rojo Gomez	calcio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
50	Canal Mora (Progreso)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
51	Presa Rojo Gomez-Alfajayucan	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
52	Canal principal origen de el grasoso	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
53	Caxuxi (cerca Atocpan)	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
54	Teofani	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
55	Canal Botha	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
56	Pozo Bombeo No.8 CNA (agua-pozo)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
57	El Saucillo - Rumbo a presa Zimapan	sodio o potasio	cloro	HCO ₃ , Ca + Mg
58	Pozo Adelaido-Sn Salvador	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
59	Agua Resurgimiento-Sn Salvador	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
60	Canal Aguas negras Sn Salvador	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
61	Canal grasoso II	ninguno	ninguno	Na + K, SO ₄ + Cl
62	Canal Rumbo a Cerro Azul	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Na + K
63	Canal Villagran	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
64	Canal Las Rosas	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
65	El Mejay	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
66	Rio Tula Chilcuatla	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
67	Manantial Rio Tula-Progreso	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
68	Rio Tula Progreso	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
69	Puente Alfajayucan	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
70	Rio Tula-Ixmiquilpan (canal Xotho)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
71	Presa Vicente Aguirre	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
72	Sta Ma. Xigfui III	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
73	Adelante de portesuelo	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
74	Abrevadero-junto al camino	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Ca + Mg
75	Presa Debodhe	sodio o potasio	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg
76	Cerro Prieto (canal revestido)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
77	Manantial-Balneario-Maguey Blanco	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
78	Canal Eco-Alberto	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
79	Canal Maguey Blanco	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
80	Lagunilla-rumbo a cerro Prieto	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
81	Canal Debodhe	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
82	Canal de Piedra La Estacion	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
83	Manantial-Balneario-Tlaco	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
84	Manantial-Balneario-Dauthi	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
85	Manantial-Balneario-Tlaco II	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
86	Canal Bandaho	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
87	Manantial-Balneario-Dios Padre	ninguno	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
88	Manantial-Balneario-Pueblo Nuevo	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
89	Manantial-Balneario- Eco-Alberto	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
90	Agua Freatica junto a Bandaho	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg

Continuación...Anexo 11.

No.	Sitio de Muestreo	Clasificación		
		Cation Dominante	Anion Dominante	Hidrogenoquimica
91	El Arenalito i (Iutitas)	calcio	bicarbonato	Ca + Mg
92	Grutas de Tolantongo-río La Gloria	ninguno	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
93	Sn Francisco (cascada)	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
94	Rio Tula Eco-Alberto	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
95	Rio Tula Tlacoplalco	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
96	Canal antes Ixmiquilpan (junto a escuela)	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
97	Canal cerritos hacia Ixmiquilpan	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
98	Canal de Piedra Tecnológico	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
99	Presa-laguna Madho-Domingo Corrales	ninguno	cloro	SO ₄ + Cl, Ca + Mg
100	Pozo Bombeo No.5 CNA	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
101	Rio Ixmiquilpan	sodio o potasio	ninguno	HCO ₃ , Ca + Mg
102	Balneario Zindejeh	sodio o potasio	cloro	HCO ₃ , Ca + Mg
103	Rio Tula - Zindejeh	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
104	Balneario Zindejeh II	ninguno	cloro	HCO ₃ , Na + K
105	Rio Tula - Puente Corea	sodio o potasio	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
106	Presa Zimapan	ninguno	bicarbonato	HCO ₃ , Na + K
107	Las Adjuntas	sodio o potasio	sulfato	HCO ₃ , Ca + Mg

Anexo 12. Concentración iónica de los extractos de suelo de pasta de saturación.

No. P	Prof	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma \text{ cat}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	$\Sigma \text{ anio}$	$\Sigma \text{ mg}$	Error %	RSE mg L ⁻¹
1	P1	0-10	8.3	1070	0.05	0.13	0.46	0.01	0.66	0.00	0.33	0.15	0.16	0.64	1.32	852
					1.08	1.62	10.48	0.59	0.00	20.34	5.17	7.77	47.05			
					0.03	0.07	0.46	0.01	0.00	0.33	0.15	0.08	1.12			
	10-20 cm	8.3	1050	0.05	0.13	0.45	0.01	0.64	0.00	0.24	0.13	0.26	0.63	1.01	820	
				1.00	1.62	10.30	0.50	0.00	14.62	4.73	12.40	45.16				
				0.03	0.07	0.45	0.01	0.00	0.24	0.13	0.13	1.05				
20-30	7.5	1280	0.05	0.13	0.59	0.01	0.79	0.00	0.23	0.18	0.36	0.77	1.06	964		
			1.08	1.62	13.55	0.55	0.00	13.98	6.50	17.36	54.64					
			0.03	0.07	0.59	0.01	0.00	0.23	0.18	0.18	1.29					
2	P2	0-10	8.9	4710	0.13	0.23	3.87	0.20	4.43	0.29	0.76	1.97	1.28	4.30	1.47	5200
					2.66	2.77	88.94	7.74	8.55	46.38	69.82	61.61	288.47			
					0.07	0.11	3.87	0.20	0.14	0.76	1.97	0.64	7.76			
	10-20 cm	8.7	4320	0.12	0.25	3.71	0.19	4.26	0.17	0.70	2.03	1.24	4.14	1.42	3900	
				2.40	3.00	85.23	7.48	5.00	42.71	72.08	59.77	277.67				
				0.06	0.12	3.71	0.19	0.08	0.70	2.03	0.62	7.52				
20-30	8.8	4420	0.10	0.27	3.78	0.19	4.34	0.20	0.75	1.84	1.45	4.24	1.11	4100		
			1.99	3.30	86.89	7.32	5.97	45.54	65.37	69.72	286.10					
			0.05	0.14	3.78	0.19	0.10	0.75	1.84	0.73	7.57					
3	P3	0-10	8.2	920	0.08	0.15	0.33	0.02	0.56	0.00	0.34	0.09	0.12	0.55	1.14	664
					1.50	1.77	7.55	0.59	0.00	20.98	3.10	5.77	41.26			
					0.04	0.07	0.33	0.02	0.00	0.34	0.09	0.06	0.95			
	10-20 cm	8.3	790	0.07	0.08	0.26	0.01	0.43	0.00	0.28	0.06	0.07	0.42	1.35	672	
				1.47	0.94	6.06	0.50	0.00	17.34	2.08	3.48	31.87				
				0.04	0.04	0.26	0.01	0.00	0.28	0.06	0.04	0.73				
20-30	8.5	810	0.07	0.09	0.32	0.02	0.50	0.08	0.29	0.06	0.05	0.49	1.37	704		
			1.42	1.11	7.35	0.64	2.50	17.80	2.07	2.49	35.38					
			0.04	0.05	0.32	0.02	0.04	0.29	0.06	0.03	0.84					
4	P1	0-10	8.2	1470	0.12	0.18	0.59	0.02	0.91	0.00	0.30	0.33	0.25	0.89	1.06	1072
					2.42	2.18	13.48	0.80	0.00	18.43	11.82	12.12	61.25			
					0.06	0.09	0.59	0.02	0.00	0.30	0.33	0.13	1.52			
	10-20 cm	8.2	1510	0.11	0.17	0.69	0.02	0.98	0.00	0.38	0.33	0.24	0.95	1.63	1096	
				2.19	2.02	15.78	0.73	0.00	23.40	11.65	11.40	67.19				
				0.05	0.08	0.69	0.02	0.00	0.38	0.33	0.12	1.67				
20-30	8.2	1740	0.09	0.21	0.81	0.02	1.12	0.00	0.36	0.41	0.32	1.09	1.52	1236		
			1.75	2.55	18.56	0.69	0.00	21.98	14.55	15.23	75.31					
			0.04	0.10	0.81	0.02	0.00	0.36	0.41	0.16	1.90					
5	P1	0-10	8.3	2520	0.37	0.30	0.85	0.03	1.55	0.00	0.33	0.45	0.71	1.50	1.57	1976
					7.42	3.59	19.59	1.17	0.00	20.34	16.10	34.24	102.45			
					0.19	0.15	0.85	0.03	0.00	0.33	0.45	0.36	2.36			
	10-20 cm	8.3	2190	0.28	0.28	0.77	0.02	1.35	0.00	0.33	0.39	0.60	1.32	1.16	1716	
				5.50	3.44	17.72	0.91	0.00	20.34	13.88	28.63	90.44				
				0.14	0.14	0.77	0.02	0.00	0.33	0.39	0.30	2.10				
20-30	8.0	1940	0.19	0.17	0.82	0.02	1.20	0.00	0.26	0.36	0.55	1.17	1.21	1456		
			3.75	2.08	18.82	0.79	0.00	15.89	12.70	26.38	80.41					
			0.09	0.09	0.82	0.02	0.00	0.26	0.36	0.27	1.91					
6	P2	0-10	8.1	1030	0.12	0.12	0.35	0.01	0.60	0.00	0.49	0.04	0.06	0.59	1.25	904
					2.44	1.48	7.96	0.45	0.00	30.00	1.25	2.87	46.47			
					0.06	0.06	0.35	0.01	0.00	0.49	0.04	0.03	1.04			
	10-20 cm	8.2	1050	0.10	0.05	0.43	0.01	0.59	0.00	0.44	0.05	0.09	0.58	1.09	928	
				1.99	0.61	9.95	0.40	0.00	26.90	1.63	4.45	45.94				
				0.05	0.02	0.43	0.01	0.00	0.44	0.05	0.05	1.05				
20-30	8.3	1060	0.06	0.04	0.46	0.01	0.57	0.00	0.39	0.07	0.09	0.56	1.14	944		
			1.24	0.49	10.53	0.43	0.00	23.83	2.58	4.55	43.65					
			0.03	0.02	0.46	0.01	0.00	0.39	0.07	0.05	1.03					
7	P1	0-10	8.0	690	0.12	0.02	0.21	0.00	0.36	0.00	0.24	0.05	0.07	0.35	1.32	596
					2.47	0.26	4.87	0.16	0.00	14.55	1.63	3.21	27.15			
					0.06	0.01	0.21	0.00	0.00	0.24	0.05	0.03	0.61			
	10-20 cm	7.8	700	0.07	0.06	0.22	0.00	0.36	0.00	0.18	0.05	0.12	0.35	1.11	640	
				1.46	0.76	5.07	0.14	0.00	11.11	1.60	5.97	26.10				
				0.04	0.03	0.22	0.00	0.00	0.18	0.05	0.06	0.58				
20-30	7.9	730	0.07	0.06	0.24	0.00	0.38	0.00	0.17	0.06	0.13	0.37	1.47	690		
			1.46	0.72	5.52	0.15	0.00	10.63	2.22	6.17	26.88					
			0.04	0.03	0.24	0.00	0.00	0.17	0.06	0.06	0.61					

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE µS cm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Σ anio Σ mg Σ mmol	Error %	RSE mg L ⁻¹	
					meq 100 g s ⁻¹					meq 100 g s ⁻¹							
8	P2	0-10	9.2	3860	0.00	0.00	2.00	0.01	2.01	0.49	1.15	0.18	0.13	1.95	1.52	3700	
					0.00	0.00	45.92	0.57		14.84	70.07	6.39	6.13				143.93
					0.00	0.00	2.00	0.01		0.25	1.15	0.18	0.06				3.65
			10-20 cm	9.3	3940	0.00	0.00	1.92	0.01	1.93	0.47	0.94	0.19	0.27	1.87	1.61	4100
					0.00	0.00	44.20	0.50	14.00		57.46	6.85	13.06	136.09			
					0.00	0.00	1.92	0.01		0.23	0.94	0.19	0.14				3.44
		20-30	9.3	3820	0.00	0.00	1.87	0.01	1.89	0.47	0.68	0.23	0.45	1.82	1.63	3700	
				0.00	0.00	43.10	0.43	14.00		41.19	8.27	21.60	128.60				
				0.00	0.00	1.87	0.01		0.23	0.68	0.23	0.22				3.25	
9	P3	0-10	8.4	1870	0.08	0.09	0.73	0.02	0.92	0.10	0.68	0.09	0.03	0.90	1.32	1652	
					1.67	1.05	16.85	0.80		3.00	41.70	3.07	1.39				69.53
					0.04	0.04	0.73	0.02		0.05	0.68	0.09	0.01				1.67
			10-20 cm	8.7	2500	0.10	0.02	0.91	0.02	1.04	0.09	0.64	0.08	0.20	1.01	1.37	2444
					1.93	0.21	21.02	0.59	2.55		39.33	2.91	9.73	78.27			
					0.05	0.01	0.91	0.02		0.04	0.64	0.08	0.10				1.86
		20-30	8.6	4100	0.15	0.01	2.16	0.02	2.34	0.12	0.69	1.09	0.38	2.27	1.45	3510	
				3.00	0.14	49.76	0.63	3.47		42.29	38.62	18.08	156.00				
				0.08	0.01	2.16	0.02		0.06	0.69	1.09	0.19				4.29	
10	P1	0-10	8.2	810	0.11	0.12	0.26	0.01	0.50	0.00	0.39	0.07	0.03	0.48	1.50	768	
					2.17	1.47	5.89	0.57		0.00	23.52	2.36	1.58				37.55
					0.05	0.06	0.26	0.01		0.00	0.39	0.07	0.02				0.85
			10-20 cm	8.4	820	0.17	0.04	0.29	0.01	0.51	0.00	0.41	0.04	0.05	0.49	1.40	825
					3.42	0.46	6.63	0.42	0.00		24.79	1.33	2.38	39.42			
					0.09	0.02	0.29	0.01		0.00	0.41	0.04	0.02				0.87
		20-30	8.2	970	0.15	0.04	0.34	0.01	0.55	0.00	0.42	0.02	0.10	0.53	1.09	936	
				3.04	0.46	7.91	0.44	0.00		25.51	0.67	4.63	42.66				
				0.08	0.02	0.34	0.01		0.00	0.42	0.02	0.05				0.94	
11	P2	0-10	8.0	1000	0.15	0.16	0.29	0.02	0.61	0.00	0.47	0.08	0.06	0.60	1.19	860	
					3.00	1.92	6.61	0.69		0.00	28.60	2.66	2.64				46.12
					0.08	0.08	0.29	0.02		0.00	0.47	0.08	0.03				1.03
			10-20 cm	8.1	780	0.09	0.08	0.25	0.01	0.43	0.00	0.35	0.03	0.03	0.42	1.25	740
					1.70	0.99	5.84	0.27	0.00		21.45	1.18	1.53	32.96			
					0.04	0.04	0.25	0.01		0.00	0.35	0.03	0.02				0.74
		20-30	8.2	720	0.07	0.07	0.23	0.01	0.38	0.00	0.29	0.02	0.06	0.37	1.30	860	
				1.34	0.90	5.29	0.21	0.00		17.79	0.63	2.78	28.93				
				0.03	0.04	0.23	0.01		0.00	0.29	0.02	0.03				0.64	
12	P1	0-10	8.1	750	0.16	0.13	0.34	0.01	0.64	0.00	0.33	0.03	0.01	0.36	1.27	620	
					3.20	1.62	7.75	0.30		0.00	19.83	0.95	0.49				34.14
					0.08	0.07	0.34	0.01		0.00	0.33	0.03	0.01				0.85
			10-20 cm	8.1	660	0.06	0.08	0.18	0.00	0.33	0.00	0.28	0.02	0.01	0.32	1.25	596
					1.27	0.93	4.22	0.13	0.00		17.29	0.83	0.57	25.24			
					0.03	0.04	0.18	0.00		0.00	0.28	0.02	0.01				0.57
		20-30	8.2	810	0.07	0.06	0.34	0.00	0.47	0.00	0.41	0.03	0.02	0.46	1.19	716	
				1.35	0.77	7.77	0.17	0.00		24.81	1.12	1.12	37.11				
				0.03	0.03	0.34	0.00		0.00	0.41	0.03	0.01				0.86	
13	P1	0-10	8.1	900	0.23	0.15	0.12	0.02	0.51	0.00	0.43	0.08	0.01	0.51	1.19	728	
					4.58	1.79	2.83	0.60		0.00	26.07	2.89	0.29				39.04
					0.11	0.07	0.12	0.02		0.00	0.43	0.08	0.00				0.84
			10-20 cm	8.1	730	0.14	0.11	0.15	0.01	0.42	0.00	0.35	0.06	0.00	0.41	1.04	635
					2.87	1.37	3.52	0.32	0.00		21.33	2.20	0.13	31.74			
					0.07	0.06	0.15	0.01		0.00	0.35	0.06	0.00				0.70
		20-30	8.1	620	0.10	0.07	0.14	0.01	0.32	0.00	0.26	0.04	0.02	0.32	1.09	530.8	
				2.06	0.91	3.26	0.20	0.00		15.74	1.51	0.82	24.50				
				0.05	0.04	0.14	0.01		0.00	0.26	0.04	0.01				0.54	
14	P1	0-10	8.3	1100	0.14	0.18	0.27	0.02	0.61	0.00	0.38	0.10	0.11	0.59	1.32	900	
					2.85	2.23	6.10	0.65		0.00	23.45	3.46	5.31				44.06
					0.07	0.09	0.27	0.02		0.00	0.38	0.10	0.06				0.98
			10-20 cm	8.1	1240	0.11	0.17	0.37	0.01	0.66	0.00	0.43	0.13	0.08	0.64	1.35	1044
					2.16	2.10	8.42	0.46	0.00		26.36	4.72	3.66	47.89			
					0.05	0.09	0.37	0.01		0.00	0.43	0.13	0.04				1.12
		20-30	8.1	1220	0.09	0.13	0.39	0.01	0.63	0.00	0.35	0.16	0.10	0.61	1.50	1060	
				1.88	1.61	8.95	0.45	0.00		21.26	5.56	4.98	44.68				
				0.05	0.07	0.39	0.01		0.00	0.35	0.16	0.05				1.07	

Continuación... Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu S\ cm^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma\ cat$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma\ anio\ \Sigma\ mg$	Error	RSE
15	P2	0-10	8.2	1320	0.17	0.18	0.34	0.01	0.69	0.00	0.54	0.13	0.00	0.67	1.57	1060
					3.32	2.15	7.72	0.42	0.00	32.88	4.63	0.09	51.21			
					0.08	0.09	0.34	0.01	0.00	0.00	0.54	0.13	0.00	1.19		
		10-20 cm	8.3	1310	0.15	0.17	0.46	0.01	0.80	0.00	0.60	0.16	0.02	0.77	1.47	1088
	3.05				2.10	10.64	0.36	0.00	36.42	5.69	0.78	59.04				
					0.08	0.09	0.46	0.01	0.00	0.00	0.60	0.16	0.01	1.40		
	20-30	8.2	1340	0.13	0.18	0.50	0.01	0.81	0.00	0.63	0.16	0.00	0.79	1.37	1116	
2.54				2.19	11.40	0.37	0.00	38.15	5.81	0.07	60.53					
				0.06	0.09	0.50	0.01	0.00	0.00	0.63	0.16	0.00	1.45			
16	P1	0-10	8.6	1400	0.13	0.16	0.52	0.02	0.83	0.16	0.38	0.18	0.08	0.81	1.45	1048
					2.57	2.00	12.00	0.65	4.82	23.28	6.55	3.89	55.77			
					0.06	0.08	0.52	0.02	0.08	0.38	0.18	0.04	1.37			
		10-20 cm	8.5	1260	0.10	0.13	0.49	0.01	0.73	0.08	0.30	0.22	0.12	0.72	1.14	966.667
	1.97				1.58	11.31	0.54	2.36	18.60	7.67	5.63	49.66				
					0.05	0.06	0.49	0.01	0.04	0.30	0.22	0.06	1.24			
	20-30	8.5	1220	0.08	0.10	0.41	0.01	0.60	0.08	0.28	0.16	0.07	0.58	1.50	952	
1.60				1.22	9.43	0.48	2.50	16.78	5.67	3.17	40.84					
				0.04	0.05	0.41	0.01	0.04	0.28	0.16	0.03	1.02				
17	P1	0-10	8.4	1350	0.16	0.17	0.32	0.02	0.67	0.10	0.36	0.11	0.08	0.65	1.09	1024
					3.20	2.11	7.30	0.63	3.00	21.87	4.02	3.88	46.00			
					0.08	0.09	0.32	0.02	0.05	0.36	0.11	0.04	1.06			
		10-20 cm	8.1	1200	0.11	0.17	0.30	0.01	0.59	0.00	0.40	0.10	0.08	0.58	1.45	940
	2.13				2.07	6.96	0.53	0.00	24.41	3.55	3.64	43.28				
					0.05	0.08	0.30	0.01	0.00	0.40	0.10	0.04	0.99			
	20-30	8.1	1140	0.13	0.18	0.41	0.02	0.73	0.00	0.50	0.15	0.07	0.72	1.14	892	
2.51				2.16	9.48	0.68	0.00	30.41	5.38	3.18	53.80					
				0.06	0.09	0.41	0.02	0.00	0.50	0.15	0.03	1.26				
18	P1	0-10	8.6	1390	0.16	0.19	0.52	0.02	0.89	0.11	0.42	0.24	0.10	0.87	1.40	1020
					3.21	2.26	12.03	0.93	3.25	25.78	8.45	4.79	60.70			
					0.08	0.09	0.52	0.02	0.05	0.42	0.24	0.05	1.48			
		10-20 cm	8.4	1410	0.16	0.20	0.53	0.02	0.90	0.11	0.43	0.25	0.09	0.88	1.19	1040
	3.12				2.47	12.12	0.70	3.25	26.44	8.93	4.30	61.34				
					0.08	0.10	0.53	0.02	0.05	0.43	0.25	0.04	1.51			
	20-30	8.3	1390	0.15	0.13	0.59	0.02	0.89	0.11	0.43	0.26	0.07	0.87	1.35	1048	
2.95				1.63	13.65	0.65	3.25	26.44	9.06	3.39	61.03					
				0.07	0.07	0.59	0.02	0.05	0.43	0.26	0.04	1.53				
19	P1	0-10	8.4	1430	0.27	0.22	0.41	0.02	0.92	0.09	0.60	0.17	0.04	0.89	1.25	1080
					5.37	2.69	9.37	0.76	2.60	36.36	5.99	2.04	65.18			
					0.13	0.11	0.41	0.02	0.04	0.60	0.17	0.02	1.50			
		10-20 cm	8.5	1220	0.19	0.18	0.40	0.02	0.78	0.09	0.47	0.13	0.08	0.76	1.30	968
	3.81				2.21	9.11	0.59	2.60	28.43	4.76	3.68	55.19				
					0.10	0.09	0.40	0.02	0.04	0.47	0.13	0.04	1.28			
	20-30	8.1	1110	0.14	0.14	0.35	0.01	0.64	0.00	0.44	0.12	0.06	0.62	1.68	880	
2.80				1.65	7.99	0.51	0.00	26.66	4.13	2.97	46.71					
				0.07	0.07	0.35	0.01	0.00	0.44	0.12	0.03	1.08				
20	P1	0-10	8.2	1200	0.21	0.18	0.28	0.01	0.68	0.00	0.44	0.14	0.07	0.66	1.63	896
					4.22	2.19	6.40	0.30	0.00	26.90	5.03	3.49	48.53			
					0.11	0.09	0.28	0.01	0.00	0.44	0.14	0.04	1.10			
		10-20 cm	8.3	1360	0.18	0.16	0.37	0.01	0.71	0.00	0.39	0.15	0.14	0.69	1.47	1024
	3.50				1.91	8.43	0.25	0.00	24.03	5.46	6.60	50.18				
					0.09	0.08	0.37	0.01	0.00	0.39	0.15	0.07	1.16			
	20-30	8.2	1340	0.16	0.15	0.49	0.01	0.80	0.00	0.39	0.19	0.20	0.78	1.42	1052	
3.23				1.76	11.27	0.22	0.00	24.00	6.58	9.64	56.68					
				0.08	0.07	0.49	0.01	0.00	0.39	0.19	0.10	1.33				
21	P1	0-10	8.1	880	0.11	0.13	0.25	0.01	0.50	0.00	0.34	0.09	0.06	0.49	1.37	704
					2.15	1.58	5.79	0.40	0.00	20.47	3.26	2.81	36.45			
					0.05	0.07	0.25	0.01	0.00	0.34	0.09	0.03	0.84			
		10-20 cm	8.3	820	0.08	0.08	0.28	0.01	0.45	0.00	0.19	0.09	0.17	0.44	1.32	708
	1.65				1.00	6.50	0.28	0.00	11.44	3.19	7.95	32.01				
					0.04	0.04	0.28	0.01	0.00	0.19	0.09	0.08	0.73			
	20-30	8.1	710	0.06	0.07	0.21	0.01	0.35	0.00	0.19	0.08	0.08	0.34	1.27	644	
1.28				0.90	4.79	0.22	0.00	11.30	2.86	3.70	25.05					
				0.03	0.04	0.21	0.01	0.00	0.19	0.08	0.04	0.59				

Continuación... Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu S\ cm^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma\ cat$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma\ anio\ \Sigma\ mg$ $\Sigma\ mmol$	Error %	RSE $mg\ L^{-1}$	
					meq 100 g s ⁻¹					meq 100 g s ⁻¹							
22	P1	0-10	8.0	860	0.10	0.13	0.19	0.01	0.42	0.00	0.28	0.08	0.06	0.41	1.21	732	
					2.00	1.54	4.26	0.41		0.00	16.78	2.84	2.75				30.57
					0.05	0.06	0.19	0.01		0.00	0.28	0.08	0.03				0.69
		10-20 cm	8.1	860	0.12	0.12	0.17	0.01	0.42	0.00	0.28	0.07	0.07	0.41	1.19	724	
					2.33	1.50	3.99	0.39		0.00	16.78	2.60	3.13				30.73
					0.06	0.06	0.17	0.01		0.00	0.28	0.07	0.03				0.68
	20-30	8.1	1010	0.25	0.19	0.20	0.02	0.66	0.00	0.45	0.10	0.09	0.64	1.32	776		
				4.91	2.29	4.66	0.73		0.00	27.42	3.42	4.45				47.88	
				0.12	0.09	0.20	0.02		0.00	0.45	0.10	0.05				1.03	
23	P1	0-10	8.0	1100	0.19	0.23	0.26	0.01	0.70	0.00	0.38	0.11	0.19	0.68	1.09	852	
					3.75	2.85	6.06	0.38		0.00	23.43	3.78	9.12				49.38
					0.09	0.12	0.26	0.01		0.00	0.38	0.11	0.09				1.07
		10-20 cm	8.0	1010	0.13	0.23	0.27	0.01	0.64	0.00	0.36	0.11	0.15	0.62	1.04	804	
					2.65	2.75	6.23	0.27		0.00	22.13	3.78	7.38				45.18
					0.07	0.11	0.27	0.01		0.00	0.36	0.11	0.08				1.00
	20-30	8.0	990	0.13	0.12	0.28	0.01	0.53	0.00	0.29	0.10	0.12	0.51	1.50	816		
				2.54	1.41	6.47	0.23		0.00	17.74	3.61	5.88				37.87	
				0.06	0.06	0.28	0.01		0.00	0.29	0.10	0.06				0.86	
24	P1	0-10	8.2	780	0.12	0.08	0.17	0.01	0.39	0.00	0.28	0.05	0.04	0.38	1.21	664	
					2.33	1.01	3.98	0.48		0.00	17.29	1.89	1.89				28.88
					0.06	0.04	0.17	0.01		0.00	0.28	0.05	0.02				0.64
		10-20 cm	8.2	860	0.14	0.05	0.25	0.01	0.45	0.00	0.29	0.09	0.06	0.44	1.16	744	
					2.73	0.55	5.85	0.36		0.00	17.62	3.10	2.84				33.06
					0.07	0.02	0.25	0.01		0.00	0.29	0.09	0.03				0.76
	20-30	8.3	1020	0.16	0.12	0.32	0.01	0.61	0.00	0.37	0.12	0.10	0.59	1.45	836		
				3.29	1.42	7.31	0.37		0.00	22.67	4.27	4.76				44.09	
				0.08	0.06	0.32	0.01		0.00	0.37	0.12	0.05				1.01	
25	P2	0-10	8.1	680	0.10	0.09	0.21	0.01	0.40	0.00	0.29	0.07	0.03	0.39	1.30	592	
					2.00	1.07	4.74	0.25		0.00	17.70	2.41	1.54				29.70
					0.05	0.04	0.21	0.01		0.00	0.29	0.07	0.02				0.68
		10-20 cm	8.1	720	0.08	0.07	0.22	0.00	0.37	0.00	0.24	0.07	0.06	0.36	1.50	560	
					1.54	0.89	5.05	0.14		0.00	14.42	2.48	2.70				27.22
					0.04	0.04	0.22	0.00		0.00	0.24	0.07	0.03				0.63
	20-30	8.4	810	0.08	0.07	0.32	0.00	0.47	0.00	0.30	0.10	0.07	0.46	1.35	640		
				1.58	0.86	7.34	0.15		0.00	18.08	3.50	3.15				34.67	
				0.04	0.04	0.32	0.00		0.00	0.30	0.10	0.03				0.83	
26	P3	0-10	8.1	650	0.09	0.11	0.13	0.01	0.34	0.00	0.30	0.05	0.01	0.35	1.52	568	
					1.79	1.35	3.09	0.39		0.00	18.15	1.65	0.46				26.88
					0.04	0.06	0.13	0.01		0.00	0.30	0.05	0.00				0.59
		10-20 cm	8.1	710	0.09	0.08	0.17	0.01	0.35	0.00	0.28	0.06	0.01	0.35	1.63	596	
					1.87	0.93	3.93	0.34		0.00	17.29	2.13	0.25				26.73
					0.05	0.04	0.17	0.01		0.00	0.28	0.06	0.00				0.61
	20-30	8.2	730	0.09	0.10	0.19	0.01	0.39	0.00	0.32	0.06	0.00	0.38	1.57	588		
				1.83	1.25	4.36	0.39		0.00	19.47	2.08	0.19				29.57	
				0.05	0.05	0.19	0.01		0.00	0.32	0.06	0.00				0.68	
27	P1	0-10	8.3	1380	0.23	0.19	0.25	0.01	0.68	0.00	0.59	0.11	0.04	0.75	1.40	1044	
					4.67	2.31	5.67	0.46		0.00	36.21	4.02	2.10				55.43
					0.12	0.09	0.25	0.01		0.00	0.59	0.11	0.02				1.20
		10-20 cm	8.2	1350	0.16	0.10	0.40	0.01	0.67	0.00	0.50	0.15	0.01	0.65	1.09	1036	
					3.20	1.22	9.23	0.24		0.00	30.51	5.20	0.32				49.92
					0.08	0.05	0.40	0.01		0.00	0.50	0.15	0.00				1.19
	20-30	8.3	1750	0.17	0.16	0.53	0.01	0.86	0.00	0.55	0.24	0.05	0.84	1.30	1252		
				3.33	1.94	12.21	0.24		0.00	33.76	8.39	2.47				62.35	
				0.08	0.08	0.53	0.01		0.00	0.55	0.24	0.03				1.52	
28	P1	0-10	8.2	870	0.20	0.15	0.10	0.02	0.46	0.00	0.42	0.03	0.00	0.45	1.47	700	
					3.94	1.83	2.22	0.67		0.00	25.36	1.02	0.16				35.20
					0.10	0.08	0.10	0.02		0.00	0.42	0.03	0.00				0.73
		10-20 cm	8.1	740	0.15	0.10	0.10	0.01	0.36	0.00	0.29	0.05	0.01	0.35	1.21	604	
					2.93	1.22	2.39	0.48		0.00	17.90	1.77	0.53				27.22
					0.07	0.05	0.10	0.01		0.00	0.29	0.05	0.01				0.59
	20-30	8.1	730	0.11	0.12	0.11	0.01	0.36	0.00	0.28	0.07	0.01	0.35	1.16	612		
				2.27	1.46	2.62	0.44		0.00	16.88	2.36	0.33				26.36	
				0.06	0.06	0.11	0.01		0.00	0.28	0.07	0.00				0.59	

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu S\ cm^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma\ cat$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma\ anio\ \Sigma\ mg$		Error %	RSE mg L ⁻¹
														$\Sigma\ mmol$	$\Sigma\ meq\ 100\ g\ s^{-1}$		
29	P1	0-10	8.2	840	0.10	0.09	0.24	0.01	0.45	0.00	0.31	0.08	0.04	0.44	1.11	670	
					2.09	1.14	5.50	0.38	0.00	19.11	2.81	2.14	33.16				
	10-20 cm	8.6	900	0.09	0.07	0.33	0.01	0.50	0.08	0.22	0.11	0.08	0.49	1.06	950		
				1.80	0.87	7.60	0.32	2.25	13.50	3.99	3.86	34.18					
		20-30	8.5	1020	0.09	0.06	0.41	0.01	0.57	0.06	0.21	0.15	0.14	0.56	1.19	900	
					1.82	0.74	9.52	0.27	1.82	12.70	5.23	6.84	38.92				
30	P2	0-10	8.3	1080	0.23	0.20	0.14	0.01	0.58	0.00	0.42	0.12	0.03	0.57	1.40	816	
					4.62	2.41	3.24	0.57	0.00	25.73	4.16	1.41	42.14				
	10-20 cm	8.2	1240	0.12	0.10	0.14	0.01	0.67	0.00	0.42	0.12	0.01	0.65	1.32	960		
				0.27	0.17	0.22	0.01	0.67	0.00	0.46	0.13	0.06				0.92	
		20-30	8.2	1180	5.35	2.09	5.03	0.46	0.64	0.00	28.19	4.68	2.84	0.62	1.42	908	
					0.13	0.09	0.22	0.01	0.64	0.00	0.46	0.13	0.03				1.07
31	P3	0-10	8.3	1300	0.18	0.18	0.26	0.01	0.64	0.00	0.45	0.13	0.04	0.62	1.50	980	
					3.60	2.23	6.08	0.55	0.00	27.66	4.49	2.04	46.65				
	10-20 cm	8.2	970	0.09	0.09	0.26	0.01	0.48	0.00	0.45	0.13	0.02	0.47	1.52	764		
				0.08	0.09	0.30	0.01	0.48	0.00	0.32	0.10	0.05				1.06	
		20-30	8.2	990	1.67	1.13	6.81	0.29	0.49	0.00	19.73	3.43	2.20	0.47	1.40	804	
					0.04	0.05	0.30	0.01	0.49	0.00	0.32	0.10	0.02				0.83
32	P1	0-10	8.3	800	0.15	0.20	0.24	0.02	0.59	0.00	0.51	0.08	0.00	0.59	1.09	624	
					2.90	2.37	5.41	0.69	0.00	30.82	2.84	0.24	45.26				
	10-20 cm	8.3	1030	0.07	0.10	0.24	0.02	0.76	0.00	0.51	0.08	0.00	0.74	1.30	804		
				0.11	0.17	0.47	0.02	0.76	0.00	0.50	0.14	0.11				1.01	
		20-30	8.4	1210	2.20	2.00	10.76	0.74	0.81	0.00	30.20	4.96	5.15	0.78	1.37	912	
					0.06	0.08	0.47	0.02	0.81	0.00	0.50	0.14	0.05				1.31
33	P1	0-10	8.2	820	0.11	0.14	0.06	0.01	0.40	0.00	0.38	0.03	0.01	0.42	1.42	684	
					2.25	1.75	12.25	0.67	0.06	0.31	0.21	0.07	1.33				
	10-20 cm	8.2	730	0.19	0.14	0.06	0.01	0.36	0.00	0.38	0.03	0.01	0.35	1.40	628		
				3.87	1.66	1.44	0.47	0.00	23.19	0.95	0.65	32.21					
		20-30	8.2	750	0.10	0.07	0.06	0.01	0.37	0.00	0.31	0.04	0.00	0.38	1.47	660	
					2.53	1.38	2.60	0.23	0.00	18.71	1.54	0.05	27.04				
34	P2	0-10	8.4	970	0.06	0.06	0.11	0.01	0.48	0.00	0.31	0.04	0.00	0.54	1.06	736	
					2.27	1.13	3.59	0.21	0.00	19.32	1.77	0.43	28.74				
	10-20 cm	8.0	780	0.11	0.09	0.16	0.01	0.38	0.00	0.32	0.05	0.01	0.37	1.63	612		
				0.06	0.05	0.16	0.01	0.38	0.00	0.32	0.05	0.00				0.64	
		20-30	8.2	780	2.27	1.17	3.72	0.42	0.37	0.00	16.27	2.36	1.80	0.37	1.57	624	
					0.06	0.05	0.16	0.01	0.37	0.00	0.27	0.07	0.02				0.63
35	P1	0-10	8.3	1210	0.13	0.10	0.35	0.01	0.60	0.00	0.37	0.15	0.07	0.59	1.11	1024	
					2.67	1.22	8.13	0.46	0.00	22.58	5.32	3.13	43.49				
	10-20 cm	8.2	1690	0.07	0.05	0.35	0.01	0.83	0.00	0.37	0.15	0.03	0.81	1.35	804		
				0.11	0.09	0.63	0.01	0.83	0.00	0.31	0.14	0.37				1.03	
		20-30	8.1	1040	2.20	1.09	14.40	0.32	0.51	0.00	18.92	4.84	17.55	0.50	1.30	780	
					0.06	0.04	0.63	0.01	0.51	0.00	0.31	0.14	0.18				1.36
					2.00	1.22	7.03	0.35	0.00	17.29	4.84	3.92				36.65	
					0.05	0.05	0.31	0.01	0.00	0.28	0.14	0.04				0.88	

