

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



**FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO Y CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA
DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT**

ÓSCAR GERMÁN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS EN EL
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

XALISCO, NAYARIT, OCTUBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



**FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO Y CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA
DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS

PRESENTA

ÓSCAR GERMÁN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR

DR. ÁLVARO CAN CHULIM

CODIRECTOR

DR. HÉCTOR MANUEL ORTEGA ESCOBAR

ASESORES

DR. JOSÉ IRÁN BOJÓRQUEZ SERRANO

DRA. ELIA CRUZ CRESPO

DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES

DR. ALBERTO MADUEÑO MOLINA

XALISCO, NAYARIT, OCTUBRE 2020

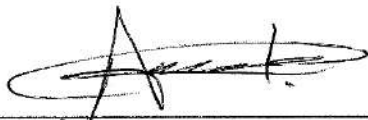
Tepic, Nayarit, 14 de octubre de 2020

DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO (CBAP)
PRESENTE

Los que suscriben, integrantes del Cuerpo Tutorial asesor de la Tesis titulada: Físico-química del suelo y calidad del agua de la cuenca del río San Pedro en Nayarit, que presenta el **C. Óscar Germán Martínez Rodríguez** para obtener el grado de Doctor en Ciencias con opción terminal en Ciencias Agrícolas, damos nuestra aprobación para que continúe con los tramites correspondientes para la obtención de su grado.


Sin otro asunto que tratar, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Alvaro Can Chulim

Director



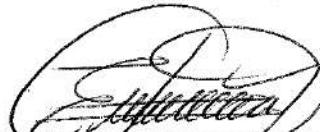
Dr. Héctor Manuel Ortega Escobar

Co-director



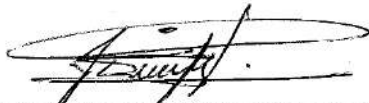
Dr. José Irán Bojórquez Serrano

Asesor



Dra. Elia Cruz Crespo

Asesor



Dr. Juan Diego García Paredes

Asesor



Dr. Alberto Madueño Molina

Asesor



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/129/2020

Xalisco, Nayarit; 19 de octubre de 2020

M.C. GLORIA MACHAIN IBARRA
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
NIVEL SUPERIOR Y POSGRADO

Con base al oficio de fecha 14 de octubre del presente, enviado por los **CC. Dr. Álvaro Can Chulim, Dr. Héctor Manuel Ortega Escobar, Dr. José Irán Bojórquez Serrano, Dra. Elia Cruz Crespo, Dr. Juan Diego García Paredes y Dr. Alberto Madueño Molina**, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha finalizado con los demás requisitos que establece nuestra institución, se autoriza al **M. en C. Óscar Germán Martínez Rodríguez**, continúe con los tramites necesarios para la presentación del examen de grado de Doctor en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Agrícolas.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

"Por lo nuestro a la Universal"



Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado en
POSTGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. C.P. 63780. Xalisco, Nayarit.
Tels. (311)2-11-01-28 y 2-11-11-63 Posgrado (CBAP) 2-11-24 78.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el financiamiento para realizar mis estudios de doctorado.

A la **Universidad Autónoma de Nayarit**, por todo mi crecimiento académico desde la preparatoria hasta mi doctorado, también por ser la fuente de ingresos para mi familia por medio del trabajo de mi padre.

Al **Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias** por darme la oportunidad de ingresar y concluir mis estudios de posgrado, gracias por todo el apoyo brindado.

A mi Director de tesis **Dr. Álvaro Can Chulim** por confiar en mí desde la maestría y aceptarme de nuevo como su tutorado en el doctorado, agradezco todo su apoyo, por enseñarme y acompañarme en toda mi formación académica, nunca me sentí solo en todo este proceso y cuando estuve desorientado siempre estuvo ahí atendiéndome. Gracias por su apoyo económico, su trabajo y tiempo dedicado en cada uno de los muestreos realizados y en todo el proceso, me enseñó como se trabaja en la investigación y espero en un futuro podamos colaborar juntos.

A mi Codirector de tesis **Dr. Héctor Manuel Ortega Escobar** por todas sus enseñanzas, porque sin su apoyo no hubiera sido posible adquirir los conocimientos que tengo en el área de salinidad de suelos y agua, inculcándome que siempre habrá cosas nuevas que aprender e investigar. Gracias por el tiempo dedicado en todas mis estancias, en la última de estas, ya como alumno pasante, admiré su compromiso con su profesión, esas jornadas de trabajo de todo el día cada día de la semana. Muchas gracias por todo el apoyo, tanto material, económico y moral en todo este tiempo de estudios, valoro mucho todo lo que hizo por mí, es una persona admirable. Dentro de todas esas pláticas y consejos recibidos, siempre recordaré “Podrás engañar a todo mundo, pero a tu conciencia nunca, hay que trabajar Oscar”, gracias por todo.

A los integrantes de mi Cuerpo Tutorial, a la **Dra. Elia Cruz Crespo** por todo su apoyo y tiempo brindado. Ha sido fundamental en mi crecimiento académico y personal, agradezco su respaldo y confianza. Al **Dr. José Irán Bojórquez Serrano** por los conocimientos adquiridos en sus clases, gracias por su tiempo, por todos los retos y recomendaciones realizadas a lo largo de mi

doctorado. Al **Dr. Alberto Madueño Molina** por todo el tiempo dedicado en el seguimiento de mi investigación, por sus recomendaciones y disposición de ayudarme siempre. Al **Dr. Juan Diego García Paredes** por todo su tiempo y conocimientos brindados en el área de fertilidad de suelos, gracias por resolverme mis dudas y por todo el apoyo recibido. Todos han sido parte fundamental en el desarrollo de mi investigación y en mi crecimiento académico, gracias por el gran equipo de trabajo.

A la maestra **Amada Juárez Solís**, gracias por todo el apoyo brindado a mi familia, por cuidar de ellos en cada estancia que realizaba, porque siempre Usted estuvo presente en todo momento, fue esencial para poder cumplir esta meta en mi vida; siempre le estaré agradecido por todo.

A la familia **García López** que me han apoyado desde mis estudios de maestría en cada estancia que he realizado en el Estado de México, gracias por abrirme las puertas de su casa, por todas sus atenciones y darme la confianza de vivir con ustedes, los considero grandes amigos y valoro mucho todo lo que han hecho por mí.

Al **Gobierno del Estado de Nayarit** y al **Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit (COCYTEN)** por el apoyo recibido a través de la convocatoria “Becas para la realización de tesis; licenciatura, maestría y doctorado”.

A **Lic. Mayra Guadalupe Pérez Covarrubias** porque siempre realizó su trabajo de la mejor manera apoyándome en todo lo que necesitaba.

A mis primos **Marco Antonio Rodríguez Flores** y **Jorge Humberto Rodríguez Flores** por acudir a mis llamados de auxilio siempre, gracias por haber hecho más ligero este proceso con todas sus bromas y compañía. Han sido parte importante en mi vida junto con mi primo **Ángel Francisco Rodríguez Flores**, crecimos, jugamos y aprendimos mucho todos estos años.

A mis sobrinos **Edlin Jazhiel Mendoza Martínez**, **Edgar Abdiel Mendoza Martínez** y **Ángel Uriel Mendoza Martínez** porque siempre han estado ahí cuando los he necesitado y saben que ahí estaré yo cuando me necesiten, los amo.

A mi primo **Lorenzo Jhovani Juárez Torres** alias “El jefe”, por todos los momentos que vivimos en este proceso, eres una gran persona y confío en que podrás conseguir todo lo que te propongas.

Al **Ing. Carlos Filiberto Gómez Salas, Karla Noemí Belloso Reyes, Oscar Uriel López Vargas, Edgar Alberto Castillo Limón, M.V.Z. María Karline Sánchez Arambul** y al **Ing. Eduardo Ramón Navarro Vargas** que fueron de gran ayuda en esta etapa de mi vida, gracias por su compromiso, su tiempo y todos los momentos que compartimos.

A **Elvia Amalia Sosa Galán** por haberme apoyado durante mis estancias en el Colegio de Postgraduados, porque siempre me atendiste con amabilidad y me hiciste sentir en confianza, fueron muy gratos todos los momentos compartidos, gracias.

M. en C. Edrodes Vicente Hernández, M. en C. Adriana Camacho Ballesteros, M. en C. Betzy Stephani Pallares González, Lic. Dulce Rubí Sosa González y al **M. en C. Juan Uriel Avelar Roblero**, el escuadrón del Dr. Ortega, gracias por su apoyo, por compartir sus conocimientos, por todos esos momentos de risa y compañerismo, que, aunque fue por corto tiempo, me hicieron sentir parte de ustedes.

A **J. Santos de la Cruz Frutero Hernández** por compartirme sus libros, conocimientos y su experiencia. Por haberme hecho muy amena mi estancia en laboratorio con sus bromas, su compañía, su cafecito y su pan, es una gran persona. A **María de Jesús Hernández Frago** por esos buenos ratos de convivencia y todo el apoyo recibido en el laboratorio.

DEDICATORIAS

A mis padres **José Luís Martínez Vera** y **María Guadalupe Rodríguez Macías** quienes me dieron la vida y son los responsables de que haya llegado tan lejos en mis estudios, nunca me han dejado solo, siempre me han apoyado. Madre, gracias por cuidar de mi hijo en su primer año de vida, Usted y mi Padre fueron indispensables para poder culminar mis estudios de doctorado.

A mis hermanos **Luis Alberto Martínez Rodríguez**, **Linyu Araceli Martínez Rodríguez** y **Taili Lilián Martínez Rodríguez** quienes siempre me alentaron a ser mejor, verlos cumplir sus metas fue inspirador para yo cumplir las mías, les agradezco por haber abierto los caminos en nuestro sistema familiar y dejar el mío más libre. A mis sobrinos **Edlin**, **Edgar**, **Metzery**, **Angel**, **Yuhicari**, **Xura** y **Jorge** que han llenado de alegría mi vida con su amor incondicional, familia los amo.

A mi amada esposa **Jalhecci Medina Juárez**, a ti que siempre estuviste alentándome y dándome ánimos en muchos momentos difíciles y de desesperación durante este proceso, porque, así como has estado en momentos buenos, has soportado los malos y has decidido quedarte a mi lado. Te agradezco infinitamente que hayas cuidado de nuestro hijo en todos esos días que me sentaba a escribir, que tu mejor que nadie sabe que fueron bastantes. Eres una mujer a quien admiro, mi Dra. en Educación favorita, mujer trabajadora, la mejor mamá que mi hijo puede tener, valoro todo lo que has hecho por ayudarme a concluir mis estudios de posgrado, por todo, este trabajo también está dedicado a ti.

A mi hijo **Diego Said Martínez Medina** quien desde que llegó a mi vida ha sido una fuente interminable de alegría y amor, una motivación para mí. Ha sido muy emocionante y hermoso verte crecer, siempre estaré para ti.

Al **M.V.Z. Antonio Sánchez Torres[†]** quien fue una persona muy importante para mí, gracias por tus enseñanzas y tu apoyo incondicional. Por más de dos años tuve la fortuna de convivir contigo, conocerte, disfrutar de tu compañía con tus bromas y tu forma de ser tan agradable. Desafortunadamente algo más grande decidió que partieras antes, sin embargo, te recordaré con esa alegría que te caracterizaba y todos esos momentos que compartimos, este trabajo también está dedicado a ti médico. Acepto lo sucedido, admiro, honro y respeto tu destino.

FÍSICO QUÍMICA DEL SUELO Y CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT

Óscar Germán Martínez Rodríguez, Dr.

Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, 2020.

RESUMEN GENERAL

La cuenca del río San Pedro en Nayarit abarca un área importante de la Llanura costera del Pacífico donde se encuentra el área agrícola, sin embargo, en las zonas costeras comúnmente se encuentran suelos salinos, ya sea de manera natural o de forma secundaria (antropogénica). En este sentido, los problemas de salinidad en los suelos afectan las propiedades físico-químicas de los mismos, lo cual, repercute en la disminución del rendimiento, o bien en su fertilidad. El objetivo general de la investigación fue determinar las propiedades físico químicas del agua y suelo de la cuenca del río San Pedro en Nayarit. La investigación se seccionó en tres capítulos, el objetivo del primero fue determinar la calidad del agua del río San Pedro para uso agrícola. Se establecieron nueve sitios de muestreo y se realizaron cuatro muestreos en un periodo de dos años, en temporal de lluvia y sequía de cada año. Se determinó el pH, CE, aniones y cationes mayores, se calculó la RAS, RAS°, RASaj, PSI, CSR y el índice de saturación. Los resultados indicaron que las aguas superficiales del río San Pedro presentaron una CE entre 131 y 43,130 $\mu\text{S cm}^{-1}$, RAS de 0.38 a 161.16 y un PSI de 0.46 a 73.14%; las aguas del río San Pedro resultaron ser de excelente a buena calidad, a excepción de aquellas afectadas por sales del océano. El objetivo del segundo capítulo fue caracterizar las condiciones de salinidad de los suelos agrícolas de la llanura del río San Pedro; se realizaron dos muestreos en junio de 2017 y 2018, uno en cada año. Se establecieron 91 sitios de muestreo de suelo a las profundidades de 30, 100 y 300 cm, dentro de estos sitios se tomaron 50 muestras de agua freática. En las muestras de suelos se realizaron extractos a saturación y en relación 1:5 (suelo-agua), en total se generaron 978 muestras incluyendo las de agua freática, se determinó el pH, CE, cationes y aniones mayoritarios. Se calculó el RAS, RASaj, PSI y se establecieron las relaciones entre ambos extractos. La CE, RAS y PSI fue de 0.02 a 72.4 dS m^{-1} , de 0.11 a 33.09 y de 0.19 a 59.90% respectivamente. El objetivo del tercer capítulo fue evaluar la fertilidad de los suelos agrícolas de la llanura del río San Pedro, se establecieron 83 sitios de muestreo a 30 cm de profundidad durante el mismo periodo que la sección anterior, se midió el pH, CE, textura, Da, CO, MO, N inorgánico, P, CIC y bases intercambiables, a partir de estos se calculó el índice de fertilidad del suelo (SQI). Los valores medios fueron para MO 1.58%; N 22.5; P 32.5; K 0.45 mg kg^{-1} . La cuenca del río San Pedro tuvo un SQI medio (SQI=0.64), los factores limitantes resultaron ser el pH y PSI en el 29% de los sitios y la MO, N y K en la mayor parte de los sitios.

SOIL PHYSICAL, CHEMISTRY AND WATER QUALITY OF THE SAN PEDRO RIVER BASIN IN NAYARIT

Óscar Germán Martínez Rodríguez, Dr.

Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, 2020.

GENERAL SUMMARY

The San Pedro river basin in Nayarit covers an important area of the Pacific Coastal Plain where the agricultural area is located, nevertheless, in the coastal areas saline soils are commonly found, either naturally or secondarily form (anthropogenic). In this sense, salinity problems in soils affect their physico-chemical properties, which has an impact on the decrease in yield, or its fertility. The general objective of the research was to determine the physical-chemical properties of the water and soil of the San Pedro river basin in Nayarit. The research was divided into three chapters, the objective of the first one was to determine the quality of the water of the San Pedro River for agricultural use. Nine sampling sites were established and four samplings were carried out in a period of two years, during the rainy and drought season each year. The pH, EC, major anions and cations were determined, the RAS, RAS °, RASaj, PSI, CSR and the saturation index were calculated. The results indicate that the surface waters of the San Pedro River presented an EC between 131 and 43,130 $\mu\text{S cm}^{-1}$, RAS of 0.38 to 161.16 and a PSI of 0.46 to 73.14%; the waters of the San Pedro River turned out to be of excellent to good quality, with the exception of those affected by ocean salts. The objective of the second chapter was to characterize the salinity conditions of the agricultural soils of the San Pedro river plain, two samplings were carried out in June 2017 and 2018, one in each year. 91 soil sampling sites were established at depths of 30, 100 and 300 cm, within these sites 50 groundwater samples were taken. In the soil samples, extracts were carried out at saturation and in a 1: 5 ratio (soil:water), a total of 978 samples were generated, including groundwater samples, the pH, EC, cations and major anions were determined. The RAS, RASaj, PSI were calculated and the relationships between both extracts were established. The CE, RAS and PSI were from 0.02 to 72.4 dS m^{-1} , from 0.11 to 33.09 and from 0.19 to 59.90% respectively. The objective of the last chapter was to evaluate the fertility of the agricultural soils of the San Pedro river plain, 83 sampling sites were established at 30 cm depth during the same period as the previous section, the pH, EC, texture, Da, CO, MO, inorganic N, P, CIC and interchangeable bases, from these the soil fertility index (SQI) was calculated. The mean values were for MO 1.58%; N 22.5; P 32.5; K 0.45 mg kg^{-1} . The San Pedro river basin had a medium SQI (SQI = 0.64), the limiting factors were the pH and PSI in 29% of the sites and the OM, N and K in most of the sites.

CONTENIDO

RESUMEN GENERAL	ix
GENERAL SUMMARY	x
LISTA DE CUADROS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	19
2. OBJETIVO GENERAL.....	21
2.1 Objetivos específicos	21
3. HIPÓTESIS GENERALES.....	21
4. REVISIÓN DE LITERATURA	22
4.1 La gran geología de la Sierra Madre Occidental (SMO)	22
4.2 Geología colindante con la planicie, El Eje Neovolcánico Transversal (ENT).....	25
4.3 Reconstrucción hipotética de la Llanura Costera del Pacífico, espesores sepultados y crecimiento de la planicie hacia la orilla del mar actual.	32
4.4 Trabajos de investigación que se han realizado sobre la Llanura Costera del Pacífico (LCP)	46
4.5 Caracterización litológica de los diferentes sedimentos acumulados en la Llanura Costera del Pacífico (LCP) en Nayarit (Cisneros, 2011).	56
5. LITERATURA CITADA.....	58
6. CAPÍTULO I. CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT.....	67
RESUMEN	67
SUMMARY	67
6.1 INTRODUCCIÓN	68
6.2 MATERIALES Y MÉTODOS	69
6.2.1 Descripción del área de estudio.....	69
6.2.2 Diseño de muestreo	70
6.2.3 Análisis químicos	71

6.2.4 Análisis de datos.....	71
6.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
6.3.1 Clasificación hidrogeoquímica.....	75
6.3.2 Régimen físico-químico (pH).....	76
6.3.3 Conductividad eléctrica.....	78
6.3.4 Contenido de sodio.....	78
6.3.5 Porcentaje de sodio intercambiable.....	81
6.3.6 Carbonato de sodio residual.	83
6.3.7 Índice de saturación (IS).	83
6.4 CONCLUSIONES	84
6.5 LITERATURA CITADA.....	84
7. CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALINIDAD POR MEDIO DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL EXTRACTO SUELO-AGUA 1:5 EN SUELOS DE LA LLANURA DEL RÍO SAN PEDRO, NAYARIT, MÉXICO.....	89
RESUMEN	89
SUMMARY	90
7.1 INTRODUCCIÓN	90
7.1.1 Origen de los suelos salinos (acumulaciones de sales)	91
7.1.2 Clasificación de suelos salinos.....	92
7.1.3 Evaluación de los suelos salinos	93
7.1.4 Llanura de la cuenca del río San Pedro, Nayarit	94
7.1.5. Conceptualizaciones teóricas	96
7.2 MATERIALES Y MÉTODOS	101
7.2.1 Área de estudio.....	101
7.2.2 Muestreo de suelos y aguas	102
7.2.3. Preparación de las muestras y análisis	102
7.2.4 Análisis estadístico.....	103
7.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	103
7.3.1 Caracterización de la salinidad de la llanura deltaica del río San Pedro.....	103
7.3.2 Determinación de las relaciones entre el extracto a saturación (1: θ_{Sat}) y el extracto en relación suelo-agua 1:5.....	113
7.4 CONCLUSIONES	124
7.5 LITERATURA CITADA.....	125

8. CAPÍTULO III. FERTILIDAD E ÍNDICE DE CALIDAD DEL SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT	137
RESUMEN	137
SUMMARY	137
8.1 INTRODUCCIÓN	138
8.2 MATERIALES Y MÉTODOS	139
8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	143
8.4 CONCLUSIONES	153
8.5 LITERATURA CITADA	154
9. CONCLUSIONES GENERALES	158
ANEXO A. ANÁLISIS QUÍMICO, FIGURAS Y RELACIONES DEL CAPÍTULO 1 “CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT”	160
ANEXO B. ANÁLISIS QUÍMICO, PARÁMETROS EVALUADOS, FIGURAS Y RELACIONES DE LAS MUESTRAS DE SUELO DEL CAPÍTULO 2 “CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALINIDAD POR MEDIO DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL EXTRACTO SUELO-AGUA 1:5 EN SUELOS DE LA LLANURA DEL RÍO SAN PEDRO, NAYARIT”	173
ANEXO C. ANÁLISIS QUÍMICO, PARÁMETROS EVALUADOS, FIGURAS Y RELACIONES DE LAS MUESTRAS DE AGUA FREÁTICA DEL CAPÍTULO 2 “CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALINIDAD POR MEDIO DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL EXTRACTO SUELO-AGUA 1:5 EN SUELOS DE LA LLANURA DEL RÍO SAN PEDRO, NAYARIT”	321

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de la datación y velocidad de progradación de las secuencias de crestas de playas entre Curray <i>et al.</i> (1969) (radiocarbono) y Muñoz-Salinas <i>et al.</i> (2018) (luminiscencia) en el transecto de Santa Cruz.....	47
Cuadro 2. Características de los principales ríos de Nayarit.....	49
Cuadro 3. Composiciones en porcentaje en peso de los óxidos de riolita, andesita y Basaltos (Cisneros, 2011).	57
Cuadro 4. Composición iónica del agua del río San Pedro en Nayarit.	77
Cuadro 5. RAS _{or} , RAS ^o , RAS _{aj} , PSI, CSR e IS del agua del río San Pedro en Nayarit.	79
Cuadro 6. Resumen estadístico de las propiedades químicas de 926 extractos de suelos de la llanura de la cuenca del río San Pedro.....	113
Cuadro 7. Coeficientes de determinación (<i>R</i> ²) del pH, CE, aniones y cationes, entre los extractos de saturación y los extractos en relación suelo-agua 1:5.	117
Cuadro 8. Comparación entre la cantidad de muestras salinas y sódicas detectadas por el extracto de saturación, por el extracto en relación suelo-agua 1:5 y utilizando los diferentes modelos lineales obtenidos en este estudio.	119
Cuadro 9. Intervalos de clasificación e interpretación de análisis de fertilidad de suelos.	141
Cuadro 10. Análisis de fertilidad de los suelos de la cuenca del río San Pedro (muestreo 1).	144
Cuadro 11. Análisis de fertilidad de los suelos de la cuenca del río San Pedro (muestreo 2).	145
Cuadro 12. Porcentajes de sitios clasificados por categorías de acuerdo a su nivel de fertilidad.	147
Cuadro 13. Peso de las variables en los cuatro primeros componentes principales.....	150
Cuadro 14. Coeficientes de correlación lineal entre los indicadores seleccionados inicialmente para el CMD.	151
Cuadro 15. Peso, valor inferior y superior para los indicadores seleccionados que conforman el CMD.....	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Placa Oceánica Farallón (Fuente: Servicio Geológico Mexicano).	22
Figura 2. Límites entre placas tectónicas en azul, volcanes en rojo, sismos en amarillo (Fuente: Servicio Geológico Mexicano, 2019).	23
Figura 3. Vulcanismo por subducción de una placa oceánica bajo la litosfera continental (Fuente: Tarbuck y Lutgens, 2005).	24
Figura 4. Principales volcanes del Eje Neovolcánico Transversal. SJ=San Juan; LN=Las Navajas; CB=Ceboruco, SA=Sangangüey; TQ=Tequila; PH=Palo Huérfano; CO=Volcán de Colima; LM=La Malinche; TA=Tancítaro;; HO=La Joya; PO=Popocatepetl; ZA=El Zamorano; CP=Cofre de Perote; NT=Nevado de Toluca; Por=Pico de Orizaba; IZ=Iztaccíhuat. En círculos calderas: AM=Amealco; LH=Los Humeros; LP=La Primavera; LC=La Cumbre; AZ=Los Azufres; HU=Huichapan. MGVF=campo volcánico Michoacán-Guanajuato; PmS=Chiconquiaco-Palma Sola; Chic=Sierra Chichinautzin; (Fuente: Ferrari, 2000).	26
Figura 5. Esquema de la porción oeste del ENT. 1) San Juan, 2) Sangangüey, 3) Tepetitlic, 4) Ceboruco, 5) Tequila, 6) Caldera de la Primavera. Complejo volcánico de Colima: 7) Cántaro, 8) Nevado de Colima y 9) volcán de Colima. RTZ=rift Tepic-Zacoalco, GCh=graben de Chapala, GCi=graben de Citala, y TM=Trinchera Mesoamericana (línea discontinua). Fracturas en líneas delgadas (Fuente: Macías, 2005).	27
Figura 6. Historia geológica de los complejos volcánicos SMO y ENT en millones de años (Ma) (Fuentes: Tarbuck y Lutgens, 2005; Ferrari <i>et al.</i> , 2005; Ferrari <i>et al.</i> , 2000; Macías <i>et al.</i> , 2005; De la Torre, 2003; Rossotti <i>et al.</i> , 2002).	31
Figura 7. Provincias fisiográficas, ubicación y tipos de rocas con mayor cobertura de la cuenca del río San Pedro.	33
Figura 8. Provincias fisiográficas, ubicación y tipos de rocas con mayor cobertura de la cuenca del río Santiago.	34
Figura 9. Fluctuaciones del nivel del mar en los últimos 60,000 años durante la glaciación del Wisconsin (Fuente: Frye y Willman, 1961).	35
Figura 10. Sección compuesta a través de la plataforma continental y terraza continental, mostrando la distribución de las facies sedimentarias (Fuente: Curray y Moore, 1963).	35
Figura 11. Secuencias deltaicas formadas sobre la plataforma continental en periodos de bajo nivel del mar (Fuente: Curray y Moore, 1964b).	36
Figura 12. Cambios de la línea de costa durante el periodo de transgresión entre 7,000 y 4500 años AP.	38

Figura 13. Secuencia de eventos para la formación de crestas de playa. A) Condiciones iniciales sin barra. B) Se forma una terraza de marea baja de arenas en las primeras etapas de la regresión. C) La barra es construida inicialmente en el punto de rompiente. El continuo flujo de arenas y las condiciones de bajo oleaje la barra se posiciona al nivel del mar. D) Con caída de marea y continuo bajo oleaje la barra emerge e incrementan de tamaño. En cambio, si las condiciones de oleaje son más fuertes la barra puede ser destruida (Fuente: Curray <i>et al.</i> , 1969).	40
Figura 14. Secuencias de progradación y posiciones de la línea de costa hace 4,500 años hasta la actualidad (Fuente: Curray <i>et al.</i> , 1969).	41
Figura 15. Ubicación de los principales ríos y pueblos de la costa centro-sur de Nayarit en 1530 A.C. Mapa realizado por Diego Joaquín Garavito en 1763 (Fuente: Curray <i>et al.</i> , 1969).	43
Figura 16. Distributario señalado como el antiguo cauce del río Santiago, nótese que es alimentado por las pequeñas lagunas, representa una zona de alto riesgo por inundación.	45
Figura 17. Inundación por el paso del huracán Willa en octubre de 2018, desbordamiento del río San Pedro sobre la llanura (ver ubicación de Coamiles en Figura 16).	45
Figura 18. Patrón de inundación del río San Pedro en la sección de la LCP, imágenes satelitales de 2006-2008, área inundada en blanco.	54
Figura 19. Imágenes satelitales de los deltas de los ríos, en la última columna se muestran los cambios durante el periodo indicado, en rojo significa erosión y en azul progradación.	55
Figura 20. Sitios de muestreo en el cauce del río San Pedro en Nayarit.	70
Figura 21. Clasificación hidrogeoquímica del agua de río San Pedro en Nayarit. La composición iónica obedece el siguiente orden: $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$; para aniones fue $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$, mientras que en MEX y BC fue $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$ (Cuadro 4).	76
Figura 22. Relación funcional de la fuerza iónica con la conductividad eléctrica del agua del río San Pedro, Nayarit. (a) ER-EM, (b) MEX-BC.	80
Figura 23. Relación PSI-RAS del agua del río San Pedro en Nayarit.	82
Figura 24. Sitios de muestreo de suelos en la llanura del río San Pedro, Nayarit.	101
Figura 25. Distribución de la CE de las muestras de agua freática (a), se utilizó el método geoestadístico Kriging de interpolación predictiva en el software ArcMap 10.3 de ArcGis; (b) relación entre la CE con la profundidad del nivel freático.	104
Figura 26. Composición iónica y CE promedio de las aguas freáticas (a) y superficiales de tipo bicarbonatadas (b; Martínez-Rodríguez <i>et al.</i> , 2020).	105

Figura 27. Relación entre: a) sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica; b) presión osmótica ($PO=MRT$, M = molaridad de la solución, $R = 8.314425$ (L-kPa/K-mol) y T = temperatura en °K) y conductividad eléctrica; c) suma de cationes y conductividad eléctrica; d) RAS y conductividad eléctrica; de muestras de agua freática de la llanura de la cuenca del río San Pedro en Nayarit. *** $P < 0.001$	106
Figura 28. Distribución de la CE de las muestras de suelos (a), se utilizó el método geostatístico Kriging de interpolación predictiva en el software ArcMap 10.3 de ArcGis; (b) relación de la CE de las muestras de suelos con la profundidad del nivel freático. Las muestras de suelo corresponden al estrato 0-30 cm de profundidad.	108
Figura 29. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P39 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit. .	109
Figura 30. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P40 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit. .	109
Figura 31. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P41 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit. .	110
Figura 32. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P42 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit. .	110
Figura 33. Composición iónica y CE promedio de los sitios de muestreo de suelo con $CE < 4$ dS m^{-1} (a) y en los sitios con $CE > 4$ dS m^{-1} (b).	112
Figura 34. Composición iónica del sitio P42 expresado en $cmol Kg^{-1}$; a) extracto 1: θ_{sat} , b) 1:5.	114
Figura 35. Relación entre: a) $CE_{1:\theta_{sat}} = afCE_{1:5}$; b) $STD_{1:\theta_{sat}} = afSTD_{1:5}$; c) $PO_{1:\theta_{sat}} = afPO_{1:5}$; d) $\Sigma cationes_{1:\theta_{sat}} = af\Sigma cationes_{1:5}$; de 926 extractos de suelos de la llanura de la cuenca del río San Pedro en Nayarit. *** $P < 0.001$	115
Figura 36. (a) Relación entre los valores medidos de $CE_{1:\theta_{sat}}$ con los valores estimados de $CE_{1:\theta_{sat}}$; (b) Relación entre los valores medidos de $CE_{1:5}$ con los valores estimados de $CE_{1:5}$; ambas relaciones estimadas por medio del modelo lineal $CE_{1:\theta_{sat}} = 6.435CE_{1:5}$; *** $P < 0.001$	116
Figura 37. Relación entre: RAS del extracto 1:5 y RAS del extracto 1: θ_{sat} en sus formulaciones RASor y RASaj de las muestras de suelos en la llanura de la cuenca del río San Pedro, Nayarit. *** $P < 0.001$	118

Figura 38. Relación $PSI-RAS_{or}$ (a) y $PSI-RAS_{aj}$ (b) de las muestras de suelo y aguas freáticas del primer y segundo muestreo en la llanura del río San Pedro, Nayarit (se omitieron los valores de RAS_{aj} negativos).....	121
Figura 39. Reducción de la infiltración provocada por la salinidad y la RAS de las soluciones de aguas y suelos (extractos 1:θsat; 1:5) de la llanura del río San Pedro, Nayarit.	122
Figura 40. Relaciones entre: conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$) y presión osmótica (kPa); conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$) y concentración de cationes ($mmol_c\ L^{-1}$); presión osmótica (kPa) y concentración de cationes ($mmol_c\ L^{-1}$), de las muestras de suelo (extractos 1:θsat; 1:5) y aguas freáticas del primer y segundo muestreo en la llanura del río San Pedro, Nayarit (n=976).	124
Figura 41. Ubicación del área de estudio y sitios de muestreo.	140
Figura 42. Clasificación del índice de calidad del suelo (SQI) del área de estudio.	152
Figura 43. Media del SQI y de los indicadores estandarizados que conformaron el CMD. ...	153

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La cuenca del río San Pedro se encuentra sobre las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental (SMO) y la Llanura Costera del Pacífico (LCP). La primera es una de las grandes provincias ígneas silíceas resultado de diferentes episodios magmáticos y tectónicos durante el Cretácico-Cenozoico, y la segunda es un área que su origen se relaciona con la elevación del mar durante la última glaciación hace aproximadamente 18,000 años, y con el continuo aporte de sedimentos de los ríos de la región incluyendo el San Pedro (Curry y Moore, 1963).