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma \text{ cat}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma \text{ anio}$		Error	RSE				
														$\Sigma \text{ mg}$	$\Sigma \text{ mmol}$			%	mg L ⁻¹		
					meq 100 g s ⁻¹			meq 100 g s ⁻¹													
36	P1	0-10	8.2	960	0.22	0.14	0.12	0.02	0.50	0.00	0.43	0.06	0.01	0.50		1.35	744				
					4.34	1.74	2.77	0.62	0.00	26.48	2.11	0.47	38.54								
37	P1	0-10	8.2	730	0.13	0.15	0.08	0.01	0.36	0.00	0.36	0.03	0.04	0.43		1.04	524				
					2.53	1.78	1.75	0.43	0.00	22.17	0.95	1.79	31.39								
38	P1	0-10	8.4	940	0.13	0.16	0.16	0.02	0.46	0.07	0.36	0.06	0.03	0.51		1.45	788				
					2.60	1.90	3.60	0.70	2.00	21.76	2.01	1.54	36.12								
39	P1	0-10	8.1	24600	1.35	0.33	10.41	0.01	12.09	0.00	0.11	9.58	2.09	11.78		1.32	40876				
					27.07	3.97	239.35	0.22	0.00	6.51	339.73	100.27	717.11								
40	P2	0-10	8.1	1190	0.17	0.20	0.19	0.02	0.59	0.00	0.44	0.07	0.05	0.57		3.77	2100				
					3.40	2.47	4.41	0.80	0.00	27.05	2.60	2.58	43.31								
41	P1	0-10	8.1	820	0.09	0.10	0.20	0.01	0.40	0.00	0.31	0.07	0.01	0.40		1.14	628				
					1.73	1.26	4.61	0.54	0.00	19.12	2.60	0.41	30.26								
42	P1	0-10	7.6	10130	1.60	1.36	1.69	0.09	4.75	0.00	0.12	2.56	1.93	4.61		1.45	9844				
					32.05	16.54	38.94	3.59	0.00	7.54	90.70	92.75	282.12								

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu S\ cm^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma\ cat$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma\ anio\ \Sigma\ mg$	Error %	RSE mg L ⁻¹
43	P1	0-10	8.3	870	0.12	0.13	0.17	0.01	0.43	0.00	0.33	0.04	0.05	0.42	1.06	696
					2.33	1.62	3.84	0.51	0.00	20.34	1.42	2.30	32.36			
		10-20 cm	8.2	800	0.09	0.11	0.17	0.01	0.38	0.00	0.29	0.06	0.02	0.37	1.27	700
					1.77	1.35	3.80	0.43	0.00	17.39	2.02	1.17	27.93			
		20-30	8.1	990	0.09	0.12	0.22	0.01	0.44	0.00	0.26	0.10	0.07	0.43	1.30	804
					1.86	1.46	4.96	0.43	0.00	15.74	3.62	3.29	31.35			
44	P1	0-10	8.3	1490	0.05	0.06	0.22	0.01	0.74	0.00	0.26	0.10	0.03	0.73	1.09	1220
					0.18	0.15	0.39	0.02	0.74	0.00	0.49	0.18	0.05	0.72		
		10-20 cm	8.4	1330	0.09	0.07	0.39	0.02	0.59	0.00	0.49	0.18	0.02	1.27	1.40	1120
					0.14	0.09	0.35	0.01	0.59	0.00	0.36	0.15	0.06	0.57		
		20-30	8.3	1160	0.07	0.05	0.35	0.01	0.49	0.00	0.36	0.15	0.03	1.02	1.50	944
					0.09	0.09	0.30	0.01	0.49	0.00	0.27	0.14	0.07	0.47		
45	P1	0-10	8.3	2010	0.05	0.04	0.30	0.01	0.89	0.00	0.27	0.14	0.03	0.84	1.09	1372
					0.16	0.17	0.56	0.01	0.89	0.00	0.30	0.43	0.14	0.87		
		10-20 cm	8.3	1580	0.08	0.08	0.56	0.01	0.70	0.00	0.30	0.43	0.07	1.53	1.04	1124
					0.14	0.18	0.36	0.01	0.70	0.00	0.29	0.31	0.09	0.68		
		20-30	8.3	1340	0.07	0.09	0.36	0.01	0.60	0.00	0.29	0.31	0.04	1.18	1.45	1036
					0.13	0.17	0.29	0.01	0.60	0.00	0.31	0.21	0.06	0.58		
46	P1	0-10	8.1	6010	0.06	0.08	0.29	0.01	2.97	0.00	0.31	0.21	0.03	1.00	1.19	4928
					0.55	0.57	1.76	0.09	2.97	0.00	0.26	1.31	1.33	2.90		
		10-20 cm	7.9	5230	11.07	6.89	40.45	3.66	2.58	0.00	15.66	46.56	63.98	188.27	1.27	4368
					0.28	0.28	1.76	0.09	2.58	0.00	0.26	1.31	0.67	4.65		
		20-30	8.0	4870	12.53	8.26	27.63	2.85	2.40	0.00	12.20	45.14	50.10	158.72	1.11	3924
					0.31	0.34	1.20	0.07	2.40	0.00	0.20	1.27	0.52	3.92		
47	P1	0-10	8.2	1250	0.55	0.68	1.11	0.06	0.55	0.00	0.17	1.21	0.96	2.35	1.01	1024
					11.07	8.30	25.45	2.26	0.55	0.00	10.37	43.01	46.34	146.80		
		10-20 cm	8.3	1160	0.28	0.34	1.11	0.06	0.79	0.00	0.17	1.21	0.48	3.65	1.32	992
					0.14	0.11	0.29	0.02	0.79	0.00	0.41	0.08	0.04	0.54		
		20-30	8.3	1160	2.88	1.28	6.56	0.69	0.33	0.00	25.26	2.98	2.06	41.70	1.09	1016
					0.07	0.05	0.29	0.02	0.33	0.00	0.41	0.08	0.02	0.95		
48	P1	0-10	7.8	1730	2.09	0.88	13.74	0.42	0.36	0.00	17.78	8.53	11.27	54.71	1.04	1492
					0.05	0.04	0.60	0.01	0.36	0.00	0.29	0.24	0.12	1.35		
		10-20 cm	7.9	1230	0.13	0.10	0.11	0.00	0.79	0.00	0.29	0.24	0.23	0.77	1.32	992
					2.53	1.17	2.44	0.20	0.79	0.00	17.78	8.53	11.27	54.71		
		20-30	8.3	1680	0.06	0.05	0.11	0.00	0.33	0.00	0.28	0.03	0.02	0.32	1.09	1016
					0.13	0.10	0.11	0.00	0.33	0.00	0.28	0.03	0.02	0.32		
49	P1	0-10	8.0	680	0.07	0.05	0.12	0.01	0.36	0.00	0.31	0.04	0.00	0.35	1.45	560
					2.73	1.13	2.68	0.36	0.36	0.00	18.71	1.30	0.22	27.14		
		10-20 cm	7.9	1230	0.07	0.05	0.12	0.01	0.33	0.00	0.31	0.04	0.00	0.32	1.45	936
					0.12	0.09	0.12	0.01	0.33	0.00	0.28	0.04	0.00	0.32		
		20-30	8.3	1680	2.31	1.06	2.75	0.35	0.36	0.00	17.30	1.36	0.00	25.14	1.19	1268
					0.06	0.04	0.12	0.01	0.36	0.00	0.28	0.04	0.00	0.55		
49	P1	0-10	8.0	680	0.11	0.13	0.12	0.01	1.14	0.00	0.31	0.03	0.01	0.35	1.45	560
					2.13	1.54	2.74	0.35	1.14	0.00	18.92	1.18	0.40	27.26		
		10-20 cm	8.1	720	0.05	0.06	0.12	0.01	0.87	0.00	0.31	0.03	0.00	0.59	1.09	596
					10.64	3.36	6.65	1.61	0.87	0.00	17.51	5.46	32.37	77.60		
		20-30	7.9	640	0.27	0.14	0.29	0.04	0.87	0.00	0.29	0.15	0.34	1.51	1.47	560
					0.10	0.07	0.69	0.00	0.87	0.00	0.23	0.07	0.55	0.85		
				2.03	0.89	15.90	0.17	0.87	0.00	14.31	2.36	26.27	61.92	1.47	560	
				0.05	0.04	0.69	0.00	0.87	0.00	0.23	0.07	0.27	1.36			
				6.90	2.86	6.26	0.56	0.87	0.00	13.55	3.51	25.28	58.93	1.47	560	
				0.17	0.12	0.27	0.01	0.87	0.00	0.22	0.10	0.26	1.16			

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma \text{ cat}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma \text{ anio}$	$\Sigma \text{ mg}$	Error %	RSE mg L ⁻¹	
																		meq
50	P1	0-10	8.2	730	0.17	0.16	0.14	0.01	0.48	0.00	0.44	0.04	0.02	0.50	38.32	1.37	616	
					3.42	1.97	3.11	0.34	0.00	27.09	1.49	0.90	0.81					
	10-20 cm	7.9	670	0.10	0.07	0.15	0.01	0.33	0.00	0.28	0.05	0.00	0.33	0.33	25.40	1.30	568	
				1.98	0.88	3.56	0.22	0.00	17.12	1.61	0.03	0.57						
		20-30	8.0	2080	0.07	0.07	0.16	0.00	0.30	0.00	0.23	0.04	0.03	0.29	0.29	22.64	1.42	2217.2
					1.45	0.82	3.65	0.18	0.00	13.87	1.47	1.21	0.51					
51	P1	0-10	8.0	2200	0.06	0.05	0.76	0.01	0.88	0.11	0.29	0.24	0.21	0.86	59.62	1.06	2340	
					1.28	0.57	17.40	0.36	3.33	17.98	8.48	10.23	1.52					
	10-20 cm	8.0	1680	0.03	0.02	0.76	0.01	0.96	0.06	0.29	0.24	0.11	0.93	0.93	63.98	1.32	544	
				0.05	0.07	0.83	0.01	0.96	0.07	0.27	0.32	0.26	1.66					
		20-30	7.9	1720	0.06	0.07	0.44	0.01	0.58	0.13	0.21	0.12	0.10	0.56	0.56	38.41	1.16	1652
					1.19	0.79	10.18	0.31	3.91	12.97	4.22	4.83	0.96					
52	P1	0-10	8.2	1080	0.21	0.14	0.84	0.01	1.20	0.12	0.42	0.34	0.29	1.16	80.59	1.01	904	
					4.14	1.68	19.32	0.48	3.45	25.50	12.09	13.94	1.99					
	10-20 cm	8.1	790	0.10	0.07	0.84	0.01	1.10	0.06	0.42	0.34	0.15	1.07	1.07	74.68	1.01	668	
				0.19	0.07	0.83	0.01	1.10	0.13	0.38	0.27	0.29	1.83					
		20-30	8.1	790	0.09	0.04	0.83	0.01	1.00	0.06	0.38	0.27	0.14	0.97	0.97	67.32	1.50	620
					0.13	0.11	0.76	0.01	1.00	0.13	0.35	0.26	0.24	1.67				
53	P1	0-10	8.6	2030	0.19	0.14	0.15	0.02	0.49	0.00	0.40	0.06	0.03	0.48	37.22	1.09	1516	
					3.87	1.66	3.36	0.71	0.00	24.41	2.01	1.21	0.80					
	10-20 cm	8.5	2280	0.10	0.07	0.15	0.02	0.44	0.00	0.40	0.06	0.01	0.43	0.43	32.72	1.45	1664	
				0.15	0.12	0.16	0.01	0.44	0.00	0.34	0.06	0.02	0.72					
		20-30	8.5	1380	0.08	0.06	0.16	0.01	0.42	0.00	0.30	0.06	0.05	0.41	0.41	31.43	1.14	1016
					0.15	0.09	0.17	0.01	0.42	0.00	0.30	0.06	0.02	0.69				
54	P2	0-10	8.4	2120	0.19	0.14	0.21	0.01	0.54	0.00	0.42	0.07	0.04	0.53	40.65	1.40	1632	
					3.78	1.66	4.72	0.55	0.00	25.63	2.48	1.84	0.89					
	10-20 cm	8.5	2120	0.09	0.07	0.21	0.01	0.54	0.00	0.42	0.07	0.02	0.53	0.53	40.25	1.19	1628	
				0.19	0.11	0.24	0.01	0.54	0.00	0.39	0.08	0.06	0.89					
		20-30	8.6	1930	3.76	1.34	5.42	0.40	0.49	0.00	23.67	2.90	2.77	0.48	0.48	36.76	1.35	1552
					0.09	0.06	0.24	0.01	0.49	0.00	0.39	0.08	0.03	0.89				
55	P1	0-10	8.2	1000	0.15	0.09	0.25	0.01	0.49	0.00	0.36	0.08	0.04	0.48	36.76	1.35	1552	
					3.06	1.05	5.67	0.35	0.00	21.75	2.78	2.11	0.83					
	10-20 cm	8.2	890	0.08	0.04	0.25	0.01	0.46	0.00	0.36	0.08	0.02	0.46	0.46	35.42	1.25	788	
				0.16	0.13	0.16	0.01	0.46	0.00	0.40	0.05	0.00	0.77					
		20-30	8.2	860	0.08	0.07	0.16	0.01	0.48	0.00	0.40	0.05	0.00	0.46	0.46	35.34	1.30	716
					2.93	1.62	4.28	0.44	0.00	22.61	2.65	0.82	0.79					
56	P2	0-10	8.3	1050	0.07	0.07	0.19	0.01	0.43	0.00	0.37	0.07	0.02	0.42	31.93	1.32	772	
					0.12	0.08	0.22	0.01	0.43	0.00	0.32	0.08	0.02					0.73
	10-20 cm	8.4	900	0.06	0.04	0.22	0.01	0.56	0.00	0.32	0.08	0.01	0.54	0.54	37.06	1.52	860	
				0.16	0.13	0.26	0.01	0.56	0.08	0.21	0.11	0.14	0.54					
		20-30	8.1	850	0.08	0.07	0.26	0.01	0.52	2.52	13.03	3.85	6.50	0.51	0.51	34.89	1.57	800
					0.13	0.12	0.26	0.01	0.52	0.06	0.21	0.13	0.11	0.07				
20-30	8.1	850	2.60	1.50	5.97	0.40	0.60	1.80	12.81	4.73	5.09	0.59	0.59	40.73	1.63	716		
			0.07	0.06	0.26	0.01	0.60	0.03	0.21	0.13	0.05	0.82						
	20-30	8.1	850	3.00	1.34	7.66	0.45	0.60	1.80	15.26	6.50	4.73	0.59	0.59	40.73	1.63	716	
				0.08	0.05	0.33	0.01	0.60	0.03	0.25	0.18	0.05	0.99					

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu S\ cm^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma\ cat$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	$\Sigma\ anio\ \Sigma\ mg\ L$	Error %	RSE mg L ⁻¹
57	P1	0-10	8.2	970	0.11	0.08	0.30	0.01	0.51	0.07	0.27	0.10	0.05	0.49	1.01	796
					2.20	0.93	7.00	0.58	2.00	16.68	3.66	2.40	35.45			
					0.06	0.04	0.30	0.01	0.03	0.27	0.10	0.03	0.85			
		10-20 cm	8.3	990	0.10	0.09	0.29	0.01	0.49	0.08	0.26	0.09	0.04	0.47	1.55	868
					1.96	1.06	6.68	0.43	2.31	15.80	3.35	2.02	33.63			
					0.05	0.04	0.29	0.01	0.04	0.26	0.09	0.02	0.81			
		20-30	8.0	920	0.14	0.09	0.24	0.01	0.48	0.00	0.35	0.09	0.02	0.46	1.68	788
					2.73	1.11	5.48	0.40	0.00	21.36	3.10	1.11	35.29			
					0.07	0.05	0.24	0.01	0.00	0.35	0.09	0.01	0.81			
58	P2	0-10	8.4	1080	0.15	0.13	0.24	0.01	0.53	0.08	0.20	0.10	0.13	0.52	1.66	800
					3.00	1.54	5.61	0.48	2.40	12.41	3.66	6.19	35.29			
					0.08	0.06	0.24	0.01	0.04	0.20	0.10	0.06	0.81			
		10-20 cm	8.4	1060	0.14	0.13	0.27	0.01	0.55	0.06	0.22	0.14	0.11	0.53	1.32	828
					2.73	1.57	6.27	0.42	1.89	13.45	4.96	5.34	36.64			
					0.07	0.06	0.27	0.01	0.03	0.22	0.14	0.06	0.86			
		20-30	8.4	1230	0.16	0.12	0.35	0.01	0.63	0.06	0.26	0.19	0.10	0.62	1.06	876
					3.15	1.40	8.05	0.47	1.89	16.02	6.82	4.97	42.77			
					0.08	0.06	0.35	0.01	0.03	0.26	0.19	0.05	1.04			
59	P1	0-10	8.5	1030	0.12	0.08	0.33	0.02	0.56	0.07	0.30	0.11	0.06	0.54	1.25	796
					2.42	1.02	7.70	0.63	2.20	18.35	4.03	2.64	39.00			
					0.06	0.04	0.33	0.02	0.04	0.30	0.11	0.03	0.93			
		10-20 cm	8.4	940	0.10	0.09	0.30	0.01	0.51	0.08	0.27	0.10	0.04	0.50	1.50	732
					2.05	1.11	7.00	0.45	2.42	16.56	3.51	2.12	35.23			
					0.05	0.05	0.30	0.01	0.04	0.27	0.10	0.02	0.85			
		20-30	8.4	910	0.08	0.06	0.32	0.01	0.47	0.08	0.21	0.11	0.07	0.46	1.14	726.667
					1.61	0.77	7.29	0.43	2.31	12.60	3.72	3.48	32.21			
					0.04	0.03	0.32	0.01	0.04	0.21	0.11	0.04	0.79			
60	P1	0-10	8.4	1170	0.14	0.11	0.37	0.01	0.63	0.08	0.26	0.18	0.10	0.61	1.50	852
					2.86	1.38	8.43	0.32	2.42	15.89	6.24	4.60	42.13			
					0.07	0.06	0.37	0.01	0.04	0.26	0.18	0.05	1.03			
		10-20 cm	8.3	1050	0.11	0.09	0.36	0.01	0.56	0.08	0.22	0.16	0.08	0.54	1.40	804
					2.15	1.09	8.19	0.20	2.37	13.56	5.84	3.69	37.08			
					0.05	0.04	0.36	0.01	0.04	0.22	0.16	0.04	0.92			
		20-30	8.4	1030	0.10	0.09	0.35	0.01	0.55	0.07	0.22	0.18	0.07	0.53	1.45	812
					2.08	1.04	8.01	0.33	2.15	13.12	6.35	3.12	36.20			
					0.05	0.04	0.35	0.01	0.04	0.22	0.18	0.03	0.91			
61	P2	0-10	8.1	900	0.11	0.10	0.14	0.01	0.36	0.00	0.28	0.07	0.00	0.35	1.30	732
					2.24	1.17	3.22	0.33	0.00	17.09	2.46	0.10	26.60			
					0.06	0.05	0.14	0.01	0.00	0.28	0.07	0.00	0.60			
		10-20 cm	8.4	930	0.13	0.10	0.14	0.01	0.37	0.00	0.30	0.06	0.00	0.36	1.01	756
					2.51	1.17	3.20	0.25	0.00	18.39	1.99	0.10	27.60			
					0.06	0.05	0.14	0.01	0.00	0.30	0.06	0.00	0.61			
		20-30	8.2	930	0.15	0.10	0.15	0.01	0.41	0.00	0.35	0.06	0.01	0.43	1.01	784
					3.00	1.24	3.47	0.31	0.00	21.60	2.13	0.56	32.30			
					0.08	0.05	0.15	0.01	0.00	0.35	0.06	0.01	0.70			
62	P1	0-10	8.1	1120	0.26	0.15	0.14	0.01	0.55	0.00	0.46	0.08	0.01	0.55	1.01	884
					5.20	1.82	3.11	0.30	0.00	28.27	2.95	0.24	41.90			
					0.13	0.07	0.14	0.01	0.00	0.46	0.08	0.00	0.90			
		10-20 cm	8.0	850	0.12	0.08	0.15	0.00	0.36	0.00	0.27	0.06	0.02	0.35	1.04	764
					2.44	0.96	3.52	0.09	0.00	16.77	2.01	0.85	26.64			
					0.06	0.04	0.15	0.00	0.00	0.27	0.06	0.01	0.60			
		20-30	8.0	1050	0.18	0.10	0.21	0.00	0.49	0.00	0.41	0.07	0.00	0.48	1.52	908
					3.55	1.23	4.86	0.14	0.00	24.73	2.58	0.04	37.13			
					0.09	0.05	0.21	0.00	0.00	0.41	0.07	0.00	0.83			
63	P1	0-10	8.5	1380	0.19	0.17	0.38	0.01	0.75	0.15	0.33	0.18	0.07	0.73	1.57	1040
					3.74	2.09	8.68	0.57	4.62	19.91	6.24	3.44	49.30			
					0.09	0.09	0.38	0.01	0.08	0.33	0.18	0.04	1.19			
		10-20 cm	8.6	1180	0.15	0.15	0.29	0.01	0.61	0.13	0.27	0.14	0.05	0.60	1.01	900
					2.94	1.87	6.75	0.52	3.99	16.44	4.96	2.55	40.04			
					0.07	0.08	0.29	0.01	0.07	0.27	0.14	0.03	0.96			
		20-30	8.4	1160	0.15	0.12	0.32	0.01	0.61	0.14	0.28	0.14	0.04	0.60	1.37	900
					3.08	1.48	7.43	0.52	4.09	16.84	5.08	1.94	40.46			
					0.08	0.06	0.32	0.01	0.07	0.28	0.14	0.02	0.98			

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu S\ cm^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\Sigma\ cat$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	$\Sigma\ anio\ \Sigma\ mg\ L$	Error %	RSE mg L ⁻¹
64	P1	0-10	8.6	1190	0.23	0.18	0.37	0.02	0.79	0.20	0.33	0.19	0.06	0.77	1.16	876
					4.50	2.13	8.53	0.69	5.94	20.05	6.70	2.65	51.19			
					0.11	0.09	0.37	0.02	0.10	0.33	0.19	0.03	1.23			
		10-20 cm	8.5	1050	0.16	0.16	0.35	0.01	0.67	0.11	0.29	0.19	0.06	0.65	1.47	828
					3.12	1.90	8.01	0.43	3.38	17.72	6.61	2.99	44.13			
					0.08	0.08	0.35	0.01	0.06	0.29	0.19	0.03	1.08			
		20-30	8.3	1010	0.14	0.14	0.35	0.01	0.65	0.11	0.28	0.17	0.07	0.63	1.25	788
					2.86	1.68	8.13	0.40	3.38	16.92	6.14	3.18	42.70			
					0.07	0.07	0.35	0.01	0.06	0.28	0.17	0.03	1.04			
65	P2	0-10	8.0	1160	0.14	0.13	0.29	0.01	0.57	0.00	0.43	0.09	0.04	0.56	1.09	1012
					2.80	1.54	6.67	0.55	0.00	26.44	3.07	1.85	42.92			
					0.07	0.06	0.29	0.01	0.00	0.43	0.09	0.02	0.98			
		10-20 cm	8.3	1130	0.12	0.10	0.37	0.01	0.60	0.10	0.35	0.11	0.02	0.58	1.40	980
					2.37	1.18	8.57	0.40	3.01	21.43	3.94	0.89	41.78			
					0.06	0.05	0.37	0.01	0.05	0.35	0.11	0.01	1.01			
		20-30	8.5	1330	0.12	0.11	0.45	0.01	0.69	0.10	0.33	0.16	0.09	0.67	1.01	1156
					2.38	1.32	10.35	0.41	2.94	20.08	5.58	4.30	47.35			
					0.06	0.05	0.45	0.01	0.05	0.33	0.16	0.04	1.15			
66	P1	0-10	8.5	1150	0.15	0.12	0.32	0.01	0.59	0.17	0.30	0.08	0.03	0.58	1.40	972
					2.94	1.40	7.44	0.34	5.04	18.58	2.85	1.21	39.81			
					0.07	0.06	0.32	0.01	0.08	0.30	0.08	0.01	0.95			
		10-20 cm	8.2	1140	0.18	0.15	0.25	0.01	0.59	0.00	0.45	0.05	0.07	0.57	1.32	844
					3.50	1.87	5.77	0.40	0.00	27.34	1.86	3.57	44.31			
					0.09	0.08	0.25	0.01	0.00	0.45	0.05	0.04	0.96			
		20-30	8.5	1170	0.14	0.10	0.36	0.01	0.61	0.14	0.33	0.08	0.04	0.59	1.09	952
					2.73	1.19	8.33	0.35	4.20	19.86	2.98	2.07	41.71			
					0.07	0.05	0.36	0.01	0.07	0.33	0.08	0.02	0.99			
67	P1	0-10	8.5	1960	0.25	0.22	0.50	0.02	0.99	0.25	0.41	0.14	0.18	0.97	1.04	1320
					4.92	2.66	11.61	0.86	7.38	24.81	4.84	8.73	65.81			
					0.12	0.11	0.50	0.02	0.12	0.41	0.14	0.09	1.52			
		10-20 cm	8.5	1540	0.23	0.16	0.36	0.02	0.76	0.19	0.36	0.13	0.07	0.74	1.14	1260
					4.60	1.90	8.18	0.69	5.60	21.76	4.73	3.18	50.64			
					0.12	0.08	0.36	0.02	0.09	0.36	0.13	0.03	1.18			
		20-30	8.3	1390	0.22	0.16	0.32	0.02	0.70	0.15	0.37	0.14	0.03	0.68	1.50	1052
					4.31	1.91	7.25	0.63	4.51	22.31	4.84	1.46	47.21			
					0.11	0.08	0.32	0.02	0.08	0.37	0.14	0.02	1.11			
68	P1	0-10	8.6	1660	0.34	0.22	0.42	0.01	0.98	0.25	0.45	0.20	0.06	0.96	1.19	1244
					6.80	2.67	9.59	0.28	7.44	27.34	7.09	3.11	64.32			
					0.17	0.11	0.42	0.01	0.12	0.45	0.20	0.03	1.51			
		10-20 cm	8.5	1470	0.27	0.20	0.43	0.01	0.91	0.20	0.50	0.20	0.01	0.91	1.45	1188
					5.42	2.43	9.95	0.20	6.00	30.51	6.94	0.64	62.08			
					0.14	0.10	0.43	0.01	0.10	0.50	0.20	0.01	1.48			
		20-30	8.3	1440	0.23	0.23	0.43	0.00	0.89	0.17	0.43	0.21	0.06	0.87	1.25	1180
					4.50	2.78	9.91	0.19	5.00	26.19	7.39	3.07	59.03			
					0.11	0.11	0.43	0.00	0.08	0.43	0.21	0.03	1.42			
69	P1	0-10	7.8	1240	0.18	0.20	0.37	0.02	0.76	0.00	0.38	0.16	0.20	0.74	1.40	1092
					3.50	2.43	8.56	0.69	0.00	23.39	5.76	9.51	53.84			
					0.09	0.10	0.37	0.02	0.00	0.38	0.16	0.10	1.22			
		10-20 cm	8.2	1180	0.15	0.16	0.31	0.01	0.64	0.00	0.37	0.16	0.10	0.62	1.30	1032
					3.08	1.92	7.24	0.55	0.00	22.60	5.59	4.62	45.59			
					0.08	0.08	0.31	0.01	0.00	0.37	0.16	0.05	1.06			
		20-30	8.4	1130	0.15	0.15	0.31	0.01	0.61	0.08	0.25	0.32	0.05	0.70	1.01	996
					2.93	1.78	7.04	0.52	2.42	15.44	11.18	2.33	43.64			
					0.07	0.07	0.31	0.01	0.04	0.25	0.32	0.02	1.10			
70	P1	0-10	8.1	970	0.10	0.12	0.25	0.01	0.48	0.00	0.30	0.10	0.06	0.47	1.30	904
					2.00	1.42	5.79	0.42	0.00	18.51	3.55	3.06	34.74			
					0.05	0.06	0.25	0.01	0.00	0.30	0.10	0.03	0.81			
		10-20 cm	8.3	1050	0.13	0.11	0.30	0.01	0.54	0.00	0.34	0.08	0.11	0.53	1.35	980
					2.52	1.52	6.87	0.36	0.00	20.72	2.73	5.36	39.87			
					0.06	0.05	0.30	0.01	0.00	0.34	0.08	0.06	0.90			
		20-30	8.2	1110	0.13	0.14	0.28	0.01	0.57	0.00	0.35	0.08	0.13	0.56	1.25	1008
					2.66	1.74	6.55	0.42	0.00	21.57	2.73	6.11	41.78			
					0.07	0.07	0.28	0.01	0.00	0.35	0.08	0.06	0.93			

Continuación...Anexo 12.

No.	P	Prof	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺ meq	Na ⁺ 100 g s ⁻¹	K ⁺	$\Sigma \text{ cat}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻ meq	Cl ⁻ 100 g s ⁻¹	SO ₄ ²⁻	$\Sigma \text{ anio}$	$\Sigma \text{ mg L}$	Error %	RSE mg L ⁻¹
71	P1	0-10	8.4	960	0.15	0.13	0.19	0.01	0.47	0.10	0.22	0.09	0.04	0.46	31.33	1.40	830
					3.00	1.54	4.31	0.40	3.00	13.63	3.31	2.14	0.72				
					0.08	0.06	0.19	0.01	0.05	0.22	0.09	0.02					
		10-20 cm	8.4	960	0.12	0.11	0.24	0.01	0.47	0.09	0.23	0.08	0.06	0.46	32.10	1.19	832
					2.40	1.38	5.43	0.21	2.60	14.24	2.95	2.89	0.75				
					0.06	0.06	0.24	0.01	0.04	0.23	0.08	0.03					
		20-30	8.5	960	0.14	0.09	0.26	0.01	0.50	0.11	0.22	0.10	0.06	0.48	33.04	1.45	886.667
					2.80	1.11	5.98	0.25	3.15	13.24	3.47	3.04	0.78				
					0.07	0.05	0.26	0.01	0.05	0.22	0.10	0.03					
72	P2	0-10	8.4	1050	0.27	0.21	0.20	0.01	0.69	0.18	0.40	0.06	0.03	0.67	46.36	1.14	888
					5.30	2.52	4.58	0.56	5.30	24.26	2.19	1.65	1.01				
					0.13	0.10	0.20	0.01	0.09	0.40	0.06	0.02					
		10-20 cm	8.6	980	0.20	0.15	0.27	0.01	0.63	0.13	0.38	0.08	0.02	0.61	43.02	1.50	828
					3.99	1.79	6.28	0.21	3.90	23.27	2.77	0.82	0.98				
					0.10	0.07	0.27	0.01	0.07	0.38	0.08	0.01					
		20-30	8.5	1060	0.18	0.14	0.36	0.01	0.68	0.16	0.38	0.09	0.04	0.66	46.35	1.09	948
					3.55	1.68	8.17	0.20	4.68	23.00	3.23	1.83	1.08				
					0.09	0.07	0.36	0.01	0.08	0.38	0.09	0.02					
Media			8.2	1624	0.17	0.15	0.51	0.02	0.84	0.04	0.35	0.26	0.18	0.82	57.90	1.30	1487
					3.40	1.79	11.82	0.61	1.24	21.32	9.09	8.63	1.40				
					0.08	0.07	0.51	0.02	0.02	0.35	0.26	0.09					
Moda			8.2	1050	0.11	0.13				0.00	0.33	0.09		0.55	1.09		
					2.27	1.62		0.40	0.00	20.34	3.07		27.70				
					0.06	0.07		0.01	0.00	0.33	0.09		0.55				
Mediana			8.2	1070	0.13	0.12	0.30	0.01	0.59	0.00	0.33	0.10	0.06	0.90	1.32		
					2.62	1.50	6.91	0.43	0.00	19.89	3.53	3.01	37.89				
					0.07	0.06	0.30	0.01	0.00	0.33	0.10	0.03	0.90				
Devest			0.2	2438	0.18	0.14	0.95	0.02	1.14	0.08	0.13	0.76	0.42	1.11	85.73	0.18	3169
					3.64	1.66	21.96	0.93	2.37	8.14	27.09	19.95	2.29				
					0.09	0.07	0.96	0.02	0.04	0.13	0.77	0.21					
CV			2.9	150.2	107.60	92.82	186.50	153.33	135.18	191.30	38.31	299.38	232.12	134.77	1295.71	13.69	213
					107.10	92.39	185.74	152.73	190.41	38.19	298.09	231.05					
					107.85	93.04	186.92	153.61	190.79	38.40	300.04	232.60	1303.25				

Anexo 13. Concentración iónica de los de extractos de suelo relación 1:5 (suelo-agua).

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE	
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹								
1	P1	0-10	7.5	0.40	0.14 0.01 0.07	0.34 0.03 0.17	1.38 0.06 1.38	0.01 0.00 0.01	1.87 0.00 0.00	0.00 0.03 1.54	0.18 0.01 0.18	0.20 0.00 0.10	1.92	1.32		322	
		10-20 cm	7.8	0.38	0.10 0.00 0.05	0.24 0.02 0.12	1.40 0.06 1.40	0.01 0.00 0.01	1.75 0.00 0.00	0.00 0.02 1.36	0.20 0.01 0.20	0.27 0.01 0.13	1.83	1.01	0.130 3.453	299	
		20-30	8.0	0.39	0.20 0.01 0.10	0.12 0.01 0.06	1.30 0.06 1.30	0.01 0.00 0.01	1.63 0.00 0.00	0.00 0.02 1.36	0.26 0.01 0.26	0.27 0.01 0.13	1.89	1.06	0.112 3.225	305	
	P2	0-10	8.5	1.28	0.28 0.01 0.14	0.16 0.01 0.08	5.00 0.22 5.00	0.08 0.00 0.08	5.52 0.20 0.00	0.20 0.01 3.36	1.42 0.04 1.42	1.17 0.02 0.58	6.15	1.47	0.373 10.666	976	
		10-20 cm	8.7	1.34	0.20 0.01 0.10	0.32 0.03 0.16	5.05 0.22 5.05	0.08 0.00 0.08	5.65 0.20 0.01	0.20 0.01 3.06	1.70 0.05 1.70	1.47 0.03 0.73	6.43	1.42	0.393 10.885	952	
		20-30	8.8	1.79	0.28 0.01 0.14	0.30 0.02 0.15	7.25 0.32 7.25	0.09 0.00 0.09	7.92 0.24 0.12	0.24 0.01 4.46	2.28 0.06 2.28	1.65 0.03 0.83	8.63	1.11	0.536 15	1304	
	3	P3	0-10	7.9	0.32	0.20 0.01 0.10	0.50 0.04 0.25	0.65 0.03 0.65	0.01 0.00 0.01	1.36 0.00 0.00	0.00 0.02 1.28	0.14 0.00 0.14	0.11 0.00 0.06	1.53	1.14	0.107 2.492	251
			10-20 cm	8.0	0.29	0.14 0.01 0.07	0.32 0.03 0.16	0.70 0.03 0.70	0.01 0.00 0.01	1.17 0.00 0.00	0.00 0.02 1.20	0.16 0.00 0.16	0.03 0.00 0.01	1.39	1.35	0.089 2.316	239
			20-30	8.0	0.32	0.14 0.01 0.07	0.22 0.02 0.11	0.90 0.04 0.90	0.02 0.00 0.02	1.28 0.00 0.00	0.00 0.02 1.37	0.16 0.00 0.16	0.00 0.00 0.00	1.53	1.37	0.092 2.630	249
4	P1	0-10	7.7	0.40	0.20 0.01 0.10	0.30 0.02 0.15	1.15 0.05 1.15	0.01 0.00 0.01	1.66 0.00 0.00	0.00 0.02 1.28	0.36 0.01 0.36	0.29 0.01 0.15	1.93	1.06	0.122 3.200	303	
		10-20 cm	7.7	0.42	0.16 0.01 0.08	0.26 0.02 0.13	1.15 0.05 1.15	0.01 0.00 0.01	1.58 0.00 0.00	0.00 0.02 1.30	0.36 0.01 0.36	0.35 0.01 0.17	2.01	1.63	0.118 3.207	307	
		20-30	7.6	0.47	0.16 0.01 0.08	0.24 0.02 0.12	1.50 0.07 1.50	0.01 0.00 0.01	1.91 0.00 0.00	0.00 0.02 1.52	0.46 0.01 0.46	0.26 0.01 0.13	2.24	1.52	0.137 3.821	365	
5	P1	0-10	7.6	0.53	0.32 0.02 0.16	0.24 0.02 0.12	1.40 0.06 1.40	0.02 0.00 0.02	1.98 0.00 0.00	0.00 0.02 0.94	0.52 0.01 0.52	1.06 0.02 0.53	2.52	1.57	0.149 3.693	305	
		10-20 cm	7.7	0.48	0.22 0.01 0.11	0.30 0.02 0.15	1.25 0.05 1.25	0.01 0.00 0.01	1.78 0.00 0.00	0.00 0.02 1.02	0.46 0.01 0.46	0.84 0.02 0.42	2.32	1.16	0.137 3.420	293	
		20-30	7.7	0.43	0.16 0.01 0.08	0.24 0.02 0.12	1.15 0.05 1.15	0.01 0.00 0.01	1.56 0.00 0.00	0.00 0.01 0.82	0.42 0.01 0.42	0.83 0.02 0.42	2.07	1.21	0.121 3.014	243	
6	P2	0-10	8.0	0.29	0.14 0.01 0.07	0.26 0.02 0.13	0.75 0.03 0.75	0.01 0.00 0.01	1.16 0.00 0.00	0.00 0.02 1.20	0.14 0.00 0.14	0.06 0.00 0.03	1.40	1.25	0.086 2.326	225	
		10-20 cm	8.0	0.31	0.14 0.01 0.07	0.22 0.02 0.11	0.90 0.04 0.90	0.00 0.00 0.00	1.26 0.00 0.00	0.00 0.02 1.32	0.16 0.00 0.16	0.01 0.00 0.00	1.49	1.09	0.091 2.568	252	
		20-30	8.2	0.35	0.10 0.00 0.05	0.24 0.02 0.12	1.15 0.05 1.15	0.01 0.00 0.01	1.50 0.00 0.00	0.00 0.02 1.40	0.20 0.01 0.20	0.09 0.00 0.05	1.69	1.14	0.105 2.973	265	
7	P1	0-10	7.6	0.18	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.60 0.00 0.00	0.00 0.01 0.70	0.14 0.00 0.14	0.02 0.00 0.01	0.86	1.32	0.049 1.303	145	
		10-20 cm	7.5	0.19	0.12 0.01 0.06	0.24 0.02 0.12	0.40 0.02 0.40	0.00 0.00 0.00	0.76 0.00 0.00	0.00 0.01 0.62	0.10 0.00 0.10	0.20 0.00 0.10	0.92	1.11	0.060 1.399	145	
		20-30	7.4	0.20	0.10 0.00 0.05	0.32 0.03 0.16	0.40 0.02 0.40	0.00 0.00 0.00	0.82 0.00 0.00	0.00 0.01 0.62	0.12 0.00 0.12	0.22 0.00 0.11	0.96	1.47	0.067 1.460	146	

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE		
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹									
8	P2	0-10	9.6	1.17	0.14 0.01 0.07	0.18 0.01 0.09	5.45 0.24 5.45	0.01 0.00 0.01	5.78	2.16 0.07 0.00	2.30 0.04 2.30	0.16 0.00 0.16	0.96 0.02 0.48	5.58	1.52	0.393 8.556	800	
		10-20 cm	9.9	1.29	0.14 0.01 0.07	0.18 0.01 0.09	5.75 0.25 5.75	0.00 0.00 0.00	6.07	2.92 0.10 0.00	1.46 0.02 1.46	0.18 0.01 0.18	1.57 0.03 0.79	6.13	1.61	0.431 8.342	783	
		20-30	9.7	1.27	0.14 0.01 0.07	0.24 0.02 0.12	5.90 0.26 5.90	0.01 0.00 0.01	6.29	2.32 0.08 0.00	1.92 0.03 1.92	0.30 0.01 0.30	1.53 0.03 0.76	6.07	1.63	0.432 9.078	839	
	9	P3	0-10	7.9	0.37	0.14 0.01 0.07	0.22 0.02 0.11	1.35 0.06 1.35	0.01 0.00 0.01	1.72	0.08 0.00 0.00	1.46 0.02 1.46	0.12 0.00 0.12	0.12 0.00 0.06	1.78	1.32	0.117 3.181	303
			10-20 cm	8.1	0.53	0.14 0.01 0.07	0.34 0.03 0.17	2.05 0.09 2.05	0.01 0.00 0.01	2.54	0.16 0.01 0.00	1.72 0.03 1.72	0.28 0.01 0.28	0.37 0.01 0.18	2.53	1.37	0.173 4.484	399
			20-30	8.1	0.73	0.10 0.00 0.05	0.26 0.02 0.13	2.85 0.12 2.85	0.00 0.00 0.00	3.21	0.20 0.01 0.00	1.82 0.03 1.82	0.72 0.02 0.72	0.38 0.02 0.38	3.51	1.45	0.223 5.958	550
10		P1	0-10	7.5	0.23	0.18 0.01 0.09	0.32 0.03 0.16	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	0.91	0.00 0.00 0.00	0.92 0.02 0.92	0.12 0.00 0.12	0.06 0.00 0.03	1.10	1.50	0.073 1.733	201
			10-20 cm	7.4	0.27	0.18 0.01 0.09	0.34 0.03 0.17	0.65 0.03 0.65	0.01 0.00 0.01	1.18	0.00 0.00 0.00	1.12 0.02 1.12	0.12 0.00 0.12	0.06 0.00 0.03	1.30	1.40	0.088 2.190	228
			20-30	7.7	0.28	0.18 0.01 0.09	0.26 0.02 0.13	0.75 0.03 0.75	0.01 0.00 0.01	1.20	0.00 0.00 0.00	1.20 0.02 1.20	0.12 0.00 0.12	0.03 0.00 0.02	1.35	1.09	0.087 2.315	234
	11	P2	0-10	7.4	0.27	0.22 0.01 0.11	0.34 0.03 0.17	0.50 0.02 0.50	0.02 0.00 0.02	1.08	0.00 0.00 0.00	0.90 0.01 0.90	0.30 0.01 0.30	0.09 0.00 0.05	1.29	1.19	0.086 2.042	206
			10-20 cm	7.7	0.23	0.20 0.01 0.10	0.24 0.02 0.12	0.55 0.02 0.55	0.00 0.00 0.00	0.99	0.00 0.00 0.00	0.90 0.01 0.90	0.14 0.00 0.14	0.07 0.00 0.03	1.11	1.25	0.074 1.848	187
			20-30	7.6	0.22	0.16 0.01 0.08	0.20 0.02 0.10	0.55 0.02 0.55	0.00 0.00 0.00	0.91	0.00 0.00 0.00	0.75 0.01 0.75	0.16 0.00 0.16	0.15 0.00 0.07	1.06	1.30	0.068 1.717	186
12		P1	0-10	7.4	0.16	0.20 0.01 0.10	0.38 0.03 0.19	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.64	0.00 0.00 0.00	0.44 0.01 0.44	0.14 0.00 0.14	0.19 0.00 0.10	0.77	1.27	0.059 1.023	133
			10-20 cm	7.5	0.17	0.14 0.01 0.07	0.38 0.03 0.19	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.58	0.00 0.00 0.00	0.58 0.01 0.58	0.12 0.00 0.12	0.12 0.00 0.06	0.82	1.25	0.056 1.077	131
			20-30	7.7	0.21	0.12 0.01 0.06	0.22 0.02 0.11	0.35 0.02 0.35	0.00 0.00 0.00	0.69	0.00 0.00 0.00	0.89 0.01 0.89	0.10 0.00 0.10	0.02 0.00 0.01	1.01	1.19	0.057 1.520	152
	13	P1	0-10	7.2	0.20	0.26 0.01 0.13	0.56 0.05 0.28	0.55 0.02 0.55	0.00 0.00 0.00	1.37	0.00 0.00 0.00	0.60 0.01 0.60	0.12 0.00 0.12	0.24 0.00 0.12	0.96	1.19	0.101 1.801	187
			10-20 cm	7.4	0.24	0.28 0.01 0.14	0.42 0.03 0.21	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.91	0.00 0.00 0.00	0.80 0.01 0.80	0.10 0.00 0.10	0.25 0.01 0.13	1.15	1.04	0.079 1.585	179
			20-30	7.5	0.15	0.18 0.01 0.09	0.32 0.03 0.16	0.15 0.01 0.15	0.00 0.00 0.00	0.65	0.00 0.00 0.00	0.60 0.01 0.60	0.10 0.00 0.10	0.02 0.00 0.01	0.72	1.09	0.055 1.114	111
14		P1	0-10	7.4	0.28	0.22 0.01 0.11	0.44 0.04 0.22	0.45 0.02 0.45	0.02 0.00 0.02	1.13	0.00 0.00 0.00	1.10 0.02 1.10	0.12 0.00 0.12	0.12 0.00 0.06	1.34	1.32	0.091 2.076	229
			10-20 cm	7.8	0.30	0.16 0.01 0.08	0.36 0.03 0.18	0.80 0.03 0.80	0.01 0.00 0.01	1.33	0.00 0.00 0.00	1.24 0.02 1.24	0.14 0.00 0.14	0.06 0.00 0.03	1.44	1.35	0.098 2.478	265
			20-30	7.9	0.30	0.18 0.01 0.09	0.34 0.03 0.17	0.80 0.03 0.80	0.01 0.00 0.01	1.33	0.00 0.00 0.00	1.21 0.02 1.21	0.20 0.01 0.20	0.02 0.00 0.01	1.43	1.50	0.098 2.492	228

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error	Σ mg	RSE
					dSm ⁻¹ por 100 gs ¹											
					meq por 100 gs ¹											
15	P2	0-10	7.7	0.27	0.20	0.32	0.50	0.01	1.03	0.00	1.07	0.18	0.04	1.29	1.57	201
					0.01	0.03	0.02	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.082	
					0.10	0.16	0.50	0.01		0.00	1.07	0.18	0.02		2.039	
		10-20 cm	7.7	0.26	0.16	0.36	0.65	0.01	1.18	0.00	1.04	0.14	0.06	1.24	1.47	205
					0.01	0.03	0.03	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.088	
					0.08	0.18	0.65	0.01		0.00	1.04	0.14	0.03		2.127	
		20-30	7.5	0.26	0.16	0.34	0.70	0.01	1.21	0.00	1.04	0.14	0.07	1.25	1.37	204
					0.01	0.03	0.03	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.089	
					0.08	0.17	0.70	0.01		0.00	1.04	0.14	0.03		2.169	
16	P1	0-10	7.5	0.28	0.14	0.22	0.65	0.01	1.02	0.00	1.14	0.18	0.02	1.34	1.45	246
					0.01	0.02	0.03	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.078	
					0.07	0.11	0.65	0.01		0.00	1.14	0.18	0.01		2.172	
		10-20 cm	7.8	0.31	0.14	0.24	0.70	0.01	1.09	0.00	1.06	0.24	0.20	1.50	1.14	241
					0.01	0.02	0.03	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.086	
					0.07	0.12	0.70	0.01		0.00	1.06	0.24	0.10		2.298	
		20-30	7.8	0.29	0.12	0.26	0.65	0.01	1.05	0.00	1.06	0.24	0.09	1.39	1.50	240
					0.01	0.02	0.03	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.082	
					0.06	0.13	0.65	0.01		0.00	1.06	0.24	0.04		2.200	
17	P1	0-10	7.6	0.24	0.18	0.36	0.30	0.02	0.86	0.00	0.94	0.14	0.08	1.16	1.09	201
					0.01	0.03	0.01	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.073	
					0.09	0.18	0.30	0.02		0.00	0.94	0.14	0.04		1.705	
		10-20 cm	7.4	0.24	0.16	0.32	0.30	0.01	0.79	0.00	0.92	0.12	0.11	1.15	1.45	197
					0.01	0.03	0.01	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.068	
					0.08	0.16	0.30	0.01		0.00	0.92	0.12	0.06		1.649	
		20-30	7.6	0.24	0.16	0.38	0.35	0.01	0.90	0.00	0.94	0.12	0.10	1.16	1.14	192
					0.01	0.03	0.02	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.076	
					0.08	0.19	0.35	0.01		0.00	0.94	0.12	0.05		1.741	
18	P1	0-10	7.6	0.28	0.16	0.30	0.50	0.01	0.97	0.00	0.98	0.26	0.11	1.35	1.40	227
					0.01	0.02	0.02	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.080	
					0.08	0.15	0.50	0.01		0.00	0.98	0.26	0.05		2.035	
		10-20 cm	7.7	0.24	0.14	0.22	0.30	0.01	0.67	0.00	0.82	0.24	0.10	1.16	1.19	187
					0.01	0.02	0.01	0.00		0.00	0.01	0.01	0.00		0.061	
					0.07	0.11	0.30	0.01		0.00	0.82	0.24	0.05		1.594	
		20-30	7.8	0.31	0.14	0.22	0.60	0.01	0.97	0.00	1.00	0.30	0.19	1.49	1.35	230
					0.01	0.02	0.03	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.080	
					0.07	0.11	0.60	0.01		0.00	1.00	0.30	0.09		2.183	
19	P1	0-10	7.5	0.38	0.34	0.36	0.80	0.02	1.52	0.00	1.38	0.20	0.25	1.83	1.25	297
					0.02	0.03	0.03	0.00		0.00	0.02	0.01	0.01		0.115	
					0.17	0.18	0.80	0.02		0.00	1.38	0.20	0.12		2.869	
		10-20 cm	7.7	0.30	0.20	0.30	0.45	0.01	0.96	0.00	1.08	0.18	0.18	1.44	1.30	227
					0.01	0.02	0.02	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.081	
					0.10	0.15	0.45	0.01		0.00	1.08	0.18	0.09		2.060	
		20-30	7.7	0.30	0.18	0.32	0.50	0.01	1.01	0.00	1.08	0.14	0.21	1.43	1.68	226
					0.01	0.03	0.02	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.083	
					0.09	0.16	0.50	0.01		0.00	1.08	0.14	0.10		2.083	
20	P1	0-10	7.3	0.24	0.28	0.36	0.20	0.00	0.84	0.00	0.89	0.20	0.05	1.14	1.63	168
					0.01	0.03	0.01	0.00		0.00	0.01	0.01	0.00		0.074	
					0.14	0.18	0.20	0.00		0.00	0.89	0.20	0.02		1.639	
		10-20 cm	7.5	0.28	0.24	0.36	0.45	0.00	1.05	0.00	0.98	0.20	0.16	1.34	1.47	217
					0.01	0.03	0.02	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.086	
					0.12	0.18	0.45	0.00		0.00	0.98	0.20	0.08		2.014	
		20-30	7.7	0.29	0.16	0.32	0.55	0.00	1.03	0.00	0.96	0.20	0.23	1.39	1.42	218
					0.01	0.03	0.02	0.00		0.00	0.02	0.01	0.00		0.085	
					0.08	0.16	0.55	0.00		0.00	0.96	0.20	0.12		2.070	
21	P1	0-10	7.4	0.23	0.16	0.22	0.30	0.01	0.69	0.00	0.82	0.10	0.18	1.10	1.37	176
					0.01	0.02	0.01	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.059	
					0.08	0.11	0.30	0.01		0.00	0.82	0.10	0.09		1.510	
		10-20 cm	7.4	0.20	0.14	0.16	0.25	0.00	0.55	0.00	0.66	0.10	0.20	0.96	1.32	155
					0.01	0.01	0.01	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.049	
					0.07	0.08	0.25	0.00		0.00	0.66	0.10	0.10		1.264	
		20-30	7.5	0.19	0.14	0.12	0.20	0.00	0.46	0.00	0.66	0.10	0.15	0.91	1.27	158
					0.01	0.01	0.01	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.042	
					0.07	0.06	0.20	0.00		0.00	0.66	0.10	0.07		1.168	

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹							
22	P1	0-10	7.4	0.22	0.24 0.01 0.12	0.30 0.02 0.15	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.56 0.00 0.00	0.00 0.01 0.82	0.16 0.00 0.16	0.07 0.00 0.04	1.05	1.21	0.057 1.303	170
		10-20 cm	7.4	0.19	0.30 0.01 0.15	0.32 0.03 0.16	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.64 0.00 0.00	0.00 0.01 0.78	0.12 0.00 0.12	0.01 0.00 0.01	0.91	1.19	0.058 1.232	162
		20-30	7.2	0.22	0.34 0.02 0.17	0.36 0.03 0.18	0.01 0.00 0.01	0.02 0.00 0.02	0.72 0.00 0.00	0.00 0.01 0.82	0.10 0.00 0.10	0.14 0.00 0.07	1.06	1.32	0.066 1.360	170
	P1	0-10	7.5	0.29	0.40 0.02 0.20	0.36 0.03 0.18	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.97 0.00 0.00	0.00 0.02 1.14	0.12 0.00 0.12	0.14 0.00 0.07	1.40	1.09	0.084 1.920	221
		10-20 cm	7.8	0.25	0.36 0.02 0.18	0.26 0.02 0.13	0.20 0.01 0.20	0.00 0.00 0.00	0.82 0.00 0.00	0.00 0.02 1.02	0.12 0.00 0.12	0.06 0.00 0.03	1.20	1.04	0.070 1.687	201
		20-30	7.8	0.24	0.34 0.02 0.17	0.16 0.01 0.08	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.80 0.00 0.00	0.00 0.02 0.98	0.10 0.00 0.10	0.06 0.00 0.03	1.14	1.50	0.064 1.666	202
	P1	0-10	7.7	0.22	0.24 0.01 0.12	0.28 0.02 0.14	0.05 0.00 0.05	0.02 0.00 0.02	0.59 0.00 0.00	0.00 0.01 0.77	0.14 0.00 0.14	0.15 0.00 0.08	1.06	1.21	0.057 1.312	171
		10-20 cm	7.7	0.23	0.32 0.02 0.16	0.16 0.01 0.08	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.69 0.00 0.00	0.00 0.01 0.90	0.14 0.00 0.14	0.07 0.00 0.03	1.11	1.16	0.058 1.525	189
		20-30	7.4	0.24	0.26 0.01 0.13	0.20 0.02 0.10	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.82 0.00 0.00	0.00 0.02 1.00	0.14 0.00 0.14	0.01 0.00 0.01	1.15	1.45	0.066 1.736	180
P2	0-10	7.6	0.16	0.18 0.01 0.09	0.14 0.01 0.07	0.05 0.00 0.05	0.00 0.00 0.00	0.37 0.00 0.00	0.00 0.01 0.62	0.12 0.00 0.12	0.02 0.00 0.01	0.76	1.30	0.037 0.966	105	
	10-20 cm	7.5	0.16	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.15 0.01 0.15	0.00 0.00 0.00	0.45 0.00 0.00	0.00 0.01 0.60	0.12 0.00 0.12	0.05 0.00 0.02	0.77	1.50	0.041 1.045	110	
	20-30	7.5	0.18	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.60 0.00 0.00	0.00 0.01 0.72	0.12 0.00 0.12	0.02 0.00 0.01	0.86	1.35	0.049 1.304	158	
P3	0-10	7.3	0.15	0.16 0.01 0.08	0.22 0.02 0.11	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.39 0.00 0.00	0.00 0.01 0.55	0.12 0.00 0.12	0.05 0.00 0.02	0.72	1.52	0.040 0.898	105	
	10-20 cm	7.2	0.16	0.10 0.00 0.05	0.18 0.01 0.09	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.30 0.00 0.00	0.00 0.01 0.54	0.10 0.00 0.10	0.12 0.00 0.06	0.76	1.63	0.035 0.857	123	
	20-30	7.2	0.15	0.12 0.01 0.06	0.18 0.01 0.09	0.01 0.01 0.01	0.01 0.00 0.01	0.31 0.00 0.00	0.00 0.01 0.54	0.10 0.00 0.10	0.07 0.00 0.04	0.71	1.57	0.034 0.840	124	
P1	0-10	7.4	0.24	0.24 0.01 0.12	0.28 0.02 0.14	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.73 0.00 0.00	0.00 0.02 1.02	0.10 0.00 0.10	0.03 0.00 0.02	1.15	1.40	0.064 1.608	177	
	10-20 cm	7.6	0.23	0.18 0.01 0.09	0.24 0.02 0.12	0.45 0.02 0.45	0.01 0.00 0.01	0.88 0.00 0.00	0.00 0.01 0.67	0.26 0.01 0.26	0.18 0.00 0.09	1.11	1.09	0.071 1.686	180	
	20-30	7.8	0.32	0.18 0.01 0.09	0.24 0.02 0.12	0.75 0.03 0.75	0.01 0.00 0.01	1.18 0.00 0.00	0.00 0.02 1.22	0.30 0.01 0.30	0.02 0.00 0.01	1.54	1.30	0.090 2.497	231	
P1	0-10	7.7	0.22	0.50 0.02 0.25	0.30 0.02 0.15	0.01 0.00 0.01	0.02 0.00 0.02	0.82 0.00 0.00	0.00 0.01 0.81	0.10 0.00 0.10	0.14 0.00 0.07	1.05	1.47	0.069 1.405	181	
	10-20 cm	7.6	0.17	0.28 0.01 0.14	0.30 0.02 0.15	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.60 0.00 0.00	0.00 0.01 0.65	0.10 0.00 0.10	0.06 0.00 0.03	0.81	1.21	0.054 1.091	133	
	20-30	7.5	0.16	0.28 0.01 0.14	0.30 0.02 0.15	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.60 0.00 0.00	0.00 0.01 0.56	0.10 0.00 0.10	0.11 0.00 0.05	0.77	1.16	0.053 1.022	131	

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE	
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹								
29	P1	0-10	7.6	0.20	0.18 0.01 0.09	0.22 0.02 0.11	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.61 0.00 0.00	0.84 0.01 0.84	0.12 0.00 0.12	0.00 0.00 0.00	0.96	1.11	0.053 1.370	171	
		10-20 cm	7.7	0.24	0.14 0.01 0.07	0.22 0.02 0.11	0.45 0.02 0.45	0.01 0.00 0.01	0.82 0.00 0.00	0.88 0.01 0.88	0.16 0.00 0.16	0.12 0.00 0.06	1.16	1.06	0.066 1.737	195	
		20-30	7.5	0.26	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.50 0.02 0.50	0.01 0.00 0.01	0.81 0.00 0.00	0.86 0.01 0.86	0.18 0.01 0.18	0.21 0.00 0.11	1.25	1.19	0.066 1.803	195	
	30	P2	0-10	7.4	0.25	0.38 0.02 0.19	0.30 0.02 0.15	0.00 0.00 0.00	0.02 0.00 0.02	0.70 0.00 0.00	0.84 0.01 0.84	0.16 0.00 0.16	0.20 0.00 0.10	1.20	1.40	0.066 1.454	179
			10-20 cm	7.5	0.28	0.42 0.02 0.21	0.34 0.03 0.17	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.82 0.00 0.00	0.88 0.01 0.88	0.18 0.01 0.18	0.28 0.01 0.14	1.34	1.32	0.077 1.643	193
			20-30	7.5	0.26	0.32 0.02 0.16	0.28 0.02 0.14	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.81 0.00 0.00	0.96 0.02 0.96	0.18 0.01 0.18	0.11 0.00 0.05	1.25	1.42	0.071 1.701	199
		P3	0-10	7.5	0.24	0.22 0.01 0.11	0.20 0.02 0.10	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.63 0.00 0.00	0.94 0.02 0.94	0.16 0.00 0.16	0.05 0.00 0.02	1.15	1.50	0.057 1.549	195
			10-20 cm	7.9	0.24	0.16 0.01 0.08	0.16 0.01 0.08	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	0.73 0.00 0.00	0.98 0.02 0.98	0.14 0.00 0.14	0.03 0.00 0.02	1.15	1.52	0.059 1.705	203
			20-30	7.7	0.24	0.14 0.01 0.07	0.18 0.01 0.09	0.45 0.02 0.45	0.01 0.00 0.01	0.78 0.00 0.00	0.92 0.02 0.92	0.14 0.00 0.14	0.08 0.00 0.04	1.14	1.40	0.062 1.720	197
32	P1	0-10	7.8	0.27	0.26 0.01 0.13	0.22 0.02 0.11	0.35 0.02 0.35	0.02 0.00 0.02	0.85 0.00 0.00	1.05 0.02 1.05	0.10 0.00 0.10	0.16 0.00 0.08	1.31	1.09	0.070 1.836	220	
		10-20 cm	7.9	0.33	0.22 0.01 0.11	0.14 0.01 0.07	0.75 0.03 0.75	0.02 0.00 0.02	1.13 0.00 0.00	1.46 0.02 1.46	0.12 0.00 0.12	0.01 0.00 0.00	1.59	1.30	0.083 2.531	296	
		20-30	7.7	0.35	0.18 0.01 0.09	0.22 0.02 0.11	0.90 0.04 0.90	0.02 0.00 0.02	1.32 0.00 0.00	1.40 0.02 1.40	0.20 0.01 0.20	0.08 0.00 0.04	1.68	1.37	0.097 2.758	300	
	P1	0-10	7.4	0.17	0.34 0.02 0.17	0.22 0.02 0.11	0.00 0.00 0.00	0.01 0.00 0.01	0.57 0.00 0.00	0.68 0.01 0.68	0.12 0.00 0.12	0.02 0.00 0.01	0.82	1.42	0.050 1.101	126	
		10-20 cm	7.6	0.14	0.22 0.01 0.11	0.20 0.02 0.10	0.00 0.00 0.00	0.01 0.00 0.01	0.43 0.00 0.00	0.40 0.01 0.40	0.13 0.00 0.13	0.14 0.00 0.07	0.67	1.40	0.041 0.816	109	
		20-30	7.6	0.16	0.20 0.01 0.10	0.16 0.01 0.08	0.00 0.01 0.00	0.01 0.00 0.01	0.37 0.00 0.00	0.55 0.01 0.55	0.12 0.00 0.12	0.09 0.00 0.05	0.76	1.47	0.038 0.903	114	
34	P2	0-10	7.6	0.19	0.20 0.01 0.10	0.18 0.01 0.09	0.00 0.00 0.00	0.02 0.00 0.02	0.40 0.00 0.00	0.78 0.01 0.78	0.12 0.00 0.12	0.02 0.00 0.01	0.92	1.06	0.042 1.118	159	
		10-20 cm	7.4	0.17	0.22 0.01 0.11	0.18 0.01 0.09	0.00 0.00 0.00	0.01 0.00 0.01	0.41 0.00 0.00	0.66 0.01 0.66	0.12 0.00 0.12	0.03 0.00 0.02	0.81	1.63	0.041 1.010	119	
		20-30	7.5	0.17	0.22 0.01 0.11	0.18 0.01 0.09	0.00 0.00 0.00	0.01 0.00 0.01	0.41 0.00 0.00	0.62 0.01 0.62	0.10 0.00 0.10	0.09 0.00 0.04	0.81	1.57	0.041 0.976	125	
	P1	0-10	7.8	0.23	0.18 0.01 0.09	0.18 0.01 0.09	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	0.77 0.00 0.00	0.82 0.01 0.82	0.20 0.01 0.20	0.09 0.00 0.05	1.11	1.11	0.062 1.657	176	
		10-20 cm	7.6	0.22	0.16 0.01 0.08	0.20 0.02 0.10	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.72 0.00 0.00	0.87 0.01 0.87	0.18 0.01 0.18	0.01 0.00 0.00	1.06	1.35	0.059 1.592	159	
		20-30	7.4	0.23	0.16 0.01 0.08	0.20 0.02 0.10	0.30 0.01 0.30	0.01 0.00 0.01	0.67 0.00 0.00	0.78 0.01 0.78	0.18 0.01 0.18	0.15 0.00 0.07	1.11	1.30	0.059 1.525	189	

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE	
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹								
36	P1	0-10	7.5	0.23	0.34 0.02 0.17	0.34 0.03 0.17	0.03 0.00 0.03	0.02 0.00 0.02	0.72	0.00 0.00 0.00	0.96 0.02 0.96	0.10 0.00 0.10	0.04 0.00 0.02	1.10	1.35	0.066 1.466	187
		10-20 cm	7.6	0.19	0.28 0.01 0.14	0.22 0.02 0.11	0.03 0.00 0.03	0.01 0.00 0.01	0.54	0.00 0.00 0.00	0.75 0.01 0.75	0.10 0.00 0.10	0.06 0.00 0.03	0.91	1.40	0.050 1.167	139
		20-30	7.7	0.17	0.24 0.01 0.12	0.36 0.03 0.18	0.03 0.00 0.03	0.01 0.00 0.01	0.64	0.00 0.00 0.00	0.67 0.01 0.67	0.10 0.00 0.10	0.04 0.00 0.02	0.81	1.45	0.058 1.131	157
	P1	0-10	7.6	0.16	0.24 0.01 0.12	0.32 0.03 0.16	0.03 0.00 0.03	0.01 0.00 0.01	0.60	0.00 0.00 0.00	0.55 0.01 0.55	0.14 0.00 0.14	0.08 0.00 0.04	0.77	1.04	0.054 1.050	125
		10-20 cm	7.7	0.16	0.22 0.01 0.11	0.22 0.02 0.11	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.45	0.00 0.00 0.00	0.53 0.01 0.53	0.12 0.00 0.12	0.12 0.00 0.06	0.77	1.09	0.044 0.946	123
		20-30	7.3	0.19	0.22 0.01 0.11	0.30 0.02 0.15	0.15 0.01 0.15	0.01 0.00 0.01	0.68	0.00 0.00 0.00	0.69 0.01 0.69	0.12 0.00 0.12	0.10 0.00 0.05	0.91	1.50	0.059 1.279	147
38	P1	0-10	7.6	0.19	0.28 0.01 0.14	0.04 0.00 0.02	0.00 0.00 0.00	0.02 0.00 0.02	0.34	0.00 0.00 0.00	0.61 0.01 0.61	0.10 0.00 0.10	0.20 0.00 0.10	0.91	1.45	0.035 0.988	152
		10-20 cm	7.7	0.25	0.24 0.01 0.12	0.16 0.01 0.08	0.20 0.01 0.20	0.02 0.00 0.02	0.62	0.00 0.00 0.00	1.04 0.02 1.04	0.10 0.00 0.10	0.06 0.00 0.03	1.20	1.14	0.056 1.594	202
		20-30	7.8	0.23	0.30 0.01 0.15	0.12 0.01 0.06	0.15 0.01 0.15	0.02 0.00 0.02	0.59	0.00 0.00 0.00	0.87 0.01 0.87	0.12 0.00 0.12	0.12 0.00 0.06	1.11	1.04	0.052 1.432	183
	P1	0-10	7.1	6.15	11.20 0.56 5.60	0.90 0.07 0.45	24.30 1.06 24.30	0.12 0.00 0.12	36.52	0.00 0.00 0.00	0.40 0.01 0.40	9.54 0.27 9.54	19.50 0.41 9.75	29.44	1.32	2.374 50.166	4290
		10-20 cm	7.2	3.31	3.88 0.19 1.94	0.90 0.07 0.45	12.75 0.55 12.75	0.07 0.00 0.07	17.60	0.00 0.00 0.00	0.60 0.01 0.60	3.50 0.10 3.50	11.75 0.24 5.88	15.85	1.30	1.177 25.186	2294
		20-30	7.4	1.85	0.50 0.02 0.25	0.38 0.03 0.19	8.05 0.35 8.05	0.03 0.00 0.03	8.96	0.00 0.00 0.00	0.72 0.01 0.72	2.00 0.06 2.00	6.14 0.13 3.07	8.86	1.35	0.603 14.308	1156
40	P2	0-10	7.5	0.25	0.32 0.02 0.16	0.32 0.03 0.16	0.05 0.00 0.05	0.04 0.00 0.04	0.73	0.00 0.00 0.00	0.97 0.02 0.97	0.16 0.00 0.16	0.01 0.00 0.01	1.14	3.77	0.066 1.547	214
		10-20 cm	7.6	0.19	0.24 0.01 0.12	0.24 0.02 0.12	0.05 0.00 0.05	0.02 0.00 0.02	0.55	0.00 0.00 0.00	0.59 0.01 0.59	0.14 0.00 0.14	0.19 0.00 0.09	0.92	1.09	0.052 1.130	132
		20-30	7.7	0.19	0.16 0.01 0.08	0.24 0.02 0.12	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.46	0.00 0.00 0.00	0.79 0.01 0.79	0.12 0.00 0.12	0.01 0.00 0.00	0.92	1.01	0.047 1.175	133
	P1	0-10	7.6	0.22	0.26 0.01 0.13	0.26 0.02 0.13	0.10 0.00 0.10	0.02 0.00 0.02	0.64	0.00 0.00 0.00	0.91 0.01 0.91	0.12 0.00 0.12	0.03 0.00 0.02	1.06	1.01	0.058 1.426	165
		10-20 cm	7.5	0.25	0.18 0.01 0.09	0.20 0.02 0.10	0.40 0.02 0.40	0.02 0.00 0.02	0.80	0.00 0.00 0.00	1.00 0.02 1.00	0.14 0.00 0.14	0.06 0.00 0.03	1.20	1.19	0.065 1.779	204
		20-30	7.7	0.24	0.12 0.01 0.06	0.22 0.02 0.11	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	0.75	0.00 0.00 0.00	0.92 0.02 0.92	0.18 0.01 0.18	0.05 0.00 0.02	1.15	1.50	0.063 1.701	171
42	P1	0-10	7.3	1.34	1.22 0.06 0.61	1.12 0.09 0.56	3.10 0.13 3.10	0.05 0.00 0.05	5.49	0.00 0.00 0.00	0.74 0.01 0.74	2.88 0.08 2.88	2.80 0.06 1.40	6.42	1.45	0.441 9.346	640
		10-20 cm	7.5	0.88	0.90 0.04 0.45	0.86 0.07 0.43	1.55 0.07 1.55	0.04 0.00 0.04	3.35	0.00 0.00 0.00	0.64 0.01 0.64	1.78 0.05 1.78	1.83 0.04 0.91	4.25	1.16	0.283 5.799	431
		20-30	7.5	0.69	0.70 0.03 0.35	0.64 0.05 0.32	1.00 0.04 1.00	0.03 0.00 0.03	2.37	0.00 0.00 0.00	0.72 0.01 0.72	1.22 0.03 1.22	1.37 0.03 0.68	3.31	1.47	0.207 4.325	354