La llanura de la cuenca del río San Pedro es de gran importancia debido a que tiene alta actividad agrícola con 125 856 ha cultivadas, de las cuales, el 85% de la superficie es regada con agua del río San Pedro. Por lo tanto, es importante considerar la calidad del agua, ya que, al conocer sus propiedades químicas, se pueden utilizar diversos criterios, índices o asociaciones, que permiten evaluarla para el riego de cultivos (Martínez *et al.*, 2020) y determinar su manejo (Can-Chulim *et al.*, 2008). Sin embargo, la ubicación de esta llanura, su pasado geológico y la actividad agrícola, la convierten en un área susceptible a la salinización del agua y los suelos.

De manera natural, las sales en el suelo son resultado del intemperismo de rocas y minerales del estrato superior de la corteza terrestre. Su acumulación solo ocurre bajo condiciones climáticas, geomorfológicas y de relieve específicas donde, la profundidad y contenido de sales del agua freática juega un papel esencial en la salinización de los suelos (Kovda *et al.*, 1973). La incidencia de altas concentraciones de sales tiene un serio impacto en la agricultura (Zhang *et al.*, 2015), si bien, la salinización del suelo puede reducir la productividad de los cultivos, las prácticas agrícolas intensivas pueden ser en sí mismas una fuente de aumento de la salinidad (Litalien y Zeeb, 2020). En general, los problemas de salinidad influyen de manera negativa en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Minhas *et al.*, 2020); además, en elevadas concentraciones de sodio, los sistemas coloidales del suelo tienden a dispersarse, incrementa el pH y, en consecuencia, se tiene un efecto perjudicial sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo (Frenkel *et al.*, 1978; Van de Craats *et al.*, 2020).

En el diagnóstico y evaluación de la salinidad, el método más utilizado es por medio de la extracción de una pasta saturada de suelo, esto es debido a que está directamente relacionado con los diferentes contenidos de humedad en campo. Sin embargo, presenta el inconveniente de ser un método tedioso y poco reproducible, por lo que diversas investigaciones han propuesto la extracción de otras relaciones suelo:agua como una alternativa del método convencional (Slavich y Petterson, 1993; Khorsandi y Yazdi, 2007; Kargas *et al.*, 2018).

Por otra parte, otro factor limitante en el rendimiento de los cultivos es la deficiencia nutrimental, especialmente de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Khan *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2020). No obstante, de acuerdo a García *et al.* (2012), para evaluar la fertilidad del suelo también deben incluirse el pH, materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la conductividad eléctrica (CE) como un conjunto mínimo de indicadores. Estos se pueden agrupar en un solo índice denominado Índice de Calidad del Suelo (SQI, Soil Quality Index por sus siglas en inglés), que, puede determinarse a través del análisis de componentes principales (ACP). La ventaja del ACP, es que brinda la opción de utilizar un número reducido de indicadores (Sun *et al.*, 2003; Qi *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2013; Cheng *et al.*, 2016 y Chen *et al.*, 2020).

La agricultura es una de las principales actividades económicas en la zona de estudio, debido a que la factibilidad de esta, depende de la conservación de los recursos agua y suelo de la región; el objetivo de la presente investigación fue determinar las propiedades físico químicas del agua y suelo en la cuenca del río San Pedro en Nayarit.

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar propiedades físico químicas del agua y suelo en la cuenca baja del río San Pedro, Nayarit para fines agrícolas.

2.1 Objetivos específicos

1. Determinar la aptitud del agua del cauce del río San Pedro para el uso agrícola.
2. Analizar la salinidad de suelos agrícolas en la cuenca baja del río San Pedro en Nayarit.
3. Diagnosticar la fertilidad de suelos y los factores limitantes para el uso agrícola en la cuenca baja del río San Pedro.

3. HIPÓTESIS GENERALES

La composición cuantitativa y cualitativa del agua de la cuenca del río San Pedro en Nayarit es definida por el material geológico y por la intrusión de sales del sistema marino.

La salinidad de los suelos agrícolas de la cuenca del río San Pedro en Nayarit, dependerá de la posición geográfico-altitudinal de los puntos de muestreo de los suelos. En las partes más bajas las concentraciones salinas de los suelos tendrán valores altos de salinidad; mientras que en las partes más altas de la llanura se tendrán los valores más bajos, debido al lavado natural de los suelos.

Los suelos agrícolas de la cuenca del río San Pedro en Nayarit presentarán variaciones en sus características físicas y químicas con respecto a su fertilidad de acuerdo con su manejo y, a la degradación por la pérdida de la materia orgánica y propiedades asociadas.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 La gran geología de la Sierra Madre Occidental (SMO)

Esta provincia fisiográfica se encuentra ubicada en el occidente de México, desde la frontera con Estados Unidos hasta el Eje Neovolcánico Transversal, tiene aproximadamente una elevación promedio de 2000 m, 1200 km de largo por 200-400 km de ancho. La SMO es una de las grandes provincias ígneas silíceas del Cretácico-Cenozoico, resultado de la actividad magmática y tectónica ocasionada por la subducción de la placa Farallón por debajo de la placa Norteamericana (Ferrari *et al.*, 2005).

De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2019) hace aproximadamente 60 millones de años (Ma), entre la placa del Pacífico y de Norteamérica, se encontraba la placa Farallón, que era consumida a lo largo de la costa de Norteamérica (Figura 1). La placa Norteamericana, en su movimiento al occidente, consumió las placas oceánicas Farallón y Kula, esta última estaba ubicada al norte de la actual placa Juan de Fuca, que, junto con la placa de Cocos, de Rivera y de Nazca, son restos que aún permanecen de la placa Farallón (Figura 2).

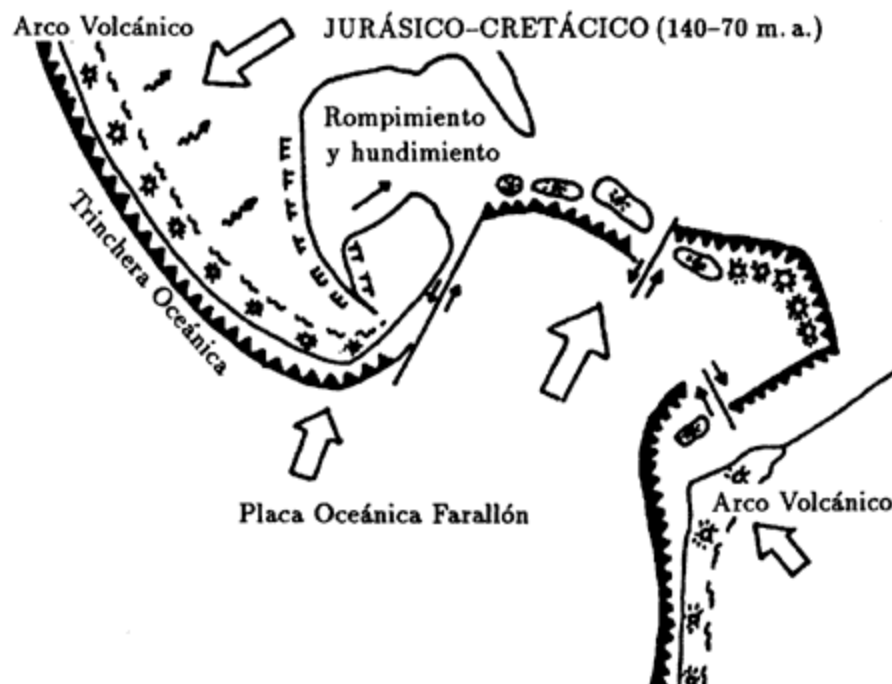


Figura 1. Placa Oceánica Farallón (Fuente: Servicio Geológico Mexicano).

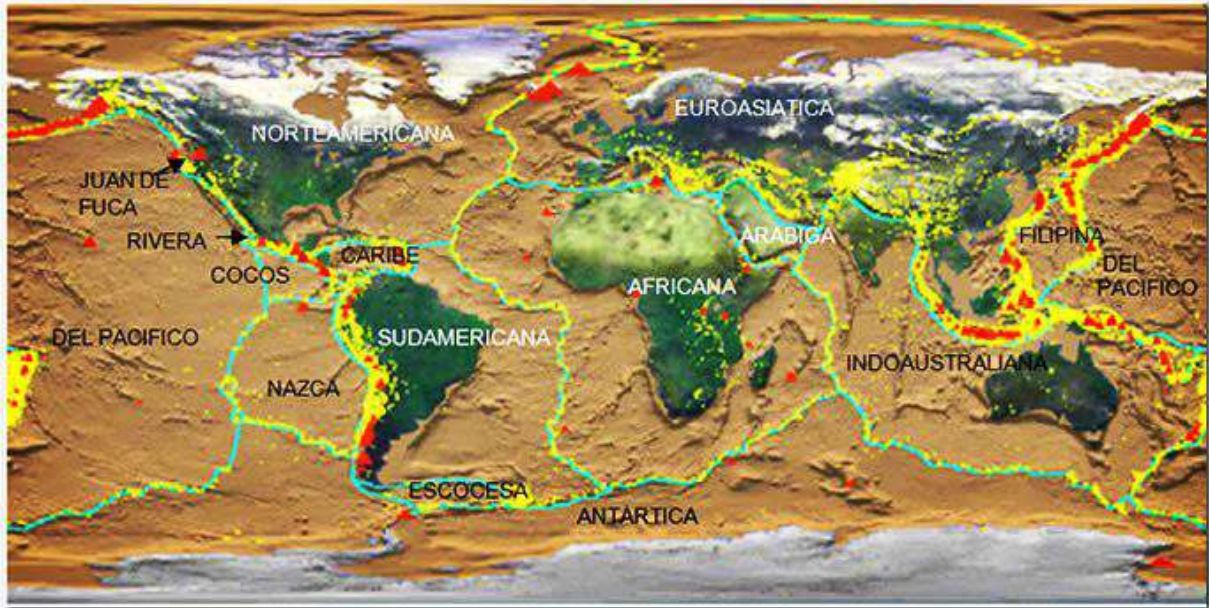


Figura 2. Límites entre placas tectónicas en azul, volcanes en rojo, sismos en amarillo (Fuente: Servicio Geológico Mexicano, 2019).

Cuando una placa de la litosfera oceánica es subducida bajo la litosfera continental puede provocar vulcanismo, la actividad producida genera un arco volcánico continental, tal como se muestra en Figura 3. Este es el mecanismo por el cual se formó el Arco Volcánico Marginal que comprende el borde occidental de México (Sierra Madre Occidental). La composición félsica es debido a que la corteza continental es más gruesa y tiene un contenido mayor de sílice que la corteza oceánica. Por lo tanto, un magma basáltico del manto en su ascenso a través de la corteza continental, puede convertirse en un magma andesítico o riolítico con grandes cantidades de componentes volátiles (principalmente agua), resultado de la diferenciación magmática y de la asimilación de rocas con alto contenido en sílice (Tarbuck y Lutgens, 2005).

El basamento de la SMO data del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico, el cual, se encuentra pobremente expuesto debido a la intensa actividad volcánica de la era Cenozoica. Los principales conjuntos de rocas ígneas de acuerdo a los episodios magmáticos son: 1) Cretácico Superior-Paleoceno, rocas volcánicas y plutónicas; 2) Eoceno, rocas andesíticas y riolíticas; 3) Oligoceno Temprano y Mioceno Temprano (32-20 Ma), ignimbritas silíceas superpuestas en dos pulsos (uno en cada época); 4) después de cada colada ignimbrítica, erupciones basáltico-

andesíticas; 5) Mioceno tardío, Plioceno y Cuaternario, coladas de ignimbritas y basaltos alcalinos sobre la periferia de la SMO (Ferrari y Valencia, 2004; Ferrari *et al.*, 2005).

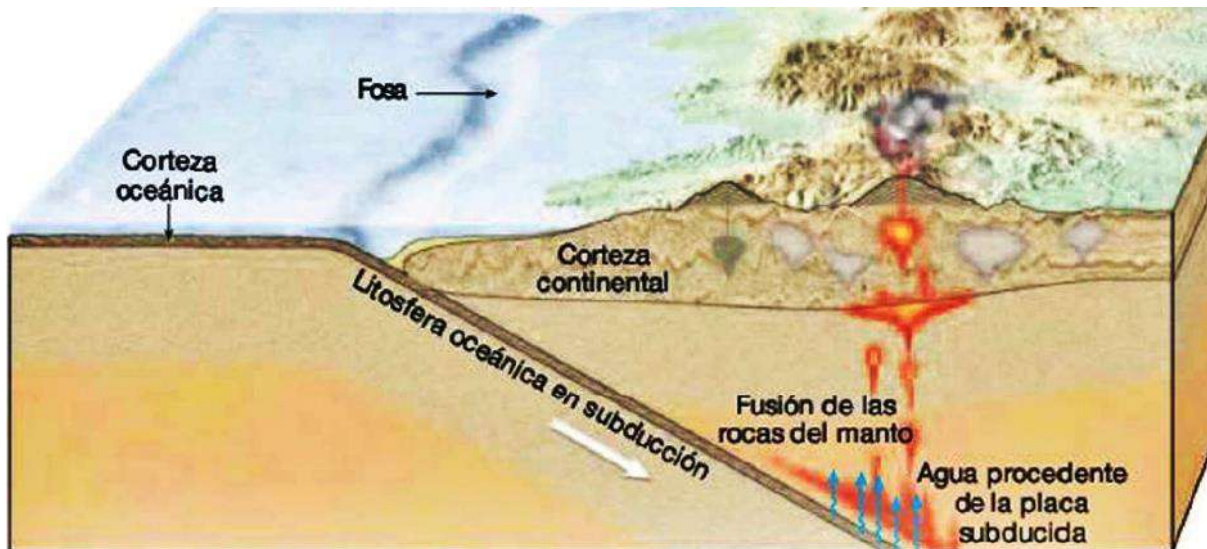


Figura 3. Vulcanismo por subducción de una placa oceánica bajo la litosfera continental (Fuente: Tarbuck y Lutgens, 2005).

La actividad magmática del Cretácico tardío-Paleoceno al norte de México, fue dominado por el arco Laramide, el cual, generó el Complejo Volcánico Inferior conformado por rocas plutónicas y volcánicas (McDowell y Keizer, 1977). De acuerdo a Ferrari *et al.* (2005) en la zona centro, las rocas son calcialcalinas siendo la granodiorítica la dominante. Las rocas volcánicas del Complejo Volcánico Inferior, en general, son lavas andesíticas, riolíticas e ignimbritas silíceas expuestas en las profundidades de los cañones (Henry y Fredrikson, 1987). Sin embargo, los pocos afloramientos de estas rocas en la zona centro-sur con edad del Cretácico tardío-Paleoceno, puede deberse a la gran cobertura de ignimbritas que se emplazó posteriormente, lo cual, fue producto de dos pulsos ignimbríticos ocurridos durante el Oligoceno (31.5-28 Ma) y en el Mioceno temprano (23.5-20 Ma), con coladas de hasta más de 1000 m de espesor que cubre un extenso territorio del occidente de México (Ferrari *et al.*, 2002). La mayor parte de las rocas silíceas volcánicas de la Sierra Madre Occidental corresponden a estos pulsos ignimbríticos, a esta secuencia se le conoce como el Super Grupo Volcánico Superior y es el rasgo más notable del subcontinente mexicano ocurrido en un tiempo relativamente corto (Ferrari *et al.*, 2005).

Después de esta marcada actividad magmática, el volcanismo se vuelve más heterogéneo y disperso, lavas basáltico-andesíticas se emplazaron discontinuamente después de cada pulso ignimbrítico por toda la provincia. Inicia el magmatismo postsubducción marcado por la erupción de ignimbritas, derrames riolíticos y riódacíticos per-alcalinos, donde, algunas ignimbritas son de composición comendítica y elevadas concentraciones de fierro y álcalis ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=8-10\%$) (Vidal-Solano *et al.*, 2005). Se emplazaron basaltos alcalinos en forma de derrames fisurales hasta enormes campos monogenéticos, diques máficos alcalinos son comunes en la parte suroeste, fechados del Mioceno tardío en el sur de Sinaloa (Henry y Aranda, 2000) y en Nayarit (Ferrari *et al.*, 2002).

4.2 Geología colindante con la planicie, El Eje Neovolcánico Transversal (ENT)

El ENT es una provincia volcánica de máfica a intermedia que se extiende en el sur-centro de México desde el Océano Pacífico al Golfo de México con 1000 km de longitud (Ferrari, 1999a), su origen se relaciona con el fin de la subducción de la placa Farallón y al inicio de la apertura del Golfo de California. No obstante, el fin de la subducción de la placa Farallón ocurrió al noroccidente de México cuando entró en contacto la placa del Pacífico con la Norteamericana, pero la placa de Rivera y de Cocos, ambas restos de la antigua placa Farallón siguieron subduciendo a lo largo de la trinchera de Acapulco, lo cual llevó a cambios en el punto focal de la actividad volcánica y a la rotación del arco volcánico generando así el ENT (Ferrari, 1999b; Ferrari, 2000).

La edad del ENT ha sido un tema controversial, se han sugerido fechas variables desde el Cuaternario, Plioceno tardío, Plioceno temprano hasta Oligoceno; sin embargo, de acuerdo a Ferrari (2000) el arco volcánico existe desde el Mioceno superior. Kostoglodov y Bandy (1995) mencionan que la corteza oceánica en subducción está fechada entre 8-15 Ma, aunque por debajo del ENT, la placa tiene una edad uniforme de 18-20 Ma, ambas edades dentro del Mioceno (23.8-5.3 Ma).

El primer gran pulso, que ocurrió entre 11-7 Ma, produjo un extenso vulcanismo máfico a intermedio originado por volcanes cerrados, fisuras, corrientes de lava tipo inundación y campos volcánicos monogenéticos que crearon estructuras de tipo mesetas (Ferrari *et al.*, 2000). Sobre

la región occidental ocurre un volcanismo bimodal en el Mioceno tardío inicialmente máfico a intermedio, seguido de emplazamientos de domos silíceos y flujos de lava (7-5 Ma), posteriormente, se emplazaron basaltos alcalinos en el Plioceno temprano entre 4.7-3.7 Ma con ignimbritas que exhiben características obtenidas de la mezcla de materiales máficos y magmas silíceos (Rossotti *et al.*, 2002). Durante el plioceno tardío y en el Pleistoceno, domos riolíticos y flujos de lava se emplazaron entre 3-1 Ma y basaltos alcalinos entre 2.3-0.9 Ma (Rossotti *et al.*, 2002).

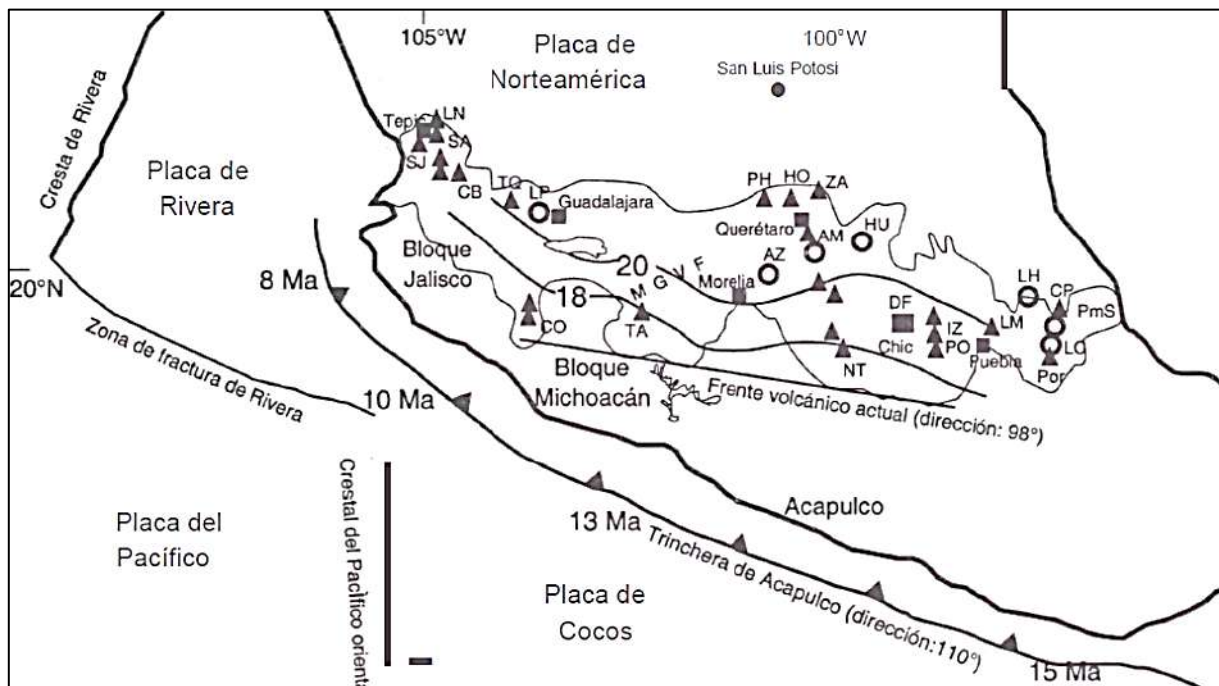


Figura 4. Principales volcanes del Eje Neovolcánico Transversal. SJ=San Juan; LN=Las Navajas; CB=Ceboruco, SA=Sangangüey; TQ=Tequila; PH=Palo Huérfano; CO=Volcán de Colima; LM=La Malinche; TA=Tancítaro;; HO=La Joya; PO=Popocatépetl; ZA=El Zamorano; CP=Cofre de Perote; NT=Nevado de Toluca; Por=Pico de Orizaba; IZ=Iztaccíhuat. En círculos calderas: AM=Amealco; LH=Los Humeros; LP=La Primavera; LC=La Cumbre; AZ=Los Azufres; HU=Huichapan. MGVF=campo volcánico Michoacán-Guanajuato; PmS=Chiconquiaco-Palma Sola; Chic=Sierra Chichinautzin; (Fuente: Ferrari, 2000).

En la actualidad el ENT aún presenta actividad, De la Torre (2003) menciona que, en la era Cuaternaria, el vulcanismo ya solo puede generar pequeños volcanes de vida efímera. En la Figura 4 y 5 se muestran los principales volcanes actuales del ENT que se han formado en

tiempos relativamente recientes y algunos de ellos aún presentan actividad. Dentro de estos volcanes recientes se encuentran el Paricutín formado de 1943 a 1952, el Jorullo que inició su formación en 1759 (Tarbuck y Lutgens, 2005), el Colima en menos de 2500 años, el Pico de Orizaba (16500 años), el Popocatepetl (23000 años) (Macías, 2005) y el San Juan con un basamento fechado entre 8 y 20 Ma (Gastil y Krummenacher, 1978).

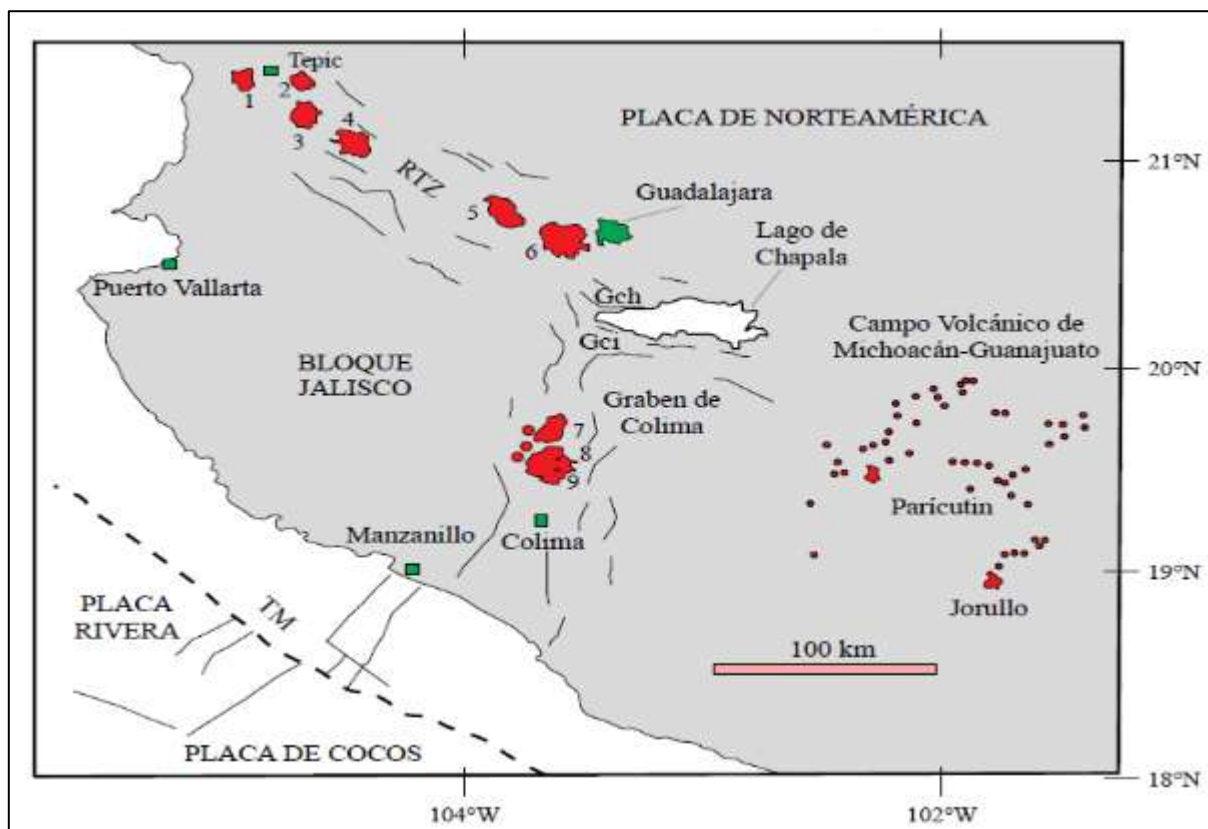


Figura 5. Esquema de la porción oeste del ENT. 1) San Juan, 2) Sangangüey, 3) Tepetitlic, 4) Ceboruco, 5) Tequila, 6) Caldera de la Primavera. Complejo volcánico de Colima: 7) Cántaro, 8) Nevado de Colima y 9) volcán de Colima. RTZ=rift Tepic-Zacoalco, GCh=graben de Chapala, Gci=graben de Citala, y TM=Trinchera Mesoamericana (línea discontinua). Fracturas en líneas delgadas (Fuente: Macías, 2005).

El volcán Paricutín es el más joven de México, en esa zona a unos 100 km de distancia al suroeste, el volcán Jorullo apareció 184 años antes (Figura 5). Ambos se encuentran entre volcanes antiguos que, en sus chimeneas, las rocas endurecidas no permiten el paso de magmas modernos. El nacimiento del volcán Paricutín ocurrió el 20 de febrero de 1943, a las 5 pm inició

con una grieta de orientación este-oeste de aproximadamente 15 m de largo, posteriormente inició la emisión de fumarolas y fuertes estruendos, a las 9 pm iniciaron los fenómenos luminosos. Dos semanas antes de la erupción, en esa zona se sintieron hasta 70 temblores diarios de poca duración, en el primer día de actividad el cono tenía 40 m de altura y al quinto día los 100 m; la actividad cesó después de nueve años (Tarbuck y Lutgens, 2005).

De acuerdo a De la Torre (2003), la altura que conservó el cono fue de 3170 m.s.n.m y 440 m sobre la llanura donde se originó, arrojó 1.3 km^3 de arena y 0.7 km^3 de lavas con un 55% de sílice en 1943 y en 1952, el contenido de sílice era del 60%. Actualmente el Parícutín es otro cono inactivo que probablemente no tendrá nuevas erupciones (Tarbuck y Lutgens, 2005). No obstante, el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en 1982 indicó que aún presenta actividad (De la Torre, 2003).

El volcán Colima es considerado como el de mayor actividad de México, este volcán intermitente tiene una elevación de 3860 m.s.n.m. El graben de Colima está constituido por el volcán Cántaro, Nevado de Colima y el volcán de Colima (Figura 5) (Macías, 2005). La actividad volcánica inició hace 1.6 Ma con la aparición volcán Cántaro con composición andesítica (Luhr y Carmichael, 1990), posteriormente se formó el Nevado de Colima 15 km al sur hace aproximadamente 0.53 Ma, en sus últimas etapas de actividad se edificó el cono predecesor del volcán Colima "Paleofuego" a unos 5 km al sur (Robin y Boudal, 1987), con una edad mínima de 38400 años (Macías, 2005). Posteriormente, hace 2500 años aproximadamente, en la caldera del Paleofuego, se originó el volcán Colima con un volumen aproximado de 10 km^3 y una tasa de crecimiento de $0.002 \text{ km}^3 \text{ año}^{-1}$ (Luhr y Carmichael, 1990). De las erupciones modernas más importantes fueron la de 1913, 1954 y 1991, durante los últimos 400 años, se han presentado alrededor de 43 erupciones (Macías, 2005), el volcán sigue su curso normal, disminuyendo su fuerza (De la Torre, 2003).

El Pico de Orizaba es la cima más alta del país ubicada en la porción oriental del ENT con 5,675 m de altura, de acuerdo a Yañez-García y García-Durán (1982) es un estrato-volcán cuaternario construido sobre calizas y lutitas del Cretácico. Existen indicios de diversos eventos de construcción y destrucción, Carrasco-Núñez (2000) mencionan que la formación de este volcán

dio inicio con el cono Torrencillas hace 0.65 Ma, posteriormente, la actividad migró al norte del escarpe caldérico del cono Torrecillas para formar el cono Espolón de Oro hace 0.21 Ma. El cono del Pico de Orizaba inició su formación dentro de remanentes caldéricos del cono de Espolón de Oro hace 16,500 años aproximadamente, la última actividad importante en la historia del Pico de Orizaba ocurrió en el año de 1687, aunque existen reportes de erupciones menores en tiempos más recientes. Actualmente es considerado activo en estado de quietud (Macías, 2005).

Por otra parte, la evolución geológica del Popocatepetl inicio con la formación del volcán primitivo Nexpayantla, parte de este volcán colapsó hace aproximadamente 200,000 años formando una caldera donde, se construyó el volcán el Fraile el cual se derrumbó hace 50,000-30,000 años AP por una erupción. Después de este evento se formó cono del Popocatepetl (Boudal y Robin, 1989), el cual, se edificó en los pasados 23,000 años con una elevación de 5,472 m.s.n.m. y de 3,000 m de la base del volcán (Macías, 2005). La actividad más antigua del Popocatepetl relatada en crónicas de sus numerosas erupciones data de 1347, 1354, 1519 y 1530; este volcán después de tantos periodos de actividad, no es un volcán extinguido actualmente se encuentra en estado fumarólico (De la Torre, 2003).

El volcán San Juan ubicado en la ciudad de Tepic, Nayarit, se desarrolló del Mioceno al Cuaternario sobre basaltos con edades de 8-20 Ma (Gastil y Krummenacher, 1978) y alcanzó una altura máxima de 2240 m.s.n.m. Es parte de numerosos volcanes que están ubicados desde Guadalajara, Jalisco hasta Tepic, Nayarit. Dentro de estos se encuentran la sierra de La Primavera, Ceboruco, Tequila, Santa María del Oro, Tepetitlic, Sanganguey, Las Navajas y San Juan principalmente (Nelson, 1986). De acuerdo a Demant (1979) la génesis del volcán inició con un domo dacítico, el cual, fue destruido por violentas explosiones, sus derrames alcanzaron hasta 5 km. Posteriormente erupciones de tipo pliniano emitieron grandes volúmenes de material pumítico y al final de este ciclo se construyó un domo dacítico. Por último, se formó un volcán de pequeñas dimensiones cercas del cráter del volcán San Juan, el cual, emitió material andesítico por más de 5 km cubriendo de manera parcial la pómez derramada anteriormente en Tepic.

La pómez emitida estaba constituida por fragmentos finos de pumita riódacítica con un 70% de sílice, al incrementar substancialmente el tamaño de los fragmentos el contenido de sílice decreció a 68%; al final de las erupciones la concentración de sílice fue de 59% (Luhr, 1978). De acuerdo a Nelson (1986), con la excepción de las Sierras La Primavera y las Navajas, que son volcanes riolíticos alcalinos, los volcanes de esta porción del Eje Neovolcánico Transversal han emitido lavas y cenizas calcialcalinas. Las calderas del San Juan, Tepetitlic, Santa María del Oro y Ceboruco fueron las responsables de grandes erupciones de cenizas y pómez silíceas en las últimas fases de sus historias eruptivas (Luhr, 1978). La actividad volcánica del volcán San Juan en el transcurso del tiempo geológico aún es incierto, no obstante, Luhr (1978) informó sobre una erupción tipo pliniana de este volcán que ocurrió hace aproximadamente 15,000 años.

En la Figura 6 se muestra la progresión geológica que dio origen al arco volcánico continental Sierra Madre Occidental generado a partir de la subducción de la placa Farallón, seguido de la subducción de las placas de Rivera y de Cocos dando como resultado el sistema montañoso Eje Neovolcánico Transversal. La formación de ambos sistemas montañosos ha sido un proceso continuo con eventos sincrónicos, esto puede visualizarse en el magmatismo postsubducción de la SMO en el Mioceno tardío-Plioceno (24.1-2.1 Ma), con los fechamientos de la actividad del ENT, en este último la actividad volcánica sigue latente.