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE	
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹								
43	P1	0-10	7.9	0.22	0.24 0.01 0.12	0.38 0.03 0.19	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.64	0.00 0.00 0.00	0.83 0.01 0.83	0.12 0.00 0.12	0.11 0.00 0.06	1.06	1.06	0.063 1.335	168
		10-20 cm	7.7	0.24	0.30 0.01 0.15	0.38 0.03 0.19	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.70	0.00 0.00 0.00	1.02 0.02 1.02	0.10 0.00 0.10	0.04 0.00 0.02	1.16	1.27	0.067 1.495	195
		20-30	7.9	0.25	0.26 0.01 0.13	0.24 0.02 0.12	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.56	0.00 0.00 0.00	0.96 0.02 0.96	0.10 0.00 0.10	0.14 0.00 0.07	1.20	1.30	0.057 1.440	184
	P1	0-10	7.9	0.33	0.30 0.01 0.15	0.16 0.01 0.08	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	0.87	0.00 0.00 0.00	1.34 0.02 1.34	0.20 0.01 0.20	0.05 0.00 0.03	1.59	1.09	0.075 2.211	264
		10-20 cm	7.8	0.29	0.22 0.01 0.11	0.14 0.01 0.07	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	0.77	0.00 0.00 0.00	1.14 0.02 1.14	0.18 0.01 0.18	0.07 0.00 0.04	1.39	1.40	0.065 1.945	207
		20-30	7.9	0.26	0.28 0.01 0.14	0.34 0.03 0.17	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	1.03	0.00 0.00 0.00	0.95 0.02 0.95	0.18 0.01 0.18	0.12 0.00 0.06	1.25	1.50	0.083 1.905	201
45	P1	0-10	7.7	0.41	0.34 0.02 0.17	0.36 0.03 0.18	0.90 0.04 0.90	0.01 0.00 0.01	1.61	0.00 0.00 0.00	1.37 0.02 1.37	0.54 0.02 0.54	0.06 0.00 0.03	1.97	1.09	0.125 3.201	301
		10-20 cm	7.7	0.34	0.32 0.02 0.16	0.50 0.04 0.25	0.45 0.02 0.45	0.01 0.00 0.01	1.28	0.00 0.00 0.00	0.99 0.02 0.99	0.44 0.01 0.44	0.20 0.00 0.10	1.63	1.04	0.110 2.404	259
		20-30	7.7	0.33	0.46 0.02 0.23	0.42 0.03 0.21	0.30 0.01 0.30	0.01 0.00 0.01	1.19	0.00 0.00 0.00	1.25 0.02 1.25	0.26 0.01 0.26	0.07 0.00 0.04	1.58	1.45	0.100 2.300	273
	P1	0-10	7.8	0.96	0.46 0.02 0.23	0.52 0.04 0.26	2.75 0.12 2.75	0.06 0.00 0.06	3.79	0.00 0.00 0.00	2.46 0.04 2.46	1.82 0.05 1.82	0.36 0.01 0.18	4.64	1.19	0.286 7.755	753
		10-20 cm	7.6	0.80	0.50 0.02 0.25	0.84 0.07 0.42	1.75 0.08 1.75	0.05 0.00 0.05	3.14	0.00 0.00 0.00	1.02 0.02 1.02	1.82 0.05 1.82	1.01 0.02 0.50	3.85	1.27	0.261 5.815	499
		20-30	7.7	0.95	0.66 0.03 0.33	-0.18 -0.01 -0.09	2.10 0.09 2.10	0.05 0.00 0.05	2.63	0.00 0.00 0.00	1.00 0.02 1.00	2.14 0.06 2.14	1.44 0.03 0.72	4.58	1.11	0.218 6.253	551
47	P1	0-10	7.6	0.26	0.28 0.01 0.14	0.18 0.01 0.09	0.20 0.01 0.20	0.02 0.00 0.02	0.68	0.00 0.00 0.00	0.98 0.02 0.98	0.18 0.01 0.18	0.09 0.00 0.05	1.25	1.01	0.061 1.653	192
		10-20 cm	7.6	0.26	0.28 0.01 0.14	0.24 0.02 0.12	0.25 0.01 0.25	0.01 0.00 0.01	0.78	0.00 0.00 0.00	1.10 0.02 1.10	0.14 0.00 0.14	0.00 0.00 0.00	1.24	1.32	0.067 1.765	219
		20-30	7.5	0.26	0.34 0.02 0.17	0.18 0.01 0.09	0.20 0.01 0.20	0.02 0.00 0.02	0.74	0.00 0.00 0.00	1.08 0.02 1.08	0.14 0.00 0.14	0.03 0.00 0.02	1.25	1.09	0.063 1.713	220
	P1	0-10	7.3	0.32	0.48 0.02 0.24	0.30 0.02 0.15	0.10 0.00 0.10	0.01 0.00 0.01	0.89	0.00 0.00 0.00	0.80 0.01 0.80	0.24 0.01 0.24	0.51 0.01 0.25	1.55	1.04	0.084 1.795	186
		10-20 cm	7.0	0.28	0.30 0.01 0.15	0.20 0.02 0.10	0.15 0.01 0.15	0.01 0.00 0.01	0.66	0.00 0.00 0.00	1.06 0.02 1.06	0.20 0.01 0.20	0.08 0.00 0.04	1.34	1.45	0.063 1.710	208
		20-30	7.6	0.36	0.20 0.01 0.10	0.10 0.01 0.05	0.85 0.04 0.85	0.01 0.00 0.01	1.16	0.00 0.00 0.00	1.02 0.02 1.02	0.36 0.01 0.36	0.35 0.01 0.17	1.73	1.19	0.089 2.560	270
49	P1	0-10	7.1	0.18	0.32 0.02 0.16	0.24 0.02 0.12	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.57	0.00 0.00 0.00	0.68 0.01 0.68	0.12 0.00 0.12	0.06 0.00 0.03	0.86	1.45	0.052 1.121	129
		10-20 cm	7.2	0.18	0.30 0.01 0.15	0.24 0.02 0.12	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.55	0.00 0.00 0.00	0.68 0.01 0.68	0.10 0.00 0.10	0.09 0.00 0.04	0.87	1.09	0.051 1.106	137
		20-30	7.3	0.17	0.28 0.01 0.14	0.26 0.02 0.13	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.55	0.00 0.00 0.00	0.69 0.01 0.69	0.10 0.00 0.10	0.02 0.00 0.01	0.81	1.47	0.050 1.083	121

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE	
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹								
50	P1	0-10	7.6	0.15	0.20 0.01 0.10	0.20 0.02 0.10	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.41 0.00 0.00	0.00 0.01 0.51	0.12 0.00 0.12	0.09 0.00 0.05	0.72	1.37	0.040 0.886	110	
		10-20 cm	7.4	0.14	0.16 0.01 0.08	0.14 0.01 0.07	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.31 0.00 0.00	0.00 0.01 0.54	0.10 0.00 0.10	0.03 0.00 0.01	0.67	1.30	0.032 0.810	91	
		20-30	7.5	0.14	0.12 0.01 0.06	0.04 0.00 0.02	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.17 0.00 0.00	0.00 0.01 0.50	0.10 0.00 0.10	0.07 0.00 0.04	0.67	1.42	0.022 0.722	107	
	P1	0-10	7.2	0.33	0.50 0.02 0.25	0.36 0.03 0.18	0.00 0.00 0.00	0.03 0.00 0.03	0.89 0.00 0.00	0.00 0.01 0.72	0.22 0.01 0.22	0.65 0.01 0.33	1.59	1.06	0.087 1.726	186	
		10-20 cm	7.3	0.32	0.58 0.03 0.29	0.36 0.03 0.18	0.00 0.00 0.00	0.02 0.00 0.02	0.96 0.00 0.00	0.00 0.01 0.66	0.18 0.01 0.18	0.70 0.01 0.35	1.54	1.32	0.089 1.677	169	
		20-30	7.1	0.26	0.42 0.02 0.21	0.22 0.02 0.11	0.00 0.00 0.00	0.01 0.00 0.01	0.65 0.00 0.00	0.00 0.01 0.72	0.14 0.00 0.14	0.39 0.01 0.19	1.25	1.16	0.063 1.386	161	
	52	P1	0-10	7.3	0.23	0.30 0.01 0.15	0.22 0.02 0.11	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.58 0.00 0.00	0.00 0.02 0.96	0.12 0.00 0.12	0.03 0.00 0.01	1.11	1.01	0.055 1.410	188
			10-20 cm	7.5	0.17	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00	0.30 0.00 0.00	0.00 0.01 0.63	0.12 0.00 0.12	0.07 0.00 0.04	0.82	1.04	0.035 0.941	118
			20-30	7.6	0.18	0.14 0.01 0.07	0.20 0.02 0.10	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.64 0.00 0.00	0.00 0.01 0.74	0.12 0.00 0.12	0.00 0.00 0.00	0.86	1.50	0.052 1.335	155
53	P1	0-10	7.6	0.30	0.12 0.01 0.06	0.18 0.01 0.09	0.75 0.03 0.75	0.01 0.00 0.01	1.06 0.00 0.00	0.00 0.02 1.24	0.16 0.00 0.16	0.05 0.00 0.02	1.45	1.09	0.079 2.329	252	
		10-20 cm	8.0	0.47	0.16 0.01 0.08	0.22 0.02 0.11	1.65 0.07 1.65	0.01 0.00 0.01	2.04 0.00 0.00	0.00 0.03 1.76	0.36 0.01 0.36	0.13 0.00 0.07	2.25	1.45	0.140 4.030	489	
		20-30	8.2	0.48	0.12 0.01 0.06	0.16 0.01 0.08	1.70 0.07 1.70	0.01 0.00 0.01	1.99 0.00 0.00	0.00 0.03 1.56	0.50 0.01 0.50	0.24 0.01 0.12	2.30	1.14	0.138 4.027	378	
54	P2	0-10	7.7	0.42	0.20 0.01 0.10	0.28 0.02 0.14	1.25 0.05 1.25	0.00 0.00 0.00	1.73 0.00 0.00	0.00 0.02 1.22	0.40 0.01 0.40	0.39 0.01 0.19	2.01	1.40	0.127 3.307	315	
		10-20 cm	7.9	0.47	0.22 0.01 0.11	0.10 0.01 0.05	1.35 0.06 1.35	0.00 0.00 0.00	1.67 0.00 0.00	0.00 0.02 1.34	0.48 0.01 0.48	0.44 0.01 0.22	2.26	1.19	0.123 3.554	359	
		20-30	7.5	0.43	0.26 0.01 0.13	0.30 0.02 0.15	1.35 0.06 1.35	0.00 0.00 0.00	1.91 0.00 0.00	0.00 0.02 1.38	0.48 0.01 0.48	0.21 0.00 0.10	2.07	1.35	0.137 3.597	375	
55	P1	0-10	7.6	0.22	0.38 0.02 0.19	0.30 0.02 0.15	0.01 0.00 0.01	0.02 0.00 0.02	0.70 0.00 0.00	0.00 0.02 0.92	0.12 0.00 0.12	0.02 0.00 0.01	1.06	1.25	0.063 1.410	164	
		10-20 cm	7.4	0.20	0.34 0.02 0.17	0.24 0.02 0.12	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.59 0.00 0.00	0.00 0.01 0.83	0.12 0.00 0.12	0.01 0.00 0.00	0.96	1.30	0.054 1.259	173	
		20-30	7.5	0.18	0.30 0.01 0.15	0.16 0.01 0.08	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.47 0.00 0.00	0.00 0.01 0.68	0.10 0.00 0.10	0.08 0.00 0.04	0.86	1.32	0.044 1.065	146	
56	P2	0-10	7.6	0.27	0.36 0.02 0.18	0.36 0.03 0.18	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.78 0.00 0.00	0.00 0.02 1.04	0.14 0.00 0.14	0.11 0.00 0.06	1.29	1.52	0.073 1.659	205	
		10-20 cm	7.9	0.24	0.26 0.01 0.13	0.22 0.02 0.11	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.54 0.00 0.00	0.00 0.01 0.84	0.12 0.00 0.12	0.19 0.00 0.09	1.15	1.57	0.054 1.351	168	
		20-30	7.9	0.23	0.24 0.01 0.12	0.24 0.02 0.12	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.54 0.00 0.00	0.00 0.01 0.84	0.12 0.00 0.12	0.14 0.00 0.07	1.10	1.63	0.054 1.327	168	

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹							
57	P1	0-10	7.7	0.20	0.24 0.01 0.12	0.20 0.02 0.10	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.46 0.00 0.00	0.00 0.01 0.76	0.14 0.00 0.14	0.05 0.00 0.03	0.95	1.61	0.047 1.160	138
		10-20 cm	7.4	0.21	0.24 0.01 0.12	0.20 0.02 0.10	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.50 0.00 0.00	0.00 0.01 0.84	0.14 0.00 0.14	0.03 0.00 0.01	1.01	1.55	0.049 1.271	174
		20-30	7.8	0.20	0.22 0.01 0.11	0.16 0.01 0.08	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.44 0.00 0.00	0.00 0.01 0.75	0.14 0.00 0.14	0.06 0.00 0.03	0.95	1.68	0.044 1.170	139
	P2	0-10	7.6	0.23	0.24 0.01 0.12	0.22 0.02 0.11	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.67 0.00 0.00	0.00 0.01 0.88	0.16 0.00 0.16	0.06 0.00 0.03	1.10	1.66	0.059 1.508	166
		10-20 cm	7.5	0.24	0.22 0.01 0.11	0.14 0.01 0.07	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.57 0.00 0.00	0.00 0.01 0.90	0.22 0.01 0.22	0.03 0.00 0.02	1.15	1.32	0.053 1.523	191
		20-30	7.5	0.26	0.20 0.01 0.10	0.24 0.02 0.12	0.30 0.01 0.30	0.01 0.00 0.01	0.75 0.00 0.00	0.00 0.01 0.89	0.32 0.01 0.32	0.04 0.00 0.02	1.25	1.06	0.067 1.757	174
59	P1	0-10	7.6	0.28	0.24 0.01 0.12	0.10 0.01 0.05	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.70 0.00 0.00	0.00 0.02 1.10	0.20 0.01 0.20	0.04 0.00 0.02	1.34	1.25	0.060 1.855	227
		10-20 cm	7.3	0.26	0.18 0.01 0.09	0.10 0.01 0.05	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.64 0.00 0.00	0.00 0.02 1.04	0.16 0.00 0.16	0.05 0.00 0.02	1.25	1.50	0.055 1.722	182
		20-30	7.8	0.26	0.14 0.01 0.07	0.14 0.01 0.07	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.64 0.00 0.00	0.00 0.02 0.99	0.20 0.01 0.20	0.06 0.00 0.03	1.25	1.14	0.057 1.720	187
	P1	0-10	7.7	0.24	0.22 0.01 0.11	0.12 0.01 0.06	0.25 0.01 0.25	0.00 0.00 0.00	0.59 0.00 0.00	0.00 0.01 0.86	0.28 0.01 0.28	0.00 0.00 0.00	1.14	1.50	0.054 1.565	190
		10-20 cm	7.8	0.25	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.35 0.02 0.35	0.00 0.00 0.00	0.65 0.00 0.00	0.00 0.01 0.86	0.28 0.01 0.28	0.06 0.00 0.03	1.20	1.40	0.059 1.672	195
		20-30	7.6	0.23	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.60 0.00 0.00	0.00 0.01 0.67	0.30 0.01 0.30	0.13 0.00 0.07	1.10	1.45	0.055 1.488	159
61	P2	0-10	7.4	0.16	0.20 0.01 0.10	0.24 0.02 0.12	0.01 0.00 0.01	0.01 0.00 0.01	0.45 0.00 0.00	0.00 0.01 0.54	0.16 0.00 0.16	0.07 0.00 0.04	0.77	1.30	0.045 0.966	123
		10-20 cm	7.3	0.17	0.16 0.01 0.08	0.18 0.01 0.09	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.35 0.00 0.00	0.00 0.01 0.56	0.14 0.00 0.14	0.12 0.00 0.06	0.82	1.19	0.039 0.938	122
		20-30	7.3	0.17	0.16 0.01 0.08	0.16 0.01 0.08	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.33 0.00 0.00	0.00 0.01 0.46	0.18 0.01 0.18	0.17 0.00 0.09	0.81	1.45	0.038 0.894	149
	P1	0-10	7.4	0.24	0.28 0.01 0.14	0.38 0.03 0.19	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.67 0.00 0.00	0.00 0.02 1.00	0.14 0.00 0.14	0.01 0.00 0.00	1.15	1.50	0.066 1.484	177
		10-20 cm	7.6	0.24	0.30 0.01 0.15	0.32 0.03 0.16	0.01 0.00 0.01	0.00 0.00 0.00	0.63 0.00 0.00	0.00 0.02 0.94	0.18 0.01 0.18	0.04 0.00 0.02	1.16	1.04	0.063 1.459	177
		20-30	7.7	0.20	0.20 0.01 0.10	0.22 0.02 0.11	0.05 0.00 0.05	0.00 0.00 0.00	0.47 0.00 0.00	0.00 0.01 0.72	0.16 0.00 0.16	0.08 0.00 0.04	0.96	1.52	0.048 1.181	138
63	P1	0-10	7.7	0.23	0.28 0.01 0.14	0.18 0.01 0.09	0.20 0.01 0.20	0.00 0.00 0.00	0.66 0.00 0.00	0.00 0.01 0.85	0.16 0.00 0.16	0.09 0.00 0.05	1.10	1.57	0.058 1.487	163
		10-20 cm	7.5	0.25	0.16 0.01 0.08	0.22 0.02 0.11	0.30 0.01 0.30	0.01 0.00 0.01	0.69 0.00 0.00	0.00 0.01 0.88	0.28 0.01 0.28	0.04 0.00 0.02	1.20	1.01	0.063 1.678	172
		20-30	7.6	0.24	0.16 0.01 0.08	0.22 0.02 0.11	0.25 0.01 0.25	0.01 0.00 0.01	0.64 0.00 0.00	0.00 0.01 0.86	0.28 0.01 0.28	0.01 0.00 0.00	1.15	1.37	0.059 1.591	169

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹							
64	P1	0-10	7.7	0.33	0.28 0.01 0.14	0.32 0.03 0.16	0.40 0.02 0.40	0.01 0.00 0.01	1.01 0.00 0.00	0.00 0.02 1.10	0.32 0.01 0.32	0.16 0.00 0.08	1.58	1.16	0.088 2.215	217
		10-20 cm	7.8	0.27	0.20 0.01 0.10	0.20 0.02 0.10	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.76 0.00 0.00	0.00 0.02 0.94	0.30 0.01 0.30	0.05 0.00 0.02	1.29	1.47	0.067 1.821	190
		20-30	7.6	0.27	0.18 0.01 0.09	0.22 0.02 0.11	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.76 0.00 0.00	0.00 0.02 0.95	0.32 0.01 0.32	0.02 0.00 0.01	1.29	1.25	0.068 1.839	180
	P2	0-10	7.6	0.24	0.18 0.01 0.09	0.18 0.01 0.09	0.25 0.01 0.25	0.01 0.00 0.01	0.62 0.00 0.00	0.00 0.02 0.99	0.16 0.00 0.16	0.01 0.00 0.00	1.16	1.09	0.056 1.593	167
		10-20 cm	7.9	0.26	0.16 0.01 0.08	0.16 0.01 0.08	0.45 0.02 0.45	0.01 0.00 0.01	0.78 0.00 0.00	0.00 0.02 1.00	0.20 0.01 0.20	0.04 0.00 0.02	1.24	1.40	0.064 1.838	187
		20-30	7.8	0.28	0.12 0.01 0.06	0.16 0.01 0.08	0.60 0.03 0.60	0.01 0.00 0.01	0.89 0.00 0.00	0.00 0.02 1.04	0.26 0.01 0.26	0.04 0.00 0.02	1.34	1.50	0.071 2.064	196
66	P1	0-10	7.5	0.24	0.16 0.01 0.08	0.30 0.02 0.15	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.76 0.00 0.00	0.00 0.01 0.86	0.22 0.01 0.22	0.07 0.00 0.03	1.15	1.40	0.068 1.649	173
		10-20 cm	7.4	0.19	0.16 0.01 0.08	0.22 0.02 0.11	0.05 0.00 0.05	0.01 0.00 0.01	0.44 0.00 0.00	0.00 0.01 0.60	0.18 0.01 0.18	0.13 0.00 0.07	0.91	1.32	0.046 1.093	138
		20-30	7.4	0.22	0.14 0.01 0.07	0.20 0.02 0.10	0.30 0.01 0.30	0.00 0.00 0.00	0.64 0.00 0.00	0.00 0.01 0.89	0.16 0.00 0.16	0.01 0.00 0.01	1.06	1.09	0.056 1.530	161
	P1	0-10	7.8	0.42	0.44 0.02 0.22	0.52 0.04 0.26	0.45 0.02 0.45	0.02 0.00 0.02	1.43 0.00 0.00	0.00 0.02 1.16	0.26 0.01 0.26	0.61 0.01 0.30	2.03	1.04	0.124 2.673	242
		10-20 cm	7.9	0.33	0.36 0.02 0.18	0.28 0.02 0.14	0.30 0.01 0.30	0.01 0.00 0.01	0.95 0.00 0.00	0.00 0.02 1.00	0.20 0.01 0.20	0.39 0.01 0.20	1.59	1.14	0.085 2.029	203
		20-30	7.7	0.32	0.26 0.01 0.13	0.34 0.03 0.17	0.30 0.01 0.30	0.01 0.00 0.01	0.91 0.00 0.00	0.00 0.02 1.00	0.26 0.01 0.26	0.27 0.01 0.14	1.53	1.50	0.084 2.009	199
68	P1	0-10	7.5	0.34	0.36 0.02 0.18	0.22 0.02 0.11	0.55 0.02 0.55	0.00 0.00 0.00	1.13 0.00 0.00	0.00 0.02 1.34	0.28 0.01 0.28	0.02 0.00 0.01	1.64	1.19	0.090 2.471	245
		10-20 cm	7.4	0.32	0.26 0.01 0.13	0.30 0.02 0.15	0.55 0.02 0.55	0.00 0.00 0.00	1.11 0.00 0.00	0.00 0.02 1.20	0.30 0.01 0.30	0.04 0.00 0.02	1.54	1.45	0.090 2.349	232
		20-30	7.6	0.33	0.26 0.01 0.13	0.26 0.02 0.13	0.55 0.02 0.55	0.00 0.00 0.00	1.07 0.00 0.00	0.00 0.02 1.24	0.32 0.01 0.32	0.03 0.00 0.02	1.59	1.25	0.088 2.386	238
	P1	0-10	7.4	0.32	0.26 0.01 0.13	0.30 0.02 0.15	0.35 0.02 0.35	0.01 0.00 0.01	0.92 0.00 0.00	0.00 0.01 0.82	0.26 0.01 0.26	0.46 0.01 0.23	1.54	1.40	0.083 1.951	168
		10-20 cm	7.4	0.28	0.26 0.01 0.13	0.22 0.02 0.11	0.25 0.01 0.25	0.01 0.00 0.01	0.74 0.00 0.00	0.00 0.01 0.90	0.22 0.01 0.22	0.23 0.00 0.11	1.35	1.30	0.068 1.734	176
		20-30	7.4	0.24	0.22 0.01 0.11	0.18 0.01 0.09	0.20 0.01 0.20	0.01 0.00 0.01	0.61 0.00 0.00	0.00 0.01 0.68	0.24 0.01 0.24	0.12 0.00 0.12	1.15	1.35	0.057 1.444	133
70	P1	0-10	7.2	0.23	0.18 0.01 0.09	0.20 0.02 0.10	0.10 0.00 0.10	0.01 0.00 0.01	0.49 0.00 0.00	0.00 0.01 0.58	0.16 0.00 0.16	0.37 0.01 0.18	1.11	1.30	0.052 1.222	132
		10-20 cm	7.1	0.20	0.14 0.01 0.07	0.22 0.02 0.11	0.15 0.01 0.15	0.00 0.00 0.00	0.51 0.00 0.00	0.00 0.01 0.62	0.18 0.01 0.18	0.16 0.00 0.08	0.96	1.35	0.050 1.213	119
		20-30	7.3	0.21	0.14 0.01 0.07	0.16 0.01 0.08	0.15 0.01 0.15	0.01 0.00 0.01	0.46 0.00 0.00	0.00 0.01 0.64	0.14 0.00 0.14	0.22 0.00 0.11	1.00	1.25	0.046 1.197	121

Continuación...Anexo 13.

No.	P	Prof	pH	CE dSm ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cat CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ anio	Error %	Σ mg Σ mmol	RSE	
					meq por 100 gs ¹				meq por 100 gs ¹								
71	P1	0-10	7.4	0.18	0.18	0.16	0.03	0.01	0.37	0.00	0.67	0.18	0.01	0.86	1.40	0.040	117
					0.01	0.01	0.00	0.00		0.00	0.01	0.01	0.00		0.040		
					0.09	0.08	0.03	0.01		0.00	0.67	0.18	0.01		1.059		
		10-20 cm	7.5	0.18	0.14	0.16	0.05	0.00	0.35	0.00	0.62	0.16	0.09	0.87	1.19	0.039	116
					0.01	0.01	0.00	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.039		
					0.07	0.08	0.05	0.00		0.00	0.62	0.16	0.04		1.026		
		20-30	7.4	0.17	0.14	0.08	0.05	0.00	0.27	0.00	0.60	0.16	0.05	0.81	1.45	0.031	112
					0.01	0.01	0.00	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.031		
					0.07	0.04	0.05	0.00		0.00	0.60	0.16	0.03		0.949		
72	P2	0-10	7.6	0.28	0.42	0.32	0.05	0.01	0.80	0.00	1.12	0.16	0.07	1.35	1.14	0.074	204
					0.02	0.03	0.00	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.074		
					0.21	0.16	0.05	0.01		0.00	1.12	0.16	0.03		1.746		
		10-20 cm	7.6	0.25	0.32	0.20	0.20	0.00	0.72	0.00	0.82	0.16	0.21	1.19	1.50	0.064	189
					0.02	0.02	0.01	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.064		
					0.16	0.10	0.20	0.00		0.00	0.82	0.16	0.11		1.548		
		20-30	7.6	0.26	0.28	0.16	0.35	0.00	0.79	0.00	1.06	0.16	0.03	1.25	1.09	0.065	185
					0.01	0.01	0.02	0.00		0.00	0.02	0.00	0.00		0.065		
					0.14	0.08	0.35	0.00		0.00	1.06	0.16	0.01		1.808		
media			7.6	0.36	0.31	0.27	0.78	0.01	1.37	0.04	0.97	0.32	0.38	1.72	1.32	0.06	267
					0.01	0.02	0.01	0.00		0.00	0.01	0.01	0.00		0.06		
					0.12	0.11	0.28	0.01		0.00	0.88	0.21	0.07		1.66		
moda			7.6	0.22	0.14	0.16	0.01	0.00	0.79	0.00	0.82	0.12	0.05	1.15	1.32	0.04	
					0.01	0.02	0.00	0.00		0.00	0.01	0.00			0.04		
					0.07	0.11	0.01	0.00		0.00	0.68	0.16			1.03		
mediana			7.6	0.25	0.20	0.24	0.30	0.01	0.77	0.00	0.91	0.16	0.09	1.19	1.32	0.06	189
					0.01	0.02	0.01	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00		0.06		
					0.11	0.11	0.20	0.01		0.00	0.86	0.17	0.03		1.49		
Devest			0.4	0.51	0.80	0.14	2.14	0.01	2.92	0.29	0.45	0.77	1.62	2.45	0.24	0.038	370
					0.00	0.01	0.02	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		0.038		
					0.05	0.04	0.37	0.00		0.00	0.25	0.09	0.08		0.892		
CV			4.7	207	399	57.8	713.2	170.7	379		49.3	481.9	1795.5	206	18		138
					40.4	36.3	136.0	72.4			28.9	45.1	118.5		477.550		
					40.4	36.3	136.0	72.4			28.9	45.1	118.5		477.550		

Anexo 14. Presión osmótica calculada por tres métodos para los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, pasta de saturación.

No.	CE dS m ⁻¹	°T °K	R J/gm°FK	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.025*x	PO ₂ = $\frac{n \times R \times T}{V}$	mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = $\frac{\text{mg L}^{-1} \times (0.334637)}{1000}$	
1	0-10	1.07	307.31	0.082057	64.0	1.60	1.61	753	1.85
	10-20 cm	1.05	307.31	0.082057	56.0	1.40	1.41	723	1.77
	20-30	1.28	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	874	2.14
2	0-10	4.71	307.31	0.082057	150	3.75	3.78	3037	7.45
	10-20 cm	4.32	307.31	0.082057	148	3.70	3.73	2777	6.81
	20-30	4.42	307.31	0.082057	146	3.65	3.68	2875	7.05
3	0-10	0.92	307.31	0.082057	54	1.35	1.36	660	1.62
	10-20 cm	0.79	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	579	1.42
	20-30	0.81	307.31	0.082057	56	1.40	1.41	566	1.39
4	0-10	1.47	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	980	2.40
	10-20 cm	1.51	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	1022	2.51
	20-30	1.74	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	1150	2.82
5	0-10	2.52	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	1639	4.02
	10-20 cm	2.19	307.31	0.082057	67	1.68	1.69	1447	3.55
	20-30	1.94	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	1287	3.16
6	0-10	1.03	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	788	1.93
	10-20 cm	1.05	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	799	1.96
	20-30	1.06	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	801	1.96
7	0-10	0.69	307.31	0.082057	52	1.30	1.31	512	1.26
	10-20 cm	0.70	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	502	1.23
	20-30	0.73	307.31	0.082057	54	1.35	1.36	514	1.26
8	0-10	3.86	307.31	0.082057	150	3.75	3.78	2716	6.66
	10-20 cm	3.94	307.31	0.082057	150	3.75	3.78	2722	6.68
	20-30	3.82	307.31	0.082057	153	3.83	3.86	2572	6.31
9	0-10	1.87	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	1391	3.41
	10-20 cm	2.50	307.31	0.082057	75	1.88	1.89	1842	4.52
	20-30	4.10	307.31	0.082057	148	3.70	3.73	2701	6.63
10	0-10	0.81	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	601	1.47
	10-20 cm	0.82	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	631	1.55
	20-30	0.97	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	748	1.84
11	0-10	1.00	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	738	1.81
	10-20 cm	0.78	307.31	0.082057	54	1.35	1.36	594	1.46
	20-30	0.72	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	546	1.34
12	0-10	0.75	307.31	0.082057	54	1.35	1.36	683	1.67
	10-20 cm	0.66	307.31	0.082057	57	1.43	1.44	505	1.24
	20-30	0.81	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	624	1.53
13	0-10	0.90	307.31	0.082057	56	1.40	1.41	670	1.64
	10-20 cm	0.73	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	545	1.34
	20-30	0.62	307.31	0.082057	56	1.40	1.41	460	1.13
14	0-10	1.10	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	783	1.92
	10-20 cm	1.24	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	887	2.18
	20-30	1.22	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	855	2.10
15	0-10	1.32	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	966	2.37
	10-20 cm	1.31	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	956	2.35
	20-30	1.34	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	984	2.41
16	0-10	1.40	307.31	0.082057	72	1.80	1.82	926	2.27
	10-20 cm	1.26	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	842	2.06
	20-30	1.22	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	817	2.00
17	0-10	1.35	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	920	2.26
	10-20 cm	1.20	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	866	2.12
	20-30	1.14	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	828	2.03
18	0-10	1.39	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	934	2.29
	10-20 cm	1.41	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	944	2.31
	20-30	1.39	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	939	2.30
19	0-10	1.43	307.31	0.082057	69	1.73	1.74	1003	2.46
	10-20 cm	1.22	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	849	2.08
	20-30	1.11	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	802	1.97
20	0-10	1.20	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	844	2.07
	10-20 cm	1.36	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	956	2.34
	20-30	1.34	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	937	2.30

Continuación...Anexo 14.