Era	Periodo	Época		Actividad
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno 0.01		En 1943 formación del volcán Parícutín (ENT). En 1759 formación del volcán Jorullo (ENT). 2500 años formación del volcán Colima (ENT).
		Pleistoceno 1.8		16500 años formación del volcán Pico de Orizaba (ENT). 23000 años formación del volcán Popocatepetl (ENT). 1.6-0.53 Ma formación de los volcanes Cántaro y Nevado de Colima en el graben de Colima (ENT). 2.3-0.9 Ma basaltos alcalinos (ENT). 3-1 Ma domos riolíticos y flujos de lava (ENT).
	Terciario	Plioceno 5.3		4.7-3.7 Ma basaltos alcalinos con ignimbritas características de la mezcla de materiales máficos y silíceos (ENT).
		Mioceno 23.8		7-5 Ma vulcanismo bimodal (ENT). 11-7 Ma primer gran pulso del ENT con vulcanismo máfico a intermedio. Magmatismo postsubducción, diques máficos, ignimbritas, riolitas y riolita per-alcalinos (Mioceno tardío-Plioceno 24.1-2.1 Ma; SMO). Lavas basáltico-andesíticas (SMO). Pulso ignimbrítico 23.5-20 Ma (SMO).
		Oligoceno 33.7		Lavas basáltico-andesíticas (SMO). Pulso ignimbrítico 31.5-28 Ma (SMO). 36-24 Ma formación cerro de Peñitas y Coamiles (SMO).
		Eoceno 54.8	Orogenia Laramide 80-40 Ma	Sección norte: En general las rocas se distinguen por ser ignimbritas porfídicas ricas en cristales, comúnmente biotita (SMO). Sección centro y sur: Generalmente son coladas riolíticas, andesíticas e ignimbríticas (SMO).
		Paleoceno 65.0		Cretácico tardío-Paleoceno formación del Complejo Volcánico Inferior de la SMO dominado por el arco magmático denominado Laramide.
Mesozoico	Cretácico 144			
	Jurásico 206		De manera discordante se depositó una secuencia de sedimentos clásticos con flujos volcánicos intercalados (SMO).	
	Triásico 248		Las rocas más antiguas del basamento de la SMO en este periodo consisten en una secuencia de sedimentos clásticos continentales del Triásico Tardío- Jurásico.	
Paleozoico 540			Basamento de la SMO de secuencias de rocas marinas del Neoproterozoico y Paleozoico de plataforma marina y cuenca marina.	
Precámbrico 4500			Basamento al norte de la SMO de rocas precámbricas con afinidad al cratón de Norteamérica.	

Figura 6. Historia geológica de los complejos volcánicos SMO y ENT en millones de años (Ma) (Fuentes: Tarbuck y Lutgens, 2005; Ferrari *et al.*, 2005; Ferrari *et al.*, 2000; Macías *et al.*, 2005; De la Torre, 2003; Rossotti *et al.*, 2002).

4.3 Reconstrucción hipotética de la Llanura Costera del Pacífico, espesores sepultados y crecimiento de la planicie hacia la orilla del mar actual.

La cuenca del río San Pedro se encuentra situada sobre dos provincias fisiográficas de México, la Sierra Madre Occidental y la Llanura Costera del Pacífico (LCP) (Figura 7). Ambas provincias son parte de sistemas erosión-deposición, que, de acuerdo a Bull (1977), los sedimentos erosionados dentro de las montañas son transportados al valle depositándolos en las zonas de incremento del área de deposición, siendo la corriente de agua la conexión entre ambas partes del sistema. Los sedimentos transportados a estas áreas, conservarán características de la roca o fuente de procedencia (Edelman y Van Der Voorde, 1963), por lo tanto, los sedimentos de la SMO en su movimiento hacia la LCP a través del río San Pedro, presentarán propiedades derivadas del tipo de rocas de la SMO, en general, de composición félsico a intermedio (Figura 7). Al norte de la cuenca del río San Pedro, el río adyacente Acaponeta también transporta sedimentos de la SMO, por lo tanto, las características de los sedimentos serán similares, sin embargo, al límite sur se encuentra la cuenca del río Santiago, donde los materiales transportados corresponden a la mezcla de sedimentos de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal, de composición máfico a intermedio, así como sedimentos de la SMO (Figura 8).

La Llanura Costera del Pacífico al igual que la plataforma continental son sitios de significativa acumulación de sedimentos. Una de las áreas de mayor interés geológico comprende entre el sur de Mazatlán y el norte de San Blas, en donde se encuentra el sistema de crestas de playas abandonadas, superimpuestas sobre sedimentos aluviales pleistocénicos de los ríos de la región (Curry y Moore, 1964a). De acuerdo a Curry y Moore (1964b) sobre esta área, en el Pleistoceno durante las fluctuaciones eustáticas del nivel del mar, se formaron cuatro secuencias deltaicas sobre la plataforma continental, dominadas principalmente por la influencia del río Santiago y con menor influencia de los ríos adyacentes al norte y sur. Estos construyeron diversos sistemas deltaicos de diferente complejidad sobre la plataforma continental, incluso, en algunos lugares el aporte de sedimentos progradó el borde de la plataforma en aguas profundas. Todas estas secuencias deltaicas debieron haberse formado durante periodos de caída del nivel del mar, e indican las posiciones que ha tenido la línea de costa en el pasado geológico.

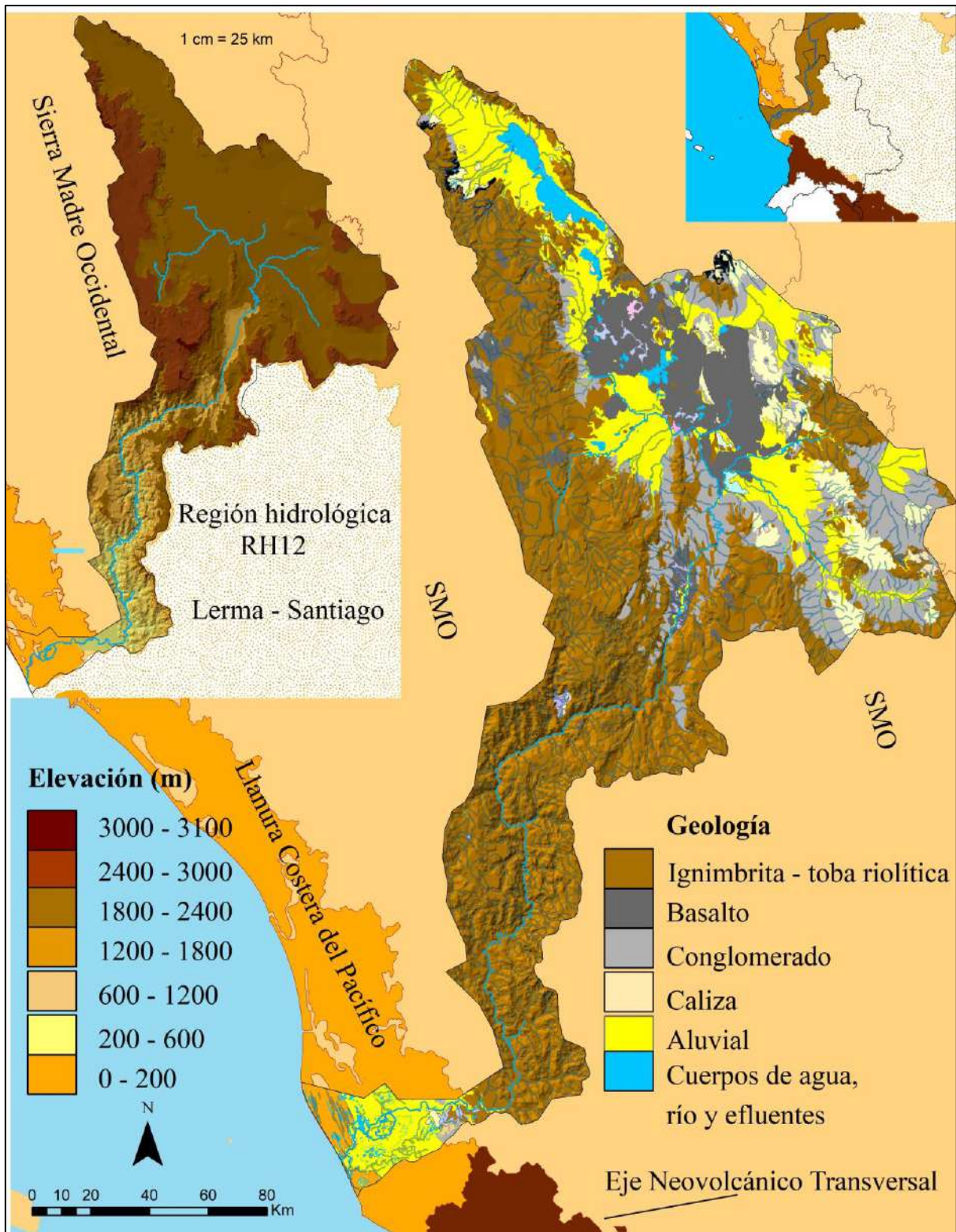


Figura 7. Provincias fisiográficas, ubicación y tipos de rocas con mayor cobertura de la cuenca del río San Pedro.

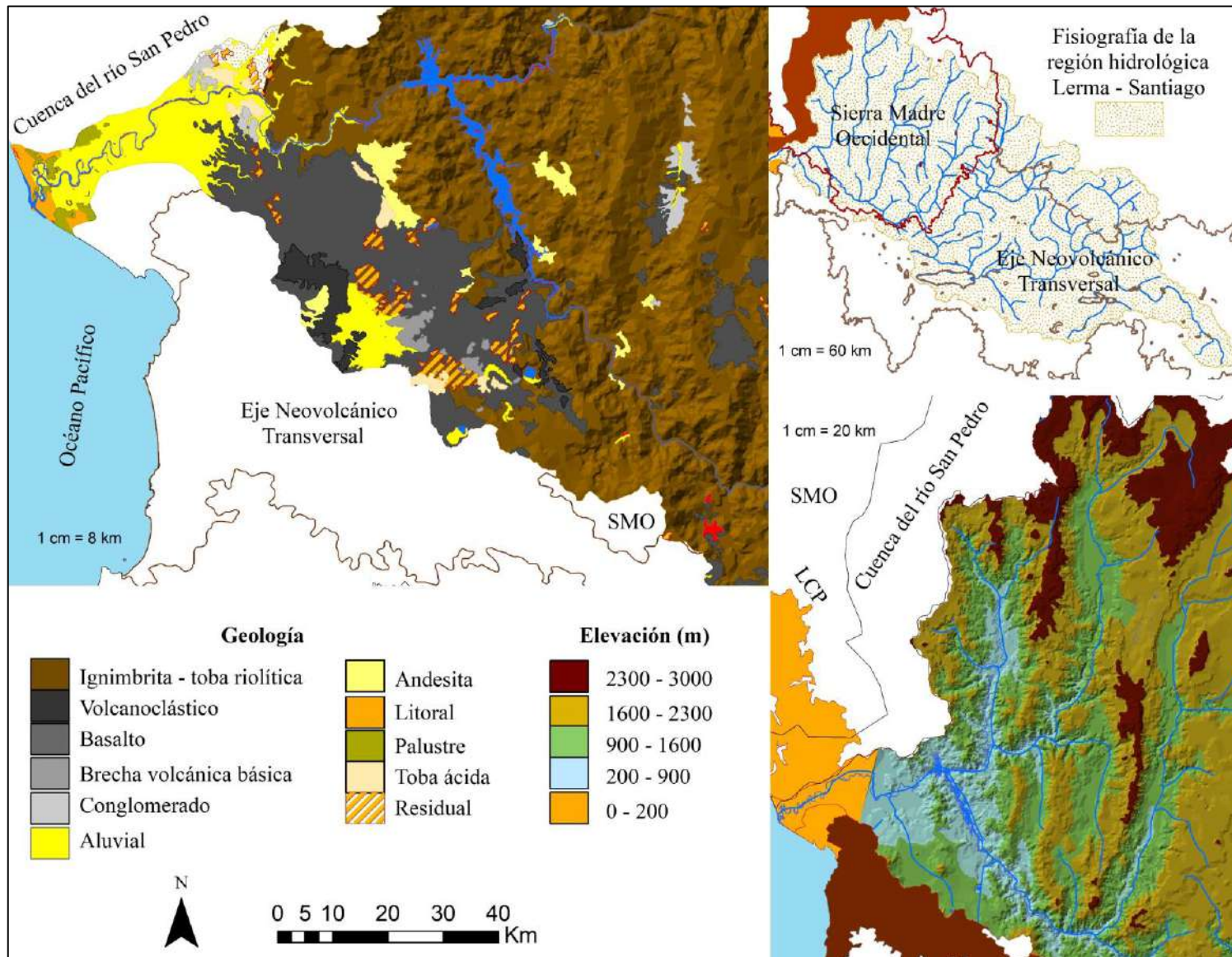


Figura 8. Provincias fisiográficas, ubicación y tipos de rocas con mayor cobertura de la cuenca del río Santiago.

Las fluctuaciones del nivel del mar que resultaron en la formación de estas secuencias deltaicas, ocurrieron durante la última glaciación del Cuaternario conocida como Wisconsin (110,000 – 10,000 años AP) (antes del presente), en la cual, el máximo descenso del nivel del mar ocurrió hace aproximadamente 18,000-20,000 años (Figura 9).

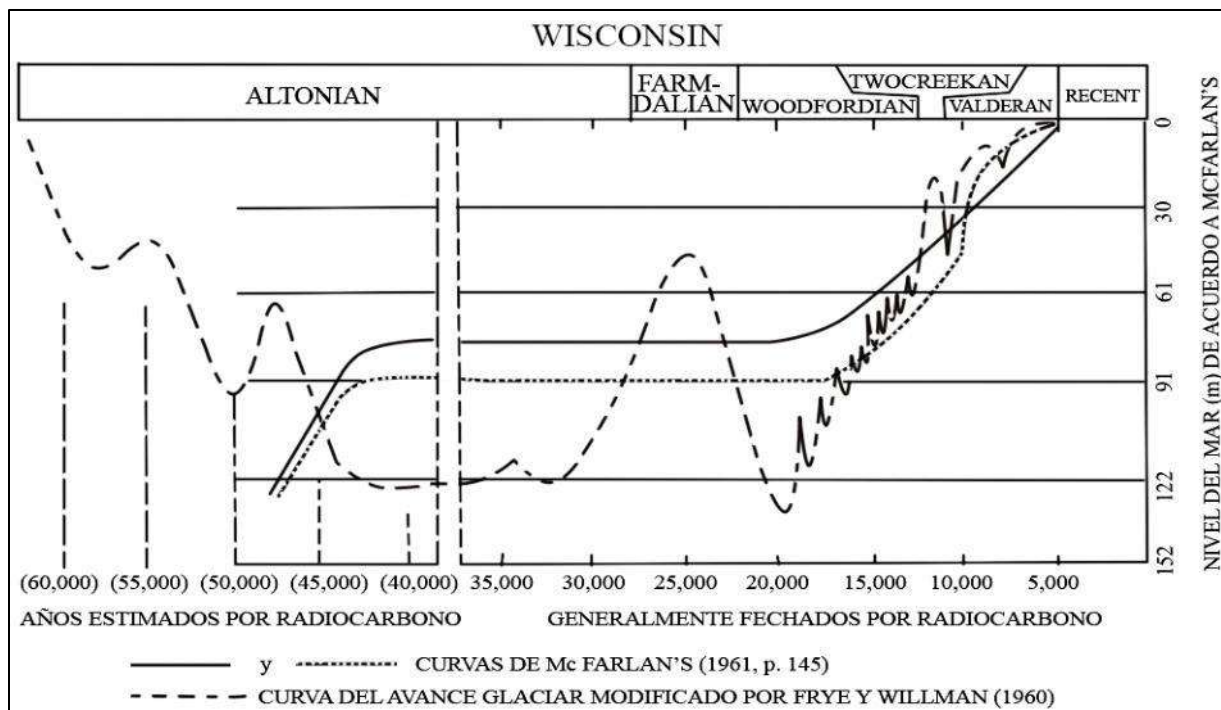


Figura 9. Fluctuaciones del nivel del mar en los últimos 60,000 años durante la glaciación del Wisconsin (Fuente: Frye y Willman, 1961).

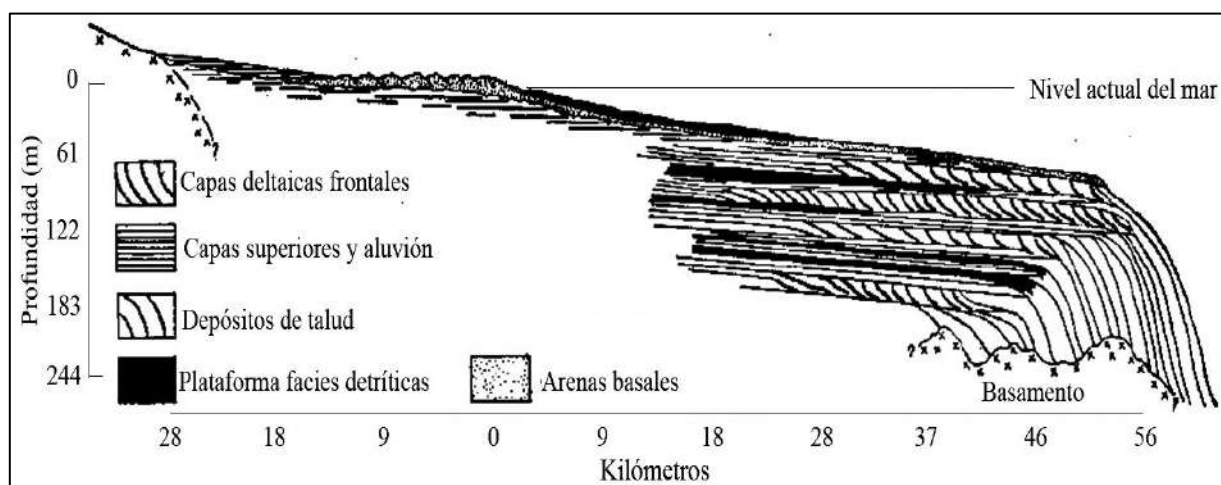


Figura 10. Sección compuesta a través de la plataforma continental y terraza continental, mostrando la distribución de las facies sedimentarias (Fuente: Curray y Moore, 1963).

Aunque las secuencias deltaicas son una característica importante de la costa de Nayarit, se debe señalar que la cuña marginal sedimentaria no es de origen totalmente deltaico (Figura 10). Al igual que en la plataforma actual, en el pasado se acumularon gruesas secuencias de sedimentos de plataforma, compuestos de facies de arenas neríticas y limos arcillosos de plataforma abierta, que pueden ser considerados como componentes importantes del marco sedimentario del cuerpo de la plataforma (Moore y Curray, 1964).

Las secuencias deltaicas subyacentes e interposicionadas entre los sedimentos de plataforma antes mencionados, se originaron de acuerdo a la cronología de eventos propuesta por Curray y Moore (1964b) como se explica a continuación.

1. La secuencia I y II se originaron cuando el nivel del mar se encontraba aproximadamente a 119 m por debajo del nivel actual y representaron el antiguo borde de la plataforma mar adentro, ambas corresponden al mismo periodo de tiempo probablemente durante el Wisconsin temprano (Figura 11).

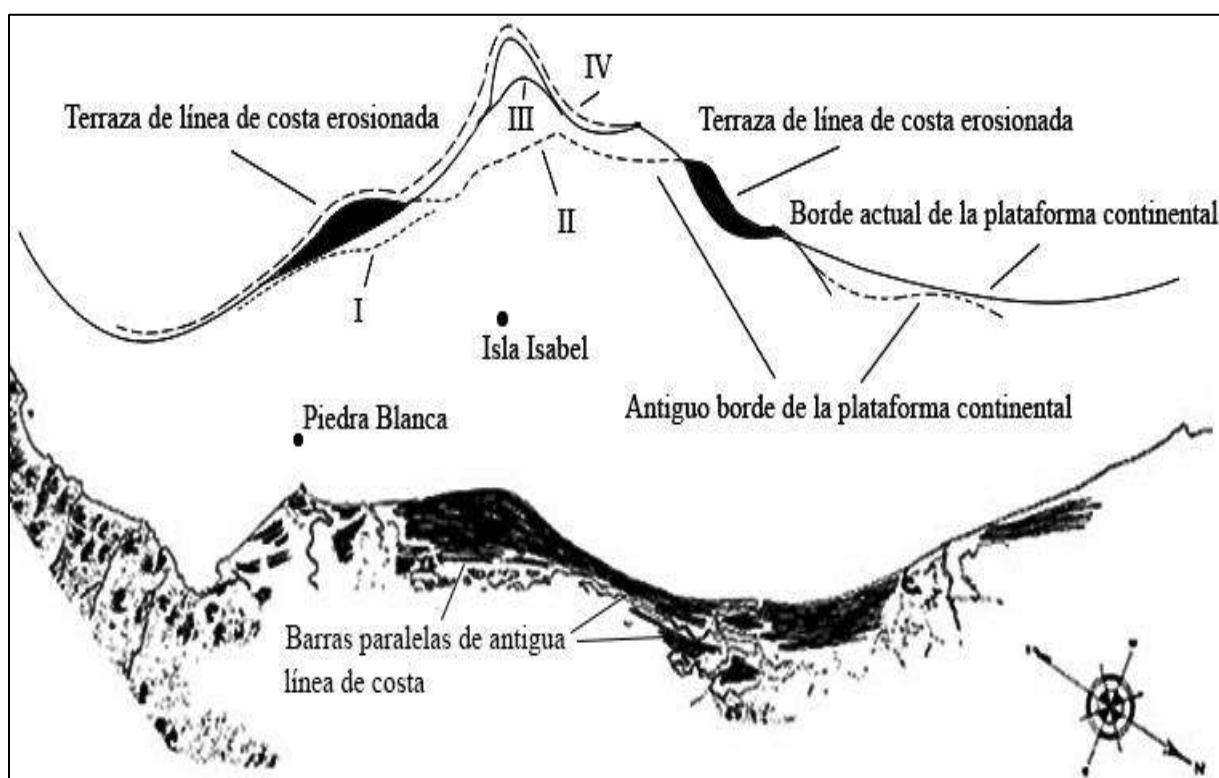


Figura 11. Secuencias deltaicas formadas sobre la plataforma continental en periodos de bajo nivel del mar (Fuente: Curray y Moore, 1964b).

2. Posteriormente a la formación de las líneas de costa I y II, ocurrió un periodo de elevación del nivel de mar durante el Wisconsin medio que sepultó estas secuencias. Al inicio del Wisconsin tardío el nivel oceánico vuelve a descender aproximadamente a 106 m por debajo del nivel actual, lo que permitió la formación de la secuencia deltaica III. Esta secuencia se originó como un depósito regresivo hasta que cesó el descenso del mar.

3. Una nueva transgresión marina posicionó al mar a -64 m, y se mantuvo suficiente tiempo para formar probablemente una llanura aluvial como la actual, con crestas de playas abandonadas a una profundidad de 45-64 m.

4. Por segunda ocasión en el Wisconsin tardío, cae el nivel del mar aproximadamente a 125 m por debajo del nivel actual. Durante este descenso, se formó la secuencia IV probablemente muy rápido por la deposición de los mayores ríos del área. Esta regresión representa el nivel más bajo del mar por lo menos en los últimos 60,000 años, y ocurrió durante la última glaciación en el Wisconsin tardío, cuando la formación de hielo glacial estaba en su apogeo entre 18,000-20,000 AP (antes del presente) (Figura 9).

La extensión que alcanzó la plataforma continental posteriormente a estos eventos, fue alrededor de 27.8 km de la línea de costa al quiebre de la plataforma al norte y al sur, mientras que en la parte central en su longitud máxima fue de 74 km, con una profundidad entre 91-228 m y en promedio 106 m en la mayor parte de la plataforma (Cisneros, 2011).

Posterior al máximo descenso, una rápida transgresión afectó el nivel del mar en todo el mundo dentro de los pasados 20,000 años, fue hasta hace aproximadamente 10,000 años que concluye la glaciación del Wisconsin junto con la época del Pleistoceno, e inicia el periodo interglacial de calentamiento denominado Holoceno (Tarbuck y Lutgens, 2005). No obstante, la transgresión marina prosiguió, la elevación del mar posicionó la línea de costa aproximadamente a la línea de costa actual. De acuerdo a Curray *et al.* (1969) en concordancia con muchas investigaciones, la rápida elevación del nivel del mar desaceleró aproximadamente 7,000 años atrás, muchas líneas de costa alrededor del mundo cesaron la transgresión, y la estabilización de su posición ocurrió dentro de este periodo de 7,000 años.

Donde la velocidad de afluencia de sedimentos fue alta, como fue el caso de la costa de Nayarit, la transgresión se convirtió en una regresión deposicional con progradación de la línea de costa por sedimentos litorales o deltaicos.

De acuerdo a Curray *et al.* (1969), en la costa de Nayarit en periodos de bajo nivel del mar, los ríos Santiago y San Pedro, dentro de sus múltiples efluentes en sus llanuras de inundación, confluían cerca de la laguna de Mexcaltitán con dirección mucho más al norte de sus actuales desembocaduras (Figura 12). La primera estabilización del mar ocurrió alrededor de 4,750 años AP en un punto cerca de Mexcaltitán y a la boca de la confluencia de los ríos. El movimiento de los materiales sedimentarios construyó una barra hacia al norte de este punto, alimentados por arenas de los ríos y arenas basales transgresivas del interior de la plataforma (Figura 12).

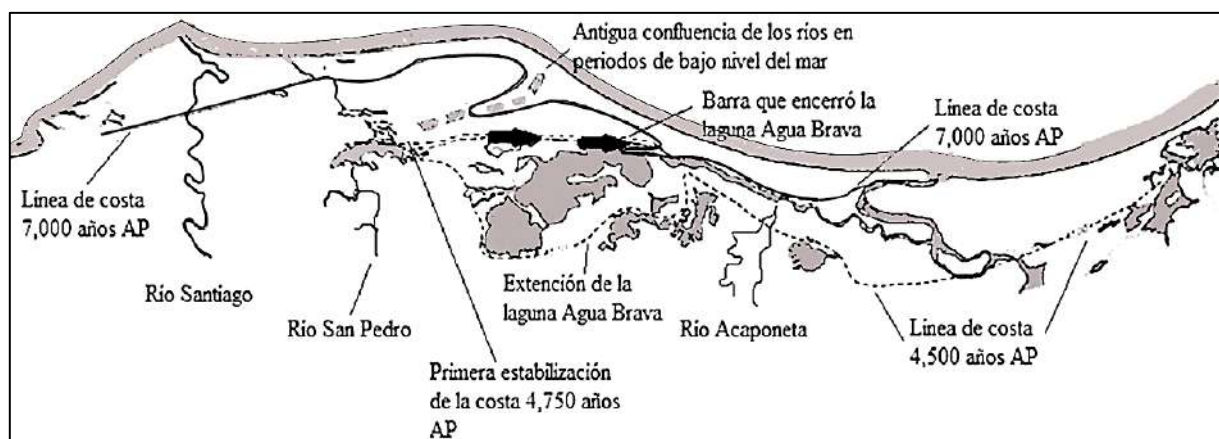


Figura 12. Cambios de la línea de costa durante el periodo de transgresión entre 7,000 y 4500 años AP.

Aproximadamente 4,500 años AP (antes del presente) esta acumulación extendida hacia el norte encerró la laguna de Agua Brava, la lenta pero continua elevación del mar siguió alimentando la laguna, lo que incrementó su tamaño (Figura 12). En este lapso de tiempo la transgresión cesó en la parte central y centro-norte, sin embargo, en los bordes norte y sur la transgresión siguió hasta cercas de 3,600 años AP.

A partir de este momento inicia la progradación de la línea de costa en la parte central y centro-norte, con la construcción de múltiples crestas de playa abandonadas (Ortiz, 1979). Esta porción de la planicie tiene en promedio 5 km de ancho y 225 km de distancia entre Mazatlán y San

Blas, y cercas de 10 km de ancho, con longitud de 130 km en la porción central mejor desarrollada. La mayor distancia entre la playa actual y el borde más antiguo es de 17 km (Curry y Moore, 1964a). Aproximadamente cuenta con 250 crestas paralelas espaciadas entre 30 y 200 m, en la sección mejor desarrollada tiene un promedio de 50 m entre crestas y el relieve varía de menos un metro, hasta un máximo cercas de 5 m sobre el nivel del mar (Curry y Moore, 1963).

De acuerdo a Komar (1976), el mecanismo mayormente propuesto del origen y desarrollo de las crestas de playa, es atribuido al crecimiento y emergencia de una barra sumergida adyacente a la línea de costa hacia el mar. Por lo tanto, cada cresta se formó individualmente como un depósito de línea de costa, el más antiguo es el más lejano del océano hacia tierra y el más joven, el más cercano. Cada cresta comenzó como una barra sumergida a lo largo de la costa frente a la playa existente, con una proporción suficientemente alta de arena y condiciones de baja acción de oleaje, una barra puede alcanzar la superficie (Curry, 1996). Esto ha sido demostrado por McKee y Sterret (1961) en experimentos de laboratorio sobre olas en tanques, estas barras inician en el punto sumergido de rompiente (Figura 13). Si esto sucede durante marea alta, y la condición de bajo oleaje persiste a través de la marea baja, durante ciclos posteriores con estas condiciones, la barra a lo largo de la costa se transforma en una playa, y la playa anterior es aislada. Este proceso se repitió cíclicamente desde que el nivel del mar alcanzó aproximadamente su posición actual (Curry *et al.*, 1964).

Curry *et al.* (1969) separan las sucesiones de progradación (crestas de playa) en 5 periodos, cada uno dividido por discontinuidades o inconformidades, que interrumpieron la formación continua entre estos (Figura 14). La serie I se encuentran solo al norte de la llanura, son característicamente diferentes a las demás crestas Holocénicas, son más extensas, menos continuas y consisten principalmente de aluvión más que de arenas litorales. Los 9 m superiores pertenecen al más viejo aluvión pretransgresivo, no obstante, a la profundidad de 9.5 m por debajo de esta secuencia, se encuentra una playa de roca calcárea y con ella, probablemente crestas de playa más antiguas cementadas. Estas antiguas crestas pueden representar sucesiones del Pleistoceno tardío de una época interglaciar, o interestadío del Sagamon o Wisconsin medio, relacionadas con una edad de 25,000-35,000 años AP y con un periodo de calentamiento.

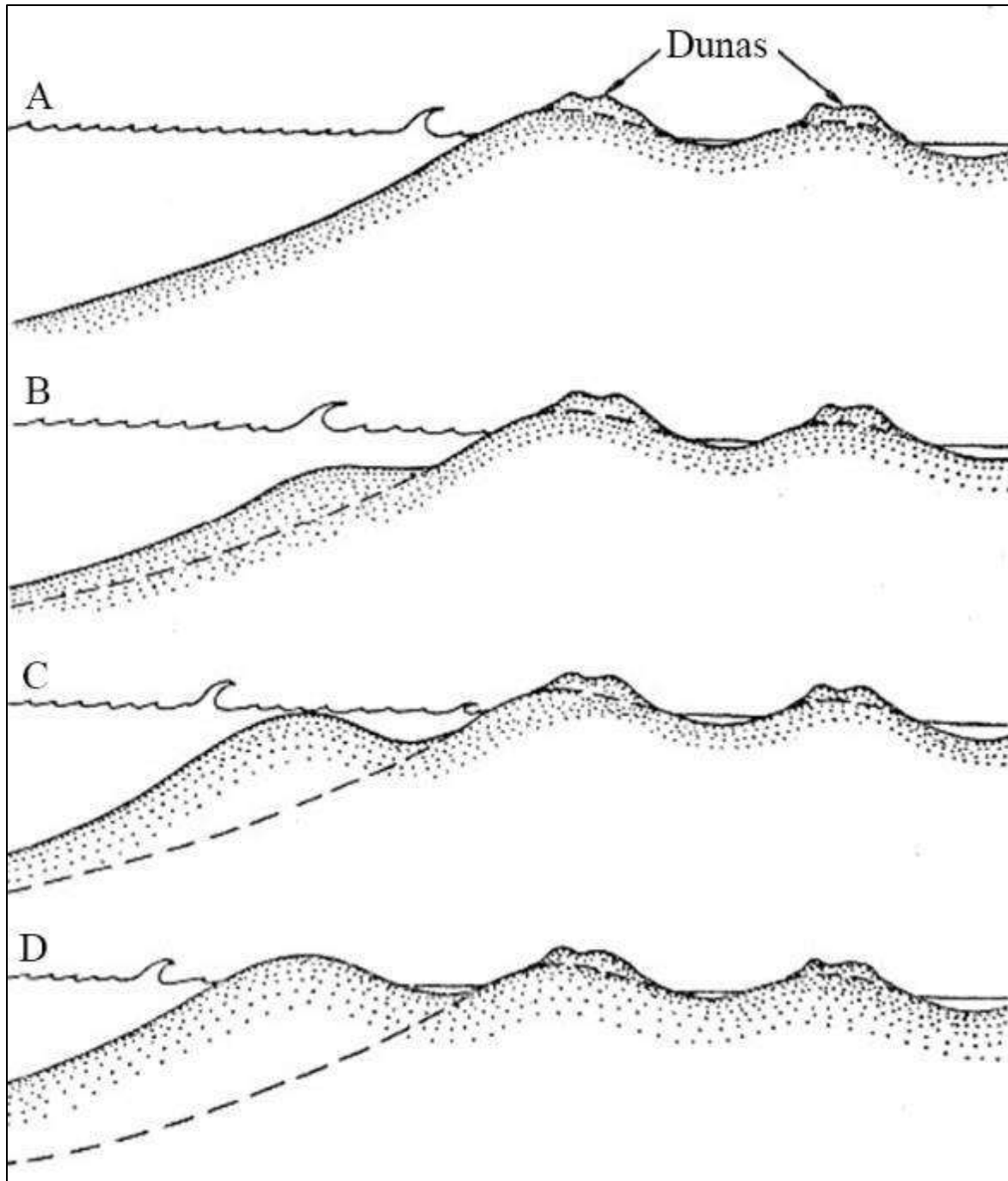


Figura 13. Secuencia de eventos para la formación de crestas de playa. A) Condiciones iniciales sin barra. B) Se forma una terraza de marea baja de arenas en las primeras etapas de la regresión. C) La barra es construida inicialmente en el punto de rompiendo. El continuo flujo de arenas y las condiciones de bajo oleaje la barra se posiciona al nivel del mar. D) Con caída de marea y continuo bajo oleaje la barra emerge e incrementan de tamaño. En cambio, si las condiciones de oleaje son más fuertes la barra puede ser destruida (Fuente: Curray *et al.*, 1969).

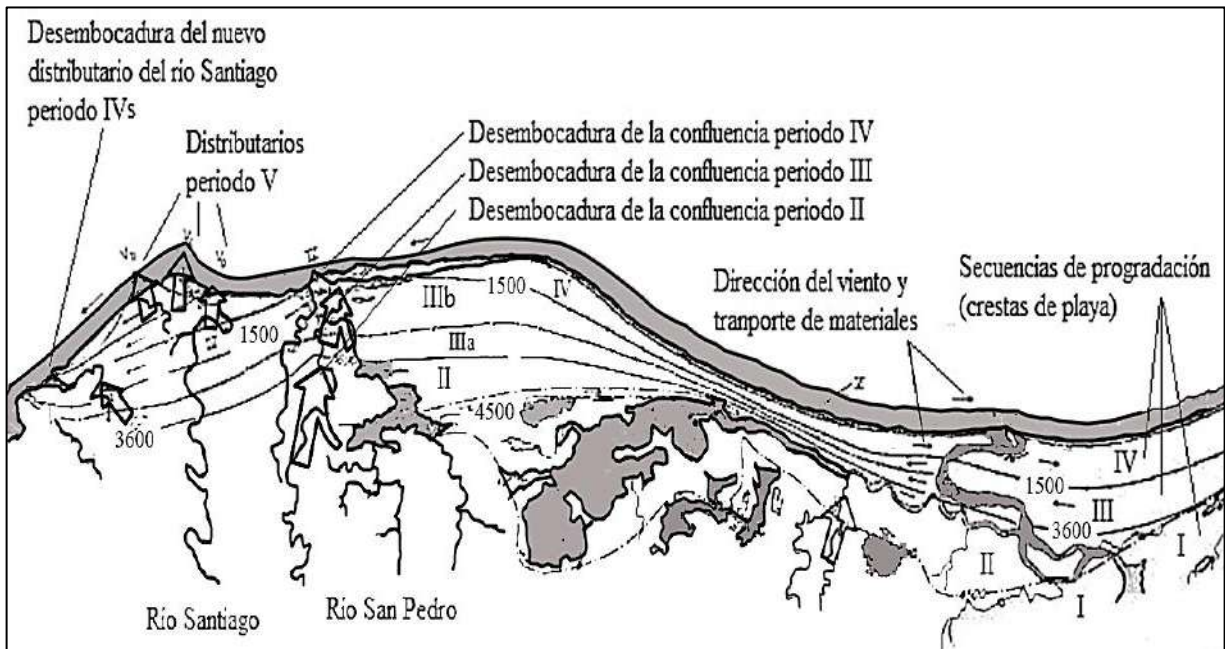


Figura 14. Secuencias de progradación y posiciones de la línea de costa hace 4,500 años hasta la actualidad (Fuente: Curray *et al.*, 1969).

Las secuencias II y III están separadas por una clara discontinuidad de la serie I, en los extremos norte y sur no existen crestas de playa del periodo II, estas se encuentran desarrolladas en la parte centro y centro norte. Durante el periodo II se construyeron alrededor 74 crestas entre 4,500-3,600 años AP, en promedio cada cresta individual se construyó en 12.2 años con una dirección de transporte de materiales hacia el norte. Al inicio de este periodo la confluencia de los ríos Santiago y San Pedro en sus llanuras de inundación ingresaba al océano en la posición 21° 48'N, al sur del presente curso del río San Pedro (Figura 14).

El mayor cambio ocurrido entre el periodo II y III (3,600-1,500 años AP), fue un aparente cambio en el clima que invirtió el régimen del viento. Esto redireccionó el transporte de sedimentos hacia al sur durante todo el periodo, probablemente ocasionó un clima más frío y lluvioso, por lo que cada cresta tardó más en formarse (en promedio 16.5 años). Se construyeron alrededor de 127 crestas en un intervalo de tiempo de 2,100 años.

El periodo IV abarcó 1,500-500 años AP, se caracterizó por un nuevo cambio en la dirección del viento y transporte de materiales hacia el norte, lo cual, pudo haberse debido a un

calentamiento general del clima a lo largo de la costa. Se encontraron depósitos de moluscos en las crestas de playa más viejas, tal vez durante este periodo de reorientación de la línea de costa, acompañado por un cambio climático, ocasionó que las poblaciones de indios migraran a la costa en busca de un clima cálido. En un lapso de 1,000 años se formaron 80 crestas de playa, con un tiempo de construcción promedio de 12.5 años por cresta, a partir de este periodo hasta la actualidad el transporte de sedimentos fue hacia el norte y se ha conservado un clima relativo de calentamiento.

Desde el inicio de las secuencias de progradación II hasta la IV, se observó que el comportamiento de la zona se dirigía hacia un equilibrio de la línea de costa. El promedio de extensión de las crestas disminuyó con el tiempo de 57 m a 41 m, al igual que la velocidad de progradación de 4.7 a 3.2 metros por año, así como también el volumen de arena requerida para la construcción de cada cresta.

Durante la mitad del periodo IV, Curray *et al.* (1969) mencionan que la confluencia de los ríos Santiago y San Pedro creó un nuevo distributario hacia el sur de la desembocadura actual del río Santiago, cercas de 21° 35'N, 105° 20'W en la boca del río IVs (Figura 14). El cambio del periodo IV al V fue ocasionado posiblemente por este nuevo distributario que se convirtió en el actual curso del río Santiago hace aproximadamente 500 años.

Durante el periodo V, el delta del río Santiago tuvo diferentes distributarios (Figura 14, 15), la construcción de crestas cesó y la velocidad de progradación fue de un metro por año. De acuerdo a la Figura 15, el distributario que se encuentra a un costado de la laguna de Mexcaltitán, es el antiguo cauce de la confluencia del río Santiago y San Pedro, que abandonó su llanura de inundación.

Este mapa se elaboró en 1530 A.C. por los españoles conquistadores en la expedición De Guzmán, puede observarse que los ríos están separados, por lo que el cauce actual tiene más de 490 años. La confluencia que existía entre ambos ríos ha sido demostrada por un estudio de peces de agua dulce, que guarda una estrecha relación entre los peces endémicos de estos ríos (Curray *et al.*, 1969).

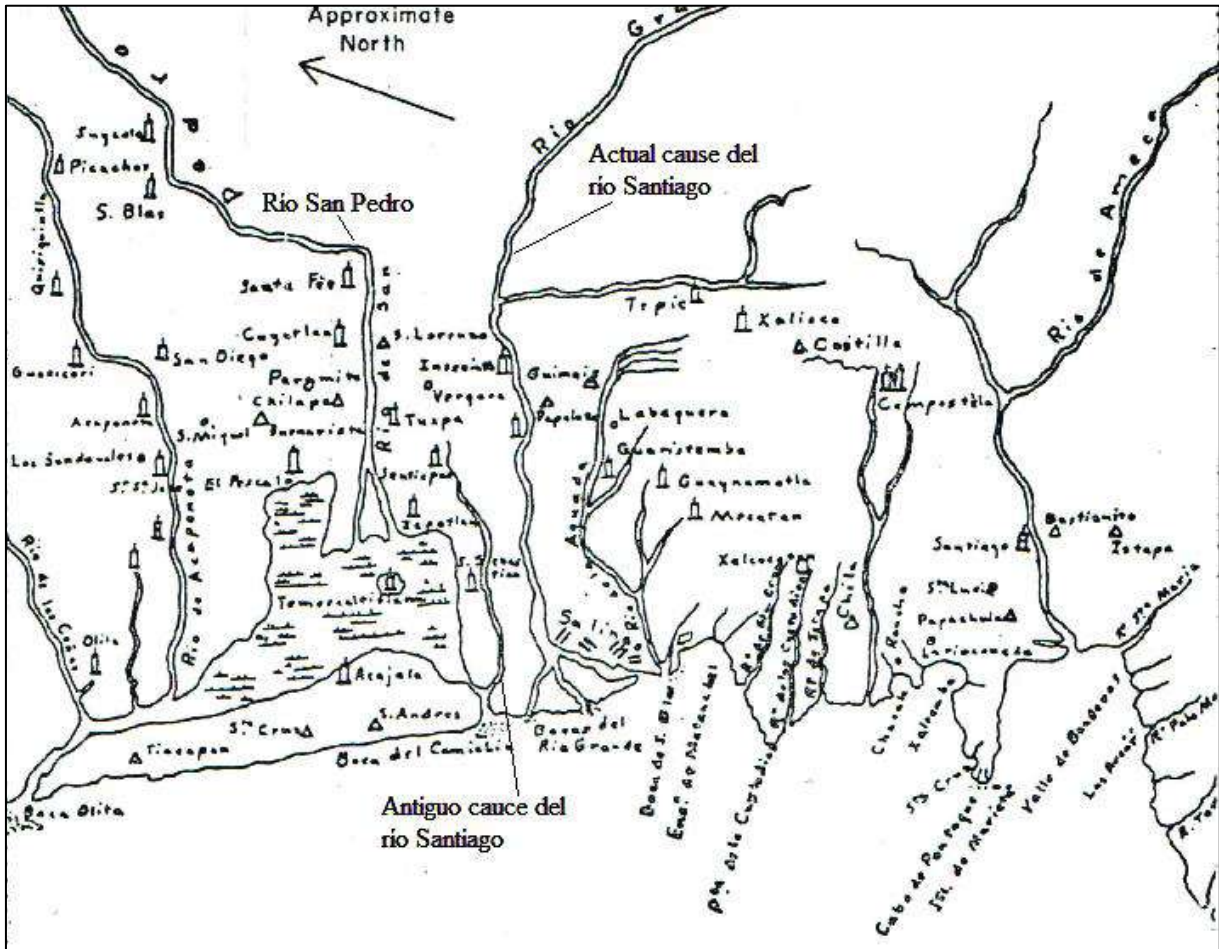


Figura 15. Ubicación de los principales ríos y pueblos de la costa centro-sur de Nayarit en 1530 A.C. Mapa realizado por Diego Joaquín Garavito en 1763 (Fuente: Curray *et al.*, 1969).

Los peces de agua dulce son una sólida evidencia de las conexiones entre cuencas hidrográficas del pasado separadas hoy entre sí, sin embargo, la distribución de peces en los sistemas de cuencas está más relacionado con rasgos geológicos antiguos, que con la hidrografía moderna (Miller *et al.*, 2009). Los aspectos geológicos y geográficos en México, inician desde el Cretácico tardío hasta el presente. Aproximadamente en el Oligoceno muchos de los ríos alcanzaron su configuración actual, y algunos grupos de peces modernos ya se encontraban presentes (Miller *et al.*, 2009). De acuerdo a la orogénesis de las cuencas del río San Pedro y Santiago, por lo menos en los últimos 6 Ma (millones de años), no es posible una confluencia como un solo cauce en la parte alta a pie de montaña, esto, por la colada andesítica que dio origen al cerro de Peñitas y Coamiles hace 36-22 Ma, seguido de la actividad ignimbrítica fechada desde el Mioceno hace 23-6 Ma sobre la SMO (SGM, 2008). Ambos ríos debieron

confluir constantemente a manera de grandes desbordes al salir de sus cañones en su pasado geológico, hasta recientemente mediante sus llanuras de inundación, a esto se le puede atribuir la distribución de peces mencionada, sin embargo, esto no es posible para todas las especies. Una hipótesis que puede explicar una probable confluencia como un cauce único y la distribución actual de peces endémicos, es que ambos ríos en el pasado pudieron haber formado un sistema lagunar de lagunas someras, como consecuencia de los desbordamientos de los ríos, derivados de los periodos interglaciares. Estos sistemas de lagunas someras se fueron alejando rápidamente hacia las partes bajas de la planicie después de la aparición del sistema lávico andesítico de Peñitas, o después de la actividad riolítico-ignimbrítico de los alrededores de Peñitas. Probablemente ambos ríos en periodos pleistocénicos, pudieron haber desembocado en una gran laguna en cauces separados, mezclar sus aguas y salir en un cauce único hasta desembocar en el mar. Es hasta después en el Holoceno tal como lo señala Curray *et al.* (1969), cuando se fueron formando las barras paralelas de antiguas líneas de costa.

Un ejemplo de esto es la laguna de Agua Brava, donde diversos ríos del centro-norte de Nayarit incluyendo el San Pedro en periodo de lluvias, mezclan sus aguas en este sistema lagunar, y desembocan al mar en la entrada de marea de Teacapán. No obstante, la laguna de Agua Brava es una laguna costera que tuvo un origen distinto al mencionado anteriormente, Bird (1982) menciona que estas lagunas costeras tienen lugar cuando tierras bajas de un valle o costa son sumergidas por el mar, y mediante la deposición de sedimentos, se va construyendo una barrera que puede llegar a encerrarla. Este tipo de sistemas lagunares siempre se forman y formarán cerca de la línea de costa, en distancias aproximadas de 15 km y más cercas hacia el mar. De acuerdo a Curray *et al.* (1969), las crestas de playas abandonadas de la serie I situadas en el pie de montaña al norte de Nayarit (Figura 14), son evidencia de que existió una transgresión mayor sobre esta región a la de hace 18,000 años, por lo tanto, en las fluctuaciones del nivel del mar, no se descarta que pudieron existir otras lagunas costeras del tipo de Agua Brava.

Por otra parte, el distributario mencionado como antigua llanura de inundación de la confluencia de los ríos, es alimentado por un pequeño sistema lagunar situado en los alrededores del cerro de Peñitas y Coamiles (Figura 16), correspondientes a la cuenca del río San Pedro. Recientemente en octubre de 2018, el huracán Willa permitió evidenciar los grandes volúmenes

de agua y sedimentos, que el río San Pedro ha transportado a lo largo de millones de años en su historia. Este desbordamiento fluyó hacia el tributario mencionado inundando toda la zona (Figura 17).



Figura 16. Distributario señalado como el antiguo cauce del río Santiago, nótese que es alimentado por las pequeñas lagunas, representa una zona de alto riesgo por inundación.



Figura 17. Inundación por el paso del huracán Willa en octubre de 2018, desbordamiento del río San Pedro sobre la llanura (ver ubicación de Coamiles en Figura 16).

Estos argumentos mencionados anteriormente, ponen en cuestionamiento la cronología sugerida para la forma en que ambos ríos se unían y para la reciente separación del río Santiago. Si consideramos que en el pasado no existían las restricciones sobre los cauces (bordes de protección, población, la cantidad de presas construidas sobre el río Santiago, entre otros), aunado a las variaciones de los climas como consecuencia de los periodos interglaciares, estos ríos debieron haber mezclado sus aguas en forma más recurrente mediante impresionantes desbordes, logrando distribuir grandes cantidades de sedimentos que dieron lugar a la forma actual de la llanura. Las investigaciones realizadas por Curray y colaboradores sobre la llanura y la plataforma continental, demuestran con datos puntuales, el importante papel que han tenido los sedimentos sobre el origen y evolución de esta zona.

4.4 Trabajos de investigación que se han realizado sobre la Llanura Costera del Pacífico (LCP)

En esta sección se presentan diversos estudios que se han realizado sobre esta región de Nayarit, los cuales, están ordenados cronológicamente y por la relación que guardan entre ellos.

En la década de los 60, Curray y colaboradores realizaron un estudio sobre la historia y evolución de la plataforma continental y la Llanura Costera del Pacífico, en la región centro-norte de Nayarit y sur de Sinaloa, donde se encuentran las crestas de playa abandonadas (Curray y Moore, 1963; Curray y Moore, 1964a; Curray y Moore, 1964b; Moore y Curray, 1964; Curray *et al.*, 1969). Dentro de esta investigación se identificaron los deltas pleistocénicos enterrados en la plataforma continental, se analizó el sistema de crestas de playas abandonadas y con base a esto, construyeron una geocronología detallada del área. Esta se sustentó en la información recolectada por instrumentos de ecolocalización y refracción sísmica sobre la plataforma continental, y en la datación por radiocarbono tanto en la plataforma continental, así como en la planicie de antiguas líneas de costa.

En este mismo ámbito, Cisneros (2011) investigó la procedencia de los sedimentos que conforman las crestas de playa de esta misma región. Recolectó muestras de los principales ríos de Nayarit (Santiago, San Pedro y Acaponeta) y realizó un análisis geoquímico de los sedimentos de cada uno de ellos. En sus resultados obtuvo que los sedimentos del río Santiago

provenientes del Eje Neovolcánico Transversal, se caracterizaron por tener mayor contenido de basaltos y andesitas, mientras que los sedimentos de los ríos San Pedro y Acajoneta, los cuales transportan materiales de la Sierra Madre Occidental, se distinguieron por su contenido predominante en riolitas e ignimbritas. En sus conclusiones mencionan que el río Santiago aportó la mayoría de los sedimentos, los cuales, fueron depositados en su desembocadura en el mar y posteriormente transportados a la playa para formar las crestas de playa. Esto ocurrió en la sección centro-sur, en el norte donde existió una menor aportación de sedimentos, la mayor parte del material provino del interior de la plataforma.

Posteriormente en un estudio realizado por Muñoz-Salinas *et al.* (2018), compararon la datación de las secuencias de progradación Holocénicas realizadas por Curray *et al.* (1969), con sus resultados determinados por medio de fechamientos con luminiscencia que emiten los minerales de los sedimentos. Establecieron tres segmentos de muestreo de forma parecida a Cisneros (2011), en la sección sur en Toro Mocho, en el centro en Santa Cruz y al norte en Novillero. A partir de sus resultados obtuvieron una geocronología por este método, la cual, resultó ser más reciente que la propuesta por Curray *et al.* (1969) por radiocarbono, con una mayor velocidad de progradación (Cuadro 1). En sus conclusiones mencionan que la mayor edad por luminiscencia corresponde aproximadamente 2,000 años AP, lo que asociaron al inicio de la progradación de la llanura.

Cuadro 1. Comparación de la datación y velocidad de progradación de las secuencias de crestas de playas entre Curray *et al.* (1969) (radiocarbono) y Muñoz-Salinas *et al.* (2018) (luminiscencia) en el transecto de Santa Cruz.

Secuencia de progradación	Curray <i>et al.</i> (1969)		Muñoz-Salinas <i>et al.</i> (2018)	
	Datación	Progradación	Datación	Progradación
II	4.5 – 3.6 ka	3.63 m año ⁻¹	2 – 1.5 ka	5.98 m año ⁻¹
III	3.6 – 1.5 ka		1.5 – 0.8 ka	
IV	1.5 – 0.5 ka		0.8 – 0.4 ka	

Por medio de análisis fotointerpretativos Ortiz (1979), Ortiz y Romo (1994) y Ortiz y Pérez (1999), realizaron sus investigaciones en la parte sur de la LCP sobre el río Santiago y la bahía de Matanchen. Las primeras dos investigaciones se orientaron hacia la trayectoria meándrica que ha tenido el río Santiago en los últimos 50 años, que de acuerdo a estos autores existe una inestabilidad del curso en la llanura deltaica claramente evidente. Estos cambios aseguran que son de carácter morfométrico y morfográfico que han acortado y extendido la longitud del río durante el tiempo analizado. De 1945 a 1964 la longitud se recortó 5.6 km en un lapso cerca de 20 años, entre 1990 y 1993 se incrementó la longitud 4.25 km en un periodo de 4 años. Se menciona que, en años posteriores debido a la construcción de las presas más recientes, la captación de sedimentos en los embalses, el escurrimiento en función de la demanda de agua para la generación de energía eléctrica y la derivación para cubrir los requerimientos de riego, transformarán por completo el funcionamiento natural de los ecosistemas involucrados. En consecuencia, la anulación del patrón sedimentario ocasionará solo erosión, mayor intrusión salina y pérdida de tierras fértiles.

En el análisis de la bahía de Matanchén se utilizaron fotografías tomadas de 1945 a 1993, en ellas pudieron constatarse de la evolución que ha tenido esta zona y dividieron en dos etapas la evolución de la bahía. La primera etapa se constituyó por una rápida acumulación que acrecentó el área de playa y unió unos islotes cercanos a la parte insular por sedimentación, sin embargo, en la última fotografía tomada en 1993, que conforma parte de la segunda etapa de evolución, se observó un notable cambio erosivo con disminución del área de playa. La superficie evolutiva de la playa durante el lapso de tiempo analizado, fue en 1945 una superficie de 63.5 hectáreas (ha), en 1970 de 90 ha y en 1993 sólo 38 ha.

En la llanura fluvial del río San Pedro, Romo y Ortiz (2001) determinaron el riesgo de inundación que presenta este río para los asentamientos humanos de esta región, lo que consideraron un factor importante en la planeación urbana. Se menciona que los desbordamientos del río con sus consecuentes inundaciones es un proceso natural, sin embargo, el efecto negativo que generan se debe a las poblaciones y a la creciente extensión de las actividades agrícolas. Para llevar a cabo su investigación partieron de un análisis geomorfológico e integraron a este, los escurrimientos críticos de los últimos 50 años (1944-

1993). Se analizaron los gastos máximos anuales, los cuales, se relacionaron con el gasto de referencia de $800 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ que establece la Comisión Nacional del Agua como gasto crítico de desborde e inundación fluvial y determinaron las probables crecidas. En sus resultados establecieron los gastos máximos que se han generado y su periodo de retorno, así, un gasto de 1417, 2842, 3786, 4978, 5863 y $6741 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$, tuvieron un periodo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años respectivamente. Una solución para evitar los peligros de inundación que han establecido diversos autores, ha sido evacuar la planicie y dejar al suelo de forma natural, sin embargo, esto es poco práctico por los costos económicos y dificultades sociales. Otras sugerencias fueron dividir la planicie en tres zonas según el riesgo que presentan: 1) alta susceptibilidad que corresponde al 13% del área total; 2) mediana con el 22%; 3) baja 36%; 4) muy baja 21% y 5) susceptibilidad nula 8%. El grado de advertencia lo clasificaron en zona prohibida, zona restrictiva, zona precautoria, zona de precauciones mínimas y sin advertencia respectivamente (presentan mapa). Se concluyó que el 92% es susceptible a inundaciones, la zonificación fue con la finalidad de reducir el riesgo para la vida y bienes en las inevitables inundaciones.

En el área de marismas nacionales desde Teacapan a Mexcaltitán, Lanza *et al.* (1996) describieron las características geológicas e hidrológicas de las cinco cuencas de los ríos que drenan al sistema lagunar, los patrones climáticos de periodos anuales y de mayor lapso y evaluaron la abundancia de las especies de manglar a través de una imagen de satélite LANDSAT compuesta por dos imágenes satelitales en sequía y lluvia del año de 1993. En la información recopilada por estos autores, puede notarse la gran diferencia que existe entre los ríos de la región en el área de cuenca, gastos medios de los caudales, materiales de acarreo y longitud aproximada desde su nacimiento.

Cuadro 2. Características de los principales ríos de Nayarit.

Cuenca	Área de cuenca	Material de acarreo anual	Longitud aproximada
	Km ²	miles m ³	Km
Río Acaponeta	5,092.0	607.4	233
Río San Pedro	26,480.0	2,832.1	255
Río Santiago	128,943.0	14,293.8	435

En el Cuadro 2 se muestran algunas de estas comparaciones entre los principales ríos de la región. El marco geológico fue extraído principalmente de los trabajos de Ortiz (1979) y Ortiz y Romo (1994) entre otros, los cuales a su vez fueron recopilados a partir de las investigaciones de Curray mencionadas anteriormente.

Con respecto al marco referencial del manglar, se mencionan las cuatro especies existentes en los sistemas costeros del área de estudio (mangle rojo, mangle blanco, mangle negro y mangle botoncillo) y señalan una clasificación de acuerdo a su distribución en cuatro tipos, estos corresponden a ribereño, situado a lo largo de las riberas, esteros o riachuelos; borde o franjeante, presente a lo largo de áreas protegidas y lagunas costeras frecuentemente inundadas por marea; cuenca, localizado en áreas interiores terrestres, depresiones, con menor influencia de marea, detrás del franjeante y del ribereño; y sobrelavado, ubicados en áreas someras de isla o penínsulas. En sus resultados reportaron 73,031 ha de mangle blanco, 14,308 ha fueron una combinación de mangle blanco y mangle rojo, y 68,351 ha correspondieron al mangle negro, además describieron las características de su distribución.

En la sección norte del estado de Nayarit, Bojórquez *et al.* (2006) realizaron un estudio de enfoque genético geográfico de los suelos de la LCP. Para ello, se recopiló información de bases de datos durante varios años y se reclasificó la información existente con base al sistema moderno del World Reference Base. Se realizaron recorridos de campo con tomas de muestras de suelo con barrena para analizar la distribución y las características de los suelos, con lo cual, se separaron los paisajes geomorfológicos y niveles de llanuras. En sus resultados se presentó los principales paisajes geomorfológicos compuestos por la llanura fluvial superior, llanura fluvial intermedia, llanura fluvial baja con influencia marina, llanura fluvial de inundación, marismas con lagunas costeras y las barras costeras. También se describieron los tipos de vegetación, así como la formación, evolución y los principales grupos de suelos. En sus conclusiones se menciona que los principales grupos de suelos son los cambisoles, fluvisoles, Feozem, Solonchak, arenosoles, regosoles y gleysoles, los cuales son relativamente jóvenes y tuvieron una correspondencia con la evolución del paisaje y el lavado de sales.

Posteriormente en el 2007 y 2008, este mismo autor y sus colaboradores publicaron dos investigaciones derivadas de la anterior, en la primera se describieron las características de los suelos cambisoles y fluvisoles en relación con la geomorfología de la llanura deltaica. Analizaron seis perfiles de suelo, tres cambisoles y tres fluvisoles distribuidos en las llanuras alta, media y baja, en estos se determinó el pH, carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, bases intercambiables, textura y sales solubles totales por conductividad eléctrica en extracto a saturación. En el segundo estudio, se describieron las características de los suelos de las barras paralelas, playas abandonadas y dunas dentro de la LCP. En esta sección se analizaron 16 perfiles de suelo y se realizaron los mismos procedimientos analíticos para determinar sus propiedades. Sus resultados mostraron que en la llanura alta no hay problemas de salinidad, mientras que en las secciones más bajas en este caso las barras paralelas, existieron problemas serios de salinidad y aquellos que no fueron salinos, la textura gruesa no permitió que fueran suelos fértiles por la poca retención de humedad y por el bajo contenido de materia orgánica y nutrientes. En la llanura media no existieron problemas de sales en la parte superior, pero se encontraron sales en la sección inferior del perfil, por lo que se recomendó tener precauciones al aplicar el riego por la posibilidad de salinizar los suelos, esta parte de la llanura aún contenía ligeramente restos de sodio intercambiable (Bojórquez *et al.*, 2007; Bojórquez *et al.*, 2008).

En el municipio de Tuxpan situado sobre la cuenca del río San Pedro, López *et al.* (2005) evaluaron tierras de cultivo en la llanura fluvio-marina, con base a un levantamiento de suelos semidetallado. A partir de sus resultados obtuvieron la aptitud relativa agrícola por medio de una adecuación del modelo Almagra del sistema MicroLEIS 4.1, el cual, estaba integrado por diferentes módulos. Seleccionaron los cultivos frijol, sorgo, maíz, tabaco, chile, melón sandía, jícama, cacahuate y algodón, tradicionales de esta región. Sus requerimientos se recopilaron de la literatura y se analizaron 14 unidades de mapeos, donde los parámetros utilizados fueron la profundidad, clase textural, drenaje, salinidad, saturación de sodio, carbonatos y desarrollo de perfil, cada uno de ellos subdividido en diferentes clases. En sus resultados reportaron que las unidades de mapeo con mayor potencialidad para la mayoría de los cultivos (sorgo, maíz, tabaco virginia, frijol, sandía y melón) cubren un área de 4,500 ha. En general, en los suelos evaluados del municipio de Tuxpan, el 17.96% no fue apto para ningún cultivo, el resto, 16,229 ha presentaron aptitudes moderadas, óptimas y elevadas. Dentro de sus conclusiones describen los

beneficios que brindó el modelo utilizado, además que se avaluó el algodón como cultivo alternativo en esta región, fue el cultivo que mayor superficie potencial ocupó.

Sobre la misma región de las investigaciones de Bojórquez, González *et al.* (2009) realizaron una regionalización ecológica, la cual, se justificó por la serie de cambios a los que ha sido expuesta la región por causas antropogénicas durante los últimos 50 años. Desarrollaron una propuesta que integró en unidades ecológicas los subpaisajes geomorfológicos, edafológicos y grupos de cobertura del terreno. En sus resultados obtuvieron 58 unidades ecológicas derivadas de la jerarquía establecida en el área de estudio y concluyeron que en el área de estudio se reflejaron 58 regiones ecológicas en 11 subpaisajes, cuatro paisajes geomorfológicos y dos regiones geomorfológicas.

En el municipio de Santiago Ixcuintla en el estado de Nayarit, Murray *et al.* (2011) investigaron el efecto que tiene la materia orgánica en un sistema agroforestal sobre las propiedades físicas del suelo. Para ello, en 2005 realizaron un perfil de suelo de 1 m de profundidad con cinco muestras, una por horizonte de diagnóstico. Después de haber sido caracterizado el perfil, fue clasificado como Fluvisol háplico y se le dio seguimiento por cinco años a una profundidad de 20 cm. Los análisis que se realizaron fueron materia orgánica, textura, densidad aparente, densidad real, porosidad total y capacidad de campo. En sus resultados obtuvieron una diferencia considerable en el contenido de materia orgánica (0.51 a 3.85%) en el periodo señalado, lo que se entendió como un mejoramiento del ecosistema agroforestal. Además, obtuvieron una disminución de la densidad aparente de 1.43 a 1.06 g cm⁻³, la porosidad total incrementó de 45.1 a 58%, lo que resultó en un incremento de 1.2% en la porosidad de aireación y a su vez, aumentó la capacidad de retención de humedad. También observaron una mayor velocidad de infiltración, lo cual significó una mejora en su estructura superficial y en su porosidad total. De esta manera confirmaron que el aumento de materia orgánica del suelo trae consigo efectos benéficos sobre las propiedades físicas, no obstante, también se observó que el contenido de materia orgánica fue un cambio gradual con una media de aumento de 0.32% por año en los primeros tres años, en el cuarto año incrementó 2% y en el quinto año 0.35%.

Con el objetivo de cartografiar la condición de los manglares del Pacífico mexicano, Kovacs *et al.* (2008) utilizaron imágenes de satélite de percepción de radar de apertura sintética (SAR) solos y simultáneamente con datos ópticos. Las imágenes fueron manipuladas para obtener una mayor precisión en la clasificación de los manglares, se identificaron grandes áreas de manglar muerto o en malas condiciones, lo cual, fue asociado a los cambios hidrológicos y elevados niveles de salinidad que ocasionó la construcción del Canal de Cuautla. Estos sistemas de manglar se clasificaron en cuatro diferentes clases: manglar muerto, pobre, sano y sano alto. En sus resultados demuestran la utilidad de usar datos de SAR para mejorar la elaboración de mapas, el estudio realizado por estos autores, fue enfocado a encontrar las mejores combinaciones de color, luz, grado de incidencia, banda C, la polarización, entre otros, para realizar mapas a partir de imágenes satelitales con mayor precisión.