No.	CE	°T		R	mmol	PO ₁ =0.025*x	PO ₂ = $\frac{n \times R \times T}{v}$ mg L-1	analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ *(0.888/362)
		dS m-1	°K						
21	0-10	0.88	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	634	1.56
	10-20 cm	0.82	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	569	1.40
	20-30	0.71	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	496	1.22
22	0-10	0.86	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	611	1.50
	10-20 cm	0.86	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	615	1.51
	20-30	1.01	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	728	1.79
23	0-10	1.10	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	772	1.89
	10-20 cm	1.01	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	706	1.73
	20-30	0.99	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	695	1.70
24	0-10	0.78	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	578	1.42
	10-20 cm	0.86	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	630	1.54
	20-30	1.02	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	732	1.79
25	0-10	0.68	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	495	1.21
	10-20 cm	0.72	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	518	1.27
	20-30	0.81	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	585	1.44
26	0-10	0.65	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	500	1.23
	10-20 cm	0.71	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	535	1.31
	20-30	0.73	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	538	1.32
27	0-10	1.38	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	1109	2.72
	10-20 cm	1.35	307.31	0.082057	71	1.78	1.79	998	2.45
	20-30	1.75	307.31	0.082057	72	1.80	1.82	1247	3.06
28	0-10	0.87	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	655	1.61
	10-20 cm	0.74	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	544	1.34
	20-30	0.73	307.31	0.082057	56	1.40	1.41	527	1.29
29	0-10	0.84	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	614	1.51
	10-20 cm	0.90	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	608	1.49
	20-30	1.02	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	686	1.68
30	0-10	1.08	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	766	1.88
	10-20 cm	1.24	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	884	2.17
	20-30	1.18	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	843	2.07
31	0-10	1.30	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	933	2.29
	10-20 cm	0.97	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	705	1.73
	20-30	0.99	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	716	1.76
32	0-10	0.80	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	603	1.48
	10-20 cm	1.03	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	747	1.83
	20-30	1.21	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	799	1.96
33	0-10	0.82	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	644	1.58
	10-20 cm	0.73	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	541	1.33
	20-30	0.75	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	575	1.41
34	0-10	0.97	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	735	1.80
	10-20 cm	0.78	307.31	0.082057	58	1.45	1.46	572	1.40
	20-30	0.78	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	560	1.37
35	0-10	1.21	307.31	0.082057	65	1.63	1.64	870	2.13
	10-20 cm	1.69	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	1186	2.91
	20-30	1.04	307.31	0.082057	65	1.63	1.64	733	1.80
36	0-10	0.96	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	734	1.80
	10-20 cm	0.80	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	596	1.46
	20-30	0.76	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	558	1.37
37	0-10	0.73	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	628	1.54
	10-20 cm	0.72	307.31	0.082057	65	1.63	1.64	540	1.33
	20-30	0.91	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	681	1.67
38	0-10	0.94	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	722	1.77
	10-20 cm	1.12	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	834	2.04
	20-30	1.10	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	815	2.00
39	0-10	24.60	307.31	0.082057	553	13.83	13.94	14342	35.18
	10-20 cm	19.32	307.31	0.082057	334	8.35	8.42	11935	29.28
	20-30	14.03	307.31	0.082057	294	7.35	7.41	8832	21.67
40	0-10	1.19	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	866	2.12
	10-20 cm	0.83	307.31	0.082057	59	1.48	1.49	584	1.43
	20-30	0.89	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	651	1.60

Continuación...Anexo 14.

No.		CE dS m ⁻¹	°T °K	R J/gmol°K	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.025*x	PO ₂ = $\frac{n \times R \times T}{v}$	mg L-1 analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ *(0.888/362)
41	0-10	0.82	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	605	1.48
	10-20 cm	1.07	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	758	1.86
	20-30	0.89	307.31	0.082057	61	1.53	1.54	615	1.51
42	0-10	10.13	307.31	0.082057	200	5.00	5.04	5939	14.57
	10-20 cm	7.19	307.31	0.082057	164	4.10	4.14	4253	10.43
	20-30	5.35	307.31	0.082057	148	3.70	3.73	3183	7.81
43	0-10	0.87	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	647	1.59
	10-20 cm	0.80	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	588	1.44
	20-30	0.99	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	697	1.71
44	0-10	1.49	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	1074	2.63
	10-20 cm	1.33	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	950	2.33
	20-30	1.16	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	815	2.00
45	0-10	2.01	307.31	0.082057	71	1.78	1.79	1305	3.20
	10-20 cm	1.58	307.31	0.082057	67	1.68	1.69	1033	2.53
	20-30	1.34	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	909	2.23
46	0-10	6.01	307.31	0.082057	149	3.73	3.76	3765	9.24
	10-20 cm	5.23	307.31	0.082057	147	3.68	3.71	3174	7.79
	20-30	4.87	307.31	0.082057	145	3.63	3.66	2936	7.20
47	0-10	1.25	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	927	2.27
	10-20 cm	1.16	307.31	0.082057	65	1.63	1.64	855	2.10
	20-30	1.16	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	857	2.10
48	0-10	1.73	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	1176	2.89
	10-20 cm	1.23	307.31	0.082057	72	1.80	1.82	872	2.14
	20-30	1.68	307.31	0.082057	71	1.78	1.79	1152	2.83
49	0-10	0.68	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	504	1.24
	10-20 cm	0.72	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	543	1.33
	20-30	0.64	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	479	1.17
50	0-10	0.73	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	545	1.34
	10-20 cm	0.67	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	493	1.21
	20-30	2.08	307.31	0.082057	71	1.78	1.79	1389	3.41
51	0-10	2.20	307.31	0.082057	72	1.80	1.82	1478	3.63
	10-20 cm	1.68	307.31	0.082057	63	1.58	1.59	1179	2.89
	20-30	1.72	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	1150	2.82
52	0-10	1.08	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	851	2.09
	10-20 cm	0.79	307.31	0.082057	60	1.50	1.51	598	1.47
	20-30	0.79	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	584	1.43
53	0-10	2.03	307.31	0.082057	75	1.88	1.89	1363	3.34
	10-20 cm	2.28	307.31	0.082057	80	2.00	2.02	1505	3.69
	20-30	1.38	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	904	2.22
54	0-10	2.12	307.31	0.082057	78	1.95	1.97	1402	3.44
	10-20 cm	2.12	307.31	0.082057	75	1.88	1.89	1422	3.49
	20-30	1.93	307.31	0.082057	73	1.83	1.84	1282	3.15
55	0-10	1.00	307.31	0.082057	65	1.63	1.64	744	1.83
	10-20 cm	0.89	307.31	0.082057	62	1.55	1.56	654	1.61
	20-30	0.86	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	629	1.54
56	0-10	1.05	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	774	1.90
	10-20 cm	0.90	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	657	1.61
	20-30	0.85	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	626	1.53
57	0-10	0.97	307.31	0.082057	67	1.68	1.69	726	1.78
	10-20 cm	0.99	307.31	0.082057	64	1.60	1.61	725	1.78
	20-30	0.92	307.31	0.082057	67	1.68	1.69	672	1.65
58	0-10	1.08	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	706	1.73
	10-20 cm	1.06	307.31	0.082057	67	1.68	1.69	698	1.71
	20-30	1.23	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	815	2.00
59	0-10	1.03	307.31	0.082057	70	1.75	1.77	709	1.74
	10-20 cm	0.94	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	640	1.57
	20-30	0.91	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	614	1.51
60	0-10	1.17	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	766	1.88
	10-20 cm	1.05	307.31	0.082057	68	1.70	1.71	690	1.69
	20-30	1.03	307.31	0.082057	67	1.68	1.69	674	1.65

Continuación...Anexo 14.

No.	CE dS m ⁻¹	°T °K	R J/gmol°K	mmol Exp(x)	PO _i =0.025*x	$PO_2 = \frac{n \times R \times T}{v}$	mg L-1 analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ *(0.888/362)
61 0-10	0.90	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	665	1.63
10-20 cm	0.93	307.31	0.082057	68	1.7	1.71	690	1.69
20-30	0.93	307.31	0.082057	68	1.7	1.71	718	1.76
62 0-10	1.12	307.31	0.082057	68	1.7	1.71	838	2.06
10-20 cm	0.85	307.31	0.082057	65	1.625	1.64	627	1.54
20-30	1.05	307.31	0.082057	66	1.65	1.66	782	1.92
63 0-10	1.38	307.31	0.082057	75	1.875	1.89	896	2.20
10-20 cm	1.18	307.31	0.082057	69	1.725	1.74	763	1.87
20-30	1.16	307.31	0.082057	75	1.875	1.89	753	1.85
64 0-10	1.19	307.31	0.082057	72	1.8	1.82	758	1.86
10-20 cm	1.05	307.31	0.082057	68	1.7	1.71	679	1.67
20-30	1.01	307.31	0.082057	69	1.725	1.74	657	1.61
65 0-10	1.16	307.31	0.082057	71	1.775	1.79	858	2.11
10-20 cm	1.13	307.31	0.082057	71	1.775	1.79	777	1.91
20-30	1.33	307.31	0.082057	75	1.875	1.89	902	2.21
66 0-10	1.15	307.31	0.082057	82	2.05	2.07	758	1.86
10-20 cm	1.14	307.31	0.082057	78	1.95	1.97	844	2.07
20-30	1.17	307.31	0.082057	80	2	2.02	794	1.95
67 0-10	1.96	307.31	0.082057	84	2.1	2.12	1284	3.15
10-20 cm	1.54	307.31	0.082057	82	2.05	2.07	1013	2.48
20-30	1.39	307.31	0.082057	82	2.05	2.07	921	2.26
68 0-10	1.66	307.31	0.082057	91	2.275	2.29	1072	2.63
10-20 cm	1.47	307.31	0.082057	81	2.025	2.04	993	2.44
20-30	1.44	307.31	0.082057	82	2.05	2.07	945	2.32
69 0-10	1.24	307.31	0.082057	87	2.175	2.19	861	2.11
10-20 cm	1.18	307.31	0.082057	84	2.1	2.12	829	2.03
20-30	1.13	307.31	0.082057	82	2.05	2.07	794	1.95
70 0-10	0.97	307.31	0.082057	78	1.95	1.97	695	1.70
10-20 cm	1.05	307.31	0.082057	78	1.95	1.97	759	1.86
20-30	1.11	307.31	0.082057	79	1.975	1.99	796	1.95
71 0-10	0.96	307.31	0.082057	77	1.925	1.94	627	1.54
10-20 cm	0.96	307.31	0.082057	80	2	2.02	642	1.57
20-30	0.96	307.31	0.082057	83	2.075	2.09	629	1.54
72 0-10	1.05	307.31	0.082057	75	1.875	1.89	700	1.72
10-20 cm	0.98	307.31	0.082057	76	1.9	1.92	662	1.62
20-30	1.06	307.31	0.082057	80	2	2.02	713	1.75
media					1.89	1.91		2.69
mediana					1.65	1.66		1.09
moda					1.65	1.66		
devest					1.15	1.16		3.57

Anexo 15. Presión osmótica calculada por tres métodos para los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, relación 1:5 (suelo-agua).

No.		CE dS m ⁻¹	^o T °K	R J/gmol°K	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.024*x	$PO_2 = \frac{n \times R \times T}{v}$	mg L-1 analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ *(0.888/334)
1	0-10	0.40	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	305	0.77
	10-20 cm	0.38	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	287	0.72
	20-30	0.39	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	288	0.73
2	0-10	1.28	307.31	0.082057	39.0	0.94	0.98	932	2.35
	10-20 cm	1.34	307.31	0.082057	40.0	0.96	1.01	946	2.38
	20-30	1.79	307.31	0.082057	45.0	1.08	1.13	1287	3.24
3	0-10	0.32	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	236	0.59
	10-20 cm	0.29	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	214	0.54
	20-30	0.32	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	243	0.61
4	0-10	0.40	307.31	0.082057	38.0	0.91	0.96	287	0.72
	10-20 cm	0.42	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	292	0.73
	20-30	0.47	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	330	0.83
5	0-10	0.53	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	350	0.88
	10-20 cm	0.48	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	318	0.80
	20-30	0.43	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	280	0.70
6	0-10	0.29	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	212	0.54
	10-20 cm	0.31	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	228	0.57
	20-30	0.35	307.31	0.082057	39.0	0.94	0.98	262	0.66
7	0-10	0.18	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	121	0.31
	10-20 cm	0.19	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	131	0.33
	20-30	0.20	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	136	0.34
8	0-10	1.17	307.31	0.082057	42.0	1.01	1.06	779	1.96
	10-20 cm	1.29	307.31	0.082057	46.0	1.10	1.16	795	2.00
	20-30	1.27	307.31	0.082057	42.0	1.01	1.06	827	2.08
9	0-10	0.37	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	283	0.71
	10-20 cm	0.53	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	389	0.98
	20-30	0.73	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	503	1.27
10	0-10	0.23	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	168	0.42
	10-20 cm	0.27	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	203	0.51
	20-30	0.28	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	212	0.53
11	0-10	0.27	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	190	0.48
	10-20 cm	0.23	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	168	0.42
	20-30	0.22	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	156	0.39
12	0-10	0.16	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	106	0.27
	10-20 cm	0.17	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	112	0.28
	20-30	0.21	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	145	0.36
13	0-10	0.20	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	155	0.39
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	164	0.41
	20-30	0.15	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	106	0.27
14	0-10	0.28	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	204	0.51
	10-20 cm	0.30	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	225	0.57
	20-30	0.30	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	223	0.56
15	0-10	0.27	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	192	0.48
	10-20 cm	0.26	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	191	0.48
	20-30	0.26	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	194	0.49
16	0-10	0.28	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	202	0.51
	10-20 cm	0.31	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	215	0.54
	20-30	0.29	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	205	0.52
17	0-10	0.24	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	171	0.43
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	168	0.42
	20-30	0.24	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	172	0.43
18	0-10	0.28	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	192	0.48
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	155	0.39
	20-30	0.31	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	205	0.52
19	0-10	0.38	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	275	0.69
	10-20 cm	0.30	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	203	0.51
	20-30	0.30	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	205	0.52
20	0-10	0.24	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	159	0.40
	10-20 cm	0.28	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	190	0.48
	20-30	0.29	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	195	0.49

Continuación...Anexo 15.

No.		CE dS m ⁻¹	T °K	R J/gmol°K	mmol Exp(x)	PO ₁ -0.024*x	$PO_2 = \frac{n \times R \times T}{12}$	mg L ⁻¹ analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ * $(\frac{0.888 \times 32.0}{12}) = \frac{n \times R \times T}{12}$
21	0-10	0.23	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	156	0.39
	10-20 cm	0.20	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	130	0.33
	20-30	0.19	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	122	0.31
22	0-10	0.22	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	143	0.36
	10-20 cm	0.19	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	132	0.33
	20-30	0.22	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	153	0.39
23	0-10	0.29	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	201	0.51
	10-20 cm	0.25	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	172	0.43
	20-30	0.24	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	167	0.42
24	0-10	0.22	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	147	0.37
	10-20 cm	0.23	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	159	0.40
	20-30	0.24	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	171	0.43
25	0-10	0.16	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	102	0.26
	10-20 cm	0.16	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	104	0.26
	20-30	0.18	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	123	0.31
26	0-10	0.15	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	98	0.25
	10-20 cm	0.16	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	100	0.25
	20-30	0.15	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	95	0.24
27	0-10	0.24	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	167	0.42
	10-20 cm	0.23	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	155	0.39
	20-30	0.32	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	225	0.57
28	0-10	0.22	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	159	0.40
	10-20 cm	0.17	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	120	0.30
	20-30	0.16	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	113	0.28
29	0-10	0.20	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	139	0.35
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	167	0.42
	20-30	0.26	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	175	0.44
30	0-10	0.25	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	165	0.42
	10-20 cm	0.28	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	182	0.46
	20-30	0.26	307.31	0.082057	30.0	0.72	0.76	173	0.44
31	0-10	0.24	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	163	0.41
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	31.0	0.74	0.78	167	0.42
	20-30	0.24	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	166	0.42
32	0-10	0.27	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	194	0.49
	10-20 cm	0.33	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	245	0.62
	20-30	0.35	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	258	0.65
33	0-10	0.17	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	120	0.30
	10-20 cm	0.14	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	89	0.23
	20-30	0.16	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	100	0.25
34	0-10	0.19	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	130	0.33
	10-20 cm	0.17	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	114	0.29
	20-30	0.17	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	112	0.28
35	0-10	0.23	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	160	0.40
	10-20 cm	0.22	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	152	0.38
	20-30	0.23	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	154	0.39
36	0-10	0.23	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	163	0.41
	10-20 cm	0.19	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	130	0.33
	20-30	0.17	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	121	0.31
37	0-10	0.16	307.31	0.082057	32.0	0.77	0.81	112	0.28
	10-20 cm	0.16	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	105	0.26
	20-30	0.19	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	130	0.33
38	0-10	0.19	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	125	0.31
	10-20 cm	0.25	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	178	0.45
	20-30	0.23	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	163	0.41
39	0-10	6.15	307.31	0.082057	80.0	1.92	2.02	4264	10.74
	10-20 cm	3.31	307.31	0.082057	52.0	1.25	1.31	2257	5.68
	20-30	1.85	307.31	0.082057	42.0	1.01	1.06	1236	3.11
40	0-10	0.25	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	180	0.45
	10-20 cm	0.19	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	128	0.32
	20-30	0.19	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	128	0.32

Continuación...Anexo 15.

No.		CE dS m ⁻¹	°T °K	R J/gmol°K	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.024*x	$PO_2 = \frac{n \times R \times T}{V}$	mg L-1 analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ *(0.888/334)
41	0-10	0.22	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	157	0.39
	10-20 cm	0.25	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	179	0.45
	20-30	0.24	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	162	0.41
42	0-10	1.34	307.31	0.082057	41.0	0.98	1.03	816	2.06
	10-20 cm	0.88	307.31	0.082057	38.0	0.91	0.96	530	1.34
	20-30	0.69	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	415	1.04
43	0-10	0.22	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	148	0.37
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	164	0.41
	20-30	0.25	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	162	0.41
44	0-10	0.33	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	226	0.57
	10-20 cm	0.29	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	195	0.49
	20-30	0.26	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	182	0.46
45	0-10	0.41	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	281	0.71
	10-20 cm	0.34	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	225	0.57
	20-30	0.33	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	229	0.58
46	0-10	0.96	307.31	0.082057	39.0	0.94	0.98	657	1.65
	10-20 cm	0.80	307.31	0.082057	40.0	0.96	1.01	503	1.27
	20-30	0.95	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	605	1.52
47	0-10	0.26	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	177	0.45
	10-20 cm	0.26	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	181	0.46
	20-30	0.26	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	183	0.46
48	0-10	0.32	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	202	0.51
	10-20 cm	0.28	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	180	0.45
	20-30	0.36	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	236	0.59
49	0-10	0.18	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	120	0.30
	10-20 cm	0.18	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	120	0.30
	20-30	0.17	307.31	0.082057	39.0	0.94	0.98	115	0.29
50	0-10	0.15	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	95	0.24
	10-20 cm	0.14	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	86	0.22
	20-30	0.14	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	81	0.21
51	0-10	0.33	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	214	0.54
	10-20 cm	0.32	307.31	0.082057	33.0	0.79	0.83	203	0.51
	20-30	0.26	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	164	0.41
52	0-10	0.23	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	152	0.38
	10-20 cm	0.17	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	105	0.26
	20-30	0.18	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	125	0.32
53	0-10	0.30	307.31	0.082057	38.0	0.91	0.96	214	0.54
	10-20 cm	0.47	307.31	0.082057	38.0	0.91	0.96	344	0.87
	20-30	0.48	307.31	0.082057	38.0	0.91	0.96	340	0.86
54	0-10	0.42	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	289	0.73
	10-20 cm	0.47	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	316	0.79
	20-30	0.43	307.31	0.082057	39.0	0.94	0.98	305	0.77
55	0-10	0.22	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	155	0.39
	10-20 cm	0.20	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	136	0.34
	20-30	0.18	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	120	0.30
56	0-10	0.27	307.31	0.082057	35.0	0.84	0.88	181	0.45
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	151	0.38
	20-30	0.23	307.31	0.082057	38.0	0.91	0.96	146	0.37
57	0-10	0.20	307.31	0.082057	39.0	0.94	0.98	128	0.32
	10-20 cm	0.21	307.31	0.082057	34.0	0.82	0.86	137	0.34
	20-30	0.20	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	128	0.32
58	0-10	0.23	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	154	0.39
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	154	0.39
	20-30	0.26	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	167	0.42
59	0-10	0.28	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	189	0.48
	10-20 cm	0.26	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	174	0.44
	20-30	0.26	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	171	0.43
60	0-10	0.24	307.31	0.082057	37.0	0.89	0.93	151	0.38
	10-20 cm	0.25	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	157	0.40
	20-30	0.23	307.31	0.082057	36.0	0.86	0.91	140	0.35

Continuación...Anexo 15.

No.	CE dS m ⁻¹	°T °K	R J/gmol°K	mmol Exp(x)	PO ₁ =0.024 ⁸ x	PO ₂ = $\frac{n \times R \times T}{V}$	mg L-1 analíticos	PO ₃ = mgL ⁻¹ *(0.888/334)	
61	0-10	0.16	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	101	0.26
	10-20 cm	0.17	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	103	0.26
	20-30	0.17	307.31	0.082057	35	0.84	0.88	98	0.25
62	0-10	0.24	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	156	0.39
	10-20 cm	0.24	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	154	0.39
	20-30	0.20	307.31	0.082057	49	1.18	1.24	123	0.31
63	0-10	0.23	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	149	0.38
	10-20 cm	0.25	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	161	0.41
	20-30	0.24	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	154	0.39
64	0-10	0.33	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	218	0.55
	10-20 cm	0.27	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	174	0.44
	20-30	0.27	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	174	0.44
65	0-10	0.24	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	162	0.41
	10-20 cm	0.26	307.31	0.082057	35	0.84	0.88	175	0.44
	20-30	0.28	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	188	0.47
66	0-10	0.24	307.31	0.082057	29	0.70	0.73	157	0.40
	10-20 cm	0.19	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	117	0.29
	20-30	0.22	307.31	0.082057	39	0.94	0.98	148	0.37
67	0-10	0.42	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	281	0.71
	10-20 cm	0.33	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	217	0.55
	20-30	0.32	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	207	0.52
68	0-10	0.34	307.31	0.082057	39	0.94	0.98	231	0.58
	10-20 cm	0.32	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	214	0.54
	20-30	0.33	307.31	0.082057	39	0.94	0.98	219	0.55
69	0-10	0.32	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	204	0.51
	10-20 cm	0.28	307.31	0.082057	39	0.94	0.98	181	0.46
	20-30	0.24	307.31	0.082057	39	0.94	0.98	150	0.38
70	0-10	0.23	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	139	0.35
	10-20 cm	0.20	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	124	0.31
	20-30	0.21	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	129	0.33
71	0-10	0.18	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	112	0.28
	10-20 cm	0.18	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	108	0.27
	20-30	0.17	307.31	0.082057	36	0.86	0.91	100	0.25
72	0-10	0.28	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	189	0.47
	10-20 cm	0.25	307.31	0.082057	37	0.89	0.93	160	0.40
	20-30	0.26	307.31	0.082057	38	0.91	0.96	177	0.44
media						0.85	0.90		0.61
mediana						0.84	0.88		0.42
moda						0.84	0.88		
devest						0.10	0.10		0.89

Anexo 16. Valores de las distintas formulaciones del RAS y PSI, de los extractos de pasta de saturación de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán.

No. Parc	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI°	
		RAS	pHc	RAS aj	Ca°	RAS°				%
meq L ⁻¹										
1	P1	0-10	3.98	7.83	6.25	0.45	1.86	5.63	8.57	2.72
		10-20 cm	4.80	8.31	5.23	0.45	1.94	6.72	7.28	2.82
		20-30	4.60	8.31	5.01	0.57	1.75	6.45	6.99	2.56
2	P2	0-10	15.08	7.74	25.03	0.53	3.89	18.44	27.29	5.52
		10-20 cm	14.01	7.80	22.41	0.53	3.85	17.36	25.16	5.46
		20-30	19.04	7.66	33.13	0.53	4.81	22.21	33.20	6.73
3	P3	0-10	1.55	8.16	1.93	0.71	0.94	2.28	2.81	1.39
		10-20 cm	2.06	8.18	2.52	0.55	1.07	3.00	3.64	1.59
		20-30	3.00	8.29	3.33	0.45	1.34	4.31	4.76	1.97
4	P1	0-10	3.25	8.16	4.03	0.59	1.53	4.65	5.70	2.24
		10-20 cm	3.55	8.25	4.08	0.59	1.49	5.05	5.77	2.19
		20-30	4.74	8.16	5.88	0.47	1.88	6.64	8.11	2.74
5	P1	0-10	3.74	8.01	5.20	0.88	1.60	5.31	7.24	2.35
		10-20 cm	3.47	7.99	4.89	0.82	1.50	4.94	6.83	2.20
		20-30	3.64	8.31	3.96	0.76	1.45	5.17	5.61	2.13
6	P2	0-10	2.37	8.29	2.63	0.45	1.16	3.44	3.80	1.72
		10-20 cm	3.00	8.38	3.06	0.45	1.36	4.31	4.39	2.00
		20-30	3.94	8.38	4.02	0.45	1.65	5.59	5.69	2.41
7	P1	0-10	1.10	8.72	0.74	0.55	0.56	1.62	1.11	0.83
		10-20 cm	1.33	8.64	1.01	0.55	0.73	1.96	1.50	1.08
		20-30	1.23	8.51	1.10	0.55	0.71	1.82	1.62	1.06
8	P2	0-10	1.00	7.84	1.56	0.33	4.48	1.48	2.29	6.30
		10-20 cm	1.00	7.90	1.50	0.53	4.48	1.48	2.20	6.29
		20-30	1.00	7.83	1.57	0.51	4.62	1.48	2.30	6.48
9	P3	0-10	4.50	8.14	5.67	0.30	1.92	6.32	7.84	2.80
		10-20 cm	5.92	8.07	7.87	0.32	2.47	8.15	10.56	3.57
		20-30	9.50	8.13	12.07	0.33	2.93	12.47	15.32	4.22
10	P1	0-10	1.13	8.14	1.43	0.69	0.66	1.67	2.09	0.98
		10-20 cm	1.80	8.14	2.27	0.71	1.00	2.63	3.29	1.48
		20-30	2.26	8.23	2.65	0.71	1.14	3.28	3.82	1.68
11	P2	0-10	1.34	8.14	1.68	0.82	0.76	1.97	2.46	1.13
		10-20 cm	1.66	8.23	1.94	0.80	0.89	2.43	2.83	1.31
		20-30	1.83	8.29	2.04	0.74	0.91	2.68	2.96	1.35
12	P1	0-10	0.13	8.57	0.11	1.17	0.09	0.20	0.16	0.13
		10-20 cm	0.14	8.42	0.14	0.80	0.09	0.21	0.20	0.13
		20-30	1.20	8.64	0.91	0.55	0.61	1.77	1.35	0.91
13	P1	0-10	1.21	8.47	1.13	1.21	0.87	1.79	1.67	1.29
		10-20 cm	0.48	8.45	0.45	0.87	0.31	0.71	0.68	0.47
		20-30	0.42	8.45	0.40	0.96	0.27	0.63	0.60	0.41
14	P1	0-10	1.11	8.14	1.40	0.71	0.68	1.63	2.05	1.02
		10-20 cm	2.22	8.16	2.75	0.57	1.21	3.22	3.96	1.78
		20-30	2.22	8.16	2.75	0.57	1.21	3.22	3.96	1.78
15	P2	0-10	1.39	8.14	1.75	0.74	0.77	2.04	2.55	1.14
		10-20 cm	1.80	8.14	2.27	0.59	1.04	2.63	3.29	1.53
		20-30	1.98	8.14	2.49	0.59	1.11	2.88	3.61	1.64
16	P1	0-10	2.17	8.29	2.41	0.47	1.02	3.15	3.48	1.51
		10-20 cm	2.27	8.29	2.52	0.57	1.04	3.29	3.64	1.53
		20-30	2.10	8.29	2.33	0.47	1.01	3.05	3.38	1.49
17	P1	0-10	0.82	8.14	1.03	0.74	0.48	1.21	1.52	0.72
		10-20 cm	0.87	8.14	1.09	0.71	0.48	1.28	1.61	0.72
		20-30	0.95	8.14	1.20	0.71	0.56	1.41	1.77	0.84

Continuación...Anexo 16.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI ^o
			RAS	pHc	RAS aj	Ca ^o	RAS ^o	%		
meq L ⁻¹										
18	P1	0-10	1.47	8.18	1.80	0.74	0.75	2.16	2.63	1.12
		10-20 cm	1.00	8.57	0.83	0.74	0.48	1.48	1.23	0.72
		20-30	2.00	8.29	2.22	0.59	0.89	2.91	3.22	1.31
19	P1	0-10	1.91	8.16	2.37	0.86	1.05	2.79	3.43	1.56
		10-20 cm	1.27	8.14	1.60	0.71	0.66	1.87	2.35	0.99
		20-30	1.41	8.14	1.78	0.57	0.75	2.08	2.60	1.12
20	P1	0-10	0.50	8.45	0.48	1.00	0.31	0.74	0.71	0.46
		10-20 cm	1.16	8.14	1.46	0.86	0.67	1.71	2.15	0.99
		20-30	1.59	8.18	1.94	0.86	0.81	2.33	2.82	1.19
21	P1	0-10	0.97	7.57	1.78	0.71	0.49	1.44	2.60	0.73
		10-20 cm	0.91	8.64	0.69	0.76	0.43	1.35	1.03	0.64
		20-30	0.78	8.72	0.53	0.74	0.35	1.16	0.79	0.52
22	P1	0-10	0.01	8.11	0.02	0.90	0.01	0.02	0.03	0.01
		10-20 cm	0.01	8.42	0.01	1.12	0.01	0.02	0.02	0.01
		20-30	0.01	8.11	0.02	1.12	0.01	0.02	0.02	0.01
23	P1	0-10	0.46	8.14	0.58	1.00	0.29	0.68	0.86	0.43
		10-20 cm	0.51	8.14	0.64	1.00	0.30	0.76	0.95	0.45
		20-30	0.85	8.14	1.07	1.00	0.46	1.26	1.58	0.69
24	P1	0-10	0.14	8.42	0.14	0.96	0.08	0.21	0.20	0.12
		10-20 cm	0.58	8.11	0.74	1.00	0.31	0.86	1.10	0.47
		20-30	1.03	8.14	1.30	0.82	0.55	1.52	1.91	0.82
25	P2	0-10	0.18	8.63	0.14	0.87	0.09	0.26	0.20	0.14
		10-20 cm	0.55	8.64	0.42	0.74	0.28	0.81	0.62	0.42
		20-30	1.10	8.64	0.83	0.71	0.54	1.62	1.23	0.80
26	P3	0-10	0.02	8.56	0.01	0.87	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.02	8.71	0.01	0.69	0.01	0.03	0.02	0.01
		20-30	0.02	8.63	0.01	0.74	0.01	0.03	0.02	0.01
27	P1	0-10	0.55	8.11	0.72	0.79	0.32	0.83	1.06	0.47
		10-20 cm	1.39	8.51	1.24	0.94	0.71	2.04	1.82	1.05
		20-30	2.31	8.23	2.71	0.61	1.09	3.36	3.90	1.61
28	P1	0-10	0.01	8.11	0.01	1.43	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.01	8.42	0.01	1.17	0.01	0.02	0.02	0.01
		20-30	0.01	8.42	0.01	1.26	0.01	0.02	0.02	0.01
29	P1	0-10	0.63	8.20	0.76	0.76	0.34	0.94	1.13	0.51
		10-20 cm	1.50	8.26	1.71	0.57	0.74	2.20	2.50	1.10
		20-30	1.83	8.33	1.95	0.57	0.80	2.67	2.85	1.18
30	P2	0-10	0.00	8.11	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-20 cm	0.11	8.11	0.15	1.21	0.07	0.17	0.22	0.11
		20-30	0.52	8.11	0.67	1.00	0.30	0.77	0.99	0.45
31	P3	0-10	0.62	8.20	0.74	0.86	0.31	0.92	1.10	0.47
		10-20 cm	1.41	8.33	1.51	0.57	0.66	2.08	2.22	0.98
		20-30	1.59	8.33	1.70	0.57	0.74	2.33	2.49	1.10
32	P1	0-10	1.01	8.15	1.26	0.82	0.53	1.49	1.86	0.79
		10-20 cm	2.50	8.36	2.60	0.57	1.08	3.61	3.75	1.60
		20-30	2.85	8.23	3.33	0.57	1.27	4.09	4.76	1.87
33	P1	0-10	0.00	8.42	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-20 cm	0.00	8.60	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00
		20-30	0.00	8.57	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00
34	P2	0-10	0.00	8.57	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-20 cm	0.00	8.51	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00
		20-30	0.00	8.51	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00

Continuación...Anexo 16.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI*
			RAS	pHc	Ca°	RAS°	%			
			meq L ⁻¹							
35	P1	0-10	1.33	8.26	1.52	0.76	0.65	1.96	2.23	0.96
		10-20 cm	1.17	8.26	1.33	0.74	0.58	1.72	1.96	0.86
		20-30	1.00	8.57	0.83	0.71	0.49	1.48	1.23	0.73
36	P1	0-10	0.06	8.11	0.08	1.00	0.04	0.09	0.12	0.06
		10-20 cm	0.07	8.42	0.07	1.00	0.04	0.11	0.10	0.06
		20-30	0.06	8.42	0.06	1.00	0.04	0.10	0.09	0.06
37	P1	0-10	0.07	8.42	0.07	1.17	0.04	0.10	0.10	0.06
		10-20 cm	0.02	8.51	0.01	1.09	0.01	0.02	0.02	0.01
		20-30	0.42	8.42	0.41	1.00	0.25	0.62	0.61	0.37
38	P1	0-10	0.00	8.63	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-20 cm	0.63	8.20	0.76	0.82	0.31	0.94	1.13	0.47
		20-30	0.46	8.20	0.56	1.00	0.24	0.69	0.83	0.35
39	P1	0-10	13.97	7.55	25.85	19.94	7.67	17.33	27.94	10.31
		10-20 cm	11.66	7.76	19.13	9.58	5.56	14.89	22.30	7.69
		20-30	17.16	8.62	13.39	2.07	5.06	20.47	16.72	7.05
40	P2	0-10	0.13	8.11	0.16	1.00	0.08	0.19	0.24	0.11
		10-20 cm	0.14	8.42	0.14	1.12	0.08	0.22	0.21	0.12
		20-30	0.16	8.51	0.14	0.71	0.09	0.24	0.21	0.13
41	P1	0-10	0.28	8.11	0.36	0.90	0.16	0.41	0.53	0.24
		10-20 cm	1.30	8.26	1.48	0.57	0.65	1.91	2.17	0.96
		20-30	1.37	8.33	1.47	0.57	0.66	2.02	2.15	0.98
42	P1	0-10	4.05	7.96	5.84	4.30	2.09	5.73	8.05	3.05
		10-20 cm	2.34	8.04	3.18	3.28	1.27	3.39	4.55	1.87
		20-30	1.73	8.19	2.09	2.59	0.92	2.53	3.04	1.36
43	P1	0-10	0.01	8.11	0.02	0.90	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.01	8.11	0.02	0.90	0.01	0.02	0.02	0.01
		20-30	0.14	8.11	0.18	0.90	0.08	0.21	0.27	0.12
44	P1	0-10	1.18	8.15	1.47	0.79	0.56	1.74	2.16	0.84
		10-20 cm	1.33	8.33	1.43	0.74	0.60	1.96	2.10	0.89
		20-30	1.02	8.14	1.28	0.90	0.61	1.50	1.88	0.90
45	P1	0-10	2.15	8.16	2.67	0.88	1.15	3.13	3.85	1.69
		10-20 cm	0.99	8.14	1.25	1.04	0.61	1.47	1.84	0.90
		20-30	0.64	8.14	0.81	1.17	0.40	0.95	1.19	0.60
46	P1	0-10	5.56	7.63	9.83	0.88	2.41	7.69	12.85	3.50
		10-20 cm	3.02	7.91	4.51	1.63	1.60	4.34	6.33	2.35
		20-30	2.85	7.63	5.05	1.86	1.77	4.11	7.04	2.59
47	P1	0-10	0.59	8.15	0.74	0.90	0.30	0.88	1.09	0.45
		10-20 cm	0.69	8.11	0.89	0.82	0.38	1.03	1.32	0.57
		20-30	0.55	8.11	0.72	1.00	0.30	0.83	1.06	0.45
48	P1	0-10	0.23	8.42	0.22	1.65	0.13	0.34	0.33	0.19
		10-20 cm	0.42	8.11	0.55	0.94	0.22	0.63	0.81	0.33
		20-30	3.10	8.36	3.23	0.74	1.16	4.45	4.62	1.71
49	P1	0-10	0.01	8.42	0.01	1.26	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.01	8.42	0.01	1.17	0.01	0.02	0.02	0.01
		20-30	0.01	8.42	0.01	1.09	0.01	0.02	0.02	0.01
50	P1	0-10	0.02	8.51	0.01	1.09	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.02	8.63	0.01	0.87	0.01	0.03	0.02	0.01
		20-30	0.03	8.92	0.01	0.88	0.01	0.04	0.02	0.01
51	P1	0-10	0.00	8.42	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		10-20 cm	0.00	8.45	0.00	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00
		20-30	0.00	8.42	0.00	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00