Por medio de imágenes Landsat de los años 1973, 1990 y 2000, y recorridos realizados para obtener datos de referencia en los años 2000, 2001 y 2004, Berlanga *et al.* (2009) evaluaron los patrones de cambio de cobertura y usos del suelo sobre la LCP en Nayarit. En sus resultados, generaron mapas con cinco coberturas de suelo, se reportó que en 1973 y 1990 dominó la clase de bosques con un 48 y 40% de cobertura respectivamente, sin embargo, para el 2000 la agricultura fue la dominante con 41%. Los humedales cubrieron el 19% en todos los años, pero estos fueron clasificados en tres subclases y uno de ellos en manglar muerto. Finalmente concluyen que el mayor crecimiento de cobertura y usos de suelo se dieron en la agricultura, presentó la mayor tasa de deforestación en el último periodo analizado (1990-2000). Esta actividad fue la que generó mayor presión ambiental, no obstante, mencionan que en los trabajos posteriores deben considerarse el crecimiento de la población y la construcción de granjas acuícolas, debido a que presentaron un impacto creciente en la transformación del paisaje.

Aproximadamente en el 2008 se dio a conocer el proyecto hidroeléctrico Las Cruces impulsado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el gobierno federal, el cual, se pretendía construir el río San Pedro-Mezquitlan en el estado de Nayarit. Al respecto Hernández *et al.* (2016) analizaron la dinámica de las inundaciones del río San Pedro en la sección de la LCP mediante teledetección. Desarrollaron un modelo asociado al escurrimiento del río, esto debido a que en su análisis encontraron que la superficie máxima inundada en la temporada de lluvias de julio a

octubre, no estaban relacionadas directamente con la precipitación, sino con el escurrimiento. Para elaborar su modelo, partieron de imágenes del satélite Landsat, datos de precipitación, flujo, y de los patrones de inundación durante el periodo comprendido de 1993-2008 con lo que describieron las variaciones de las inundaciones (Figura 18).

En el periodo analizado se observaron fluctuaciones con una superficie máxima de inundación cercana a los 200 km², una extensión media anual de 57.8 km², con promedios aproximados para el temporal de sequía y lluvia de 24 y 90 km² respectivamente. El modelo propuesto fue $FE=y_0+\alpha(1-0.9983^Q)$ con un coeficiente de determinación de $R^2=0.91$, donde FE=superficie máxima de inundación; y_0 =desplazamiento desde cero, correspondiente a la extensión media FE de la estación seca estimada en 21.3 km²; α =es la amplitud de la curva, equivalente a la inundación máxima de 99.5 km² y Q= escurrimiento del río.

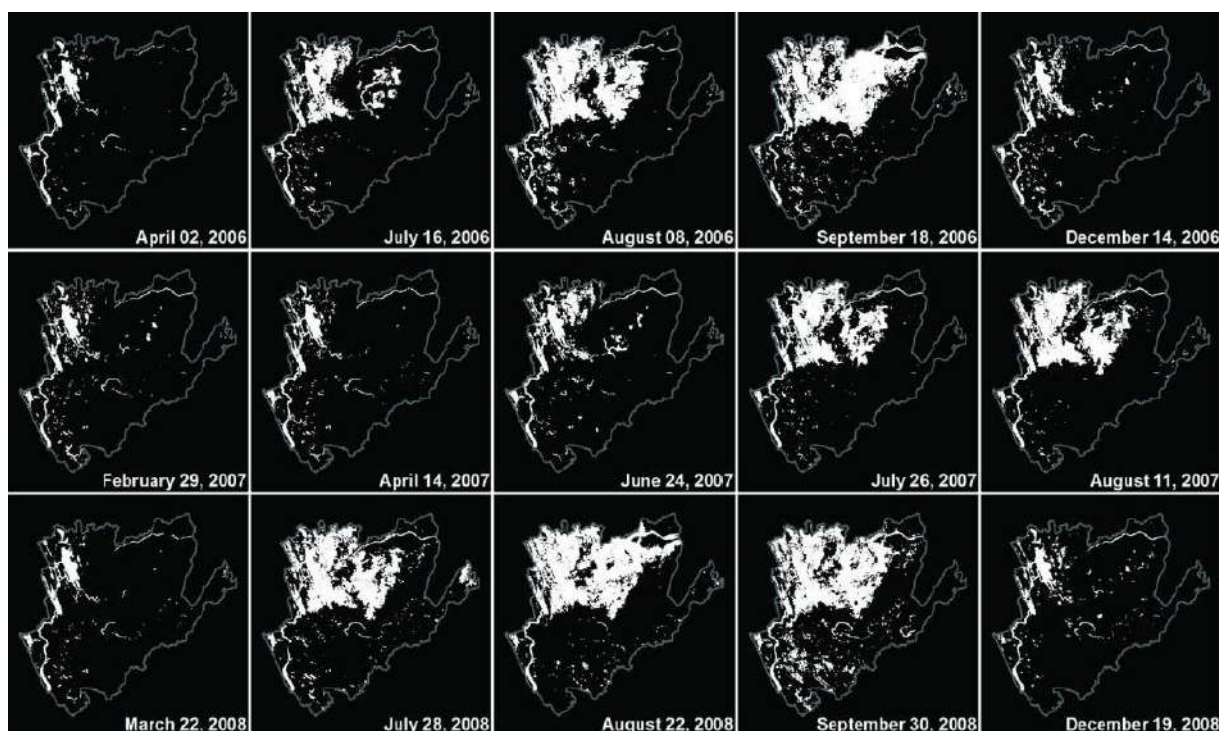


Figura 18. Patrón de inundación del río San Pedro en la sección de la LCP, imágenes satelitales de 2006-2008, área inundada en blanco.

El modelo se aplicó con datos mensuales de escurrimiento de 1944 a 2008 y con posibles volúmenes de descargas propuestos para la presa. En sus conclusiones mencionan que, si se

construye esta presa, habrá una alteración de los ecosistemas naturales, lo que tendrá implicaciones negativas sobre los humedales costeros y su biota acuática.

En un estudio realizado sobre los ríos Fuerte, Acajoneta, San Pedro y Santiago, se analizó el impacto que genera la construcción de presas hidroeléctricas (Ezcurra *et al.*, 2019). De acuerdo con los autores, las presas traen consigo grandes repercusiones, dentro de estas se pueden mencionar la gran cantidad de sedimentos que son depositados en el embalse y no llegan a tierras bajas donde solían acumularse, la descomposición de materia orgánica en el fondo del embalse puede emitir grandes cantidades de metano, incluso puede promover la meteorización de las rocas y minerales sumergidos en el agua desprendiendo metales tóxicos en la presa, además, los deltas de los ríos están siendo transgredidos rápidamente afectando a la agricultura y a las poblaciones.

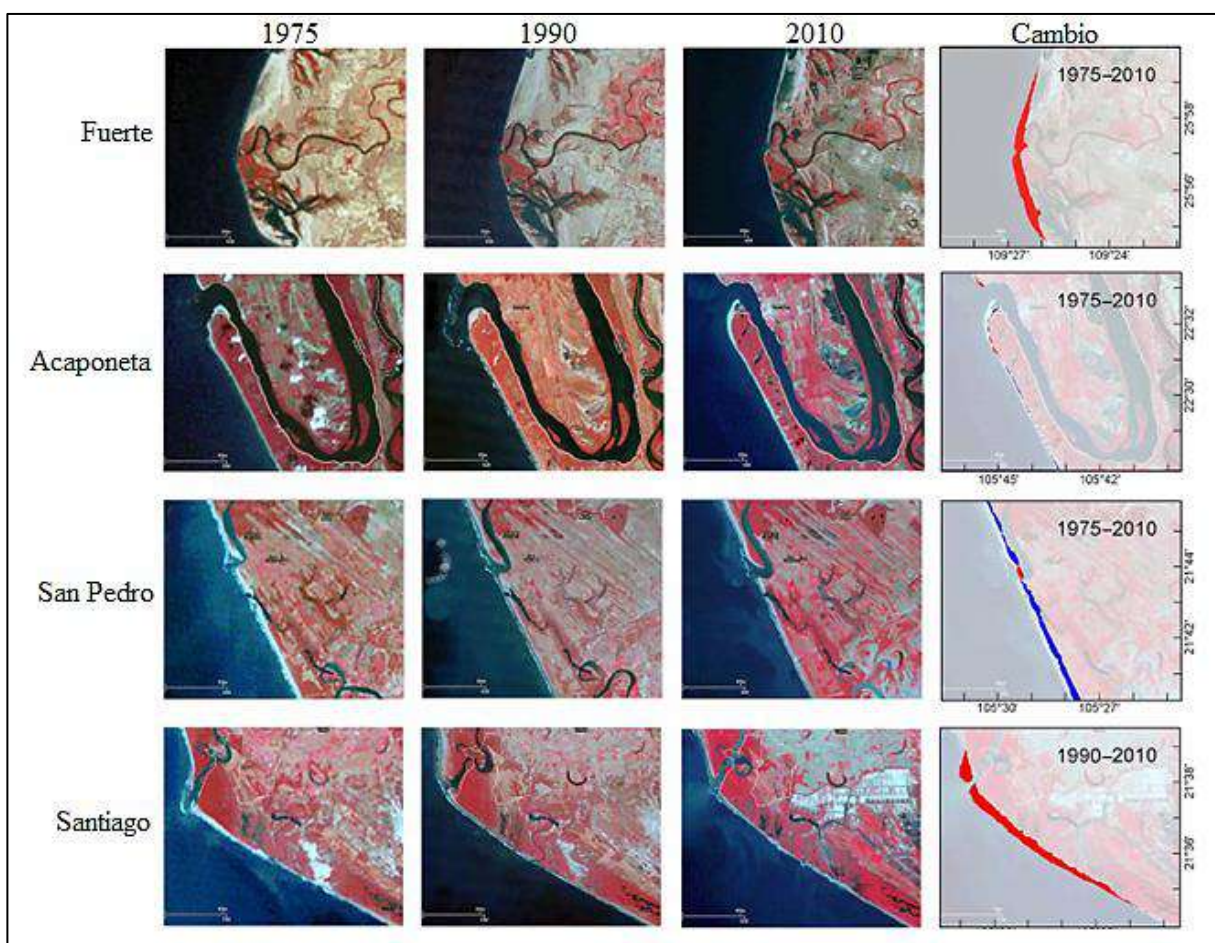


Figura 19. Imágenes satelitales de los deltas de los ríos, en la última columna se muestran los cambios durante el periodo indicado, en rojo significa erosión y en azul progradación.

Para evaluar el efecto que han tenido las presas a partir de su construcción, se analizaron de bases de datos, imágenes satelitales de los deltas desde 1975 hasta 2010 y se compararon los ríos Acaponeta y San Pedro que no tienen presas, con los ríos Fuerte y Santiago que han sido represados. En la Figura 19 se muestran los cambios que detectaron los autores, donde señalan que las zonas con mayor erosión corresponden a los ríos que contienen presas, y describen los diversos efectos negativos sobre los ecosistemas afectados. En sus conclusiones señalan que el argumento de la construcción de esta infraestructura, es la reducción de las emisiones que generan los combustibles fósiles en las plantas termoeléctricas, sin embargo, esto es compensando en pérdida de manglares, productividad estuarina y una gran cantidad de costos ambientales. Mencionan que estos proyectos hidroeléctricos implican una pérdida importante en la biodiversidad costera y ponen en peligro la formación y la dinámica continua de los paisajes costeros, que no son fácilmente calculables en términos económicos.

4.5 Caracterización litológica de los diferentes sedimentos acumulados en la Llanura Costera del Pacífico (LCP) en Nayarit (Cisneros, 2011).

Como se mencionó anteriormente, los principales ríos de la costa de Nayarit acarrear sedimentos de los sistemas volcánicos Sierra Madre Occidental (SMO) y Eje Neovolcánico Transversal (ENT). En la SMO de carácter intermedio a félsico, los ríos Acaponeta y San Pedro son los encargados del movimiento de materiales desde sus montañas hasta la LCP, mientras que en el ENT de carácter intermedio a máfico, es el río Santiago el responsable del transporte. No obstante, el área de drenaje de la cuenca del río Santiago (Lerma-Santiago) está conformado por ambos complejos volcánicos, en consecuencia, la composición de sus sedimentos es una mezcla de estos sistemas montañosos.

Los ríos San Pedro y Acaponeta no presentan diferencias considerables en la composición de sus sedimentos, estos están conformados principalmente por fragmentos de riolita, granos de feldspatos de cuarzo y plagioclasa y fragmentos de toba soldada. Por otra parte, los sedimentos del río Santiago están compuestos principalmente por fragmentos de riolita, granos de feldspatos de cuarzo y plagioclasa y fragmentos de basalto-andesita. Ambos complejos montañosos coinciden en sus principales constituyentes, sin embargo, la mayor diferencia entre estos es la presencia o ausencia de basalto-andesita y toba soldada.

Los fragmentos de rocas con mayor contenido para los ríos San Pedro y Acaponeta, son la riolita y la toba soldada con 58 y 34% respectivamente, por lo tanto, estas rocas son las más representativas de la SMO, corresponden principalmente a flujos volcánicos félsicos y piroclásticos. En estos ríos la proporción de sedimentos de basalto-andesita no supera el 1%. Por otra parte, los materiales que transporta el río Santiago se caracterizan por presentar una composición del 16% en basalto-andesita y un contenido de toba soldada de 7%. Debido a la superficie de la SMO que drena en la cuenca del río Santiago, la proporción de riolita es considerablemente elevada con 39%. Los principales fragmentos de rocas que conforman los sedimentos de estos ríos, concuerdan con los tipos de rocas volcánicas identificadas en las cartas geológicas del Servicio Geológico Mexicano pertenecientes a la SMO y al ENT (Figuras 8 y 9) (SMG, 1998; SGM, 2008).

Los principales elementos que conforman los fragmentos de riolitas y toba soldada son el Si, Al, K, O y Na, y para el basalto-andesita son Si, Al, O, Ca, K, Fe, Na y Ti. Estos se determinaron por medio de espectroscopia de rayos X de energía dispersa. Los óxidos identificados en fragmentos de riolitas, andesitas y basaltos se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composiciones en porcentaje en peso de los óxidos de riolita, andesita y Basaltos (Cisneros, 2011).

Óxidos	Riolita	Andesita	Basalto
SiO ₂	69.37	56.01	54.79
TiO ₂	0.00	0.15	0.10
Al ₂ O ₃	20.63	26.51	27.99
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00
FeO	0.18	1.05	0.94
MnO	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.09	0.17
CaO	0.29	8.97	10.98
Na ₂ O	10.87	5.69	4.46
K ₂ O	0.06	0.56	0.37
Total	101.49	99.18	100.06

En las sucesiones de barras y en la playa actual de la costa de Nayarit en la región sur-centro, desde la boca del río Santiago hasta sección mejor desarrollada de sucesiones de líneas de costa, los sedimentos corresponden al río Santiago principalmente, con mayores porcentajes de basalto-andesitas, incluso en la sección más desarrollada de crestas, están más relacionadas con este río que la playa actual cercana a la desembocadura.

Sin embargo, en la sección norte en las crestas y playa actual, se encontraron grandes porcentajes de cuarzo y feldespatos con una pequeña cantidad de basalto-andesita, lo que se entendió como una mayor aportación de sedimentos de los ríos que drenan en la SMO (San Pedro y Acaponeta principalmente). No obstante, esta aportación no fue directamente de los deltas contemporáneos de los ríos, sino que la mayor parte provino del interior de la plataforma continental, su composición puede explicarse mediante los sistemas deltaicos que estos ríos formaron en periodos pleistocénicos de bajo nivel marino, cuando sucedió la transgresión, estos sedimentos sepultados fueron traslocados por el mar, mezclándose con las arenas basales transgresivas para formar las crestas de playa.

Las sucesiones de crestas de playa presentaron una mezcla de sedimentos de los tres sistemas de ríos, su composición media de rocas volcánicas fue de 50%, dentro de este porcentaje el 41% fue de riolitas, 6% de toba soldada, 3% de basalto-andesita, 4% de otros granos que incluyen biotita, clorito, óxidos de Fe, clinopiroxeno, olivina y lentes volcánicos, y 1% de materia orgánica y fragmentos de concha.

5. LITERATURA CITADA

- Berlanga, R.C., García, C.R., López, B.J., Ruiz, L.A. 2009. Patrones de cambio de cobertura y usos del suelo en la región costa norte de Nayarit (1973-2000). *Investigaciones Geográficas, Boletín de Geografía, UNAM*, (72):7-22.
- Bojórquez, I., Nájera, O., Hernández, A., Flores, F., González, A., García, D., Madueño, A. 2006. Particularidades de formación y principales suelos de la Llanura Costera Norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 27(4):19-26.

- Bojórquez, I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A., Bugarín, R. 2007. Características de los suelos cambisoles y fluvisoles de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 28(1):19-24.
- Bojórquez, I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A., Bugarín, R. 2008. Características de los suelos de las barras paralelas, playas y dunas de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 29(1):37-42.
- Bird, E.C.F. 1882. Changes on barriers and spits enclosing coastal lagoons. *Oceanológica Acta*, 1982, N° SP, 10 pp.
- Boudal, C. y Robin, C. 1989. Volcan Popocatépetl: recent eruptive history, and potential hazards and risks in future eruptions, en Latter, J.H. (ed.), *Volcanic Hazards, IAVCEI Proceedings in Volcanology*: Berlin, Springer Verlag, 1:110-128.
- Bull, W.B. 1977. The alluvial-fan environment. *Progress in Physical Geography*, pp. 222.
- Can-Chulim, A., Ramírez-Ayala, C., Ortega-Escobar, M., Trejo-López, C. y Cruz-Díaz, J. 2008. Evaluación de la relación de adsorción de sodio en las aguas del río Tulancingo, Estado de Hidalgo, México. *Terra Latinoamericana*, 26:243-252.
- Carrasco-Nuñez, G. 2000. Structure and proximal stratigraphy of Citlaltépetl volcano (Pico de Orizaba), México, en: Delgado-Granados, H., Aguirre-Díaz, G., Stock, J.M., (eds.), *Cenozoic volcanism and tectonics of México*: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper, 334:247-262.
- Chen, S., B. Lin, Y. Li and S. Zhou. 2020. Spatial and temporal changes of soil properties and soil fertility evaluation in a large grain-production area of subtropical plain, China. *Geoderma*, 357:1-13.
- Cheng, J., C. Ding, X. Li, T. Zhang and X. Wang. 2016. Soil quality evaluation for navel orange production system in central subtropical China. *Soil & Tillage Research*, 155:225-232.
- Cisneros, A.R. 2011. Provenance and origin of Holocene beach ridge and modern beach sands from the costa de Nayarit, western Mexico. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Tesis de maestría.

- Curry, J.R., Moore, D.G. 1963. Sedimentos e historia de la costa de Nayarit, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 26(2):107-116.
- Curry, J.R., Moore, D.G. 1964a. Holocene regressive littoral sand, costa de Nayarit, Mexico. Developments in Sedimentology, 1(1964):76-82.
- Curry, J.R., Moore, D.G. 1964b. Pleistocene deltaic progradation of continental terrace, costa de Nayarit, México. *In*: Van Andell, T. J. H., Shor, G.G. (eds.). Marine of the Gulf of California. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Okla. Mem. 3:193-215.
- Curry, J. R., Emmel, F. y Crampton, P. 1969. Holoceno history of strand plain, lagoonal coast, Nayarit, Mexico. Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, pp. 63-100, México, D.F.
- Curry, J.R. 1996. Origin of beach ridges: Comment on Tanner, W.F., 1995. Origin of beach ridge and swales. Marine Geology, 136(1996):212-125.
- De la Torre, E.Y. 2003. Los volcanes del sistema volcánico transversal. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 50:220-234.
- Demant, A. 1979. Vulcanología y petrografía del sector occidental del Eje Neovolcánico, Instituto de Geología, UNAM, México, 75:39-57.
- Edelman, C. H., Van Der Voorde, P. K. J. 1963. Important characteristics of alluvial soils in the tropics. Soil Science, 95(4):258-263.
- Ezcurra, E., Barrios, E., Ezcurra, P., Ezcurra, A., Vanderplank, S., Vidal, O., Villanueva-Almanza, L., Aburto-Oropeza, O. 2019. A natural experiment reveals the impact of hydroelectric dams on the estuaries of tropical rivers. Science Advances, 5(3):1-9.
- Ferrari, L., Pasquare, G., Venegas-Salcedo, S., Romero-Ríos, F. 1999a. Geology of the western Mexican Volcanic Belt and adjacent Sierra Madre Occidental and Jalisco Block. Geological Society of America Special Paper, 334:65-83.
- Ferrari, L., López-Martínez, M., Aguirre-Díaz, G., Carrasco-Nunez, G. 1999b. Space-time patterns of Cenozoic arc volcanism in central Mexico: From the Sierra Madre Occidental to the Mexican Volcanic Belt, Geology, 27(4):393-306.

- Ferrari, L. 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53(2000):84-92.
- Ferrari, L., Conticelli, S., Vaggelli, G., Petrone, C.M., Manetti, P. 2000. Late Miocene volcanism and intra-arc tectonics during the early development of the Trans-Mexican Volcanic Belt, *Tectonophysics*, 318:161-185.
- Ferrari, L., López-Martínez, M. y Rosas-Elguera, J. 2002. Ignimbrite flare-up and deformation in the southern Sierra Madre Occidental, western México: implications for the late subduction history of the Farallon plate. *Tectonics*, 21(4):1-24.
- Ferrari, L., Valencia, M. 2004. Magmatismo y extensión Cenozoicos en la Sierra Madre Occidental: Génesis y evolución de una grande provincia ígnea silícica en el ocaso de la subducción de la placa Farallón. *GEOS*, 24(2):155-182.
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M. y Scott, B. 2005. Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3):343-478.
- Frenkel, H., Goertzen, J. O., Rhoades, J. D. 1978. Effects of Clay Type and Content, Exchangeable Sodium Percentage, and Electrolyte Concentration on Clay Dispersion and Soil Hydraulic Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 42(1):32.
- Frye, J.C., Willman, H.B. 1961. Continental glaciation in relation to McFarlan's sea-level curves for Louisiana. *Geological Society of America Bulletin*, 72:991-992.
- García, Y., W. Ramírez y S. Sánchez. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes* 35(2):125-138.
- Gastil, G., Krummenacher. 1978. Reconnaissance geology of west-central Nayarit, Mexico, *Geological Society of America Maps Chart Series MC-24*, scale 1:200,000.
- González, G.A., Bojórquez, S.I., Nájera, G.O., García, P.J., Madueño, M.A., Flores, V.F. 2009. Regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 69:21-32.

- Henry, C. D., Fredrikson, G. 1987. Geology of part of southern Sinaloa, Mexico, adjacent to the Gulf of California: Geological Society of America, Maps and Chart serie, MCH 063, 1 sheet, 14 pp.
- Henry, C.D. y Aranda, G. J. 2000. Plate interactions control middle-late Miocene proto-Gulf and Basin and Range extensi3n in the southern Basin and Range. *Tectonophysics*, 318:1-26.
- Hern3ndez-Guzm3n, R., Ruiz-Luna, A., Berlanga-Robles, C.A., Ponce-Palafox, J. 2016. Analysis of flood pulse dynamics in the lower basin of the San Pedro River (northwestern Mexico) using remote sensing. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(2):293-304.
- Kargas, G., Chatzigiakoumis, I., Athanasios, K., Spiliotis, D., Massas, I., Kerkides, P. 2018. Soil salinity assessment using saturated paste and mass soil:water 1:1 and 1:5 ratios extracts. *Water*, 10:1589.
- Khan, A., G. Lu, M. Ayaz, H. Zhang, R. Wang, F. Lv, X. Yang, B. Sun and S. Zhang. 2018. Phosphorus efficiency, soil phosphorus dynamics and critical phosphorus level under long-term fertilization for single and double cropping system. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 256:1-11.
- Khorsandi, F., Yazdi, F.A. 2007. Gypsum and textura effects on the estimation of saturated paste electrical conductivity by two extraction methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38:1105-1117.
- Komar, P.D. 1976. Beach processes and sedimentation. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 429 pp.
- Kostoglodov, V., Bandy W. 1995 Seismotectonic constraints on the convergence rate between the Rivera and North American plates: *Journal of Geophysical Research*, 100(B9):17977-17989.
- Kovacs, J.M., Zhang, C., Flores-Verdugo, F.J. 2008. Mapping the condition of mangroves of the Mexican Pacific using C-band ENVISAT ASAR and Landsat optical data. *Ciencias Marinas*, 34(4):407-418.

- Kovda, V.A., Egorov, V.V., Hills, N.S. 1973. Landscapes in relation to irrigation, drainage and salinity. *In*: FAO, 1973. Irrigation, drainage and salinity. An international source book FAO/UNESCO.
- Lanza, E.G., Sánchez, S.N., Sorani, V., Bojórquez, T.J. 1996. Características geológicas, hidrológicas y del manglar en la planicie costera de Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas Boletín*, 32:33-54.
- Li, P., T. Zhang, X. Wang and D. Yu. 2013. Development of biological soil quality indicator system for subtropical China. *Soil & Tillage Research*, 126:112-118.
- Litalien, A., Zeeb, B. 2020. Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plant-base strategies for sustainable mitigation. *Science of the Total Environment* 698(2020):134235.
- López, G.J., De la Rosa, A.D., Bojórquez, S.J. 2005. Aptitud relativa agrícola del municipio de Tuxpan, Nayarit, utilizando el modelo Algrama del Sistema MicroLEIS. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 59:59-73.
- Luhr, J.F. 1978. Factors controlling the evolution of the prehistoric eruption of Volcán San Juan, México. *Geological Society of America, Abstract Programs*, 10:114.
- Lurh, J.F. and Carmichael, I.S.E., 1990. Petrological monitoring of cyclical eruptive activity at Volcan Colima, México: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 42:235-260.
- Macías, J.L. 2005. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, volumen conmemorativo del centenario, temas selectos de la geología mexicana, tomo 57(3):379-424.
- Martínez-Rodríguez, O.G., Can-Chulim, A., Ortega-Escobar, M., Cruz-Crespo, E., Bojórquez, I. García-Paredes, J.D. 2020. Calidad del agua para uso agrícola del río San Pedro en Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3):619-633.
- McDowell, F. W., Keizer, R. P. 1977. Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlán, Mexico: *Geological Society of America Bulletin*, 88:1479-1487.

- McKee, E.D., Sterret, T.S. 1961. Laboratory experiments on form and structure of longshores bars and beaches. *In*: J.A. Peterson and J.C. Osmond (Editors), *Geometry of Sandstone Bodies*. American Association of Petroleum Geologists, 13-28.
- Minhas, P.S., Ramos, T.B., Ben-Gal, A., Pereira, L.S. 2020. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. *Agricultural Water Management* 227(2020):105832.
- Muñoz-Salinas, E., Castillo, M., Sanderson, D., Creswell, A. 2018. First luminescence geochronology of the beach-dune ridges of Nayarit strand-plain (west-central Mexico). *Journal of South American Earth Sciences*, 88:642-648.
- Miller, R.R., Minckley, W.L., Norris, S.M., Gach, M.H. 2009. Ambientes de México. *En*: *Peces dulceacuícolas de México* (pp. 8-16). D.F., México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1ed.).
- Moore, D.G., Curray, J.R., 1964. Sedimentary framework of the drowned Pleistocene delta of río Grande de Santiago, Nayarit, Mexico. *Developments in Sedimentology*, 1(1964):275-281.
- Murray, N.R., Bojórquez, S.J., Hernández, J.A., Orozco, B.M., García, P.J., Gómez, A.R., Ontiveros, G.H., Aguirre, O.J. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*, 1(3):27-35.
- Nelson, S.A. 1986. Geología del volcán Ceboruco, Nayarit, con una estimación de riesgos de erupciones futuras. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 6(2):243-258.
- Ortiz, P.M. 1979. Fotointerpretación geomorfológica del curso bajo del río Grande de Santiago, Nayarit. *Investigaciones Geográficas*, 9(1979):65-92.
- Ortiz, P.M., Romo, A.M. 1994. Modificaciones de la trayectoria meándrica en el curso bajo del río Grande de Santiago, Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas Boletín*, 29:9-23.
- Ortiz, P.M., Pérez, V.A. 1999. Evidencia documental de los cambios en la línea de costa por sedimentación rápida en la bahía de Matanchén, Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín* 40:58-70.

- Qi, Y., J. L. Darilek, B. Huang, Y. Zhao, W. Sun and Z. Gu. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Provide, China. *Geoderma*, 149:325-334.
- Robin, C. and Boudal. 1987. A gigantic bezymianny–type event at the beginning of modern volcan Popocatépetl: *Journal of Geology and Geothermal Research*, 31:115-130.
- Romo, M.L., Ortiz, P.M. 2001. Riesgo de inundación en la llanura fluvial del curso bajo del río San Pedro, Nayarit. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 45:7-23.
- Rossotti, A., Ferrari, L., López-Martínez, M., Rosas-Elguera, J. 2002. Geology of the boundary between the Sierra Madre Occidental and the Trans-Mexican Volcanic Belt in the Guadalajara región, western Mexico, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 19(1):1-15.
- SGM. 1998. Carta Geológica-Minera Tepic F13-8 Nayarit y Jalisco. Recuperado 13 de marzo de 2020, de Servicio Geológico Mexicano (SGM), website: <https://www.gob.mx/sgm>
- SGM. 2008. Carta Geológica-Minera Santiago Ixcuintla F13-C19 Nayarit. Recuperado 1 de marzo de 2020, de Servicio Geológico Mexicano (SGM), website: <https://www.gob.mx/sgm>
- SGM. 2019. Evolución de la tectónica en México. 2019. Recuperado 1 de diciembre de 2019, de Servicio Geológico Mexicano (SGM), website: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Evolucion-tectonica-Mexico.html>.
- Sun, B., S. Zhou and Q. Zhao. 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. *Geoderma*, 115:85-99.
- Tarback, E.J., Lutgens, F.K. 2005. *Ciencias de la tierra una introducción a la geología física*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall, edición latinoamericana (8ed), 736 pp.
- Van de Craats, D., van der Zee SEATM., Sui, C., van Asten, P.J.A, Cornelissen, P., Leijnse, A. 2020. Soil sodicity originating from marginal groundwater. *Vadose Zone Journal*, 19:e20010.

- Vidal-Solano, J., Paz-Moreno, F. A., Iriondo, A., Demant, A. y Cochemé, J. J. 2005. Middle Miocene peralkaline ignimbrites in the Hermosillo region (Sonora, México): Geodynamic implications: *Compte Rendue Geosciences*, en prensa, 337(16):1421-1430.
- Yáñez-García C., García-Durán, S. 1982. Exploración de la región geotérmica Los Humeros-Las Derrumbadas, estados de Puebla y Veracruz: México, Comisión Federal de Electricidad, Reporte Técnico, 96 pp.
- Zhang, T., Zhao, G., Chang, C., Wang, Z., Li, P., An, D., Jia, J. 2015. Information extraction method of soil salinity in typical areas of the Yellow River delta base don landsat imagery. *Agricultural Sciences*, 6:71-77.

6. CAPÍTULO I. CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT.

RESUMEN

El área de estudio es de formación fluvio deltaica, con predominio de suelos cambisoles y fluvisoles. Los principales cultivos en la zona son frijol, maíz, sorgo, tabaco y tomatillo. Estos son regados con agua del río San Pedro. El agua superficial, cuando contiene altas concentraciones de sodio o bicarbonato, puede ocasionar efectos adversos en la agricultura. Con el objetivo de evaluar estos efectos, se establecieron nueve sitios de muestreo en el cauce y se realizaron cuatro muestreos en un periodo de dos años, en temporal de lluvia y sequía de cada año. Se determinó el pH, CE, aniones y cationes mayores, se estableció el tipo hidrogeoquímico y se calculó la RAS, RAS°, RASaj, PSI, CSR y el índice de saturación. En el tramo del río desde El Rosarito a El Mezcal, el agua es de tipo sódico-cálcico-magnésico bicarbonatada y de Mexcaltitán a Boca de Camichín, ésta fue clorurada-sódica. La RAS en sus diferentes conceptualizaciones para el primer tramo fueron de 0.38 a 1.58, la CE osciló entre 131-367 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y el PSI < 3 %; mientras que, para el último tramo, la RAS varió entre 9.06-161.16, la CE entre 2350-43130 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y el PSI entre 6.16-73.14 %. Las aguas del río San Pedro de El Rosario a El Mezcal resultaron ser de excelente a buena calidad. Las aguas cloruradas-sódicas no son aptas para uso agrícola.

Palabras clave: *Hidrogeoquímica, RAS ajustado, índice de saturación.*

SUMMARY

The study area is a fluvium deltaic formation, with predominance of cambisols and fluvisols. The main crops in the region are beans, corn, sorghum, tobacco and tomatillo. These are irrigated with water from the San Pedro river. Surface water, when it contains high concentrations of sodium or bicarbonate, can cause adverse effects in agriculture. In order to evaluate these effects, nine sampling sites were established and four sampling epochs were carried out in a period of two years, in rainy and drought season of each year. The pH, EC, major anions and cations were determined, the hydrogeochemical type was established and the SAR, SAR°, SARaj, ESP, RSC and saturation index were calculated. In the river section from El

Rosarito to El Mezcal, the water was sodium-calcium-magnesium bicarbonated and from Mexcaltitán to Boca de Camichín it was chlorinated-sodium. The SAR in its different conceptualizations for the first section were 0.38 to 1.58, the EC oscillated between 131-367 $\mu\text{S cm}^{-1}$ and the ESP $<3\%$; while for the last section, the SAR varied between 9.06-161.16, the EC between 2350-43130 $\mu\text{S cm}^{-1}$ and the ESP between 6.16-73.14 %. The San Pedro river waters from El Rosario to El Mezcal were of excellent quality. Chlorinated-sodium waters are not suitable for agricultural use.

Key words: *Hydrogeochemistry, adjusted SAR, saturation index.*

6.1 INTRODUCCIÓN

La cuenca del río San Pedro, se ubica en los Estados de Durango, Zacatecas y Nayarit, abarca las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y la Llanura Costera del Pacífico. La primera, es una de las grandes provincias ígneas silíceas del Cretácico-Cenozoico, donde los principales tipos de rocas son andesíticas, dacítico-riolíticas, ignimbritas y basaltos alcalinos, que yacen sobre un basamento del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico; en su zona centro, todas las rocas son calcialcalinas y su composición varía de diorita a granítica, siendo la granidiorítica la dominante (Ferrari *et al.*, 2005). La Llanura Costera del Pacífico es un sistema fluvio deltaico formada por sedimentos de los ríos San Pedro, Santiago y Acajoneta y se relaciona con transgresiones marinas durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno (Curry *et al.*, 1969). Las rocas que conforman esta llanura son ígneas extrusivas del Terciario, depósitos aluviales y palustres, constituidos por arenas, gravas, limos y arcillas del Cuaternario (Ferrari *et al.*, 2005). Los principales suelos son cambisoles y fluvisoles (Bojórquez *et al.*, 2006). La Llanura Costera es de gran importancia debido a que tiene una alta actividad agrícola, en el área de estudio 125 856 ha son cultivadas y de las cuales el 85% son de riego, y es donde el agua del río San Pedro se utiliza para el riego de frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horn.). Cuando esta agua se utiliza para tal fin, es importante considerar la calidad, ya que de acuerdo a esta es el manejo que se debe dar para prevenir los problemas que pudieran ocasionar. Los elementos contenidos en las aguas naturales provienen de la disolución o meteorización de las rocas y suelos, y son transportados por las corrientes superficiales y

depositados en los suelos de las partes más bajas, ya sea de manera natural o mediante el riego (Can-Chulim *et al.*, 2008). A partir de la composición iónica del agua, se utilizan diversos criterios, índices o asociaciones, que permiten clasificarlas, evaluar riesgos y determinar su calidad para la agricultura. Entre estos se encuentra el peligro de salinización y el de sodificación por medio de la relación de adsorción de sodio (RAS) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), el carbonato de sodio residual (CSR) y otros (Mandal *et al.*, 2019). La mayoría se centra en el contenido de Na^+ , en la concentración de Ca^{2+} , Mg^{2+} y en el CO_3^{2-} y HCO_3^- . Si la concentración de Na^+ es alto, el peligro de alcalinización es elevado, esto se magnifica cuando existen altos contenidos de CO_3^{2-} y HCO_3^- , por la tendencia que tienen estos iones a formar precipitados con el Ca^{2+} y Mg^{2+} , además de quedar en suspensión las sustancias más solubles, entre ellas el Na_2CO_3 . López-García *et al.* (2016) mencionaron que la presencia del ion sodio en el complejo de intercambio catiónico, ejerce una influencia determinante en las propiedades físicas y químicas de los suelos. Yaron y Tomas (1968) demostraron que altos contenidos de Na^+ en el agua de riego elevan considerablemente el PSI y cuando esto sucede declinan las propiedades físicas, químicas y nutricionales del suelo. En este estudio se realizó una clasificación hidrogeoquímica, se evaluó la calidad del agua para riego mediante los índices RAS, PSI, CSR, y el proceso de precipitación de los carbonatos mediante el Índice de saturación del agua del río San Pedro en Nayarit; con el objetivo de evaluar los efectos adversos que puede causar el uso de esta agua en la agricultura.

6.2 MATERIALES Y MÉTODOS

6.2.1 Descripción del área de estudio

El río San Pedro nace en la sierra de Michis, en Durango, a 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm) y desemboca en el Océano Pacífico, su cauce cruza las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y Llanura Costera del Pacífico. Su cuenca tiene un área de 29 366.53 km² (INEGI, 2010). La zona de estudio se localiza en la Llanura Costera del Pacífico, subcuenca San Pedro-Tuxpan; la cual abarca parte de los municipios de Rosamorada y Santiago Ixcuintla, completamente Ruíz y Tuxpan, en Nayarit; tiene un área de 3018.71 km²; predomina el clima cálido subhúmedo (Aw) con temperatura media anual de 23.8°C, máxima de 26°C y mínima de 20°C, con las más altas temperaturas de mayo a octubre y con precipitaciones de junio a octubre con media anual de 1555.8 mm (DOF, 2015).

6.2.2 Diseño de muestreo

Se establecieron nueve sitios de muestreo sobre el cauce del río San Pedro, ubicados en función de la fisiografía, las vías de comunicación y a la zona agrícola de la cuenca. Los sitios fueron El Rosarito (ER), San Pedro Ixcatán (SPI), El Venado (EV), Ruíz (RZ), El Tamarindo (ET), Tuxpan (TUX), El Mezcal (EM), Mexcaltitán (MEX) y Boca de Camichín (BC) (Figura 20).

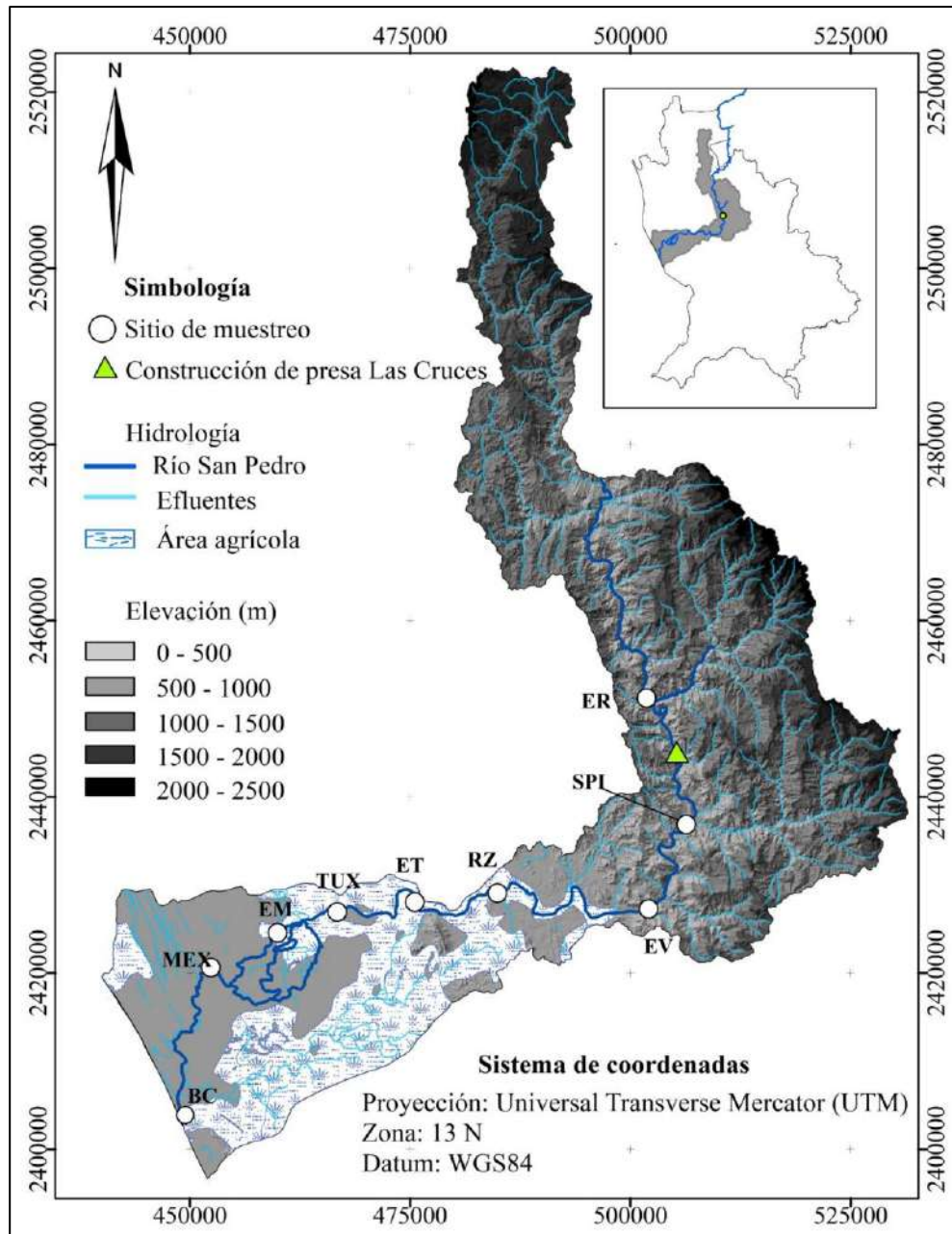


Figura 20. Sitios de muestreo en el cauce del río San Pedro en Nayarit.

Se realizaron cuatro muestreos en los meses de octubre 2016, abril 2017, diciembre 2017 y mayo 2018. Cada sitio fue georreferenciado usando un GPS con sistema de coordenadas UTM. Debido a los procesos de formación que afectan a la cuenca, a partir del Rosarito hasta el Mezcal se consideran el primer tramo y son aguas procedentes del cauce natural del río San Pedro. Los sitios Mexcaltitán y Boca de Camichín, por ser una zona de transición entre aguas continentales y aguas de intrusión marina, se consideraron segundo tramo. Se tomaron dos muestras en cada sitio, con recipientes de polietileno de 1 L.

6.2.3 Análisis químicos

Se determinaron por triplicado, basados en los métodos de APHA (2012): pH con un potenciómetro Thermo Scientific Orion Star A211; CE mediante un conductímetro Oakton CON 700; Ca^{2+} y Mg^{2+} por titulación con EDTA; Na^+ y K^+ por el método fotométrico de emisión de flama con un Fotómetro Cole-Parmer; CO_3^{2-} y HCO_3^- por titulación con ácido sulfúrico; SO_4^{2-} por turbidimetría; y Cl^- por valoración con nitrato de plata de acuerdo a la norma NMX-AA-073-SCFI-2001.

6.2.4 Análisis de datos

6.2.4.1 Análisis hidrogeoquímico. Para establecer las facies hidrogeoquímicas, su evolución y las causas que influyen en la composición iónica de las aguas a lo largo de la cuenca del río San Pedro, se utilizó el diagrama de Piper (Güler *et al.*, 2002).

6.2.4.2 Parámetros de calidad

Régimen físico-químico o pH. Para uso agrícola el pH deseable se encuentra entre 5.5 y 6.5 (Steiner, 1968). Aunque de acuerdo a directrices de calidad del agua consideran que un intervalo de pH entre 6.5 y 8.5 es normal (Krishna *et al.*, 2017).

Conductividad eléctrica. Se clasificaron las aguas con base en la conductividad eléctrica (CE) de acuerdo a Richards (1990), quien establece que para prevenir la salinización de los suelos por la aplicación de riego el agua se clasifica en: agua de salinidad baja ($\text{C1}: < 250 \mu\text{S cm}^{-1}$), agua de salinidad media ($\text{C2}: 250-750 \mu\text{S cm}^{-1}$), agua de salinidad alta ($\text{C3}: 750-2250 \mu\text{S cm}^{-1}$),

agua de salinidad muy alta (C4: 2250-5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$) y agua de salinidad excepcionalmente alta (C5: > 5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$).

Contenido de sodio. Esta evaluación se realizó mediante la relación de adsorción de sodio (RAS). Este índice prevé el riesgo de sodificación y, en consecuencia, los posibles efectos que pueden tener las aguas sobre las propiedades físicas de los suelos por efectos del Na^+ al precipitar la calcita (CaCO_3). Se determinaron los valores de la RAS en sus diferentes conceptualizaciones: relación de adsorción de sodio original (RAS_{or}), relación de adsorción de sodio corregido (RAS°) y relación de adsorción de sodio ajustado (RAS_{aj}). La ecuación para determinar la RAS_{or} fue:

$$(\text{RAS}_{\text{or}}) = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

Donde Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} se expresan en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$. Esta ecuación deriva de la ecuación de intercambio catiónico entre Na^+ y Ca^{2+} , que tiene ocurrencia durante la interacción entre el agua de riego y los suelos.

Una limitante de la RAS_{or} , es que no considera las variaciones de la concentración de Ca^{2+} por su precipitación en elevada alcalinidad, $\text{pH} > 8.2$, razón por la cual, Suarez (1981) modificó la ecuación original tomando en cuenta, en las aguas de riego, la concentración electrolítica y la relación $[\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}]$ para el cálculo del calcio real en las soluciones de los suelos, quedando la ecuación RAS° :

$$(\text{RAS}^\circ) = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}_x^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

Donde Ca_x^{2+} representa el contenido de Ca en el agua de riego en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$, corregido por la salinidad del agua (CE), por el contenido de iones bicarbonato en relación con su propio contenido de calcio ($\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}$) y por la presión parcial del dióxido de carbono (CO_2) ejercida en los primeros milímetros del suelo ($P = 0.0007 \text{ atm}$).

Por otra parte, la RAS_{aj} considera las diferentes disponibilidades de los iones Ca^{2+} de una alcalinidad determinada. En esta ecuación se introduce el índice de saturación ($IS=8.4-pH_c$), donde, pH_c es el pH teórico en equilibrio con la calcita, y 8.4 es aproximadamente el pH de un suelo no sódico en equilibrio con la calcita (López-García *et al.*, 2016).

$$(RAS_{aj}) = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$$

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + pCa + pAlk$$

Este pH teórico (pH_c) se define por pCa que es el logaritmo negativo de la concentración molar de $[Ca^{2+}]$; $pAlk$ es logaritmo negativo de la concentración equivalente de $[CO_3^{2-} + HCO_3^-]$; pK'_2 y pK'_c son el logaritmo negativo de la segunda constante de disociación del H_2CO_3 $K'_2 = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{HCO_3^-} = 4.7 \times 10^{-11}$ y el producto de solubilidad de $CaCO_3$ $K'_c = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}] = 5.0 \times 10^{-9}$, ambos corregidos por la fuerza iónica que ejercen los componentes del agua (Bower *et al.*, 1965). Para determinar la fuerza iónica de las aguas del río San Pedro se utilizó la ecuación $I = \frac{1}{2} \sum CiZi^2$, donde Ci es la concentración molar de cada ion en solución y Zi es su valencia. Para realizar el cálculo de $(pK'_2 - pK'_c)$ se utilizó la ecuación de Debye y Hückel con una determinada fuerza iónica (I) tal como sigue:

$$pK'_2 - pK'_c = \left\{ 2.0269 + \left[0.5092 \left(\frac{4(I)^{\frac{1}{2}}}{1 + 2(I)^{\frac{1}{2}}} + \frac{(I)^{\frac{1}{2}}}{1 + 1.45(I)^{\frac{1}{2}}} \right) \right] \right\}$$

El número 2.0269 es la diferencia entre $pK'_2 - pK'_c$, el último término expresa la corrección de Debye y Hückel para una fuerza iónica específica de un tipo de agua determinado (Bower *et al.*, 1965).

La RAS en sus diferentes conceptualizaciones se clasifican en cuatro clases: agua baja en sodio (S1), agua media en sodio (S2), agua alta en sodio (S3) y agua muy alta en sodio (S4).

Porcentaje de sodio intercambiable (PSI). De acuerdo a Sposito y Mattigod (1977), si se asume que el Ca^{2+} y Mg^{2+} son químicamente iguales, en lo que se refiere al intercambio de cationes, y que los cationes intercambiables en el suelo son únicamente Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , la ecuación se plantea como:

$$PSI = \frac{K_G RAS_{100}}{1 + K_G RAS}$$

Se tomaron los valores de RAS_{or} , RAS° y RAS_{aj} del agua del río San Pedro y se calculó el PSI en los suelos, esto, bajo condiciones de equilibrio entre el agua de riego y el suelo. Para obtener los valores de PSI_{min} y PSI_{max} , las constantes de selectividad iónica K_G fueron las utilizadas por Velázquez-Machuca *et al.* (2002) $K_{Gmin} = 0.0072444$ y $K_{Gmax} = 0.0168999$ que corresponden a los suelos con textura areno-arcilloso-limoso y arcilloso, respectivamente.

Carbonato de sodio residual (CSR). Cuando el agua de riego tiene altas concentraciones de HCO_3^- y que, además, es mayor que la concentración de Ca^{2+} más Mg^{2+} , existe la posibilidad de que se forme carbonato de sodio (Na_2CO_3). Debido a su alta solubilidad, el Na_2CO_3 puede permanecer en solución, aún después de que han precipitado los carbonatos de Ca^{2+} y Mg^{2+} a medida que la solución del suelo se vuelve más concentrada (Castellón-Gómez *et al.*, 2015). El índice CSR se calculó mediante la ecuación:

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

Donde Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} y HCO_3^- se expresan en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$. Valores <1.25 se clasifican como de buena calidad, entre 1.25 y 2.5 como condicionada y >2.5 es no recomendable (Nishanthiny *et al.*, 2010). Valores negativos indican que no existe problema y positivos indican que el Ca^{2+} y Mg^{2+} precipitan, y entre mayor resulte el índice, mayor es la magnitud de la precipitación.

Índice de saturación. Cuando las aguas de riego tienen concentraciones apreciables de bicarbonatos, una fracción de este constituyente precipita en el suelo como CaCO_3 , de acuerdo a la ecuación: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$. La precipitación reduce la salinidad

del suelo, pero incrementa la proporción de Na^+ en la solución, y, en consecuencia, influye en el complejo de intercambio. Se utilizó el índice de saturación para conocer la tendencia de los iones HCO_3^- de las aguas de riego a precipitar en el suelo. El índice de saturación (*IS*) se define como el pH actual del agua (pH_a) menos el pH teórico que el agua tendría si estuviera en equilibrio con la calcita (pH_c) (Langelier, 1936).

$$\text{Índice de saturación (IS)} = \text{pH}_a - \text{pH}_c$$

Valores positivos indican que el bicarbonato proveniente de las aguas de riego precipitará en CaCO_3 al entrar en contacto con el suelo y valores negativos indican que el agua de riego disociará calcita del suelo.

6.2.4.3 Verificación de datos analíticos. La comprobación de los análisis químicos se realizó mediante el porcentaje de diferencia entre aniones y cationes de acuerdo a APHA (2012).

6.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos analíticos tuvieron un porcentaje de diferencia menor del 2% (Cuadro 4).

6.3.1 Clasificación hidrogeoquímica. Mediante el diagrama de Piper (Figura 21), MEX y BC se clasifican como cloruradas-sódicas (Cl-Na) y se caracterizan por la intrusión de agua de mar, estas se encuentran en una zona de transición entre aguas continentales y oceánicas. En los sitios ER al EM, el tipo hidrogeoquímico fue sódico-cálcico-magnésico-bicarbonatadas (Na-Ca-Mg- HCO_3). De acuerdo a Madrigal-Solís *et al.* (2017), las aguas bicarbonatadas por lo general corresponden a agua reciente, que ha tenido poco tiempo de permanencia e interacción con las rocas, esta ausencia de cambios se relacionó con el gradiente altitudinal que no permite largos periodos de contacto con el material geológico. Las bajas concentraciones iónicas se deben al material silicatado que es insoluble. El comportamiento alcalino es ocasionado por las rocas ignimbritas y basaltos alcalinos de la Sierra Madre Occidental. Con base en Vidal-Solano *et al.* (2005), durante el magmatismo postsubducción las ignimbritas en su composición tienen altos contenidos de fierro y álcalis hasta de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=8-10\%$, lo cual explica el comportamiento sódico del agua, además, de acuerdo a Aranda-Gómez *et al.* (2005), las rocas basálticas de la SMO son ricas en MgO y SiO_2 . Por eso, el Mg^{2+} es de los cationes con mayor contenido.

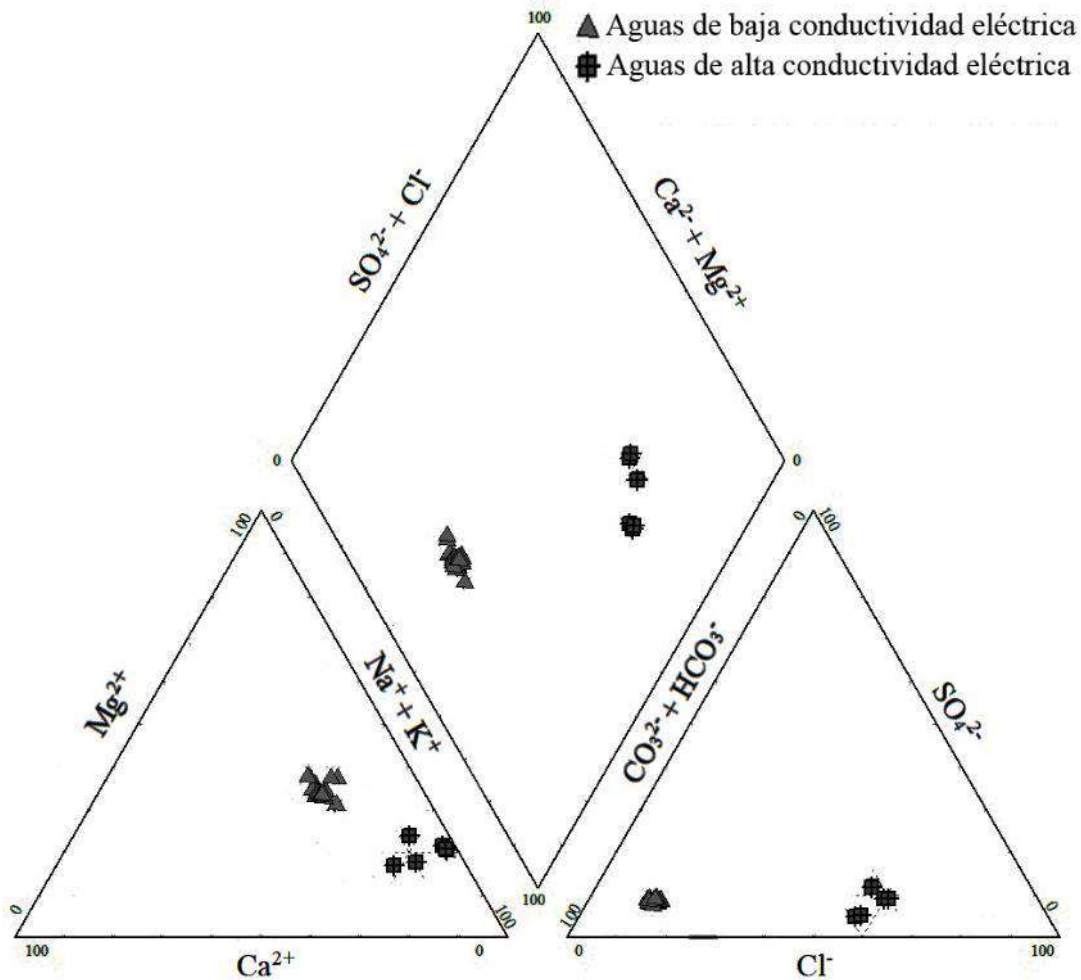


Figura 21. Clasificación hidrogeoquímica del agua del río San Pedro en Nayarit. La composición iónica obedece el siguiente orden: $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$; para aniones fue $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$, mientras que en MEX y BC fue $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$ (Cuadro 4).

6.3.2 Régimen físico-químico (pH). Para el tramo ER-EM, en el temporal de lluvias, se obtuvieron aguas de pH neutro a medianamente alcalinos, con valores de 7.3 a 8.0. En periodo de estiaje el pH fue de medianamente alcalino a fuertemente alcalino, con valores de 7.7 a 8.9, donde, los resultados más altos se obtuvieron en el cuarto muestreo. Para los sitios de muestreo de MEX y BC, el pH resultó ser de neutro a medianamente alcalino, en MEX el pH_{\min} y pH_{\max} fue de 7.3 y 7.8, y en BC de 7.3 y 7.7 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Composición iónica del agua del río San Pedro en Nayarit.

ID	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Clase	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	Error %
									mmolc L^{-1}					
Muestreo 1. Octubre 2016. Temporada de lluvia.														
ER	8.0	157	C1	0.32	0.50	0.65	0.06	1.53	0.00	1.18	0.19	0.12	1.49	1.32
SPI	7.7	141	C1	0.29	0.45	0.59	0.05	1.38	0.00	1.07	0.17	0.11	1.35	1.09
EV	7.8	131	C1	0.27	0.42	0.55	0.04	1.28	0.00	0.97	0.18	0.10	1.25	1.19
RZ	7.8	139	C1	0.29	0.45	0.58	0.04	1.36	0.00	1.02	0.19	0.11	1.32	1.49
ET	7.6	147	C1	0.30	0.47	0.62	0.05	1.44	0.00	1.10	0.18	0.12	1.40	1.41
TUX	7.4	158	C1	0.33	0.51	0.66	0.05	1.55	0.00	1.15	0.22	0.13	1.50	1.64
EM	7.4	184	C1	0.38	0.59	0.77	0.06	1.80	0.00	1.34	0.26	0.15	1.75	1.41
MEX	7.4	2530	C4	2.45	4.40	16.77	1.12	24.74	0.00	7.73	13.53	2.84	24.10	1.31
BC	7.3	23605	C5	5.57	49.80	172.6	2.88	230.8	0.00	87.36	126.2	11.26	224.8	1.31
Muestreo 2. Abril 2017. Temporada de sequía														
ER	8.4	297	C2	0.60	0.95	1.24	0.11	2.90	0.12	2.12	0.36	0.23	2.83	1.22
SPI	8.5	276	C2	0.58	0.96	1.06	0.10	2.70	0.15	1.93	0.31	0.23	2.62	1.50
EV	8.5	266	C2	0.56	0.88	1.06	0.10	2.60	0.14	1.85	0.34	0.21	2.54	1.17
RZ	8.5	237	C2	0.52	0.80	0.91	0.09	2.32	0.12	1.65	0.28	0.20	2.25	1.53
ET	8.4	254	C2	0.56	0.82	1.01	0.09	2.48	0.14	1.74	0.32	0.20	2.40	1.64
TUX	8.0	314	C2	0.66	1.16	1.13	0.12	3.07	0.00	2.32	0.40	0.26	2.98	1.49
EM	8.0	367	C2	0.78	1.35	1.32	0.14	3.59	0.00	2.69	0.50	0.30	3.49	1.41
MEX	7.6	4010	C4	3.87	6.95	26.62	1.77	39.21	0.00	12.30	21.38	4.49	38.17	1.34
BC	7.4	35367	C5	7.36	70.70	263.5	4.32	345.8	0.00	131.0	188.9	16.89	336.9	1.31
Muestreo 3. Diciembre 2017. Temporada de lluvia														
ER	7.5	210	C1	0.44	0.68	0.84	0.09	2.05	0.00	1.55	0.27	0.18	2.00	1.23
SPI	7.7	190	C1	0.39	0.61	0.78	0.08	1.86	0.00	1.41	0.24	0.16	1.81	1.36
EV	7.6	180	C1	0.39	0.59	0.71	0.07	1.76	0.00	1.34	0.22	0.14	1.70	1.73
RZ	7.8	190	C1	0.36	0.58	0.85	0.07	1.86	0.00	1.42	0.23	0.15	1.80	1.64
ET	7.5	200	C1	0.41	0.64	0.83	0.08	1.96	0.00	1.50	0.24	0.15	1.89	1.82
TUX	7.4	210	C1	0.44	0.69	0.82	0.10	2.05	0.00	1.58	0.25	0.16	1.99	1.49
EM	7.3	210	C1	0.42	0.70	0.83	0.11	2.06	0.00	1.58	0.28	0.15	2.01	1.47
MEX	7.3	3440	C4	4.98	5.67	21.43	1.56	33.64	0.00	10.18	19.62	2.92	32.72	1.39
BC	7.5	43130	C5	8.90	86.25	321.3	5.28	421.7	0.00	159.6	230.5	20.6	410.8	1.32
Muestreo 4. Mayo 2018. Temporada de sequía.														
ER	8.5	290	C2	0.56	0.98	1.17	0.13	2.84	0.12	2.03	0.37	0.25	2.77	1.25
SPI	8.6	270	C2	0.42	0.98	1.11	0.13	2.64	0.12	1.87	0.35	0.23	2.57	1.34
EV	8.7	260	C2	0.55	0.84	1.04	0.11	2.54	0.18	1.73	0.33	0.22	2.46	1.60
RZ	8.6	230	C1	0.46	0.75	0.94	0.10	2.25	0.16	1.53	0.30	0.20	2.19	1.35
ET	8.9	250	C2	0.42	0.91	1.00	0.11	2.44	0.18	1.70	0.29	0.20	2.37	1.46
TUX	7.7	290	C2	0.61	0.94	1.17	0.12	2.84	0.00	2.15	0.37	0.25	2.77	1.25
EM	7.8	290	C2	0.59	0.95	1.18	0.12	2.84	0.00	2.14	0.37	0.25	2.76	1.43
MEX	7.8	16330	C5	12.98	37.61	98.69	9.41	158.7	0.00	46.45	93.20	13.87	153.5	1.66
BC	7.7	43820	C5	9.08	87.98	321.9	5.39	424.4	0.00	157.1	235.2	21.01	413.3	1.32

ID=Identificación (sitio de muestreo), ER=El Rosarito, SPI=San Pedro Ixcatán, EV=El Venado, RZ=Ruiz, ET=El Tamarindo, TUX=Tuxpan, EM=El Mezcal, MEX=Mexcaltitán, BC=Boca de Camichín.

La mayoría de las sales derivan de una base fuerte como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} y un ácido débil como CO_3^{2-} y HCO_3^- , de acuerdo a Raviolo y Farré (2017) la hidrólisis de estas produce disoluciones acuosas básicas, mientras que el NaCl y MgSO_4 derivadas de una base fuerte con un ácido fuerte producen disoluciones neutras. La presencia de Na_2CO_3 proporciona al agua alcalinidad elevada (Sen, 2015), por esta razón el pH del río San Pedro se encuentran por encima de la neutralidad ($\text{pH} > 7$). Los valores normales de pH en el agua de riego van de 6.5 a 8.5, las aguas del río San Pedro en periodo de sequía alcanzaron valores hasta de 8.9, de acuerdo con Hong *et al.* (2013) estas tendrán implicaciones sobre la disponibilidad y el manejo de nutrimentos. Si se utilizan para el fertirriego será necesario disminuir el pH entre 5.5 y 6.5.

6.3.3 Conductividad eléctrica. La CE_{min} y CE_{max} en el tramo ER-EM fueron de 131 y 367 $\mu\text{S cm}^{-1}$, en MEX fue de 2530 y 16330 $\mu\text{S cm}^{-1}$, y en BC de 23605 y 43820 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Al concluir el temporal de lluvias, las aguas del tramo ER-EM se clasificaron como C1; sin embargo, en periodo de sequía, solo RZ siguió clasificada como C1, los demás sitios se clasificaron como C2. MEX se clasificó en los muestreos 1, 2 y 3 como C4, en el muestreo 4 al igual que todas las muestras de BC se clasificaron como C5 (Cuadro 4). Las aguas clasificadas como C1, pueden usarse para la mayoría de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad que se desarrolle salinidad.

Las aguas denominadas C2 pueden usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, en casi todos los casos no se necesitan prácticas especiales de control de la salinidad. El agua del río San Pedro en función de su CE puede utilizarse para el riego desde ER hasta EM. Para $\text{CE} > 3000 \mu\text{S cm}^{-1}$ el grado de restricción es severo (Castellón-Gómez *et al.*, 2015), esta situación se presenta para MEX y BC, por eso no se recomienda para el riego.

6.3.4 Contenido de sodio. Los valores de RAS_{or} , RAS° y RAS_{aj} fueron menores a 1.6 en las muestras del tramo ER-EM, y se clasificaron como S1, tanto en el temporal de lluvias como en el de sequía. Pueden usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. Con la RAS_{or} MEX se clasificó como S3 en los muestreos 1, 2 y 3, mientras que en el muestreo 4, así como en todas las muestras de BC se clasificaron como S4. Con la RAS_{aj} , MEX y BC fueron S4 en los cuatro muestreos (Cuadro 5).

Cuadro 5. RAS_{or}, RAS^o, RAS_{aj}, PSI, CSR e IS del agua del río San Pedro en Nayarit.