Continuación...Anexo 16.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI*
			RAS	pHc	Ca°	RAS°	%			
			meq L ⁻¹							
52	P1	0-10	0.14	8.11	0.18	1.00	0.08	0.21	0.27	0.12
		10-20 cm	0.00	8.63	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00
		20-30	1.03	8.62	0.80	0.71	0.54	1.52	1.19	0.80
53	P1	0-10	2.74	8.36	2.85	0.48	1.14	3.95	4.10	1.69
		10-20 cm	5.35	8.16	6.64	0.48	2.06	7.43	9.06	3.00
		20-30	6.43	8.29	7.13	0.47	2.11	8.79	9.66	3.07
54	P2	0-10	3.61	8.20	4.33	0.59	1.63	5.13	6.10	2.38
		10-20 cm	4.77	8.38	4.87	0.59	1.67	6.68	6.81	2.45
		20-30	3.61	8.16	4.47	0.76	1.71	5.13	6.29	2.50
55	P1	0-10	0.01	8.11	0.02	1.12	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.01	8.11	0.02	1.12	0.01	0.02	0.03	0.01
		20-30	0.01	8.45	0.01	1.21	0.01	0.02	0.02	0.01
56	P2	0-10	0.12	8.11	0.15	1.12	0.07	0.18	0.23	0.11
		10-20 cm	0.14	8.15	0.18	1.00	0.08	0.22	0.27	0.12
		20-30	0.14	8.15	0.18	0.90	0.08	0.22	0.27	0.12
57	P1	0-10	0.02	8.51	0.01	1.00	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.15	8.15	0.19	0.90	0.08	0.23	0.28	0.12
		20-30	0.16	8.57	0.13	0.90	0.08	0.24	0.20	0.13
58	P2	0-10	0.59	8.15	0.74	0.90	0.32	0.88	1.09	0.47
		10-20 cm	0.67	8.26	0.76	0.82	0.32	0.99	1.13	0.47
		20-30	0.90	8.20	1.09	0.76	0.47	1.34	1.60	0.69
59	P1	0-10	1.20	8.33	1.28	0.76	0.53	1.77	1.89	0.79
		10-20 cm	1.32	8.41	1.31	0.71	0.55	1.95	1.93	0.81
		20-30	1.32	8.41	1.31	0.56	0.56	1.95	1.93	0.83
60	P1	0-10	0.86	8.33	0.92	0.82	0.40	1.27	1.36	0.59
		10-20 cm	1.28	8.33	1.37	0.57	0.57	1.88	2.01	0.84
		20-30	1.10	8.64	0.83	0.76	0.49	1.62	1.23	0.73
61	P2	0-10	0.02	8.51	0.01	1.12	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.02	8.63	0.01	0.90	0.01	0.03	0.02	0.01
		20-30	0.02	8.67	0.01	1.00	0.01	0.03	0.02	0.01
62	P1	0-10	0.01	8.11	0.02	0.90	0.01	0.02	0.02	0.01
		10-20 cm	0.01	8.11	0.02	1.00	0.01	0.02	0.02	0.01
		20-30	0.15	8.51	0.14	0.90	0.08	0.23	0.21	0.12
63	P1	0-10	0.59	8.15	0.74	1.04	0.31	0.88	1.09	0.46
		10-20 cm	0.97	8.26	1.11	0.71	0.48	1.44	1.64	0.71
		20-30	0.81	8.26	0.92	0.71	0.40	1.20	1.37	0.60
64	P1	0-10	1.03	8.14	1.30	0.82	0.56	1.53	1.91	0.84
		10-20 cm	1.11	8.20	1.33	0.76	0.54	1.63	1.95	0.80
		20-30	1.11	8.20	1.33	0.71	0.54	1.63	1.95	0.80
65	P2	0-10	0.83	8.26	0.95	0.71	0.40	1.23	1.40	0.60
		10-20 cm	1.59	8.33	1.70	0.57	0.72	2.33	2.49	1.07
		20-30	2.27	8.41	2.25	0.47	0.94	3.29	3.26	1.40
66	P1	0-10	0.88	8.15	1.11	0.71	0.48	1.31	1.63	0.72
		10-20 cm	0.16	8.57	0.13	0.90	0.08	0.24	0.20	0.13
		20-30	1.03	8.33	1.10	0.57	0.51	1.52	1.62	0.76
67	P1	0-10	0.92	8.16	1.14	1.21	0.55	1.36	1.68	0.82
		10-20 cm	0.75	8.14	0.95	1.04	0.41	1.11	1.40	0.61
		20-30	0.77	8.14	0.98	0.86	0.42	1.15	1.44	0.63
68	P1	0-10	1.44	8.14	1.82	0.86	0.76	2.12	2.66	1.12
		10-20 cm	1.47	8.14	1.85	0.79	0.78	2.16	2.70	1.16
		20-30	1.53	8.14	1.92	0.79	0.77	2.24	2.80	1.15

Continuación...Anexo 16.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI*
			RAS	pHc	Ca°	RAS°	%			
			meq L ⁻¹							
69	P1	0-10	0.94	8.14	1.18	1.00	0.49	1.38	1.74	0.72
		10-20 cm	0.72	8.15	0.90	0.90	0.37	1.07	1.34	0.55
		20-30	0.63	8.51	0.56	1.00	0.31	0.94	0.84	0.46
70	P1	0-10	0.32	8.57	0.27	1.00	0.16	0.48	0.40	0.23
		10-20 cm	0.50	8.57	0.42	0.76	0.26	0.74	0.62	0.38
		20-30	0.55	8.64	0.42	0.76	0.25	0.81	0.62	0.38
71	P1	0-10	0.09	8.64	0.07	0.90	0.04	0.13	0.10	0.06
		10-20 cm	0.18	8.64	0.14	0.76	0.09	0.27	0.21	0.13
		20-30	0.21	8.80	0.13	0.76	0.09	0.32	0.19	0.14
72	P2	0-10	0.12	8.11	0.15	1.12	0.07	0.17	0.22	0.11
		10-20 cm	0.55	8.11	0.72	1.12	0.30	0.83	1.06	0.45
		20-30	1.06	8.20	1.27	0.90	0.53	1.56	1.86	0.79
Mediana			0.94	8.23	0.99	0.82	0.48	1.40	1.47	0.72
Media			1.60	8.28	2.06	1.01	0.76	2.22	2.72	1.10
Moda			0.00	8.14	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Devest			2.72	0.23	4.12	1.48	1.07	3.39	4.63	1.49
CV.			169.29	2.82	200.66	147.21	140.83	152.87	170.37	135.70

Anexo 17. Valores de las distintas formulaciones del RAS y PSI, de los extractos de la relación 1:5 (suelo-agua) de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSF
			RAS	pHc	RAS aj	Ca°	RAS°	%		
meq L ⁻¹										
1	P1	0-10	3.98	7.83	6.25	0.45	1.86	5.63	8.57	2.72
		10-20 cm	4.80	8.31	5.23	0.45	1.94	6.72	7.28	2.82
		20-30	4.60	8.31	5.01	0.57	1.75	6.45	6.99	2.56
2	P2	0-10	15.08	7.74	25.03	0.53	3.89	18.44	27.29	5.52
		10-20 cm	14.01	7.80	22.41	0.53	3.85	17.36	25.16	5.46
		20-30	19.04	7.66	33.13	0.53	4.81	22.21	33.20	6.73
3	P3	0-10	1.55	8.16	1.93	0.71	0.94	2.28	2.81	1.39
		10-20 cm	2.06	8.18	2.52	0.55	1.07	3.00	3.64	1.59
		20-30	3.00	8.29	3.33	0.45	1.34	4.31	4.76	1.97
4	P1	0-10	3.25	8.16	4.03	0.59	1.53	4.65	5.70	2.24
		10-20 cm	3.55	8.25	4.08	0.59	1.49	5.05	5.77	2.19
		20-30	4.74	8.16	5.88	0.47	1.88	6.64	8.11	2.74
5	P1	0-10	3.74	8.01	5.20	0.88	1.60	5.31	7.24	2.35
		10-20 cm	3.47	7.99	4.89	0.82	1.50	4.94	6.83	2.20
		20-30	3.64	8.31	3.96	0.76	1.45	5.17	5.61	2.13
6	P2	0-10	2.37	8.29	2.63	0.45	1.16	3.44	3.80	1.72
		10-20 cm	3.00	8.38	3.06	0.45	1.36	4.31	4.39	2.00
		20-30	3.94	8.38	4.02	0.45	1.65	5.59	5.69	2.41
7	P1	0-10	1.10	8.72	0.74	0.55	0.56	1.62	1.11	0.83
		10-20 cm	1.33	8.64	1.01	0.55	0.73	1.96	1.50	1.08
		20-30	1.23	8.51	1.10	0.55	0.71	1.82	1.62	1.06
8	P2	0-10	1.00	7.84	1.56	0.33	4.48	1.48	2.29	6.30
		10-20 cm	1.00	7.90	1.50	0.53	4.48	1.48	2.20	6.29
		20-30	1.00	7.83	1.57	0.51	4.62	1.48	2.30	6.48
9	P3	0-10	4.50	8.14	5.67	0.30	1.92	6.32	7.84	2.80
		10-20 cm	5.92	8.07	7.87	0.32	2.47	8.15	10.56	3.57
		20-30	9.50	8.13	12.07	0.33	2.93	12.47	15.32	4.22
10	P1	0-10	1.13	8.14	1.43	0.69	0.66	1.67	2.09	0.98
		10-20 cm	1.80	8.14	2.27	0.71	1.00	2.63	3.29	1.48
		20-30	2.26	8.23	2.65	0.71	1.14	3.28	3.82	1.68
11	P2	0-10	1.34	8.14	1.68	0.82	0.76	1.97	2.46	1.13
		10-20 cm	1.66	8.23	1.94	0.80	0.89	2.43	2.83	1.31
		20-30	1.83	8.29	2.04	0.74	0.91	2.68	2.96	1.35
12	P1	0-10	0.13	8.57	0.11	1.17	0.09	0.20	0.16	0.13
		10-20 cm	0.14	8.42	0.14	0.80	0.09	0.21	0.20	0.13
		20-30	1.20	8.64	0.91	0.55	0.61	1.77	1.35	0.91
13	P1	0-10	1.21	8.47	1.13	1.21	0.87	1.79	1.67	1.29
		10-20 cm	0.48	8.45	0.45	0.87	0.31	0.71	0.68	0.47
		20-30	0.42	8.45	0.40	0.96	0.27	0.63	0.60	0.41
14	P1	0-10	1.11	8.14	1.40	0.71	0.68	1.63	2.05	1.02
		10-20 cm	2.22	8.16	2.75	0.57	1.21	3.22	3.96	1.78
		20-30	2.22	8.16	2.75	0.57	1.21	3.22	3.96	1.78
15	P2	0-10	1.39	8.14	1.75	0.74	0.77	2.04	2.55	1.14
		10-20 cm	1.80	8.14	2.27	0.59	1.04	2.63	3.29	1.53
		20-30	1.98	8.14	2.49	0.59	1.11	2.88	3.61	1.64
16	P1	0-10	2.17	8.29	2.41	0.47	1.02	3.15	3.48	1.51
		10-20 cm	2.27	8.29	2.52	0.57	1.04	3.29	3.64	1.53
		20-30	2.10	8.29	2.33	0.47	1.01	3.05	3.38	1.49
17	P1	0-10	0.82	8.14	1.03	0.74	0.48	1.21	1.52	0.72
		10-20 cm	0.87	8.14	1.09	0.71	0.48	1.28	1.61	0.72
		20-30	0.95	8.14	1.20	0.71	0.56	1.41	1.77	0.84

Continuación...Anexo 17.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI°
			RAS	pHc		Ca°	RAS°	%		
meq L ⁻¹										
18	P1	0-10	4.93	7.00	11.82	1.17	2.95	6.88	15.06	4.23
		10-20 cm	4.87	7.00	11.70	1.17	2.95	6.81	14.93	4.24
		20-30	6.20	7.10	14.26	1.04	3.36	8.51	17.62	4.80
19	P1	0-10	3.23	6.80	8.39	1.26	2.26	4.62	11.18	3.28
		10-20 cm	3.60	7.00	8.63	1.12	2.37	5.12	11.47	3.44
		20-30	3.88	7.20	8.53	1.00	2.44	5.50	11.35	3.54
20	P1	0-10	2.62	7.00	6.30	1.31	1.89	3.79	8.63	2.76
		10-20 cm	3.92	7.00	9.42	1.26	2.58	5.56	12.38	3.72
		20-30	5.09	7.10	11.70	1.17	3.01	7.09	14.93	4.33
21	P1	0-10	3.04	7.30	6.39	0.96	1.99	4.37	8.75	2.90
		10-20 cm	4.15	7.60	7.47	1.17	2.34	5.86	10.07	3.38
		20-30	3.53	7.50	6.70	0.96	2.07	5.03	9.14	3.01
22	P1	0-10	2.46	7.30	5.16	1.09	1.70	3.56	7.19	2.48
		10-20 cm	2.24	7.30	4.71	1.17	1.58	3.25	6.60	2.32
		20-30	1.70	7.00	4.07	1.43	1.29	2.48	5.76	1.90
23	P1	0-10	2.27	7.00	5.44	1.31	1.67	3.29	7.55	2.44
		10-20 cm	2.53	7.20	5.56	1.12	1.80	3.65	7.70	2.63
		20-30	3.45	7.30	7.25	1.21	2.21	4.92	9.81	3.20
24	P1	0-10	2.45	7.30	5.14	1.09	1.65	3.54	7.15	2.41
		10-20 cm	3.68	7.40	7.36	1.26	2.19	5.23	9.94	3.19
		20-30	3.45	7.20	7.60	1.21	2.22	4.93	10.23	3.22
25	P2	0-10	2.74	7.40	5.48	0.96	1.76	3.95	7.60	2.57
		10-20 cm	3.49	7.40	6.99	0.96	2.08	4.98	9.48	3.03
		20-30	4.79	7.40	9.57	0.87	2.56	6.70	12.56	3.70
26	P3	0-10	1.83	7.30	3.84	0.87	1.31	2.67	5.44	1.92
		10-20 cm	2.62	7.30	5.50	0.96	1.71	3.78	7.62	2.50
		20-30	2.59	7.30	5.45	0.87	1.72	3.75	7.55	2.52
27	P1	0-10	2.40	6.70	6.48	1.17	1.81	3.47	8.85	2.65
		10-20 cm	4.98	6.90	12.45	1.04	2.99	6.95	15.73	4.30
		20-30	5.87	6.80	15.27	0.94	3.52	8.10	18.64	5.01
28	P1	0-10	1.00	7.00	2.40	1.26	0.81	1.47	3.47	1.20
		10-20 cm	1.33	7.10	3.05	1.26	1.01	1.95	4.37	1.49
		20-30	1.49	7.20	3.28	1.09	1.12	2.19	4.69	1.65
29	P1	0-10	3.27	7.40	6.54	0.96	2.06	4.68	8.94	3.00
		10-20 cm	4.90	7.50	9.32	1.12	2.63	6.85	12.26	3.79
		20-30	6.31	7.60	11.36	1.21	3.07	8.65	14.56	4.40
30	P2	0-10	1.30	7.00	3.11	1.31	1.05	1.91	4.46	1.55
		10-20 cm	1.99	6.80	5.17	1.43	1.52	2.90	7.20	2.24
		20-30	2.66	7.00	6.38	1.31	1.91	3.84	8.74	2.78
31	P3	0-10	2.77	6.90	6.93	1.17	2.00	3.99	9.42	2.91
		10-20 cm	4.46	7.30	9.36	0.82	2.59	6.27	12.31	3.75
		20-30	5.04	7.30	10.59	0.82	2.78	7.03	13.70	4.00
32	P1	0-10	2.08	7.10	4.79	0.87	1.50	3.03	6.71	2.20
		10-20 cm	4.61	7.30	9.67	0.76	2.67	6.46	12.67	3.85
		20-30	5.72	7.20	12.59	1.12	3.09	7.91	15.89	4.43
33	P1	0-10	0.69	6.90	1.72	1.26	0.58	1.02	2.52	0.86
		10-20 cm	1.46	7.10	3.35	1.09	1.11	2.14	4.79	1.64
		20-30	2.17	7.10	5.00	1.09	1.52	3.16	6.97	2.23
34	P2	0-10	1.97	7.00	4.73	1.09	1.46	2.87	6.63	2.15
		10-20 cm	2.74	7.30	5.75	1.09	1.79	3.95	7.94	2.61
		20-30	2.23	7.20	4.91	1.09	1.55	3.24	6.87	2.27

Continuación...Anexo 17.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI°
			RAS	pHc	Ca°	RAS°	%			
meq L ⁻¹										
35	P1	0-10	4.63	7.20	10.18	1.12	2.76	6.49	13.24	3.98
		10-20 cm	8.85	7.20	19.48	1.17	4.19	11.72	22.61	5.91
		20-30	4.33	7.30	9.08	1.12	2.56	6.09	11.99	3.70
36	P1	0-10	1.24	6.90	3.10	1.31	0.99	1.83	4.44	1.46
		10-20 cm	1.67	7.00	4.00	1.17	1.24	2.44	5.66	1.83
		20-30	2.07	7.20	4.54	1.17	1.45	3.00	6.38	2.13
37	P1	0-10	0.92	7.00	2.20	0.96	0.75	1.36	3.20	1.11
		10-20 cm	2.38	7.30	5.00	1.09	1.60	3.45	6.97	2.35
		20-30	2.76	7.20	6.08	1.00	1.89	3.98	8.36	2.75
38	P1	0-10	1.85	7.00	4.44	1.12	1.38	2.70	6.24	2.02
		10-20 cm	4.14	7.10	9.52	1.00	2.51	5.85	12.50	3.62
		20-30	3.74	7.10	8.61	0.69	2.39	5.32	11.44	3.45
39	P1	0-10	50.78	6.98	122.88	12.56	18.45	43.24	64.83	21.68
		10-20 cm	37.02	6.80	96.25	9.58	15.50	35.70	59.08	18.87
		20-30	26.46	6.80	68.78	9.58	12.33	28.41	50.78	15.61
40	P2	0-10	1.99	6.90	4.96	1.12	1.51	2.89	6.93	2.22
		10-20 cm	4.16	7.60	7.48	1.09	2.34	5.87	10.09	3.39
		20-30	3.19	7.20	7.02	0.74	2.07	4.57	9.52	3.01
41	P1	0-10	2.91	7.20	6.40	0.87	1.90	4.18	8.76	2.76
		10-20 cm	5.74	7.40	11.47	0.82	3.01	7.92	14.68	4.32
		20-30	5.95	7.78	9.64	0.80	2.89	8.19	12.63	4.16
42	P1	0-10	6.38	6.70	17.23	12.56	4.75	8.74	20.54	6.65
		10-20 cm	4.76	6.78	12.48	12.56	3.56	6.67	15.77	5.07
		20-30	4.18	6.90	10.44	9.17	3.12	5.90	13.54	4.47
43	P1	0-10	2.11	7.10	4.86	0.96	1.53	3.07	6.79	2.24
		10-20 cm	2.40	7.10	5.53	0.96	1.65	3.48	7.65	2.42
		20-30	3.12	7.30	6.55	1.12	2.06	4.47	8.94	2.99
44	P1	0-10	4.25	6.90	10.63	1.17	2.74	6.00	13.76	3.95
		10-20 cm	4.87	7.00	11.68	1.17	2.90	6.80	14.91	4.17
		20-30	4.84	7.20	10.65	1.00	2.81	6.77	13.78	4.05
45	P1	0-10	6.54	7.00	15.69	1.40	3.79	8.93	19.05	5.38
		10-20 cm	4.27	7.00	10.25	1.36	2.78	6.02	13.32	4.00
		20-30	3.50	7.00	8.39	1.17	2.37	4.98	11.18	3.43
46	P1	0-10	10.51	6.80	27.33	4.41	6.22	13.62	29.07	8.54
		10-20 cm	6.65	6.90	16.62	5.62	4.49	9.07	19.95	6.31
		20-30	6.29	7.00	15.10	5.44	4.28	8.63	18.47	6.03
47	P1	0-10	3.81	7.00	9.15	1.00	2.46	5.41	12.07	3.56
		10-20 cm	4.12	7.20	9.06	1.21	2.52	5.82	11.96	3.65
		20-30	3.19	7.00	7.66	1.12	2.14	4.57	10.31	3.12
48	P1	0-10	3.14	7.00	7.53	2.16	2.24	4.49	10.15	3.25
		10-20 cm	2.83	7.00	6.78	1.31	2.00	4.07	9.23	2.91
		20-30	9.20	7.30	19.32	1.04	4.24	12.13	22.47	5.98
49	P1	0-10	1.42	7.20	3.12	1.17	1.07	2.08	4.47	1.58
		10-20 cm	1.54	7.10	3.53	1.17	1.15	2.25	5.03	1.69
		20-30	1.64	7.30	3.44	1.09	1.18	2.40	4.91	1.75
50	P1	0-10	1.56	7.10	3.58	0.96	1.18	2.28	5.10	1.73
		10-20 cm	2.12	7.30	4.45	0.96	1.47	3.08	6.26	2.15
		20-30	1.67	6.80	4.33	3.54	1.33	2.44	6.10	1.96
51	P1	0-10	1.99	6.80	5.16	3.54	1.55	2.89	7.19	2.27
		10-20 cm	10.20	7.50	19.38	1.26	4.41	13.27	22.52	6.20
		20-30	2.23	7.00	5.36	2.62	1.70	3.24	7.44	2.49

Continuación...Anexo 17.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI°
			RAS	pHc	Ca°	RAS°	%			
				meq L ⁻¹						
52	P1	0-10	1.56	6.90	3.90	1.12	1.24	2.29	5.53	1.83
		10-20 cm	2.56	7.10	5.90	1.09	1.73	3.70	8.13	2.52
		20-30	3.05	7.30	6.42	0.96	1.96	4.38	8.78	2.85
53	P1	0-10	15.36	7.30	32.26	0.82	5.35	18.73	32.61	7.43
		10-20 cm	16.94	7.40	33.88	0.76	5.74	20.26	33.70	7.92
		20-30	8.60	7.20	18.93	0.94	3.87	11.43	22.11	5.49
54	P2	0-10	8.43	7.00	20.24	1.40	4.38	11.23	23.29	6.17
		10-20 cm	10.04	7.20	22.08	1.40	4.72	13.09	24.88	6.62
		20-30	9.63	7.10	22.15	1.21	4.52	12.62	24.94	6.35
55	P1	0-10	1.61	6.90	4.02	1.31	1.23	2.35	5.68	1.82
		10-20 cm	1.89	7.10	4.35	1.17	1.39	2.76	6.12	2.05
		20-30	2.19	7.20	4.82	1.26	1.54	3.18	6.74	2.26
56	P2	0-10	2.22	6.90	5.55	1.21	1.62	3.22	7.68	2.38
		10-20 cm	2.47	7.20	5.43	1.26	1.71	3.57	7.53	2.50
		20-30	2.94	7.20	6.47	1.17	1.92	4.23	8.85	2.79
57	P1	0-10	1.93	7.00	4.64	1.12	1.45	2.82	6.51	2.12
		10-20 cm	2.26	7.10	5.19	1.12	1.64	3.27	7.22	2.39
		20-30	3.09	7.20	6.79	1.12	2.01	4.42	9.24	2.93
58	P2	0-10	2.93	7.20	6.45	1.78	1.96	4.22	8.83	2.85
		10-20 cm	3.26	7.20	7.17	1.58	2.11	4.66	9.71	3.07
		20-30	4.13	7.10	9.51	1.58	2.55	5.84	12.48	3.68
59	P1	0-10	4.46	7.30	9.36	1.12	2.57	6.26	12.31	3.71
		10-20 cm	4.16	7.30	8.74	1.12	2.43	5.88	11.60	3.51
		20-30	5.17	7.50	9.81	1.12	2.69	7.19	12.83	3.87
60	P1	0-10	4.36	7.20	9.60	1.31	2.63	6.14	12.58	3.80
		10-20 cm	4.89	7.40	9.78	1.31	2.74	6.84	12.80	3.95
		20-30	4.87	7.40	9.75	1.31	2.70	6.81	12.76	3.90
61	P2	0-10	2.17	7.10	4.99	1.12	1.56	3.15	6.97	2.29
		10-20 cm	2.09	7.10	4.81	1.12	1.53	3.04	6.72	2.25
		20-30	2.00	7.10	4.60	1.12	1.48	2.91	6.46	2.17
62	P1	0-10	1.33	6.80	3.47	1.43	1.08	1.96	4.95	1.60
		10-20 cm	2.34	7.20	5.15	1.17	1.65	3.39	7.17	2.41
		20-30	2.60	7.00	6.23	1.21	1.85	3.75	8.55	2.70
63	P1	0-10	3.80	6.90	9.49	1.49	2.49	5.39	12.47	3.61
		10-20 cm	3.30	7.10	7.59	1.31	2.20	4.72	10.22	3.20
		20-30	3.75	7.10	8.63	1.43	2.37	5.33	11.46	3.44
64	P1	0-10	3.19	7.10	7.34	1.58	2.13	4.57	9.91	3.10
		10-20 cm	3.46	7.20	7.60	1.31	2.22	4.93	10.24	3.22
		20-30	3.69	7.20	8.13	1.31	2.29	5.25	10.87	3.33
65	P2	0-10	3.55	7.00	8.53	1.00	2.33	5.06	11.34	3.37
		10-20 cm	4.90	7.10	11.27	1.00	2.82	6.85	14.46	4.05
		20-30	5.82	7.10	13.39	1.12	3.21	8.03	16.72	4.60
66	P1	0-10	3.90	7.00	9.36	1.31	2.45	5.53	12.31	3.55
		10-20 cm	2.70	6.90	6.75	1.12	1.92	3.89	9.19	2.80
		20-30	4.62	7.10	10.62	1.21	2.73	6.48	13.74	3.94
67	P1	0-10	4.63	6.60	12.95	1.70	3.04	6.49	16.27	4.36
		10-20 cm	3.62	6.80	9.41	1.65	2.45	5.15	12.37	3.55
		20-30	3.23	6.80	8.39	1.65	2.22	4.62	11.18	3.22
68	P1	0-10	3.22	6.70	8.68	1.86	2.30	4.60	11.53	3.33
		10-20 cm	3.57	6.80	9.27	1.49	2.45	5.08	12.21	3.54
		20-30	3.62	6.90	9.05	1.36	2.47	5.15	11.95	3.57

Continuación...Anexo 17.

No.	Parcela	Profundidad	RAS original	RAS ajustado		RAS corregido		PSI	PSIaj	PSI°
			RAS	pHc	Ca°	RAS°	%			
meq L ⁻¹										
69	P1	0-10	3.44	7.00	8.25	1.31	2.29	4.91	11.02	3.32
		10-20 cm	3.40	7.10	7.82	1.12	2.27	4.85	10.50	3.29
		20-30	3.41	7.10	7.84	1.43	2.22	4.86	10.52	3.22
70	P1	0-10	3.42	7.20	7.53	1.00	2.19	4.88	10.14	3.18
		10-20 cm	3.81	7.20	8.38	1.12	2.38	5.40	11.16	3.44
		20-30	3.34	7.10	7.68	1.12	2.21	4.77	10.33	3.21
71	P1	0-10	2.25	7.10	5.18	1.58	1.59	3.27	7.21	2.33
		10-20 cm	3.09	7.20	6.80	1.31	2.03	4.43	9.26	2.96
		20-30	3.34	7.20	7.35	1.58	2.11	4.77	9.93	3.06
72	P2	0-10	1.59	6.90	3.98	1.58	1.23	2.33	5.63	1.81
		10-20 cm	2.57	7.10	5.91	1.31	1.80	3.71	8.15	2.62
		20-30	3.50	7.10	8.06	1.31	2.26	4.99	10.78	3.28
Mediana			3.54	7.10	7.88	1.12	2.30	5.04	10.57	3.33
Media			4.94	7.15	11.20	1.48	2.76	6.43	12.76	3.90
Moda			1.00	7.20	0.60	1.12		1.48	0.89	
Devest			5.88	0.31	14.04	1.74	2.09	5.77	9.42	2.60
CV.			119.16	4.37	125.38	117.59	75.71	89.84	73.87	66.62

Anexo 18. Clasificación del contenido de Boro de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, en pasta de saturación.

No.	Profundidad	Boro mg L ⁻¹	Clasificación No.	Profundid:	Boro mg L ⁻¹	Clasificaci No.	Profundid:	Boro mg L ⁻¹	Clasificaci No.	Profundid:	Boro mg L ⁻¹	Clasificaci			
1	0-10	1.98	C	19	0-10	1.22	C	37	0-10	0.41	C	55	0-10	0.57	C
	10-20 cm	1.93	C		10-20 cm	1.17	C		10-20 cm	0.53	C		10-20 cm	0.60	C
	20-30	1.98	C		20-30	0.98	C		20-30	0.56	C		20-30	0.59	C
2	0-10	4.19	NR	20	0-10	1.25	C	38	0-10	0.53	C	56	0-10	0.71	C
	10-20 cm	3.63	C		10-20 cm	1.41	C		10-20 cm	0.67	C		10-20 cm	0.67	C
	20-30	3.83	C		20-30	0.80	C		20-30	0.63	C		20-30	0.55	C
3	0-10	1.49	C	21	0-10	0.88	C	39	0-10	1.66	C	57	0-10	0.68	C
	10-20 cm	1.71	C		10-20 cm	0.92	C		10-20 cm	0.91	C		10-20 cm	0.78	C
	20-30	1.83	C		20-30	0.96	C		20-30	0.67	C		20-30	0.76	C
4	0-10	1.91	C	22	0-10	0.89	C	40	0-10	0.55	C	58	0-10	0.87	C
	10-20 cm	1.95	C		10-20 cm	0.68	C		10-20 cm	0.31	C		10-20 cm	0.89	C
	20-30	2.47	C		20-30	0.94	C		20-30	0.44	C		20-30	1.09	C
5	0-10	1.76	C	23	0-10	1.04	C	41	0-10	0.43	C	59	0-10	0.79	C
	10-20 cm	1.78	C		10-20 cm	1.05	C		10-20 cm	0.65	C		10-20 cm	0.85	C
	20-30	1.87	C		20-30	0.83	C		20-30	0.53	C		20-30	0.82	C
6	0-10	1.95	C	24	0-10	1.28	C	42	0-10	0.73	C	60	0-10	0.78	C
	10-20 cm	2.32	C		10-20 cm	0.87	C		10-20 cm	0.52	C		10-20 cm	0.82	C
	20-30	2.61	C		20-30	0.73	C		20-30	0.49	C		20-30	0.56	C
7	0-10	0.94	C	25	0-10	0.84	C	43	0-10	0.34	C	61	0-10	0.42	C
	10-20 cm	0.86	C		10-20 cm	1.05	C		10-20 cm	0.46	C		10-20 cm	0.33	C
	20-30	0.85	C		20-30	0.64	C		20-30	0.45	C		20-30	0.33	C
8	0-10	10.51	NR	26	0-10	0.55	C	44	0-10	0.48	C	62	0-10	0.28	B
	10-20 cm	11.28	NR		10-20 cm	0.59	C		10-20 cm	0.40	C		10-20 cm	0.41	C
	20-30	11.27	NR		20-30	0.76	C		20-30	0.48	C		20-30	0.41	C
9	0-10	2.71	C	27	0-10	0.82	C	45	0-10	0.42	C	63	0-10	0.74	C
	10-20 cm	4.46	NR		10-20 cm	0.89	C		10-20 cm	0.50	C		10-20 cm	0.77	C
	20-30	5.85	NR		20-30	0.46	C		20-30	0.53	C		20-30	0.92	C
10	0-10	1.37	C	28	0-10	0.47	C	46	0-10	0.95	C	64	0-10	0.29	B
	10-20 cm	1.97	C		10-20 cm	0.49	C		10-20 cm	0.75	C		10-20 cm	0.63	C
	20-30	2.50	C		20-30	0.77	C		20-30	0.67	C		20-30	0.58	C
11	0-10	1.21	C	29	0-10	0.81	C	47	0-10	1.10	C	65	0-10	0.92	C
	10-20 cm	1.54	C		10-20 cm	0.79	C		10-20 cm	1.17	C		10-20 cm	1.37	C
	20-30	1.61	C		20-30	0.89	C		20-30	1.15	C		20-30	1.71	C
12	0-10	0.92	C	30	0-10	0.58	C	48	0-10	0.91	C	66	0-10	0.93	C
	10-20 cm	1.24	C		10-20 cm	0.58	C		10-20 cm	0.99	C		10-20 cm	0.65	C
	20-30	1.75	C		20-30	0.64	C		20-30	1.51	C		20-30	0.86	C
13	0-10	0.74	C	31	0-10	0.59	C	49	0-10	0.59	C	67	0-10	0.70	C
	10-20 cm	0.69	C		10-20 cm	0.66	C		10-20 cm	0.52	C		10-20 cm	0.67	C
	20-30	0.70	C		20-30	0.81	C		20-30	0.55	C		20-30	0.58	C
14	0-10	1.18	C	32	0-10	0.54	C	50	0-10	0.64	C	68	0-10	0.81	C
	10-20 cm	1.57	C		10-20 cm	0.75	C		10-20 cm	0.64	C		10-20 cm	1.02	C
	20-30	1.27	C		20-30	0.77	C		20-30	0.60	C		20-30	0.94	C
15	0-10	1.49	C	33	0-10	0.34	C	51	0-10	0.64	C	69	0-10	0.66	C
	10-20 cm	1.57	C		10-20 cm	0.48	C		10-20 cm	0.66	C		10-20 cm	0.64	C
	20-30	1.32	C		20-30	0.48	C		20-30	0.63	C		20-30	0.55	C
16	0-10	1.72	C	34	0-10	0.45	C	52	0-10	0.74	C	70	0-10	0.77	C
	10-20 cm	1.72	C		10-20 cm	0.31	B		10-20 cm	0.69	C		10-20 cm	0.79	C
	20-30	1.22	C		20-30	0.29	B		20-30	0.70	C		20-30	0.75	C
17	0-10	1.15	C	35	0-10	0.58	C	53	0-10	1.86	C	71	0-10	0.55	C
	10-20 cm	0.95	C		10-20 cm	0.60	C		10-20 cm	1.97	C		10-20 cm	0.56	C
	20-30	1.37	C		20-30	0.48	C		20-30	1.33	C		20-30	0.68	C
18	0-10	1.76	C	36	0-10	0.41	C	54	0-10	1.97	C	72	0-10	0.52	C
	10-20 cm	1.91	C		10-20 cm	0.35	C		10-20 cm	2.10	C		10-20 cm	0.74	C
	20-30	1.18	C		20-30	0.33	C		20-30	2.16	C		20-30	0.96	C

B= Sin Toxicidad

C=toxicidad moderada

NR=altamente toxica

Anexo 19. Clasificación del contenido de Boro de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, en relación 1:5.