ID	RAS	Clase	PSI	RAS ^o	Clase	PSI	RAS _{aj}	Clase	PSI	CSR	Clasificación	IS	Clasificación
Muestreo 1. Temporada de lluvia													
ER	1.02	S1	1.21	0.82	S1	0.98	0.55	S1	0.67	0.36	Buena	-0.83	Diluye
SPI	0.97	S1	1.16	0.76	S1	0.91	0.46	S1	0.56	0.33	Buena	-1.21	Diluye
EV	0.94	S1	1.12	0.71	S1	0.85	0.38	S1	0.46	0.28	Buena	-1.15	Diluye
RZ	0.95	S1	1.14	0.74	S1	0.88	0.44	S1	0.53	0.28	Buena	-1.17	Diluye
ET	1.00	S1	1.19	0.79	S1	0.94	0.49	S1	0.59	0.33	Buena	-1.36	Diluye
TUX	1.02	S1	1.21	0.82	S1	0.98	0.57	S1	0.68	0.31	Buena	-1.40	Diluye
EM	1.11	S1	1.31	0.92	S1	1.11	0.74	S1	0.88	0.37	Buena	-1.33	Diluye
MEX	9.06	S3	9.72	10.14	S3	10.73	18.32	S4	17.68	0.88	Buena	-0.01	Diluye
BC	32.80	S4	27.43	----	----	----	101.54	S4	52.78	31.99	No recomendable	0.96	Precipita
Muestreo 2. Temporada de sequía													
ER	1.41	S1	1.67	1.32	S1	1.57	1.49	S1	1.77	0.69	Buena	0.05	Precipita
SPI	1.21	S1	1.44	1.12	S1	1.33	1.23	S1	1.46	0.54	Buena	0.08	Precipita
EV	1.25	S1	1.49	1.14	S1	1.36	1.23	S1	1.46	0.55	Buena	0.08	Precipita
RZ	1.12	S1	1.33	1.00	S1	1.19	1.02	S1	1.21	0.45	Buena	-0.02	Diluye
ET	1.22	S1	1.44	1.10	S1	1.31	1.17	S1	1.39	0.50	Buena	-0.08	Diluye
TUX	1.18	S1	1.41	1.14	S1	1.35	1.32	S1	1.57	0.50	Buena	-0.25	Diluye
EM	1.28	S1	1.52	1.26	S1	1.50	1.58	S1	1.87	0.56	Buena	-0.14	Diluye
MEX	11.44	S3	11.93	13.24	S3	13.52	27.02	S4	23.86	1.48	Condicionada	0.56	Precipita
BC	42.17	S4	32.50	----	----	----	140.20	S4	60.35	52.98	No recomendable	1.33	Precipita
Muestreo 3. Temporada de lluvia.													
ER	1.12	S1	1.34	0.98	S1	1.16	0.88	S1	1.06	0.43	Buena	-1.11	Diluye
SPI	1.10	S1	1.31	0.94	S1	1.12	0.78	S1	0.93	0.41	Buena	-0.96	Diluye
EV	1.01	S1	1.21	0.85	S1	1.02	0.70	S1	0.84	0.36	Buena	-1.11	Diluye
RZ	1.24	S1	1.47	1.05	S1	1.25	0.83	S1	0.99	0.48	Buena	-0.93	Diluye
ET	1.15	S1	1.36	0.99	S1	1.18	0.86	S1	1.03	0.45	Buena	-1.11	Diluye
TUX	1.09	S1	1.30	0.95	S1	1.14	0.87	S1	1.03	0.45	Buena	-1.20	Diluye
EM	1.11	S1	1.32	0.97	S1	1.16	0.86	S1	1.03	0.46	Buena	-1.37	Diluye
MEX	9.29	S3	9.93	11.75	S3	12.20	22.36	S4	20.68	-0.47	Buena	0.35	Precipita
BC	46.59	S4	34.64	----	----	----	161.16	S4	63.5	64.50	No recomendable	1.56	Precipita
Muestreo 4. Temporada de sequía.													
ER	1.33	S1	1.58	1.24	S1	1.47	1.35	S1	1.60	0.61	Buena	0.11	Precipita
SPI	1.33	S1	1.57	1.22	S1	1.44	1.14	S1	1.36	0.59	Buena	0.02	Precipita
EV	1.25	S1	1.48	1.12	S1	1.34	1.21	S1	1.44	0.52	Buena	0.22	Precipita
RZ	1.21	S1	1.44	1.05	S1	1.26	1.01	S1	1.21	0.48	Buena	0.05	Precipita
ET	1.23	S1	1.46	1.10	S1	1.31	1.03	S1	1.23	0.55	Buena	0.33	Precipita
TUX	1.33	S1	1.58	1.25	S1	1.48	1.41	S1	1.67	0.60	Buena	-0.65	Diluye
EM	1.34	S1	1.59	1.26	S1	1.49	1.40	S1	1.66	0.60	Buena	-0.56	Diluye
MEX	19.62	S4	18.67	----	----	----	63.65	S4	41.69	-4.14	Buena	1.68	Precipita
BC	46.21	S4	34.46	----	----	----	159.87	S4	63.32	60.08	No recomendable	1.80	Precipita

ID=Identificación (sitio de muestreo), ER=El Rosarito, SPI=San Pedro Ixcatán, EV=El Venado, RZ=Ruiz, ET=El Tamarindo, TUX=Tuxpan, EM=El Mezcal, MEX=Mexcaltitán, BC=Boca de Camichín.

Las aguas S3 y S4, son inadecuadas para uso agrícola, de acuerdo a Richards (1990) y Mandal *et al.* (2019) pueden producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en los suelos y provocar problemas de infiltración, dispersión de las partículas y pérdida de la estructura.

Se calculó la fuerza iónica para determinar el pHc implícito en la RASaj, ya que es necesario para obtener la corrección del coeficiente de actividad de la segunda constante de disociación del ácido carbónico K'_2 y del producto de solubilidad de la calcita K'_C . El coeficiente de actividad de cualquier ion es $a_i = \gamma_i m_i$, donde γ_i es el coeficiente de actividad del ion a_i y m_i es la concentración molar (mol L^{-1}) (López-García *et al.*, 2016).

La fórmula para determinar el coeficiente de actividad de cualquier ion en una solución es la de Debye-Hückel: $-\log\gamma_i = 0.51Z_i^2 I^{1/2}$, siendo la fuerza iónica (I) la única variable $I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2$. De acuerdo a la correlación entre la CE y la I , esta última puede ser determinada a partir de la CE de cualquier solución en su relación funcional $I = \alpha f(CE)$, donde α es una constante que depende de la composición iónica de las soluciones salinas, y CE es la conductividad eléctrica experimental. En la Figura 22 se muestra la relación experimental $I = \alpha f(CE)$ de las aguas del río San Pedro, (a) para el tramo ER-EM con baja conductividad eléctrica y, (b) para el tramo MEX-BC, aguas con alta conductividad eléctrica.

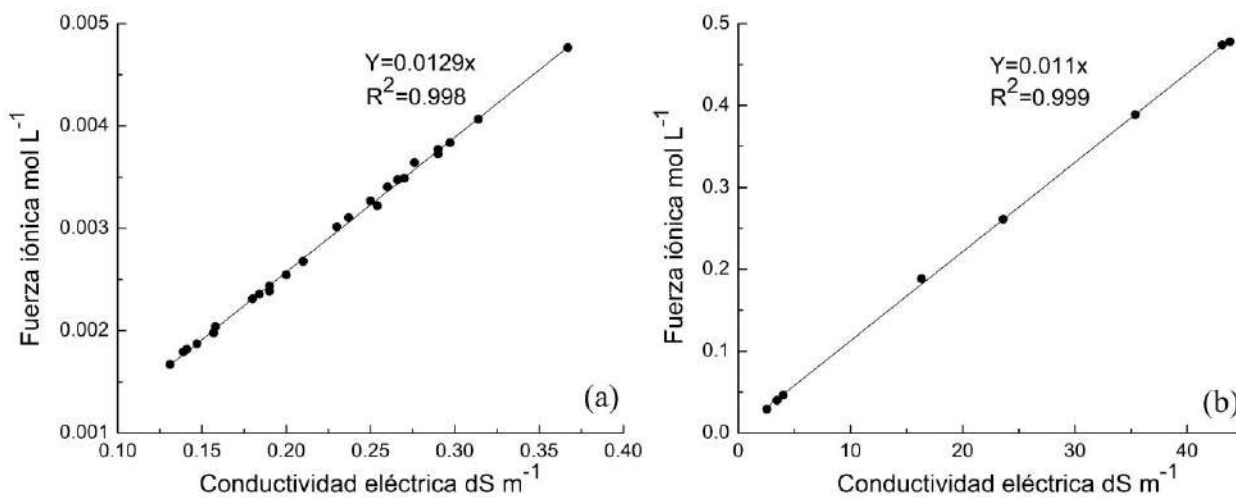


Figura 22. Relación funcional de la fuerza iónica con la conductividad eléctrica del agua del río San Pedro, Nayarit. (a) ER-EM, (b) MEX-BC.

El valor de α para las aguas con baja CE fue $\alpha=0.0129$ y para las de alta CE fue $\alpha=0.011$. Estas constantes pueden ser utilizadas para aguas con baja y alta CE, no obstante, la I es única para una composición determinada, el valor de esta, depende de la concentración de cada componente iónico y de su respectiva valencia. Leffelaar *et al.* (1983) en 50 extractos a saturación de varios perfiles de suelos, obtuvieron un coeficiente de $\alpha=0.0144$, Ponnampereuma *et al.* (1966) en extractos de suelos inundados y soluciones electrolíticas de fuerza iónica menor a 0.06 mol L^{-1} , el coeficiente fue de $\alpha=0.016$ y López-García *et al.* (2016) en aguas residuales obtuvieron un $\alpha=0.0116$. Estos coeficientes de actividad resultaron ser similares a los determinados en el agua del río San Pedro, por lo tanto, con la CE es suficiente para obtener una fuerza iónica con alto grado de aproximación.

6.3.5 Porcentaje de sodio intercambiable. De acuerdo a las constantes de selectividad de Gapon utilizadas y las diferentes conceptualizaciones de RAS, se obtuvo el PSI_{\min} y PSI_{\max} de las aguas del río San Pedro. Para el tramo ER-EM con baja CE los valores máximos de PSI, que pueden alcanzar las aguas del río San Pedro al ser aplicadas en los suelos, resultaron por debajo del 3%. Mexcaltitán con las diferentes RAS su PSI fue de 13.3 a 51.8% y BC de 35.7 a 73.1%. En el Cuadro 5 se presentan las medias del PSI para cada sitio de muestreo.

Las sales predominantes del agua del río San Pedro son los bicarbonatos de sodio, calcio y magnesio, seguidos del NaCl, y cuando existen los procesos de evaporación aparece el carbonato de sodio. De acuerdo a López-García *et al.* (2016), debido a la alta solubilidad de las sales de sodio, estas se encuentran disueltas aún en condiciones de evaporación, y el sistema $\text{CO}_3^{2-}\text{-HCO}_3^-$ podría convertirse en $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, lo que aumenta la concentración del sodio en las soluciones y a su vez el PSI. Jalali y Ranjbar (2009) al evaluar el efecto de la aplicación de aguas sódicas en suelo, reportaron que el PSI aumentó al incrementar los valores de RAS en la solución de riego. Elbasher *et al.* (2016) mencionaron que el PSI del suelo y la RAS son aproximadamente iguales.

En la Figura 23 se muestra la relación PSI-RAS para las distintas formulaciones de RAS de las aguas del río San Pedro. Se observa que las variaciones del PSI en los suelos dependen de los

valores de K_G , si se analiza la relación $K_G = \frac{RSI}{RAS}$, la relación de sodio intercambiable $RSI = \frac{SI}{(CIC-SI)}$, esta en función del sodio intercambiable (SI) y de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), y esta última, a su vez depende del contenido de arcillas, o bien, de la textura del suelo. Por lo tanto, al incrementar la RAS, la magnitud del aumento del PSI estará en función de la textura, tal como se muestra en la Figura 23, donde el PSI_{max} corresponde a un suelo arcilloso, mientras que el PSI_{min} a un suelo areno-arcillo-limoso.

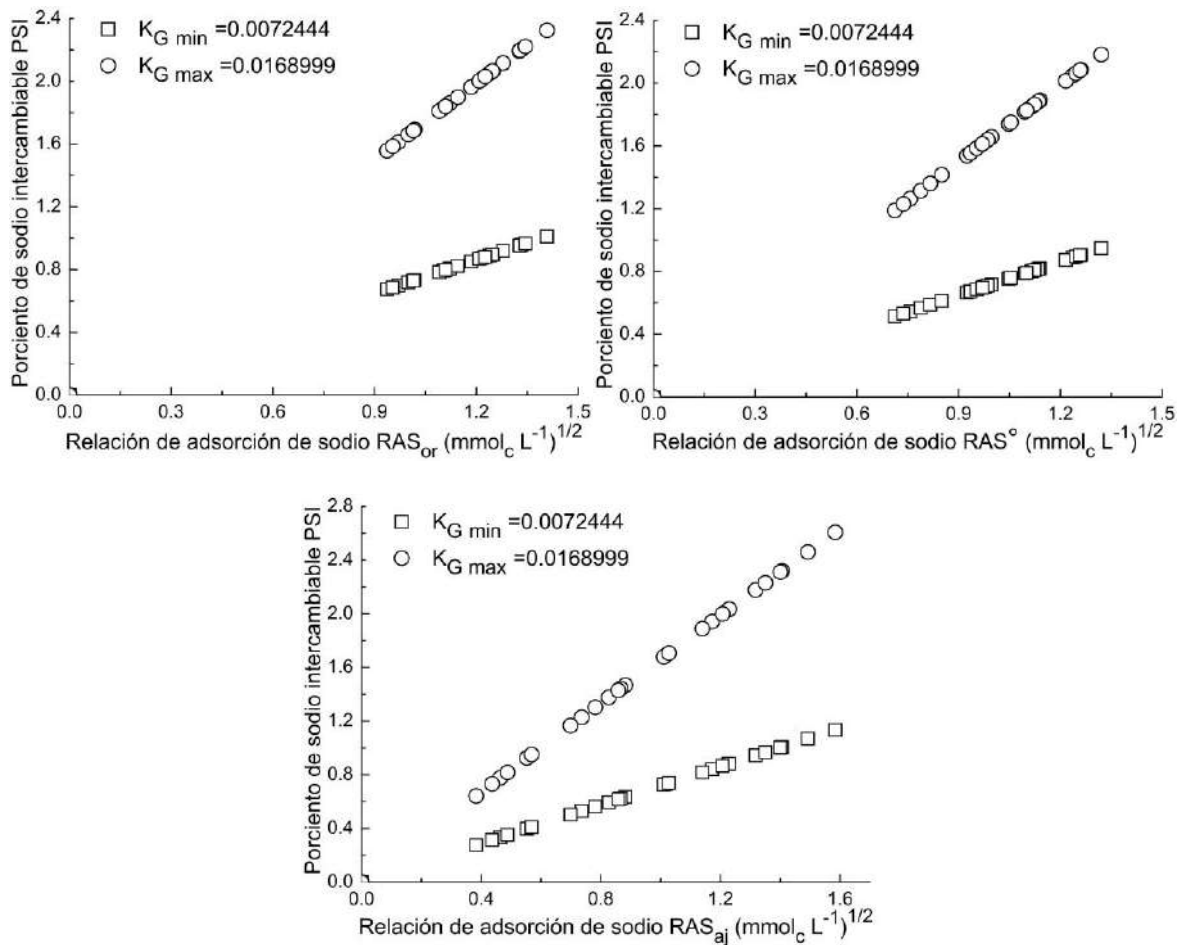


Figura 23. Relación PSI-RAS del agua del río San Pedro en Nayarit.

Los valores de PSI que pueden alcanzar las aguas del río San Pedro del tramo ER-EM no presentan riesgo para la aplicación en los suelos, sin embargo, Castellanos *et al.* (2000), mencionan que algunos suelos pueden presentar problemas de permeabilidad desde un 5% de sodio intercambiable, en especial si son arcillosos. La zona agrícola de la cuenca del río San

Pedro se caracteriza por tener suelos cambisol y fluvisol de textura gruesa a media (Bojórquez *et al.*, 2006), por lo tanto, el PSI será menor al PSI_{max} calculado. En la práctica, los valores de PSI reales en suelo comúnmente resultan ser mayores a los calculados por medio de fórmulas, esto se debe a que la solución del suelo casi siempre posee mayor concentración de sodio que el agua de riego. De acuerdo a los valores resultantes para MEX y BC el PSI presenta peligro para la aplicación a los suelos y es mayor cuando se utiliza el RAS_{aj} en la ecuación.

6.3.6 Carbonato de sodio residual. El CSR indica que los sitios ER al EM y MEX en los muestreos 1, 3 y 4 se clasificaron como agua de buena calidad (<1.25). En el muestreo 2, MEX se clasifica como condicionada; BC en los cuatro muestreos se clasificó como no recomendable (Cuadro 5). Los valores positivos indican que existe mayor contenido de CO_3^{2-} y HCO_3^- que Ca^{2+} y Mg^{2+} , sin embargo, esta diferencia no fue significativa para restringir el uso de estas aguas para el riego. En periodo de sequía se obtuvieron valores más elevados que en el de lluvias, esto es porque los caudales se reducen y las concentraciones de Ca^{2+} y Mg^{2+} por tener menor solubilidad que las sales de Na^+ , precipitan en forma de carbonatos. Dhembare (2012) menciona que cuando se obtienen valores negativos se deben a que el Ca^{2+} y Mg^{2+} no precipitan y permanecen en solución. Castellón-Gómez *et al.* (2015) mencionan que las aguas con altos valores de CSR no son riesgosas si se utilizan en fertirriego, ya que los CO_3^{2-} y HCO_3^- pueden ser destruidos mediante la adición de ácidos.

6.3.7 Índice de saturación (IS). En el temporal de lluvias para los sitios ER al EM se obtuvieron valores negativos, lo que indica que las aguas del río San Pedro al ser aplicadas en el riego disolverán $CaCO_3$ del suelo. En periodo de sequía, en el segundo muestreo, en los sitios ER, SPI y EV el agua mostró una tendencia a precipitar $CaCO_3$ en el suelo, esto sucedió también en el muestreo 4 desde ER hasta ET, los demás sitios obtuvieron valores negativos. En las aguas de MEX y BC, se obtuvieron valores positivos, a excepción de MEX en el muestreo 1 (Cuadro 5).

La predominancia de bicarbonatos en las aguas del río San Pedro sugiere cierto peligro para ser utilizadas para el riego. De acuerdo a Hannam *et al.* (2019), las aguas con elevadas concentraciones de HCO_3^- , tienden a precipitar el calcio en forma de carbonatos, a medida que se concentra la solución del suelo. Con base a la solubilidad de las sales de CO_3^{2-} y HCO_3^- , que

pueden formarse con los cationes mayoritarios en el agua, el CaCO_3 será el primero en precipitar, seguido del MgCO_3 , procesos que ocurren de manera general a $\text{pH} > 8.2$, por lo que al aplicar el riego con aguas con este pH habrá precipitados.

El IS indica que en el temporal de lluvias las aguas del río San Pedro disolverán calcita del suelo, no obstante, en el proceso de evaporación, los CO_3^{2-} y HCO_3^- tenderán a precipitar, tal como en el periodo de sequía. López-García *et al.* (2016), mencionan que la precipitación de la calcita ocasiona que el Ca^{2+} deje de participar en el complejo de intercambio, y tome mayor participación el Na^+ . La presencia del Na^+ en el complejo de intercambio catiónico influye de manera determinante en las propiedades fisicoquímicas del suelo, ya que alto contenido de este ion en el agua eleva considerablemente el PSI y este a su vez el pH.

6.4 CONCLUSIONES

El agua del río San Pedro en Nayarit del tramo El Rosarito (ER) hasta El Mezcal (EM) fue de tipo sódico-cálcico-magnésico-bicarbonatada y presentan mayor alcalinidad ($\text{pH} > 7$); son de baja conductividad eléctrica por el poco tiempo de permanencia, la insolubilidad de los minerales silicatados de la Sierra Madre Occidental y la ausencia de fuentes de contaminación significativas; son de buena calidad para el riego de cultivos. En el tramo MEX-BC fue clorurada-sódica por la mezcla con el agua de intrusión marina y no son aptas para su uso agrícola.

El CSR y el índice de saturación indican que estas aguas tienden a precipitar CaCO_3 cuando ocurre el proceso de evaporación y en la temporada de sequía. Los suelos agrícolas del área están formados por sedimentos aluviales del río San Pedro, por lo tanto, en longitud de tiempo geológico-histórico los perfiles pedogeoquímicos de los suelos se enriquecen de manera constante con calcita microscópica.

6.5 LITERATURA CITADA

American Public Health Association (APHA). 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC, EEUU.

- Aranda-Gómez, J. J., Luhr, J. F., Housh, T. B., Valdez-Moreno, G. y Chávez-Cabello, G. (2005). El volcanismo tipo intraplaca del Cenozoico tardío en el centro y norte de México: una revisión. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3):187-225.
- Bojórquez, I., O. Nájera, A. Hernández, F. Flores, Areli González, D. García y A. Madueño. 2006. Particularidades de formación y principales suelos de la Llanura Costera Norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 27(4):19-26.
- Bower, C. A., Wilcox, L. V., Akin, G. W. y Keyes, M G. 1965. An Index of the tendency of CaCO_3 to precipitate from irrigation waters. *Soil Science Society Proceeding*, 29(1):91-92.
- Can-Chulim, A., Ramírez-Ayala, C., Ortega-Escobar, M., Trejo-López, C. y Cruz-Díaz, J. 2008. Evaluación de la relación de adsorción de sodio en las aguas del río Tulancingo, Estado de Hidalgo, México. *Terra Latinoamericana*, 26:243-252.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X. y Aguilar-Santelises. A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición.
- Castellón-Gómez, J. J., Bernal-Muñoz, R. y Hernández-Rodríguez, M. L. 2015. Calidad de agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(3):39-50.
- Curry, J. R., Emmel, F. y Crampton, P. 1969. Holocene history of strand plain, lagoonal coast, Nayarit, Mexico. *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, UNAM–UNESCO*, p. 63–100, México, D.F.
- Dhembare, A. J. 2012. Assessment of water quality indices for irrigation of Dynaneshwar Dam water, Ahmednagar, Maharashtra, India. *Archives of Applied Science Research*, 4(1):348-352.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero San Pedro-Tuxpan (1802), estado de Nayarit. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Agua Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos.
- Elbasher, M. A., Xiaohou, S., Ali, A. A. and Osman, B. 2016. Modeling of soil exchangeable sodium percentage function to soil adsorption ratio on sandy clay loam soil, Khartoum-Sudan. *International Journal of Plant & Soil Science*, 10(5):1-6.

- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M. y Scott, B. 2005. Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3):343-478.
- Güler, C., Thyne, G. D., McCray, J. E. y Turner, K. A. 2002. Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data: *Hydrogeology Journal*, 10:455-474.
- Hannam, K. D., Midwood, A. J., Neilsen, D., Forge, T. A. and Jones, M. D. 2019. Bicarbonates dissolved in irrigation water contribute to soil CO₂ efflux. *Geoderma*, 337:1097-1104.
- Hong, J., Chen, G., Huang, X., Zhang, L., Ge, M., Wang, S., Du, L., Ye, L. and Lian, Z. 2013. The effect of pH value of irrigation water on the available nutrients in soil. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 189: 471-479.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Documento técnico descriptivo de la red hidrográfica escala 1:50,000 INEGI. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente. RH11.
- Jalali, M. y Ranjbar, F. 2009. Effects of sodic water on soil sodicity and nutrient leaching in poultry and sheep manure amended soils. *Geoderma*, 153:194-204.
- Krishna, K. S., Babu, S. H., Rao, P. E., Selvakumar, S., Thivya, C., Muralidharan, S. y Jeyabal, G. 2017. Evaluation of water quality and hydrogeochemistry of Surface and groundwater, Tiruvallur District, Tamil Nadu, India. *Appl. Water Sci*, 7:2533-2544.
- Langelier, W. F. 1936. The analytical control of anti-corrosion water treatment. *J. Amer. Water Works Assn.* 28:1500-1521.
- Leffelaar, P. A., Kamphorst, A. y Pal, R. 1983. Nomographic estimation of activity coefficients from the electrical conductivity data of soil extracts. *Indian Soc. Soil Sci.*, 31:20-27.
- López-García, A. D., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Sánchez-Bernal, E. I., Canculim, A., Gómez-Meléndez, D. J. y Vázquez-Alvarado, R. E. 2016. Caracterización fisicoquímica del agua residual urbano-industrial y su importancia en la agricultura. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(6):139-157.

- Madrigal-Solís, H., Fonseca-Sánchez, A. y Reynolds-Vargas, J. 2017. Caracterización hidrogeoquímica de los acuíferos volcánicos Barva y Colima en el Valle Central de Costa Rica. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(1):115-132.
- Mandal, S. K., Dutta, S. K., Pramanik, S. and Kole R. K. 2019. Assessment of river water quality for agricultural irrigation. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16:451-462.
- Nishanthiny, C., Thushyanthy, S., Barathithasan, T. y Saravanan, S. 2010. Irrigation water quality based on hydro chemical analysis, Jaffna, Sri Lanka. *American- Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 7(1):100-102.
- NMX-AA-073-SCFI-2001. Análisis de agua - determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba (cancela a la NMX-AA-073-1981). Secretaría de Economía. México.
- Ponnamperuma, F. N., Estrella, T. M., y Loy T. A. 1966. Ionic strengths of the solutions of flooded soils and other natural aqueous solutions from specific conductance. *Soil Sci.*, 102(6):408-413.
- Raviolo, A. y Farré, A. 2017. Una evaluación alternativa del tema titulación ácido-base a través de una simulación. *Educación Química*, 28:163-173.
- Richards, L. A. 1990. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual núm. 60. Sexta reimpresión. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Laboratorio de Salinidad. México, DF: Limusa.
- Sen, Z. 2015. *Practical and applied hydrogeology*. Elsevier. 1st edition. Amsterdam, Netherlands. 424 p.
- Sposito, G. y Mattigod, S. V. 1977. On the chemical foundation of the sodium adsorption ratio. *Soil Science Society of American Journal*, 41:323-329.
- Steiner, A. A. 1968. Soilless culture. *In: Fertilization of protected crops, proceedings*. International Potash Institute (ed). Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. International Potash Institute. Florence, Italy. 324-341 pp.

- Suarez, D. L. 1981. Relation between pHc and sodium adsorption ratio (SAR) and an alternative method of estimating SAR of drainage waters. *Soil Science Society of American Journal*, 45:469-475.
- Velázquez-Machuca, M. A., Ortega-Escobar, M., Martínez-Garza, A., Kohashi-Shibata, J. y García-Calderón, N. 2002. Relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales y suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Terra*, 20(4):459-464.
- Vidal-Solano, J., Paz-Moreno, F. A., Iriondo, A., Demant, A. y Cochemé, J. J. 2005. Middle Miocene peralkaline ignimbrites in the Hermosillo region (Sonora, México): Geodynamic implications. *C. R. Geosciences*, 337:1421-1430.
- Yaron, B. N. And Tomas G. S. W. 1968. Soil hydraulic conductivity as affected by sodic water. *Water Res. Resch.*, 4:545-552.

7. CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALINIDAD POR MEDIO DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL EXTRACTO SUELO-AGUA 1:5 EN SUELOS DE LA LLANURA DEL RÍO SAN PEDRO, NAYARIT, MÉXICO.

RESUMEN

La llanura del río San Pedro, de formación fluvio deltaica, es una de las áreas costeras que fueron afectadas por la intrusión marina durante la última glaciación. En esta región, la agricultura es la principal actividad económica, sin embargo, las prácticas agrícolas intensivas, su pasado geológico, la actual interacción con el sistema marino y el transporte de sales a través de los sedimentos y aguas, hacen que esta zona sea susceptible a la salinización de los suelos. Con el objetivo de caracterizar la salinidad del área agrícola de la llanura del río San Pedro, se hicieron dos muestreos de suelos en 91 sitios en un periodo de dos años. Se tomaron muestras de 0.0 a 0.3 m y de 0.0 a cada 0.1 m hasta profundidades de 1 m y 3 m. Se recolectaron 50 muestras de agua freática. Se obtuvieron extractos de saturación ($1:\theta_{sat}$) de las muestras de suelos y con la finalidad de establecer una metodología más simple para evaluaciones futuras de la salinidad sobre esta llanura, se realizaron extractos en relación 1:5 suelo-agua. A los extractos de suelo y aguas freáticas, se les determinó el pH, CE, cationes y aniones mayoritarios, se calculó la relación de adsorción de sodio en su formulación original y ajustada (RAS_{or} , RAS_{aj}) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). El pH, CE y RAS_{or} del agua freática estuvieron dentro de los intervalos de 6.94-8.37, 199-4660 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y 0.16-32.30 $(\text{mmol}_c \text{L}^{-1})^{1/2}$, mientras que en los extractos de saturación entre 4.81-8.58, 0.08-72.4 dS m^{-1} y 0.11-33.09 $(\text{mmol}_c \text{L}^{-1})^{1/2}$ respectivamente. Los problemas de salinidad en la zona de estudio están estrechamente relacionados con la intrusión de sales provenientes del sistema marino, los modelos predictivos para la evaluación de la CE y RAS_{or} a partir del extracto en relación 1:5 fueron $CE_{1:\theta_{sat}} = 6.435CE_{1:5}$ ($R^2=0.95$) y $RAS_{or(1:\theta_{sat})} = 1.556RAS_{or(1:5)}$ ($R^2=0.83$). La relación funcional $CE_{1:\theta_{sat}} = 6.435CE_{1:5}$ puede ser utilizada para la medición de este parámetro, sin embargo, se recomiendan trabajos adicionales para aumentar la precisión en la evaluación de la sodicidad a partir del extracto 1:5.

Palabras clave: Agua freática, RAS ajustado, PSI, sodicidad, origen de suelos salinos.

SUMMARY

The San Pedro river plain, formed by fluvium deltaic, is one of the coastal areas that were affected by marine intrusion during the last glaciation. In this region, agriculture is the main economic activity, however, intensive agricultural practices, its geological past, the current interaction with the marine system and the transport of salts through sediments and waters, make this area susceptible to the soils salinization. With the objective of characterizing the salinity of the agricultural area of the San Pedro river plain, two soil samplings were made at 91 sites in a two-year period. Samples of 0.0 to 0.3 m and 0.0 to every 0.1 m were taken down to depths of 1 m and 3 m. 50 groundwater samples were collected. Saturation extracts (1: θ_{sat}) were obtained from the soil samples and in order to establish a simpler methodology for future evaluations of salinity on this plain, extracts were made in a 1: 5 soil-water ratio. In total 928 soil extracts and 50 phreatic water samples were obtained, the pH, EC, major cations and anions were determined, the sodium adsorption ratio was calculated in its original and adjusted formulation (SAR_{or} , SAR_{aj}) and the exchangeable sodium percentage (ESP). The pH, EC and SAR_{or} of the groundwater were within the ranges of 6.94-8.37, 199-4660 $\mu\text{S cm}^{-1}$ and 0.16-32.30 (mmolc L^{-1})^{1/2}, while in the saturation extracts between 4.81-8.58, 0.08-72.4 dS m^{-1} and 0.11-33.09 (mmolc L^{-1})^{1/2} respectively. The salinity problems in the study area are closely related to the intrusion of salts from the marine system, the predictive models for the evaluation of EC and SAR_{or} from the extract in a 1:5 ratio were $EC_{1:\theta_{sat}} = 6.435EC_{1:5}$ ($R^2=0.95$) y $SAR_{or(1:\theta_{sat})} = 1.556SAR_{or(1:5)}$ ($R^2=0.83$). The functional relationship $EC_{1:\theta_{sat}} = 6.435EC_{1:5}$ can be used for the measurement of this parameter, however, additional work is recommended to increase the precision in the evaluation of sodicity from extract 1:5.

Key words: *groundwater, adjusted SAR, ESP, sodicity, origin of saline soils.*

7.1 INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, existen más de 800 millones de hectáreas de suelos afectados por altas concentraciones de sales (Sonmez *et al.*, 2008; Narváez *et al.*, 2014; Fathizad *et al.*, 2020). Estos se encuentran comúnmente en regiones áridas y semiáridas (Bless *et al.*, 2018; Fathizad *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020), sin embargo, también se presentan en zonas húmedas y semihúmedas

de regiones costeras, donde la entrada de agua de mar a través de estuarios, ríos y aguas subterráneas, salinizan los suelos a gran escala (Zhou *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2016; Xian *et al.*, 2019).