No.	Profundidad	Boro mg L ⁻¹	Clasificaci No.	Profundid:	Boro mg L ⁻¹	Clasificaci No.	Profundid:	Boro mg L ⁻¹	ClasificacióNo.	Profundidad	Boro mg L ⁻¹	Clasificaci			
1	0-10	0.96	C	19	0-10	0.44	C	37	0-10	0.14	B	55	0-10	0.19	B
	10-20 cm	0.89	C		10-20 cm	0.46	C		10-20 cm	0.23	B		10-20 cm	1.23	C
	20-30	0.97	C		20-30	0.47	C		20-30	0.19	B		20-30	0.24	B
2	0-10	2.60	C	20	0-10	0.18	B	38	0-10	0.19	B	56	0-10	0.25	B
	10-20 cm	2.34	C		10-20 cm	0.42	C		10-20 cm	0.21	B		10-20 cm	0.19	B
	20-30	3.63	C		20-30	0.36	C		20-30	0.19	B		20-30	0.28	B
3	0-10	0.61	C	21	0-10	0.30	B	39	0-10	0.60	C	57	0-10	0.22	B
	10-20 cm	0.67	C		10-20 cm	0.45	C		10-20 cm	0.23	B		10-20 cm	0.29	B
	20-30	0.89	C		20-30	0.45	C		20-30	0.31	B		20-30	0.26	B
4	0-10	0.92	C	22	0-10	0.24	B	40	0-10	0.20	B	58	0-10	0.49	C
	10-20 cm	1.02	C		10-20 cm	0.20	B		10-20 cm	0.10	B		10-20 cm	0.42	C
	20-30	1.16	C		20-30	0.12	B		20-30	0.10	B		20-30	0.43	C
5	0-10	0.78	C	23	0-10	0.31	B	41	0-10	0.11	B	59	0-10	0.33	C
	10-20 cm	0.68	C		10-20 cm	0.21	B		10-20 cm	0.20	B		10-20 cm	0.31	B
	20-30	0.59	C		20-30	0.36	C		20-30	0.14	B		20-30	0.31	B
6	0-10	0.51	C	24	0-10	0.23	B	42	0-10	0.28	B	60	0-10	0.22	B
	10-20 cm	0.66	C		10-20 cm	0.20	B		10-20 cm	0.20	B		10-20 cm	0.25	B
	20-30	0.89	C		20-30	0.33	C		20-30	0.31	B		20-30	0.36	C
7	0-10	0.16	C	25	0-10	0.18	B	43	0-10	0.16	B	61	0-10	0.03	B
	10-20 cm	0.29	C		10-20 cm	0.31	B		10-20 cm	0.13	B		10-20 cm	0.08	B
	20-30	0.14	C		20-30	0.31	B		20-30	0.19	B		20-30	0.08	B
8	0-10	6.87	NR	26	0-10	0.17	B	44	0-10	0.31	B	62	0-10	0.25	B
	10-20 cm	8.53	NR		10-20 cm	0.18	B		10-20 cm	0.27	B		10-20 cm	0.25	B
	20-30	8.33	NR		20-30	0.16	B		20-30	0.27	B		20-30	0.32	C
9	0-10	0.67	C	27	0-10	0.20	B	45	0-10	0.29	B	63	0-10	0.38	C
	10-20 cm	1.40	C		10-20 cm	0.24	B		10-20 cm	0.10	B		10-20 cm	0.63	C
	20-30	1.85	C		20-30	0.31	B		20-30	0.07	B		20-30	0.57	C
10	0-10	0.42	C	28	0-10	0.15	B	46	0-10	0.16	B	64	0-10	0.55	B
	10-20 cm	0.63	C		10-20 cm	0.12	B		10-20 cm	0.08	B		10-20 cm	0.51	C
	20-30	0.77	C		20-30	0.10	B		20-30	0.04	B		20-30	0.55	C
11	0-10	0.33	C	29	0-10	0.43	C	47	0-10	0.31	B	65	0-10	0.53	C
	10-20 cm	0.42	C		10-20 cm	0.49	C		10-20 cm	0.40	C		10-20 cm	0.89	C
	20-30	0.46	C		20-30	0.49	C		20-30	0.33	C		20-30	0.91	C
12	0-10	0.12	B	30	0-10	0.27	C	48	0-10	0.20	B	66	0-10	0.64	C
	10-20 cm	0.33	C		10-20 cm	0.25	B		10-20 cm	0.27	B		10-20 cm	0.46	C
	20-30	0.51	C		20-30	0.25	B		20-30	0.28	B		20-30	0.62	C
13	0-10	0.08	B	31	0-10	0.27	B	49	0-10	0.03	B	67	0-10	0.35	C
	10-20 cm	0.03	B		10-20 cm	0.32	C		10-20 cm	0.07	B		10-20 cm	0.33	C
	20-30	0.07	B		20-30	0.40	C		20-30	0.11	B		20-30	0.36	C
14	0-10	0.30	B	32	0-10	0.38	C	50	0-10	0.14	B	68	0-10	0.59	C
	10-20 cm	0.53	C		10-20 cm	0.41	C		10-20 cm	0.15	B		10-20 cm	0.57	C
	20-30	0.42	C		20-30	0.42	C		20-30	0.16	B		20-30	0.57	C
15	0-10	0.38	C	33	0-10	0.16	B	51	0-10	0.14	B	69	0-10	0.46	C
	10-20 cm	0.40	C		10-20 cm	0.17	B		10-20 cm	0.11	B		10-20 cm	0.44	C
	20-30	0.45	C		20-30	0.17	B		20-30	0.23	B		20-30	0.34	C
16	0-10	0.56	C	34	0-10	0.26	B	52	0-10	0.30	B	70	0-10	0.40	C
	10-20 cm	0.75	C		10-20 cm	0.18	B		10-20 cm	0.38	C		10-20 cm	0.53	C
	20-30	0.76	C		20-30	0.14	B		20-30	0.34	C		20-30	0.50	C
17	0-10	0.37	C	35	0-10	0.28	B	53	0-10	0.69	C	71	0-10	0.42	C
	10-20 cm	0.38	C		10-20 cm	0.27	B		10-20 cm	1.19	C		10-20 cm	0.48	C
	20-30	0.27	B		20-30	0.25	B		20-30	1.18	C		20-30	0.40	C
18	0-10	0.70	C	36	0-10	0.14	B	54	0-10	1.13	C	72	0-10	0.44	C
	10-20 cm	0.59	C		10-20 cm	0.11	B		10-20 cm	1.37	C		10-20 cm	0.47	C
	20-30	0.83	C		20-30	0.07	B		20-30	1.12	C		20-30	0.59	C

B= Sin Toxicidad

C=toxicidad moderada

NR=altamente toxica

Anexo 20. Clasificación del contenido de Fósforo de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, método de Fósforo Olsen.

No.	Profundidad	Fósforo mg Kg ⁻¹	Clasificación	No.	Profundidad	Fósforo mg Kg ⁻¹	Clasificación	No.	Profundidad	Fósforo mg Kg ⁻¹	Clasificación	No.	Profundidad	Fósforo mg Kg ⁻¹	Clasificación
1	0-10	72.16	Alto	19	0-10	48.43	Alto	37	0-10	29.28	Alto	55	0-10	54.51	Alto
	10-20 cm	70.39	Alto		10-20 cm	54.93	Alto		10-20 cm	16.37	Alto		10-20 cm	44.04	Alto
	20-30	73.86	Alto		20-30	58.81	Alto		20-30	16.74	Alto		20-30	43.29	Alto
2	0-10	89.06	Alto	20	0-10	67.66	Alto	38	0-10	22.63	Alto	56	0-10	66.71	Alto
	10-20 cm	94.09	Alto		10-20 cm	68.08	Alto		10-20 cm	12.58	Alto		10-20 cm	50.05	Alto
	20-30	86.94	Alto		20-30	71.53	Alto		20-30	5.38	Bajo		20-30	43.41	Alto
3	0-10	63.54	Alto	21	0-10	50.95	Alto	39	0-10	14.87	Alto	57	0-10	48.42	Alto
	10-20 cm	64.29	Alto		10-20 cm	45.07	Alto		10-20 cm	19.89	Alto		10-20 cm	42.09	Alto
	20-30	53.61	Alto		20-30	46.23	Alto		20-30	18.69	Alto		20-30	46.01	Alto
4	0-10	74.96	Alto	22	0-10	60.81	Alto	40	0-10	10.59	Alto	58	0-10	47.96	Alto
	10-20 cm	63.05	Alto		10-20 cm	52.32	Alto		10-20 cm	5.92	Medio		10-20 cm	53.03	Alto
	20-30	46.34	Alto		20-30	62.43	Alto		20-30	4.06	Bajo		20-30	58.85	Alto
5	0-10	44.24	Alto	23	0-10	78.69	Alto	41	0-10	4.99	Bajo	59	0-10	41.32	Alto
	10-20 cm	41.28	Alto		10-20 cm	76.29	Alto		10-20 cm	4.60	Bajo		10-20 cm	29.26	Alto
	20-30	44.69	Alto		20-30	68.10	Alto		20-30	3.00	Bajo		20-30	23.75	Alto
6	0-10	19.89	Alto	24	0-10	28.80	Alto	42	0-10	24.38	Alto	60	0-10	31.97	Alto
	10-20 cm	20.10	Alto		10-20 cm	22.66	Alto		10-20 cm	20.16	Alto		10-20 cm	30.64	Alto
	20-30	16.95	Alto		20-30	25.49	Alto		20-30	20.49	Alto		20-30	26.61	Alto
7	0-10	26.74	Alto	25	0-10	19.28	Alto	43	0-10	12.61	Alto	61	0-10	31.89	Alto
	10-20 cm	29.75	Alto		10-20 cm	8.31	Medio		10-20 cm	7.23	Medio		10-20 cm	36.79	Alto
	20-30	16.96	Alto		20-30	6.16	Medio		20-30	6.27	Medio		20-30	37.72	Alto
8	0-10	16.02	Alto	26	0-10	44.62	Alto	44	0-10	13.46	Alto	62	0-10	49.26	Alto
	10-20 cm	24.47	Alto		10-20 cm	46.89	Alto		10-20 cm	11.49	Alto		10-20 cm	52.22	Alto
	20-30	26.04	Alto		20-30	42.71	Alto		20-30	5.63	Medio		20-30	45.31	Alto
9	0-10	92.00	Alto	27	0-10	28.42	Alto	45	0-10	8.59	Medio	63	0-10	65.63	Alto
	10-20 cm	81.32	Alto		10-20 cm	13.79	Alto		10-20 cm	7.29	Medio		10-20 cm	65.72	Alto
	20-30	50.08	Alto		20-30	8.58	Alto		20-30	8.36	Medio		20-30	69.51	Alto
10	0-10	60.37	Alto	28	0-10	52.85	Alto	46	0-10	28.80	Alto	64	0-10	55.73	Alto
	10-20 cm	72.67	Alto		10-20 cm	47.14	Alto		10-20 cm	23.51	Alto		10-20 cm	48.37	Alto
	20-30	78.64	Alto		20-30	37.59	Alto		20-30	13.02	Alto		20-30	45.03	Alto
11	0-10	45.06	Alto	29	0-10	17.08	Alto	47	0-10	53.36	Alto	65	0-10	49.77	Alto
	10-20 cm	37.82	Alto		10-20 cm	8.69	Medio		10-20 cm	48.18	Alto		10-20 cm	52.08	Alto
	20-30	28.74	Alto		20-30	7.78	Medio		20-30	51.48	Alto		20-30	47.22	Alto
12	0-10	2.51	Bajo	30	0-10	41.53	Alto	48	0-10	58.13	Alto	66	0-10	48.41	Alto
	10-20 cm	4.44	Bajo		10-20 cm	34.31	Alto		10-20 cm	52.05	Alto		10-20 cm	49.53	Alto
	20-30	4.28	Bajo		20-30	20.97	Alto		20-30	29.13	Alto		20-30	51.74	Alto
13	0-10	9.71	Medio	31	0-10	29.97	Alto	49	0-10	51.73	Alto	67	0-10	87.76	Alto
	10-20 cm	4.51	Bajo		10-20 cm	11.18	Medio		10-20 cm	45.62	Alto		10-20 cm	54.31	Alto
	20-30	6.94	Medio		20-30	8.70	Medio		20-30	42.34	Alto		20-30	60.77	Alto
14	0-10	81.25	Alto	32	0-10	8.48	Medio	50	0-10	20.94	Alto	68	0-10	76.49	Alto
	10-20 cm	71.65	Alto		10-20 cm	5.71	Medio		10-20 cm	24.23	Alto		10-20 cm	78.26	Alto
	20-30	67.93	Alto		20-30	5.69	Medio		20-30	20.89	Alto		20-30	82.53	Alto
15	0-10	60.79	Alto	33	0-10	29.82	Alto	51	0-10	55.47	Alto	69	0-10	105.57	Alto
	10-20 cm	54.98	Alto		10-20 cm	16.41	Alto		10-20 cm	52.00	Alto		10-20 cm	108.16	Alto
	20-30	64.46	Alto		20-30	16.18	Alto		20-30	43.59	Alto		20-30	96.46	Alto
16	0-10	54.31	Alto	34	0-10	37.48	Alto	52	0-10	38.36	Alto	70	0-10	80.06	Alto
	10-20 cm	52.89	Alto		10-20 cm	22.66	Alto		10-20 cm	28.85	Alto		10-20 cm	87.45	Alto
	20-30	55.26	Alto		20-30	23.56	Alto		20-30	25.33	Alto		20-30	71.92	Alto
17	0-10	71.14	Alto	35	0-10	24.89	Alto	53	0-10	31.73	Alto	71	0-10	55.69	Alto
	10-20 cm	67.03	Alto		10-20 cm	11.54	Alto		10-20 cm	25.21	Alto		10-20 cm	48.87	Alto
	20-30	50.15	Alto		20-30	11.97	Alto		20-30	26.54	Alto		20-30	47.53	Alto
18	0-10	51.52	Alto	36	0-10	49.84	Alto	54	0-10	48.84	Alto	72	0-10	77.67	Alto
	10-20 cm	48.49	Alto		10-20 cm	41.13	Alto		10-20 cm	45.86	Alto		10-20 cm	75.13	Alto
	20-30	47.51	Alto		20-30	34.09	Alto		20-30	39.89	Alto		20-30	70.94	Alto

Anexo 21. Clasificación de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo al contenido de Carbonato de Calcio equivalente.

NO.	Profundida	%CaCO3	Clasificación	NO.	Profundida	%CaCO3	Clasificación	NO.	Profundida	%CaCO3	Clasificación	NO.	Profundida	%CaCO3	Clasificación
1	0-10	28.57	Alto	21	0-10	1.75	Bajo	41	0-10	10.63	Mediano	61	0-10	2.86	Mediano
	10-20 cm	26.98	Alto		10-20 cm	1.59	Bajo		10-20 cm	13.33	Mediano		10-20 cm	2.86	Mediano
	20-30	25.40	Alto		20-30	1.59	Bajo		20-30	14.29	Mediano		20-30	3.17	Mediano
2	0-10	26.19	Alto	22	0-10	5.40	Mediano	42	0-10	15.87	Alto	62	0-10	11.43	Mediano
	10-20 cm	27.78	Alto		10-20 cm	5.24	Mediano		10-20 cm	15.56	Alto		10-20 cm	11.11	Mediano
	20-30	27.78	Alto		20-30	5.24	Mediano		20-30	15.87	Alto		20-30	10.48	Mediano
3	0-10	22.86	Alto	23	0-10	5.71	Mediano	43	0-10	12.70	Mediano	63	0-10	1.75	Bajo
	10-20 cm	24.13	Alto		10-20 cm	6.35	Mediano		10-20 cm	12.70	Mediano		10-20 cm	1.75	Bajo
	20-30	24.44	Alto		20-30	6.35	Mediano		20-30	13.65	Mediano		20-30	1.75	Bajo
4	0-10	15.71	Mediano	24	0-10	10.32	Mediano	44	0-10	4.76	Mediano	64	0-10	2.22	Mediano
	10-20 cm	15.56	Mediano		10-20 cm	10.32	Mediano		10-20 cm	4.44	Mediano		10-20 cm	2.22	Mediano
	20-30	15.56	Mediano		20-30	10.16	Mediano		20-30	4.76	Mediano		20-30	2.22	Mediano
5	0-10	2.38	Mediano	25	0-10	1.75	Bajo	45	0-10	12.06	Mediano	65	0-10	5.08	Mediano
	10-20 cm	2.70	Mediano		10-20 cm	1.75	Bajo		10-20 cm	12.70	Mediano		10-20 cm	5.08	Mediano
	20-30	2.70	Mediano		20-30	1.75	Bajo		20-30	12.70	Mediano		20-30	6.35	Mediano
6	0-10	2.86	Mediano	26	0-10	1.59	Bajo	46	0-10	20.00	Alto	66	0-10	2.22	Mediano
	10-20 cm	2.86	Mediano		10-20 cm	2.06	Bajo		10-20 cm	20.32	Alto		10-20 cm	2.22	Mediano
	20-30	3.49	Mediano		20-30	2.06	Bajo		20-30	20.00	Alto		20-30	2.22	Mediano
7	0-10	1.75	Bajo	27	0-10	2.22	Mediano	47	0-10	5.08	Mediano	67	0-10	5.40	Mediano
	10-20 cm	1.75	Bajo		10-20 cm	2.86	Mediano		10-20 cm	5.08	Mediano		10-20 cm	6.67	Mediano
	20-30	1.90	Bajo		20-30	3.81	Mediano		20-30	10.16	Mediano		20-30	5.71	Mediano
8	0-10	2.38	Mediano	28	0-10	6.83	Mediano	48	0-10	14.92	Mediano	68	0-10	7.62	Mediano
	10-20 cm	2.54	Mediano		10-20 cm	7.62	Mediano		10-20 cm	15.24	Alto		10-20 cm	6.67	Mediano
	20-30	2.54	Mediano		20-30	8.10	Mediano		20-30	26.03	Alto		20-30	6.67	Mediano
9	0-10	1.75	Bajo	29	0-10	1.75	Bajo	49	0-10	9.21	Mediano	69	0-10	1.75	Bajo
	10-20 cm	2.38	Mediano		10-20 cm	1.90	Bajo		10-20 cm	9.21	Mediano		10-20 cm	1.75	Bajo
	20-30	2.06	Bajo		20-30	1.90	Bajo		20-30	9.21	Mediano		20-30	1.59	Bajo
10	0-10	1.75	Bajo	30	0-10	13.81	Mediano	50	0-10	1.59	Bajo	70	0-10	1.75	Bajo
	10-20 cm	1.90	Bajo		10-20 cm	14.60	Mediano		10-20 cm	1.75	Bajo		10-20 cm	2.06	Bajo
	20-30	1.90	Bajo		20-30	15.24	Alto		20-30	1.75	Bajo		20-30	2.06	Bajo
11	0-10	1.75	Bajo	31	0-10	2.86	Mediano	51	0-10	11.75	Mediano	71	0-10	1.75	Bajo
	10-20 cm	1.75	Bajo		10-20 cm	3.33	Mediano		10-20 cm	9.84	Mediano		10-20 cm	1.75	Bajo
	20-30	1.90	Bajo		20-30	3.17	Mediano		20-30	9.84	Mediano		20-30	1.90	Bajo
12	0-10	1.59	Bajo	32	0-10	5.71	Mediano	52	0-10	1.90	Bajo	72	0-10	2.38	Mediano
	10-20 cm	1.90	Bajo		10-20 cm	6.03	Mediano		10-20 cm	1.59	Bajo		10-20 cm	2.38	Mediano
	20-30	1.90	Bajo		20-30	5.71	Mediano		20-30	1.59	Bajo		20-30	2.38	Mediano
13	0-10	1.75	Bajo	33	0-10	3.02	Mediano	53	0-10	2.54	Mediano	media		6.7637	
	10-20 cm	1.75	Bajo		10-20 cm	2.86	Mediano		10-20 cm	3.17	Mediano	mdiana		3.8095	
	20-30	1.90	Bajo		20-30	3.17	Mediano		20-30	3.17	Mediano	moda		1.7460	
14	0-10	13.17	Mediano	34	0-10	3.17	Mediano	54	0-10	6.83	Mediano	devest		6.3935	
	10-20 cm	14.29	Mediano		10-20 cm	3.17	Mediano		10-20 cm	7.62	Mediano				
	20-30	13.97	Mediano		20-30	2.86	Mediano		20-30	7.94	Mediano				
15	0-10	6.67	Mediano	35	0-10	2.38	Mediano	55	0-10	6.98	Mediano				
	10-20 cm	7.94	Mediano		10-20 cm	2.54	Mediano		10-20 cm	7.30	Mediano				
	20-30	8.89	Mediano		20-30	2.54	Mediano		20-30	7.30	Mediano				
16	0-10	1.90	Bajo	36	0-10	11.75	Mediano	56	0-10	21.59	Alto				
	10-20 cm	1.90	Bajo		10-20 cm	12.38	Mediano		10-20 cm	21.59	Alto				
	20-30	1.90	Bajo		20-30	10.16	Mediano		20-30	22.22	Alto				
17	0-10	2.70	Mediano	37	0-10	5.71	Mediano	57	0-10	3.97	Mediano				
	10-20 cm	2.86	Mediano		10-20 cm	5.71	Mediano		10-20 cm	4.29	Mediano				
	20-30	3.17	Mediano		20-30	7.94	Mediano		20-30	4.13	Mediano				
18	0-10	1.75	Bajo	38	0-10	3.49	Mediano	58	0-10	2.22	Mediano				
	10-20 cm	1.75	Bajo		10-20 cm	3.81	Mediano		10-20 cm	2.54	Mediano				
	20-30	1.75	Bajo		20-30	3.81	Mediano		20-30	2.54	Mediano				
19	0-10	1.90	Bajo	39	0-10	5.08	Mediano	59	0-10	10.16	Mediano				
	10-20 cm	2.06	Bajo		10-20 cm	3.49	Mediano		10-20 cm	10.16	Mediano				
	20-30	2.70	Mediano		20-30	2.38	Mediano		20-30	10.16	Mediano				
20	0-10	6.67	Mediano	40	0-10	6.35	Mediano	60	0-10	3.81	Mediano				
	10-20 cm	6.35	Mediano		10-20 cm	6.35	Mediano		10-20 cm	3.81	Mediano				
	20-30	6.98	Mediano		20-30	6.98	Mediano		20-30	4.13	Mediano				

Anexo 22. Clasificación de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo al contenido de Carbonato de Sodio Residual, pasta de saturación.

No.	CSR	Clasif.	No.	CSR	Clasif.	No.	CSR	Clasif.	No.	CSR	Clasif.
1	2.33	C	21	1.70	C	41	2.47	C	61	1.80	C
	0.90	B		0.40	B		2.07	C		2.00	C
	0.67	B		0.93	B		1.13	B		2.27	C
2	7.20	NR	22	0.97	B	42	-59.80	B	62	1.07	B
	5.00	NR		0.70	B		-44.53	B		1.73	C
	5.77	NR		0.23	B		-31.93	B		2.67	NR
3	1.97	B	23	-0.60	B	43	1.67	C	63	2.20	C
	2.43	C		0.07	B		1.80	C		1.93	C
	3.40	B		0.87	B		1.00	B		2.53	NR
4	0.03	B	24	1.67	C	44	3.20	NR	64	1.87	C
	1.63	C		2.03	C		3.00	NR		1.40	C
	0.97	B		1.50	C		2.13	C		1.67	C
5	-5.33	B	25	1.70	C	45	-0.47	B	65	3.33	NR
	-3.60	B		1.63	C		-0.80	B		4.40	NR
	-1.57	B		2.47	C		0.33	B		3.80	NR
6	4.20	NR	26	1.80	C	46	-17.27	B	66	4.00	NR
	5.07	NR		2.27	C		-22.13	B		2.27	C
	5.30	NR		2.27	C		-21.33	B		4.40	NR
7	1.77	B	27	3.40	NR	47	3.67	NR	67	3.67	NR
	0.90	B		4.80	NR		3.20	NR		3.13	NR
	0.80	B		4.53	NR		2.73	NR		2.80	NR
8	31.00	NR	28	1.27	C	48	-4.20	B	68	2.27	C
	28.17	NR		0.93	B		0.80	B		3.67	NR
	22.83	NR		0.87	B		2.40	C		2.27	C
9	12.27	NR	29	2.13	C	49	1.07	B	69	0.13	B
	14.50	NR		2.40	C		1.53	C		1.07	B
	11.20	NR		2.07	C		1.53	C		0.73	B
10	2.50	C	30	-0.13	B	50	1.53	C	70	1.73	C
	3.17	NR		0.40	B		1.73	C		2.00	C
	4.00	NR		1.20	B		-9.80	B		1.47	C
11	2.57	NR	31	1.80	C	51	-9.93	B	71	0.93	B
	3.33	NR		2.93	NR		1.13	B		1.73	C
	2.83	NR		3.13	NR		-7.00	B		1.73	C
12	0.63	B	32	2.20	C	52	2.47	C	72	1.53	C
	2.87	NR		2.93	NR		2.57	C		2.53	NR
	4.63	NR		2.53	NR		2.27	C		3.33	NR
13	0.87	B	33	1.00	B	53	6.73	NR			
	1.60	C		1.33	C		5.40	NR			
	1.51	C		2.20	C		5.13	NR			
14	1.03	B	34	2.67	NR	54	3.27	NR			
	2.80	NR		1.73	NR		4.73	NR			
	2.33	C		1.13	B		4.53	NR			
15	3.70	NR	35	2.73	NR	55	1.40	C			
	4.40	NR		2.20	C		1.47	C			
	5.17	NR		1.67	C		1.27	B			
16	4.13	NR	36	1.40	C	56	1.80	C			
	2.63	NR		1.47	C		1.47	C			
	3.57	NR		1.47	C		2.00	C			
17	2.50	C	37	1.80	C	57	2.32	C			
	2.47	C		1.87	C		1.87	C			
	3.00	NR		2.67	NR		2.33	C			
18	2.83	NR	38	2.73	NR	58	0.13	B			
	2.80	NR		4.87	NR		0.33	B			
	4.00	NR		3.80	NR		1.00	B			
19	2.97	NR	39	-31.47	B	59	3.07	NR			
	2.77	NR		-31.73	B		2.87	NR			
	2.77	NR		-28.67	B		2.67	NR			
20	0.87	B	40	1.40	C	60	1.53	C			
	1.17	B		0.87	B		1.93	C			
	1.43	B		2.47	C		1.80	C			

Anexo 23. Clasificación de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo al contenido de Carbonato de Sodio Residual, relación 1:5.

No.	CSR	Clasif.	No.	CSR	Clasif.	No.	CSR	Clasif.	No.	CSR	Clasif.
1	2.12	C	21	0.88	B	41	0.78	B	61	0.20	B
	2.04	C		0.72	B		1.24	B		0.44	B
	2.08	C		0.80	B		1.16	B		0.28	B
2	6.24	NR	22	0.56	B	42	-3.20	B	62	0.68	B
	5.48	NR		0.32	B		-2.24	B		0.64	B
	8.24	NR		0.24	B		-1.24	B		0.60	B
3	1.16	B	23	0.76	B	43	0.42	B	63	0.78	B
	1.48	C		0.80	B		0.68	B		1.00	B
	2.02	C		0.96	B		0.92	B		0.96	B
4	1.56	C	24	0.50	B	44	1.76	C	64	1.00	B
	1.76	C		0.84	B		1.56	C		1.08	B
	2.24	C		1.08	B		0.66	B		1.10	B
5	0.76	B	25	0.60	B	45	1.34	C	65	1.26	C
	1.00	B		0.60	B		0.34	B		1.36	C
	0.84	B		0.84	B		0.74	B		1.52	C
6	1.60	C	26	0.34	B	46	2.96	NR	66	0.80	B
	1.92	C		0.52	B		-0.64	B		0.44	B
	2.12	C		0.48	B		-2.33	B		1.10	B
7	0.80	B	27	1.00	B	47	1.04	B	67	0.40	B
	0.52	B		0.50	B		1.16	B		0.72	B
	0.40	B		1.60	C		1.12	B		0.80	B
8	8.28	NR	28	0.02	B	48	0.04	B	68	1.52	C
	8.12	NR		0.14	B		1.12	B		1.28	C
	7.72	NR		-0.04	B		1.44	B		1.44	C
9	2.36	C	29	0.88	B	49	0.24	B	69	0.52	B
	2.80	NR		1.04	B		0.28	B		0.84	B
	3.32	NR		1.12	B		0.30	B		0.56	B
10	0.84	B	30	0.32	B	50	0.22	B	70	0.40	B
	1.20	B		0.24	B		0.48	B		0.52	B
	1.52	C		0.72	B		0.68	B		0.68	B
11	0.68	B	31	1.04	B	51	-0.28	B	71	0.66	B
	0.92	B		1.32	C		-0.56	B		0.64	B
	0.78	B		1.20	B		0.16	B		0.76	B
12	-0.28	B	32	1.14	B	52	0.88	B	72	0.76	B
	0.12	B		2.20	C		0.66	B		0.60	B
	1.10	B		2.00	C		0.80	B		1.24	B
13	-0.44	B	33	0.24	B	53	1.88	B			
	0.20	B		-0.04	B		2.76	NR			
	0.20	B		0.38	B		2.56	NR			
14	0.88	B	34	0.80	B	54	1.48	C			
	1.44	C		0.52	B		2.04	C			
	1.38	C		0.44	B		1.64	C			
15	1.10	B	35	0.92	B	55	0.48	B			
	1.04	B		1.02	B		0.50	B			
	1.08	B		0.84	B		0.44	B			
16	1.56	C	36	0.56	B	56	0.64	B			
	1.36	C		0.50	B		0.72	B			
	1.35	C		0.14	B		0.72	B			
17	0.80	B	37	-0.02	B	57	0.63	B			
	0.88	B		0.18	B		0.80	B			
	0.80	B		0.34	B		0.74	B			
18	1.04	B	38	0.58	B	58	0.84	B			
	0.92	B		1.28	C		1.08	B			
	1.28	C		0.90	B		0.90	B			
19	1.36	C	39	-23.40	B	59	1.52	C			
	1.16	B		-8.36	B		1.52	C			
	1.16	B		-0.32	B		1.42	C			
20	0.50	B	40	0.66	B	60	1.04	B			
	0.76	B		0.22	B		1.12	B			
	0.96	B		0.78	B		0.74	B			

Anexo 24 Índices, Cuadros y Figuras de los datos obtenidos de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán.

Comprobación de la exactitud de los datos analíticos de los suelos del Valle del Mezquital.

La correspondencia entre los valores de las mediciones experimentales de la conductividad eléctrica experimental (CE_{exp}) de todos los extractos de suelos de la pasta de saturación y la relación suelo-agua 1:5, y referirla con la conductividad eléctrica teórica (CE_{teo}) de cada extracto de solución de cada muestra de suelo con los valores analíticos químicamente determinados se estableció la relación funcional $CE_{teo}=fa(CE_{exp})$, ambas en $\mu S\ cm^{-1}$.

Para determinar la conductividad eléctrica teórica de cada muestra de agua, se procedió a multiplicar a cada uno de los iones por su factor de CE (por $meq\ L^{-1}$ o $mmol_c\ L^{-1}$) y su correspondiente suma nos da el valor de la CE_{teo} (APHA, 1995).

En la Figura 26 se observa la relación conjunta de la CE_{exp} y la CE_{teo} de los extractos de la pasta de saturación y la relación 1:5, y el intervalo de aceptación para este método es de $0.9 < CE\ teórica/ CE\ experimental < 1.1$. Los datos indican que los datos analíticos son correctos, con un valor de 1.096 en pasta de saturación y de 1.142 en la relación 1:5.

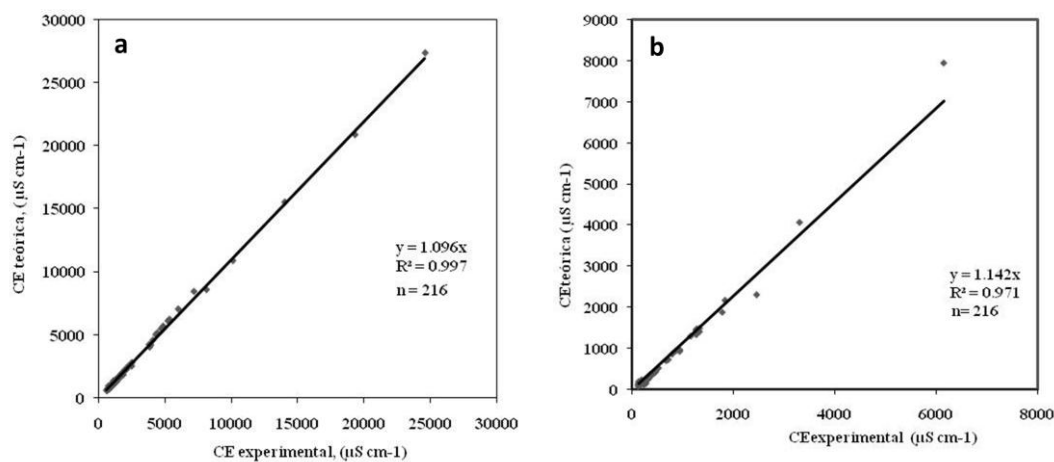


Figura 26. Relación conjunta de Conductividad experimental y la conductividad teórica de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán. **a.** pasta de saturación y **b.** relación 1:5.

Distribución de aniones y cationes

La distribución de los distintos iones que componen las muestras de suelo de los extractos de solución de la pasta de saturación y la relación 1:5 se muestran en la Figura 27.

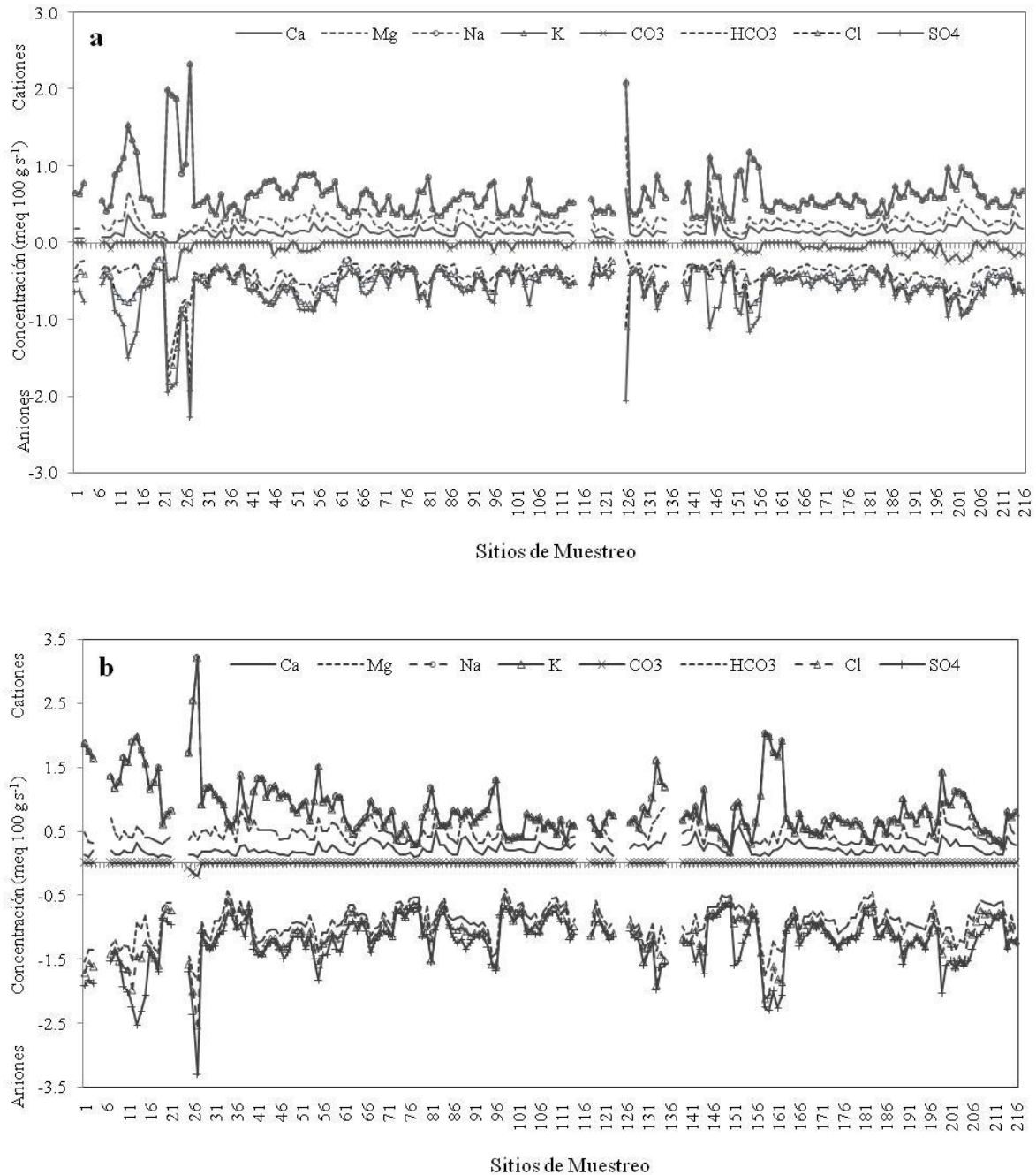


Figura 27. Composición iónica de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, **a.** pasta de saturación, **b.** relación 1:5.

La tendencia de extracción en los 72 sitios de muestreo, a las tres profundidades es la misma, sin embargo, se observa una cantidad mayor de iones solubles en la relación 1:5 (suelo-agua), con respecto a la cantidad recuperada en la pasta de saturación (Figura 27).

Los sitios de muestreo No. 2-Chiconautla, No. 39-Capula, No. 42-delante cascada Debodhe y No.46-Maguey Blanco, no se incluyen en las figuras de la composición iónica, por su alto contenido iónico, sus concentraciones se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Composición iónica de sitios de muestreo No.2, 39, 42 y 46.

Sitio Numero	Método de extracción	Profundidad (cm)	pH	CE μSm^{-1}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
2	pasta de saturación	0-10	8.92	4710	0.13	0.23	3.87	0.20	0.29	0.76	1.97	1.28
		10-20 cm	8.72	4320	0.12	0.25	3.71	0.19	0.17	0.70	2.03	1.24
		20-30	8.83	4420	0.10	0.27	3.78	0.19	0.20	0.75	1.84	1.45
	relación 1:5 (suelo-agua)	0-10	8.52	1.278	0.28	0.16	5.00	0.08	0.20	3.36	1.42	1.17
		10-20 cm	8.65	1.341	0.20	0.32	5.05	0.08	0.20	3.06	1.70	1.47
		20-30	8.82	1.790	0.28	0.30	7.25	0.09	0.24	4.46	2.28	1.65
39	pasta de saturación	0-10	8.09	24600	1.35	0.33	10.41	0.01	0.00	0.11	9.58	2.09
		10-20 cm	7.82	19320	0.90	0.42	5.81	0.00	0.00	0.12	3.50	3.32
		20-30	7.84	14030	0.84	0.36	3.97	0.00	0.00	0.13	2.00	2.91
	relación 1:5 (suelo-agua)	0-10	7.05	6148	11.20	0.90	24.30	0.12	0.00	0.40	9.54	19.50
		10-20 cm	7.20	3310	3.88	0.90	12.75	0.07	0.00	0.60	3.50	11.75
		20-30	7.35	1846	0.50	0.38	8.05	0.03	0.00	0.72	2.00	6.14
42	pasta de saturación	0-10	7.64	10130	1.60	1.36	1.69	0.09	0.00	0.11	9.58	2.09
		10-20 cm	7.75	7190	1.09	0.96	1.01	0.05	0.00	0.12	3.50	3.32
		20-30	7.93	5350	0.71	0.67	0.69	0.04	0.00	0.13	2.00	2.91
	relación 1:5 (suelo-agua)	0-10	7.3	1340	1.22	1.12	3.10	0.05	0.00	0.74	2.88	2.80
		10-20 cm	7.5	879	0.90	0.86	1.55	0.04	0.00	0.64	1.78	1.83
		20-30	7.51	687	0.70	0.64	1.00	0.03	0.00	0.72	1.22	1.37
46	pasta de saturación	0-10	8.13	6010	0.55	0.57	1.76	0.09	0.00	0.26	1.31	1.33
		10-20 cm	7.93	5230	0.63	0.68	1.20	0.07	0.00	0.20	1.27	1.04
		20-30	7.95	4870	0.55	0.68	1.11	0.06	0.00	0.17	1.21	0.96
	relación 1:5 (suelo-agua)	0-10	7.8	957	0.46	0.52	2.75	0.06	0.00	2.46	1.82	0.36
		10-20 cm	7.6	803	0.50	0.84	1.75	0.05	0.00	1.02	1.82	1.01
		20-30	7.7	949	1.16	0.54	2.60	0.05	0.00	1.00	2.14	1.44

Distribución de las frecuencias de los datos analíticos

La distribución de frecuencias de la conductividad eléctrica de los suelos de los extractos acuosos de la pasta de saturación y la relación 1:5, se observa en la Figura 28. El intervalo en

el que se encuentran los suelos es de 620 a 10130 $\mu\text{S cm}^{-1}$ medido en pasta de saturación y de 140 a 1790 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en la relación 1:5.

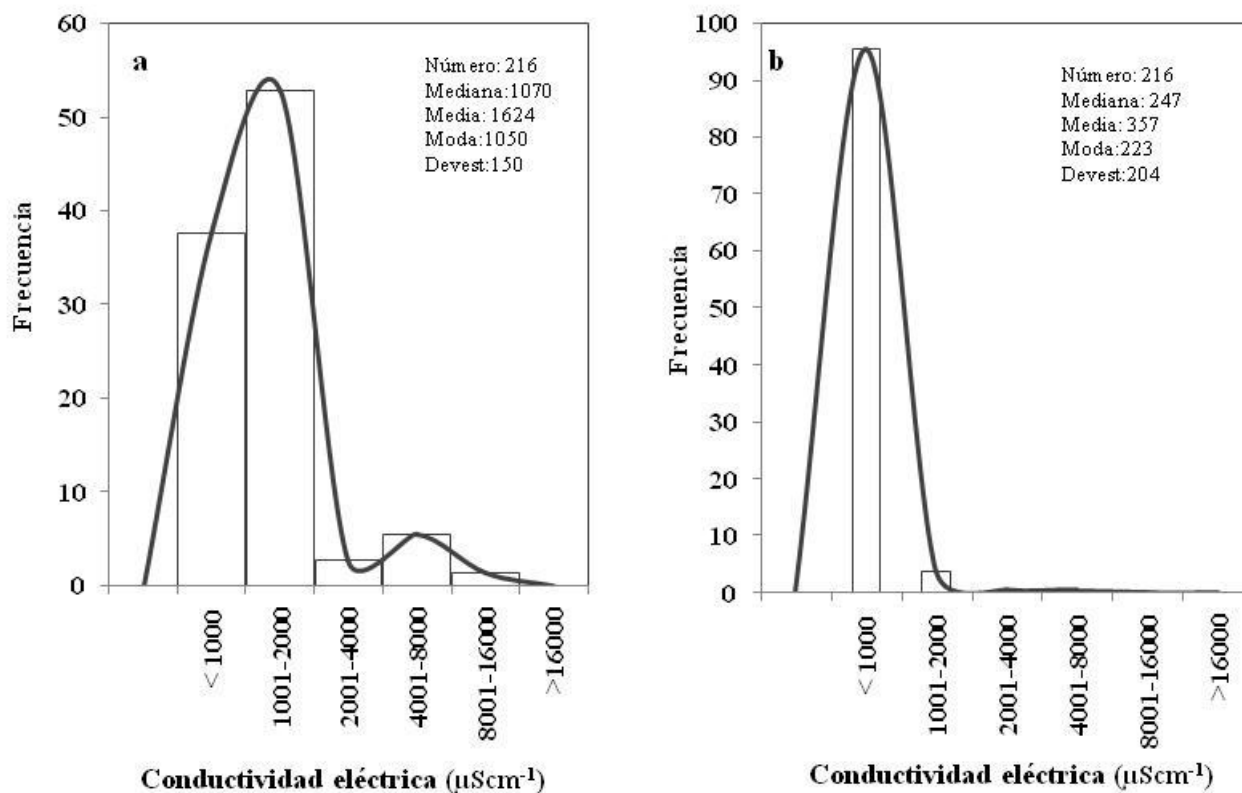


Figura 28. Distribución de las frecuencias con respecto a la conductividad eléctrica de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, **a.** pasta de saturación, **b.** r-1:5.

Como resultado del equilibrio entre el agua de riego y el suelo, con base en la NOM-021-RECNAT-2000, los suelos presentan efectos bajos o despreciables en cuanto a su CE, con un 39.8%, otro 48.1% se encuentran ligeramente salinos, el 5% de los suelos presenta efectos moderadamente salinos, el 0.5% son suelos salinos y 1.4% de los suelos son fuertemente salinos, en los extractos de pasta de saturación. De acuerdo con los extractos de la relación 1:5, el 95.4% de los suelos presentan efectos despreciables de la salinidad, un 3.7% presentan efectos ligeramente salinos y el 0.9% de las suelos son suelos salinos y moderadamente salinos (Figura 28).

De acuerdo con la distribución de las frecuencias del residuo seco evaporado o sólidos totales disueltos en ambas relaciones pasta de saturación y relación 1:5, se observa que un alto porcentaje de muestras de suelo contienen concentraciones de sales.

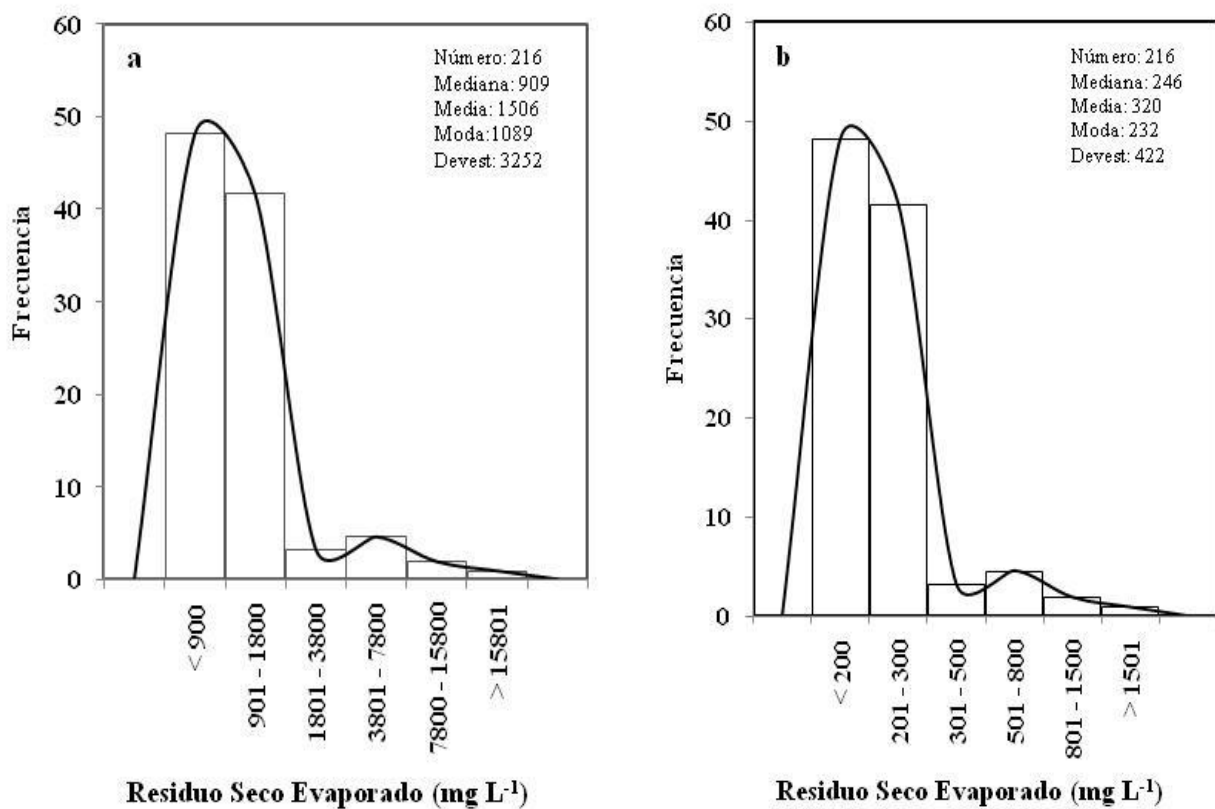


Figura 29. Distribución de las frecuencias con respecto al residuo seco evaporado de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, **a.** pasta de saturación, **b.** r-1:5.

Se observa un efecto en la dilución de sales por efecto de la relación de suelo-agua con respecto a los extractos de la pasta de saturación. Sin embargo, es en la relación 1:5 es donde se extraen mas sales por el uso de mas agua, Figura 29, (Zhang *et al.*, 2005). Aunque, en la academia americana se usa el extracto de la pasta de saturación para caracterizar y conocer el estado actual de la fertilidad del suelo; los datos de los extractos de la relación 1:5 (suelo-agua) sirven para conocer las posibles reservas de elementos presentes en concentraciones suficientes, adecuadas o en exceso (González, 1982; Vázquez, 1984).

Clasificación de los suelos en base a su salinidad.

Conductividad eléctrica

Los parámetros medidos en los extractos de solución de la pasta de saturación y la relación 1:5 (suelo-agua), al ser manejados estos como soluciones acuosas, las concentraciones de las sales solubles y las soluciones, guardan una relación directamente proporcional con respecto a la conductividad eléctrica (CE), los sólidos totales disueltos (STD o RSE) los cationes solubles totales (CST) y los aniones solubles totales (AST).

La relación de la conductividad eléctrica con respecto a los sólidos totales disueltos, los cationes solubles totales, y aniones solubles totales, representan una línea recta de acuerdo con la ecuación $y=a(x)$.

La relación funcional de los $\text{mg L}^{-1} = a (\mu\text{S cm}^{-1})$ de los extractos de la pasta de saturación y la relación 1:5 en ambos métodos el coeficiente de la relación funcional $\text{mg L}^{-1} = 0.888\text{CE}$ ($\mu\text{S cm}^{-1}$) para los extractos de la pasta de saturación y $\text{mg L}^{-1} = 0.841\text{CE}$ ($\mu\text{S cm}^{-1}$) para los extractos de la relación 1:5, los cuales señalan altos contenidos de iones bicarbonato.

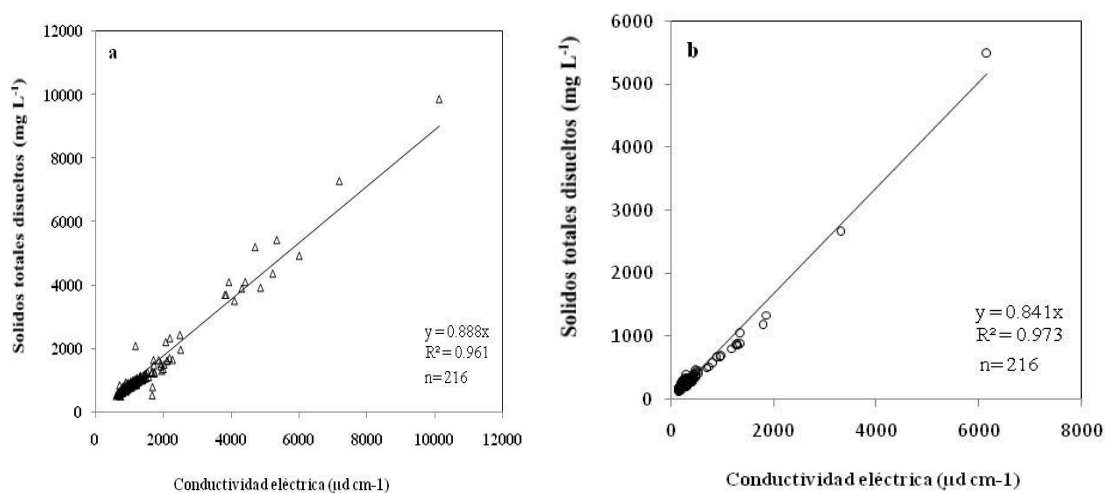


Figura 25. Relación de la CE y los STD de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapan, **a.** pasta de saturación, **b.** relación 1:5.

Presión osmótica

La dependencia de la conductividad eléctrica y la presión osmótica de los extractos acuosos de la pasta de saturación y la relación 1:5 se muestran en la Figura 26. Los coeficientes de regresión son de gran utilidad para conocer la variación de la presión osmótica que se desarrolla en el suelo, conforme se reduce el contenido de humedad por los procesos de evapotranspiración.

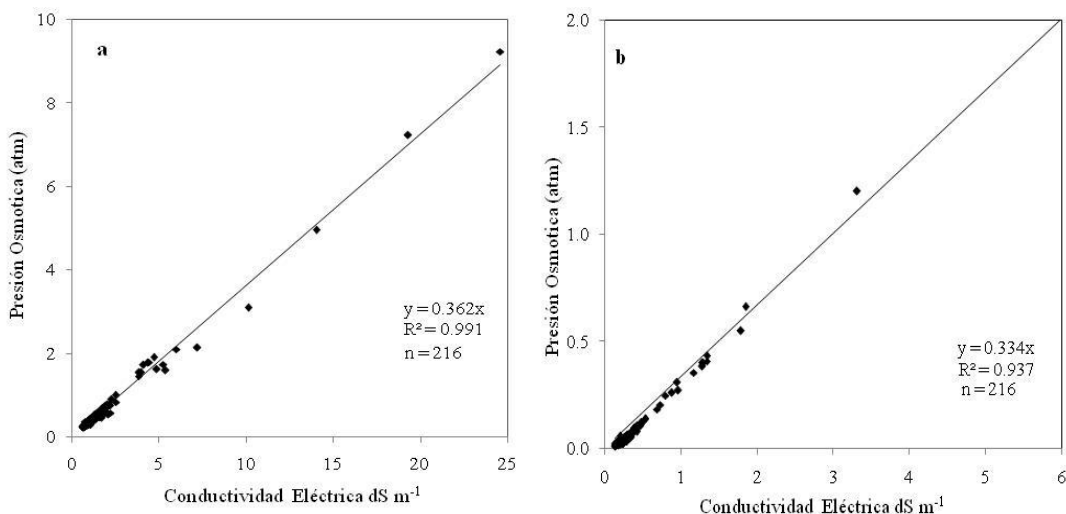


Figura 26. Relación entre la CE medida y la PO experimental de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, **a.** pasta de saturación y **b.** relación 1:5.

Dado que la presión osmótica del suelo representa la concentración de solutos presentes en la solución del suelo y esta debe ser equivalente a la presión real presente que se presenta en un sistema osmótico (Flores *et al.*, 2005), la presión osmótica en los extractos acuosos de la pasta de saturación y la relación 1:5, reflejan una variación probable la cual se puede modificar al aumentar o disminuir la concentración de los iones en la solución del suelo.

Clasificación de los suelos de acuerdo con Richards.

Los valores de la relación de adsorción de sodio, de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, bajo sus diferentes formulaciones: RAS original, RAS ajustado y RAS^o (corregido) para los extractos de solución de suelo de la pasta de saturación y la relación 1:5, se presentan en el Cuadro 47, en el cual se aprecia notablemente que la

relación de adsorción de sodio ajustado de acuerdo con Bower (1965), la clasificación de los suelos se desplaza a otros grupos, como es el caso de las parcelas 1 y 2 de Chiconautla, las parcelas 1 y 2 de Santa Ana Nextlalpan, las parcelas 1 y 2 ubicadas al canal-Factoría-Apaxco, por mencionar algunas.

Cuadro 47. Clasificación de los suelos de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, de acuerdo con las diferentes formulaciones de la relación de adsorción de sodio.

FORMULACIONES DE RAS	RELACIÓN (suelo-agua)	C2S1	C2S2	C3S1	C3S2	C3S3	C3S4	C4S1	C4S2	C4S3	C4S4
		Numero de muestras de suelo									
$\text{RAS} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$	P-Saturación	25	-	132	35	4	2	3	3	4	8
	R -1:5	24	-	171	2	-	-	5	7	1	6
$\text{RAS}^\circ = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$	P-Saturación	19	6	34	96	28	14	3	1	2	13
	R -1:5	24	-	165	8	-	-	3	-	2	14
$\text{RASaj} = \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}} [1 + (8.4 - \text{pHc})]$	P-Saturación	25	-	173	5	-	-	-	8	8	3
	R -1:5	24	-	173	-	-	-	9	9	1	-

Si se toma en cuenta que los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, son de características de formación muy variada, en lo que se refiere a su composición mecánica, espesores litológicos y mineralogía, así como las variaciones en los contenidos de CO₂ solubilizado en la solución de suelo, la actividad biológica debe ser muy variable.

No obstante, que los valores del RASaj sobre pasan los valores de RAS original y RAS corregido, se observa su utilidad por efectos de conocer los límites máximos de la relación de adsorción de sodio, en los que puede encontrar un determinado suelo en determinadas condiciones físico-químicas específicas.

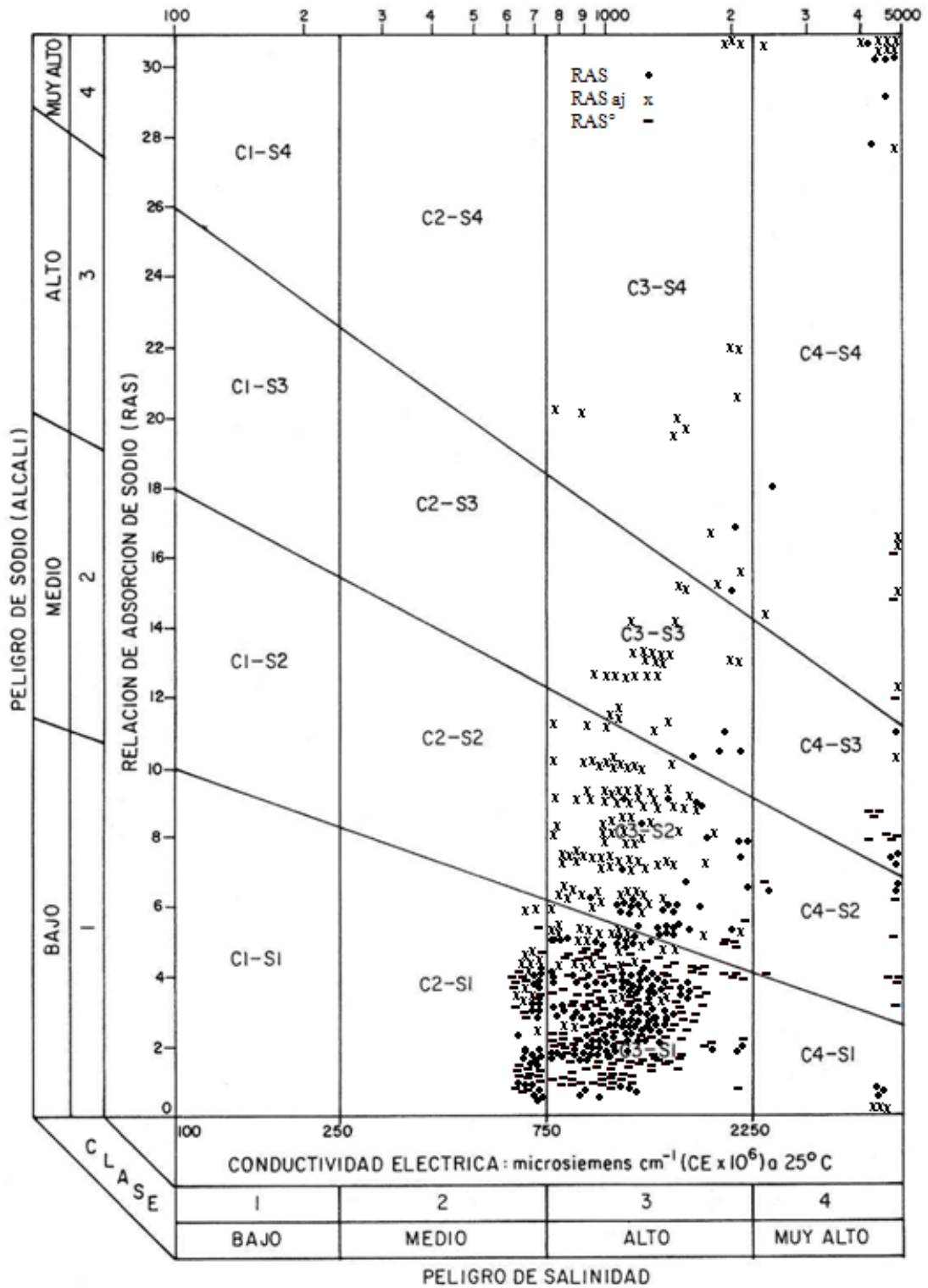


Figura 27. Diagrama de clasificación de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, datos de pasta de saturación.

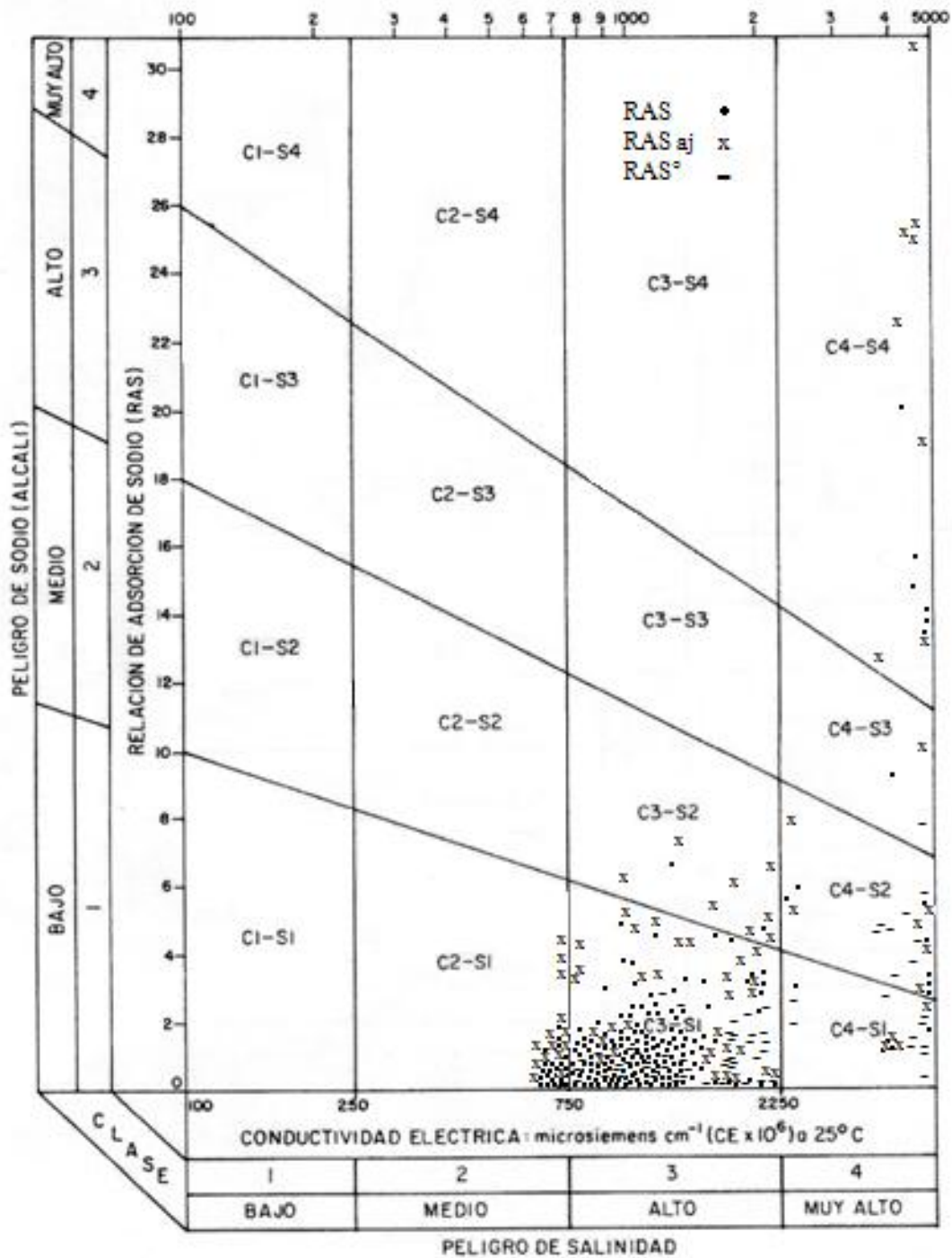


Figura 28. Diagrama de clasificación de los suelos de la red hidrográfica Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, datos de la relación 1:5 (suelo-agua).

Clasificación de los suelos con base al peligro de disminución de la infiltración

La reducción en la tasa de infiltración del agua de riego, atribuido a la formación de costras en la superficie, a la disposición y a la migración de las arcillas dentro de los poros de los suelos y al hinchamiento de las arcillas del tipo 2:1, presenta un efecto negativo en la producción de los cultivos.

Las partículas coloidales son la fracción del suelo que determina de forma decisiva el comportamiento físico del suelo. Las partículas arcillosas poseen una gran área superficial y por consiguiente, las partículas arcillosas son las más activas en los procesos de dispersión y de hinchamiento.

Las esmectitas son las arcillas con mayor presencia en los suelos de las zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, la sodicidad del suelo, depende del manejo de este. La dispersión de las partículas del suelo requiere de energía que rompa los enlaces químicos en las partículas del suelo.

Los problemas de infiltración para indicar los problemas de salinidad y sodicidad, en relación con el agua aplicada entra y se desplaza en los primeros centímetros del suelo (Bower, 1955). Un problema de infiltración se hace evidente cuando el agua no atraviesa la superficie del suelo a una velocidad que permita la renovación del agua consumida entre dos riegos.

La conductividad eléctrica y la relación adsorción de sodio bajo diferentes formulaciones (RAS_{or} , RAS_{aj} y RAS°_{corr}), en el Valle del Mezquital, en lo que se refiere a la capacidad de infiltración de los suelos, con respecto al método de extracción de las sales solubles, se muestra en el Cuadro 15, se observa un incremento en el número de suelos que pasan de una clasificación sin problemas de infiltración a una clasificación con problemas de infiltración ligera o moderada y en algunos casos a severa.

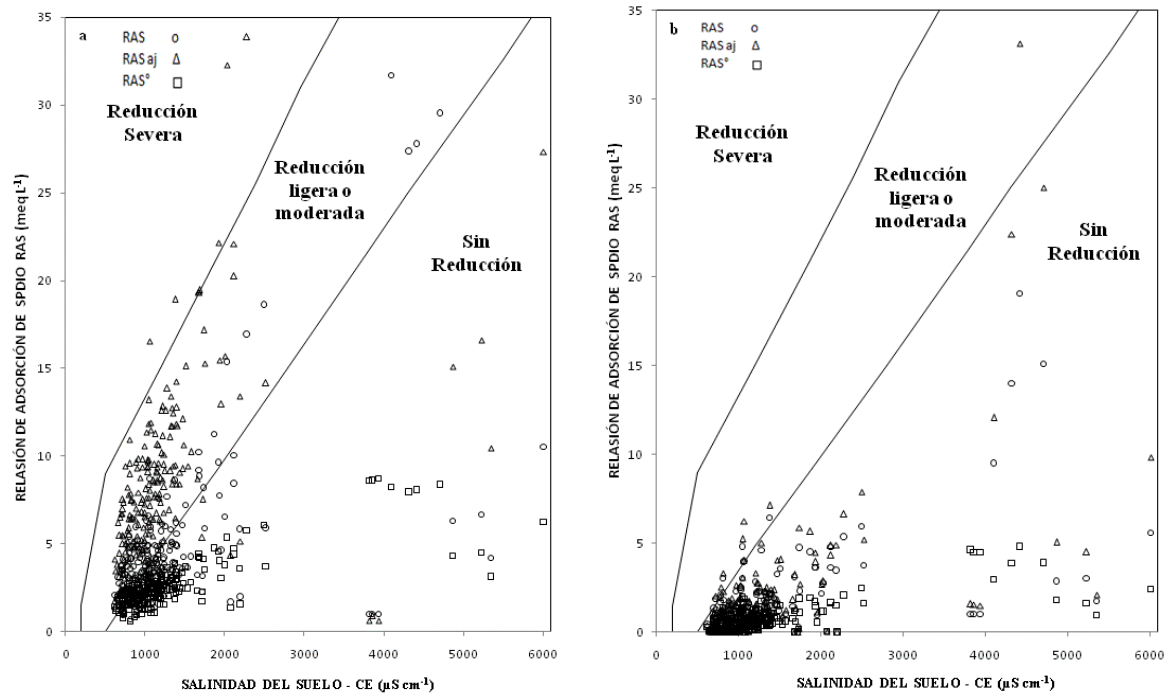


Figura 29. Distribución de los suelos del Valle del Mezquital, con base en el peligro de disminución de la infiltración, a. pasta de saturación y b. r-1:5.

Cuadro 49. Clasificación de los suelos de la red hidrográfica de Zumpango-Ixmiquilpan-Zimapán, con base en el peligro de disminución de la infiltración.

FORMULACIONES DE RAS	RELACION (suelo-agua)	Numero de muestras de suelo		
		Sin Reducción	Reducción ligera	Reducción severa
$RAS = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}}$	P-Saturación	113	103	-
	R -1:5	212	4	-
$RAS^{\circ} = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}}$	P-Saturación	26	190	-
	R -1:5	204	12	-
$RAS_{aj} = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$	P-Saturación	18	191	7
	R -1:5	216	-	-