La presencia de elevadas concentraciones de sales en el suelo impacta seriamente en la agricultura (Aringhieri, 2010; Boulbaba *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2015). Si bien, la salinización del suelo puede reducir la productividad de los cultivos, las prácticas agrícolas intensivas pueden ser en sí mismas una fuente de aumento de la salinidad (Qadir *et al.*, 2007; Litalien y Zeeb, 2020). En general, los problemas de salinidad incluyen el incremento del estrés osmótico, lo que afecta en una menor absorción de agua por las plantas y un crecimiento y desarrollo limitado, lo cual repercute en el rendimiento (Swanhart *et al.*, 2014; Butcher *et al.*, 2016; Hnilíčková *et al.*, 2017; Minhas *et al.*, 2020). Además, cuando la fase de intercambio del suelo se satura con sodio, esta situación conduce a la dispersión de los coloides del suelo y a la alcalinización, modificando de forma negativa las propiedades fisicoquímicas del suelo (Frenkel *et al.*, 1978; Qadir y Shubert, 2002; Burger y Čelková, 2003; Van de Craats *et al.*, 2020).

7.1.1 Origen de los suelos salinos (acumulaciones de sales)

La fuente de sales en suelos y aguas es el intemperismo geoquímico de rocas y minerales que conforman el estrato superior de la corteza terrestre. Este proceso espontáneo rompe los enlaces entre elementos químicos de los minerales primarios, dando lugar nuevas combinaciones en forma de minerales secundarios, tipos de óxidos, compuestos más simples, incluso sales simples (Egorov y Kovda, 1973; Suarez y Jurinak, 2012). No obstante, la meteorización de los diferentes tipos de rocas rara vez forman suelos afectados por sales *in situ*, generalmente la acumulación ocurre en regiones que reciben sales de otras áreas, siendo el agua el principal transportador (FAO, 1988).

En condiciones naturales, los suelos salinos se forman en regiones donde la evaporación de la superficie y en particular del agua freática, predomina sobre el drenaje. Se debe señalar que el nivel freático juega un papel esencial, si este se encuentra a una profundidad considerable, la salinización del suelo no ocurrirá a pesar de la sequedad del clima, esta solo se produce bajo condiciones geomorfológicas y de relieve específicas (Kovda *et al.*, 1973; Herrero *et al.*, 2015).

En este sentido, la salinidad está altamente relacionada con tierras bajas o depresiones (Herczeg *et al.*, 2001; Miller y Brierley, 2011; Suarez y Jurinak, 2012; Moore *et al.*, 2017) que están limitadas total o parcialmente por cadenas montañosas o tierras altas, donde, el transporte de sales por medio del agua ha ocurrido desde tiempos geológicos relacionados a la formación de las montañas circundantes y la depresión (Kovda *et al.*, 1973; Miller y Brierley, 2011; Chernousenko y Kurbatskaya, 2017). Sin embargo, la salinización contemporánea solo ocurre cuando los factores descritos anteriormente, se encuentran en combinación con un nivel freático alto y un drenaje natural nulo o deficiente. Bajo estas condiciones, en climas secos, las aguas freáticas de 1 a 3 m de profundidad están sujetos a una intensa evaporación que conduce al desarrollo de procesos de acumulación de sales en suelos (Kovda *et al.*, 1973; George *et al.* 1997; Ali *et al.*, 2000; Wu *et al.*, 2014; Barrett-Lennard *et al.*, 2016), no obstante, cuando el nivel freático está cerca de la superficie con un drenaje adecuado, este proceso no ocurrirá (Kovda *et al.*, 1973).

Otro aspecto que influye en la salinidad del suelo es la cobertura vegetal, una amplia cobertura de plantas reduce la evaporación del agua freática desde la superficie del suelo, las raíces mejoran la estructura del suelo incrementando la porosidad no capilar, enriquecen el suelo con humus y absorben agua a través de la transpiración reduciendo la salinización del horizonte superficial, no obstante, al destruir la cobertura de plantas, la evaporación de la superficie incrementa y los suelos salinos se forman rápidamente (Kovda *et al.*, 1973; Qadir y Oster, 2002; Fernández-Buces *et al.*, 2006; Xia *et al.*, 2019).

7.1.2 Clasificación de suelos salinos

En el estudio de los suelos afectados por sales se incluyen los problemas de salinidad y sodicidad, un suelo salino es aquel que contiene suficientes sales solubles en la zona radicular, para perjudicar el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Patel *et al.*, 2002; Eldeiry y García, 2011; Shahid y Rehman, 2011; Eldeiry y García, 2012). En cambio, las condiciones de sodicidad ocurren cuando la presencia de sodio es elevada en comparación con las concentraciones de calcio y magnesio (Qadir *et al.*, 2007; Litalien y Zeeb, 2020), estas pueden presentarse incluso cuando la concentración total de sales es baja. En este sentido, los suelos afectados por sales se clasifican en suelos salinos, a aquellos que tienen una conductividad eléctrica en su extracto a

saturación ($CE_{1:\theta_{sat}}$) mayor a 4 dS m^{-1} , comúnmente un $\text{pH} < 8.5$ y un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) menor a 15%; suelos sódicos con una $CE_{1:\theta_{sat}} < 4 \text{ dS m}^{-1}$, usualmente un $\text{pH} > 8.5$ y un $\text{PSI} > 15\%$; y suelos salino-sódicos donde la $CE_{1:\theta_{sat}} > 4 \text{ dS m}^{-1}$, generalmente un $\text{pH} < 8.5$ y un $\text{PSI} > 15\%$ (Richards, 1990; Qadir y Shubert, 2002; Otero *et al.*, 2007).

No obstante, debe señalarse que, el rendimiento de la mayoría de los cultivos se reduce a esta $CE_{1:\theta_{sat}}$ (Shrivastava y Kumar, 2015), y el umbral del $\text{PSI} > 15\%$, va a depender de la mineralogía de cada suelo en particular. En aquellos de textura fina, desde un $\text{PSI} \geq 5\%$ puede afectar negativamente sus propiedades físicas (McIntyre, 1979; Sumner *et al.*, 1998; Qadir y Shubert, 2002; Zhu *et al.*, 2019).

7.1.3 Evaluación de los suelos salinos

Los métodos de análisis de suelos, para medir la salinidad, están basados en la medición de la conductividad eléctrica y los iones solubles de un extracto acuoso de suelo (Campbell *et al.*, 1949; Richards, 1990; Slavich y Petterson, 1993; Qadir *et al.*, 2006). El análisis de los iones solubles proporciona una determinación precisa del contenido total de sales, así como de cationes y otras propiedades de soluciones salinas como la presión osmótica, y a la vez, es posible determinar la relación de adsorción de sodio (RAS) y PSI para la evaluación de la sodicidad (Richards, 1990).

Dentro de los extractos acuosos, las relaciones más utilizadas en la literatura científica son la extracción en pasta saturada y las relaciones suelo-agua 1:1, 1:2 y 1:5 (Hogg y Henry, 1984; Shirokova *et al.*, 2000; Sonmez *et al.*, 2008; Suarez y Jurinak, 2012). Generalmente en los extractos acuosos se encuentran fundamentalmente los iones Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , CO_3^{2-} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} (Burger y Čelková, 2003; Wu *et al.*, 2014; Butcher *et al.*, 2016); y en menor cantidad: B^{3+} , Sr^{2+} , Li^{+} , SO_3^{2-} , Rb^{+} , Mn^{2+} , Ba^{2+} y Al^{3+} .

La extracción en pasta saturada, es considerada como el mejor indicador en la respuesta de la planta a la salinidad comparada con otras relaciones suelo-agua (Zhang *et al.*, 2005; He *et al.*, 2013; Callaghan *et al.*, 2016). La principal ventaja que presenta, es que el porcentaje de saturación está relacionado con los distintos valores de la humedad de campo, la concentración

de sales en el extracto a saturación tiende a ser la mitad de la concentración de sales a capacidad de campo y casi una cuarta parte de la concentración en el punto de marchitez permanente (Richards, 1990; Slavich y Petterson, 1993; Zhang *et al.*, 2005). No obstante, este método resulta tedioso, difícil, consume mucho tiempo y se requiere de habilidad y experiencia para alcanzar el punto de saturación.

Por otra parte, las relaciones suelo-agua a mayor contenido de humedad, tienen la ventaja de ser más rápidos y fáciles de preparar, sin embargo, entre sus desventajas, se encuentran que no están relacionados con los contenidos de humedad de campo (Khorsandi y Yazdi, 2007; Suarez y Jurinak, 2012; He *et al.*, 2013; Kargas *et al.*, 2018), por tener más agua, extraen mayores cantidades de las sales menos solubles como el yeso y la calcita, y para poder evaluar la respuesta de las plantas en estos extractos, es necesario convertir los resultados obtenidos a su equivalente en el extracto a saturación (Slavich y Petterson, 1993; Sonmez *et al.*, 2008; Herrero *et al.*, 2015; Monteleone *et al.*, 2016). Estos factores de conversión que relacionan ambos extractos son, en sí, modelos experimentales que deben ser desarrollados para cada región en particular, debido a las diferencias en tipos de sales, textura y condiciones de los suelos en otras zonas (Hogg y Henry, 1984; Khorsandi y Yazdi, 2007; Hossain *et al.*, 2020). No obstante, una vez obtenidos estos modelos, es posible utilizar el extracto suelo-agua que ya ha sido correlacionado con el extracto a saturación para evaluar la salinidad de los suelos.

7.1.4 Llanura de la cuenca del río San Pedro, Nayarit

La cuenca del río San Pedro se encuentra sobre las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental (SMO) y Llanura Costera del Pacífico (LICP) en el estado de Nayarit, México (Figura 1). Abarca un área de drenaje de 29,300 km² (Curry *et al.*, 1969), con una longitud del río de 255 km desde su nacimiento aproximadamente a 3000 m sobre el nivel del mar (msnm) en la SMO, hasta desembocar en el océano Pacífico. El gasto medio anual del río San Pedro es de 2,692.83 Mm³ y acarrea anualmente 2.83 Mm³ de sedimentos hacia sus áreas de deposición sobre la plataforma continental y su llanura deltaica (Lanza *et al.*, 1996), la cual, tiene una elevación que oscila desde 1 a 27 msnm.

En la LICP, se encuentra el área agrícola de la cuenca sobre las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) 13N 24349-24344 y 13N 24250-24045, datum WGS84. Su morfología refleja que los suelos se formaron a partir de la sedimentación del río San Pedro, conjuntamente con todos los afluentes que han tenido cauces transitorios en su deriva hacia su desembocadura en el mar. Estos procesos de sedimentación han venido ocurriendo por lo menos desde una longitud de tiempo geológico considerado como Mioceno-Pli-Pleistoceno.

De acuerdo a González *et al.* (2009), el transporte de materiales dio origen a tres sistemas de topofomas: la llanura deltaica, marismas con lagunas costeras y barras paralelas de antiguas líneas de costa. De acuerdo a Bojórquez *et al.* (2006), la llanura deltaica involucra la llanura de inundación actual y tres niveles de terraza: la llanura fluvial superior que ya no está sometida a la acción periódica fluvial con alturas mayores de 10 msnm, el segundo nivel es la llanura fluvial intermedia con influencia fluvial de desbordes extraordinarios, tiene de 5 a 10 msnm, y el último nivel de terraza es la llanura fluvial baja, la cual, es una zona de transición entre el sistema continental y el marino, presenta inundación temporal por influencia fluvial de los ríos y del mar por efecto de la marea.

Las marismas con lagunas costeras y las barras paralelas de antigua línea de costa, son el resultado de la progradación del litoral después de la rápida elevación del nivel de mar hace 18,000 años hasta hace 7,000 años aproximadamente; en los últimos 7,000 años disminuyó la velocidad de la transgresión, hasta alcanzar la primera estabilización de la línea de costa aproximadamente 4,750-4,500 años AP (antes del presente), la cual ocurrió a unos pocos kilómetros tierra adentro de la actual playa, bordeando los sistemas lagunares. A partir de este momento, la línea de costa presentó un comportamiento regresivo deposicional (Curry *et al.*, 1969).

La composición iónica de las soluciones electrolíticas (aguas y suelos) y la mineralogía de los suelos agrícolas de la cuenca, son debidas a los procesos de intemperismo de las rocas de la SMO, y en las proximidades de la costa, lagunas y estuarios a la intrusión marina. La SMO es una provincia ígnea silícica cuyos materiales erosionados y transportados hacia las zonas de

deposición de la llanura, están compuestos principalmente por fragmentos de riolitas, granos de feldespatos de cuarzo y plagioclasa y fragmentos de toba cementada (Cisneros, 2011).

La composición félsica de la SMO proporciona al agua superficial del río San Pedro una baja mineralización con CE de 131 a 367 $\mu\text{S cm}^{-1}$, son aguas sódico-cálcico-magnésico-bicarbonatadas (Na-Ca-Mg-HCO_3), no obstante, al atravesar las marismas con lagunas costeras y barras paralelas, mezclan sus aguas con las del océano elevando considerablemente su CE, en esta región se encuentra entre 2.53 y 43.82 dS m^{-1} (Martínez *et al.*, 2020). Por lo tanto, es de esperarse que el agua de la cuenca al salir de los cañones y fallas de la SMO forme un nivel freático de baja mineralización, que, se irá incrementando en su transcurso hacia su desembocadura de acuerdo al clima, relieve, drenaje, composición mineralógica de los suelos y rocas, a la mezcla de sales provenientes del sistema marino y a las actividades antropogénicas. En este sentido, la vegetación natural de la LICP ha disminuido en un 30% del año 1973 al 2000, incrementando principalmente el área agrícola (Berlanga *et al.*, 2010), lo cual involucra una intensificación de los procesos de salinización que ocurren en los suelos.

La afectación por sales en los suelos de la llanura está estrechamente relacionada con los niveles geomorfológicos (Bojórquez *et al.*, 2006), así en la llanura deltaica alta e intermedia no existen problemas por salinidad o sodicidad, en el nivel más bajo con influencia marina actual, los suelos manifiestan un contenido relativamente alto de sales y sodio intercambiable (Bojórquez *et al.*, 2007), mientras que en las barras paralelas hay problemas serios en la salinidad (Bojórquez *et al.*, 2008). Por lo tanto, puede inferirse que, en esta llanura, el sistema marino es el principal responsable de la presencia de suelos salinos.

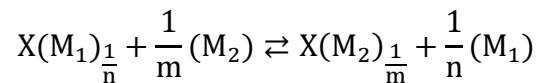
Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar la salinidad del área agrícola de la llanura deltaica del río San Pedro, establecer las propiedades de las soluciones de la llanura, así como desarrollar las relaciones entre el extracto a saturación y el extracto 1:5 suelo-agua para evaluar la salinidad de los suelos de esta región.

7.1.5. Conceptualizaciones teóricas

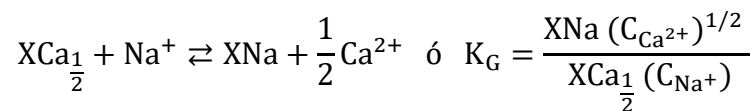
En las diferentes condiciones de humedad, las soluciones acuosas que se tienen en los suelos y aguas; los iones presentes en estas soluciones son: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- y

SO_4^{2-} en diferentes concentraciones. De acuerdo con la ley de la disociación electrolítica estas soluciones son electro neutrales, es decir: $\Sigma n^+ = \Sigma n^-$ (López-García *et al.*, 2016). En las soluciones, los iones que participan en el intercambio catiónico son Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , el ion K^+ por presentar pequeñas cantidades en la solución no se considera. La superficie de adsorción en los suelos es el complejo de intercambio catiónico, que por lo común se representa con (X^-) , o sea es un macroanión con cualquier valor unitario, y generalmente se establece como (Σn^-) .

Para obtener el PSI y la RAS, en condiciones de equilibrio se tiene que establecer la reacción de intercambio catiónico entre iones polivalentes, de acuerdo a Sposito y Mattigod (1977) el esquema de intercambio catiónico es el siguiente:



Donde: X es el complejo de intercambio catiónico (CIC), n es la valencia del ion M_1 y m es la valencia de ion M_2 . Esta ecuación general de intercambio catiónico es de equilibrio químico estequiométrica y heterogénea para iones polivalentes, y se utiliza para el sistema Na-Ca que, de acuerdo con la ley de acción de masas se establece como sigue:



Y enseguida obtenemos $\frac{XNa}{XCa_{\frac{1}{2}}} = K_G \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{C_{Ca^{2+}}}}$; donde XNa es la cantidad de iones de sodio Na^+ adsorbidos y $XCa_{\frac{1}{2}}$ es la cantidad de iones de Ca^{2+} adsorbidos, ambos expresados en cmol Kg^{-1} de suelo; C_{Na^+} y $C_{Ca^{2+}}$ son la concentración de los iones Na^+ y Ca^{2+} respectivamente en la solución del suelo expresadas en mmol L^{-1} ; y K_G es la constante de selectividad iónica de Gapon expresada en $(\text{mmol L}^{-1})^{-1/2}$, la cual debe determinarse para cada suelo.

En particular, en otro aspecto, si se asume que el ion magnesio es semejante al ion calcio, en cuanto a que posee dos cargas positivas (Mg^{2+}) y que es igualmente efectivo en desplazar iones

de sodio (Na^+) del complejo de intercambio catiónico, y si además, se considera que los iones predominantes en las soluciones de los suelos son Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} (Sposito y Mattigod 1977; Jurinak *et al.*, 1984); entonces, la ecuación de intercambio catiónico adquiere la siguiente expresión:

$$\text{RSI} = \frac{X_{\text{Na}}}{\text{CIC} - X_{\text{Na}}} = K_G \text{RAS} = K_G \frac{C_{\text{Na}^+}}{\sqrt{\frac{C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}}{2}}}$$

RSI es la relación de sodio intercambiable; K_G es la constante de selectividad iónica de Gapon; CIC es la capacidad de intercambio catiónico en cmol Kg^{-1} de suelo; y RAS es la relación de adsorción de sodio, aquí; las concentraciones de los iones están expresadas analíticamente en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ (Jurinak *et al.*, 1984; Endo *et al.*, 2002; López-García *et al.*, 2016).

Para predecir el nivel del porcentaje de sodio intercambiable que se desarrolla en los diferentes suelos se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{PSI} = \frac{X_{\text{Na}} 100}{\text{CIC}}$$

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

$$\text{RSI} = \frac{X_{\text{Na}}}{\text{CIC} - X_{\text{Na}}}$$

Resolviendo estas ecuaciones se obtiene la ecuación generalizada para predecir el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), que esta expresada de la siguiente forma:

$$\text{PSI} = \frac{K_G \text{RAS} 100}{1 + K_G \text{RAS}}$$

De ahí que entonces, la RAS de las soluciones del suelo en condiciones de saturación puede utilizarse para estimar el PSI del suelo (Seilsepour *et al.*, 2009). Esta ecuación ha sido adoptada

por la comunidad científica y se ha utilizado en trabajos experimentales de diferentes áreas del mundo, reportando los resultados obtenidos utilizando la relación entre PSI y RAS (Paliwal y Gandhi, 1976; Shainberg *et al.*, 1980; Frenkel y Alperovitch, 1984; Endo *et al.*, 2002; Evangelou y Marsi, 2003; Kopittke *et al.*, 2006; Seilsepour *et al.*, 2009).

7.1.5.1 Relación de adsorción de sodio original (RAS_{or})

$$RAS_{or} = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}}$$

Como se mencionó anteriormente, esta ecuación deriva de la ecuación de intercambio catiónico entre Na^+ y Ca^{2+} , se incluye el ion Mg^{2+} a la ecuación considerando que tiene un comportamiento fisicoquímico similar al Ca^{2+} , esto por poseer la misma carga iónica y tener actividad en el complejo de intercambio catiónico (Richards, 1990). Sin embargo, se debe señalar que las propiedades fisicoquímicas inherentes al ion magnesio son diferentes a las de calcio, durante los procesos de migración de sales el ion magnesio se asocia con compuestos aniónicos de mayor solubilidad, tales como $MgCO_3$ y $MgSO_4$, mientras que el Ca^{2+} es muy común que precipite como $CaCO_3$ y $CaSO_4$, por lo tanto, cuando esto se presente, las sales de Mg^{2+} seguirán disociadas.

Esta situación es una limitante de la formulación de RAS_{or} , ya que no se consideran las variaciones de las concentraciones de Ca^{2+} por su precipitación en elevada alcalinidad $pH > 8.2$, lo cual, es muy común en suelos afectados por sales. Por ello, la RAS, durante la práctica de manejo, ha adquirido diferentes formulaciones tales como RAS ajustado (RAS_{aj}) y RAS corregido (RAS_{corr}). En este trabajo con la finalidad de obtener valores extremos de PSI_{max} y PSI_{min} ; se han utilizado formulaciones de RAS_{or} y RAS_{aj} .

7.1.5.2. Relación de adsorción de sodio ajustada (RAS_{aj})

$$RAS_{aj} = \frac{C_{Na^+}}{\sqrt{\frac{C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$$

Esta formulación de RAS toma en cuenta las distintas disponibilidades del ion calcio (Ca^{2+}) en las soluciones de los suelos debido a los procesos de disolución y de precipitación de la calcita

CaCO₃. El pH=8.4 se refiere al pH que aproximadamente tiene un suelo no sódico en equilibrio con la calcita CaCO₃. El término (8.4 – pH_c) es el índice de saturación de Langelier, indica la tendencia de los iones HCO₃⁻ a precipitar en el suelo en forma de CaCO₃, pH_c es el pH teórico que esta en equilibrio con la calcita CaCO₃ (Langelier, 1936; Bower *et al.*, 1965; Pratt y Bair, 1969), y este se define como sigue:

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

Los últimos términos son los logaritmos negativos de la concentración molar del calcio (pCa) y de la concentración equivalente titulable de (CO₃²⁻ + HCO₃⁻) (pAlk) respectivamente; mientras que pK'₂ y pK'_c son los logaritmos negativos de la segunda constante de disociación del H₂CO₃ y de la constante de solubilidad de la calcita CaCO₃ respectivamente; ambas constantes corregidas por la fuerza iónica. Los valores para (pK'₂ – pK'_c) están basados en la siguiente ecuación, en donde el último termino presenta la corrección de Debye y Hückel para la fuerza iónica (μ) (Bower *et al.*, 1965; Pratt y Bair, 1969; Bajwa *et al.*, 1983; Ayers y Westcot, 1987).

$$\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c = \left\{ 2.0269 + \left[0.5092 \left(\frac{4(\mu)^{1/2}}{1 + 2(\mu)^{1/2}} + \frac{(\mu)^{1/2}}{1 + 1.45(\mu)^{1/2}} \right) \right] \right\}$$

El número 2.0269 es la diferencia entre pK'₂ y pK'_c; de tal manera que si se utilizan como constantes los siguientes valores para la segunda constante de disociación del H₂CO₃ pK₂ = $\frac{(\text{H}^+)(\text{CO}_3^{2-})}{\text{HCO}_3^-} = 4.7 \times 10^{-11}$ y para el producto de solubilidad de la calcita K_c = [Ca²⁺][CO₃²⁻] = 5.0 × 10⁻⁹, entonces se obtiene el valor arriba señalado.

El concepto de fuerza iónica se ha considerado, que está bien establecido en el estudio de la físico-química de los electrolitos. Con la determinación de la fuerza iónica se nos da la posibilidad de calcular las actividades de los diferentes iones y sales en presencia de otros electrolitos. La fuerza iónica (μ) de una solución electrolítica expresa una medida de la intensidad del campo eléctrico de una solución determinada y se define de acuerdo con la siguiente ecuación $\mu = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2$; donde C_i es la concentración molar de cada ion en la solución y Z_i es la valencia de cada ion. Entonces de acuerdo con esto, se requiere conocer las

concentraciones particulares de todos los iones en la solución para poder obtener los valores de (μ) de cada muestra de solución (López-García *et al.*, 2016). Aquí es necesario mencionar que se ha obtenido la fuerza iónica estequiométrica, es decir: $\mu = \frac{1}{2} \sum M_j Z_j^2$, donde, M_j es la concentración estequiométrica de cada ion (M_j); y Z_j es la valencia de cada ion (n^\pm).

7.2 MATERIALES Y MÉTODOS

7.2.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra sobre la llanura deltaica del río San Pedro, entre las coordenadas UTM 13N 24349-24345 y 13N 24249-24046, datum WGS84, en Nayarit, México (Figura 24). En el área predomina el clima cálido subhúmedo con temperatura media anual entre 26 – 28°C, la precipitación total anual promedio es de 1259.1 mm de julio a octubre, y estas precipitaciones se encuentran superadas por la evaporación total anual promedio de 1753.3 mm. Las principales actividades económicas son la pesca, acuicultura, ganadería y la agricultura, esta última, ocupa una superficie de 125,856 ha, de las cuales, el 85% son superficies de riego (Bojórquez *et al.*, 2006; INEGI, 2017; Clicom, 2020).

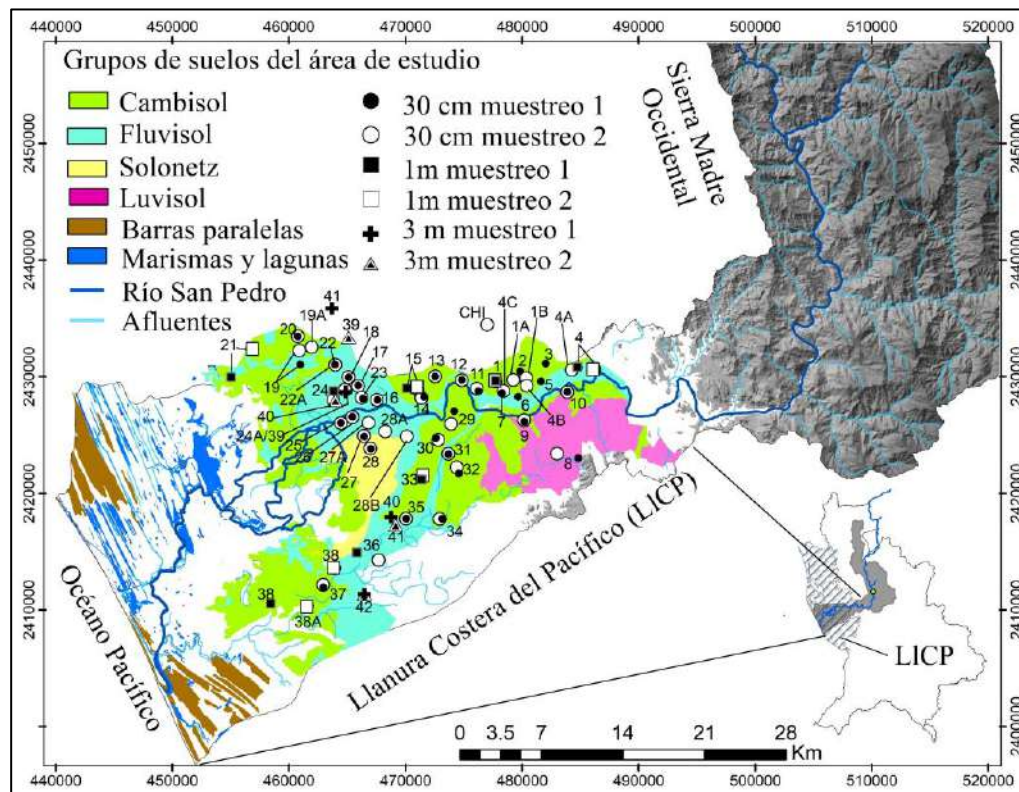


Figura 24. Sitios de muestreo de suelos en la llanura del río San Pedro, Nayarit.

Los principales grupos de suelos en el área agrícola son los Luvisol, Cambisol, Fluvisol, Fluvisol con propiedades de Solonchak y Solonetz (Bojórquez *et al.*, 2006); siendo el frijol, maíz, sorgo, tomatillo, tabaco y papayo los cultivos registrados en las áreas muestreadas.

7.2.2 Muestreo de suelos y aguas

Se realizó un muestreo en junio de 2017 y otro en junio de 2018 durante el periodo más seco del año, previo al temporal de lluvias. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado usando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) con sistema de coordenadas UTM. En el primer muestreo se establecieron 42 sitios de muestreo, en 30 sitios se tomó una muestra de suelo de 30 cm de profundidad, en ocho sitios se tomó muestra cada 10 cm hasta 1 m de profundidad y cuatro sitios cada 10 cm hasta la profundidad de 3 m (Figura 24). Se tomaron muestras de agua freática dentro de las mismas áreas del muestreo de suelo que contaban con pozo de agua, en total se recolectaron 21 muestras. Para el segundo muestreo se establecieron 49 sitios de muestreo de suelos a las mismas profundidades que el primero, 37 sitios de 30 cm, 8 sitios de 1 m y 4 sitios de 3 m. Se recolectaron 29 muestras en pozos de agua freática.

7.2.3. Preparación de las muestras y análisis

Las muestras de suelos se secaron al aire y se tamizaron por medio de una malla de 2 mm, se prepararon pastas saturadas y mezclas de suelo-agua en relación 1:5 para proceder a la extracción de sales de acuerdo al Manual 60 (Richards, 1990). Para los extractos a saturación se utilizaron 400 g de suelo, mientras que, en los extractos en relación suelo-agua 1:5 se utilizaron 50 g de suelo y 250 mL de agua destilada. En total se obtuvieron 928 extractos de suelo y 50 muestras de agua freática.

A las muestras de suelos (n=464) se les determinó la textura por el método de Bouyoucos, mientras que a los extractos y muestras de agua freática, se les determinó el pH con un potenciómetro Orion Star, modelo A211; CE en dS m^{-1} en un equipo OAKTON modelo CON 700, por el método conductimétrico; Ca^{2+} y Mg^{2+} por titulación volumétrica con EDTA; Na^+ y K^+ por flamometría en un equipo Cole-Parmer, modelo 360; HCO_3^- y CO_3^{2-} por titulación volumétrica con H_2SO_4 ; Cl^- por titulación volumétrica con nitrato de plata; y SO_4^{2-} por el método turbidimétrico, en un espectrofotómetro SPECTRO modelo 23RS de Labomed, Inc. Los

caciones y aniones determinados se expresaron en mmolc L^{-1} . Los análisis se realizaron por triplicado de acuerdo a la metodología de la American Public Health Association (APHA, 2012).

Se calculó la relación de adsorción de sodio en su ecuación original (RASor) y ajustada (RASaj), y el PSI máximo, medio y mínimo que pueden adquirir los suelos se calculó mediante la ecuación de Gapon ($PSI = \frac{K_G RAS_{100}}{1 + K_G RAS}$). Las constantes de selectividad iónica utilizadas fueron $K_G=0.0072444$, $K_G=0.0118610$ y $K_G=0.0168999$, que corresponden a un suelo areno-arcilloso-limoso, arcilloso-limoso y arcilloso, respectivamente (López-García *et al.*, 2016). Se desarrollaron los modelos experimentales predictivos de las propiedades de las soluciones de los suelos, aguas y entre los extractos a saturación (1:θsat) y los extractos en relación suelo-agua 1:5.

7.2.4 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo y prueba de normalidad para observar el comportamiento de cada una de las variables. No se obtuvo una distribución normal, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba U de Mann-Whitney ($\alpha=0.01$) para comparar cada variable de los extractos de saturación con los extractos en relación suelo-agua 1:5. Para evaluar la posible relación lineal de variables entre ambos extractos, se utilizaron modelos de regresión lineal simple, donde, los resultados del extracto en relación suelo-agua 1:5 fueron la variable independiente (X) y los resultados del extracto de saturación fueron la variable dependiente ($Y_{es} = mX_{1:5}$).

7.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.3.1 Caracterización de la salinidad de la llanura deltaica del río San Pedro

7.3.1.1 Agua freática

Las descargas continuas de agua de la cuenca del río San Pedro al salir de los cañones y fallas de la SMO, saturan los espesores sedimentarios de la llanura deltaica con aguas de baja mineralización. De acuerdo a los sitios de muestreo más cercanos a la zona montañosa de la SMO, la CE es del orden de 199 a 473 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y aumenta en su trayectoria hacia las partes bajas de la llanura, especialmente en las zonas de intrusión de sales provenientes del océano cercanos

a los sistemas lagunares (Figura 25a). De manera general, existe una tendencia del aumento de la salinidad del agua en los sitios con un nivel freático más cercano a la superficie, en los sitios muestreados, el nivel freático se encontró entre 1.9 y 5.0 m de profundidad (Figura 25b).

El pH y la CE se presentaron dentro del rango 6.94-8.37 y 199-4660 $\mu\text{S cm}^{-1}$ respectivamente, de acuerdo a la clasificación de Richards (1990) el 66% de las muestras fueron de salinidad baja a media ($0-750 \mu\text{S cm}^{-1}$) mientras que el resto de salinidad alta a muy alta ($750-5000 \mu\text{S cm}^{-1}$). Con base a su composición iónica, el 86% de las muestras de aguas freáticas presentaron una composición bicarbonatada con una CE máxima de 1913 $\mu\text{S cm}^{-1}$, en el 14% el Cl^- fue el anión predominante alcanzando una CE máxima de 4660 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Esto se encuentra estrechamente relacionado con la composición iónica de las aguas superficiales del río San Pedro, en las cuales, predomina el anión bicarbonato y cerca de su desembocadura son mezcladas con aguas salinas provenientes del sistema marino, convirtiéndolas en cloruradas-sódicas (Martínez *et al.*, 2020).

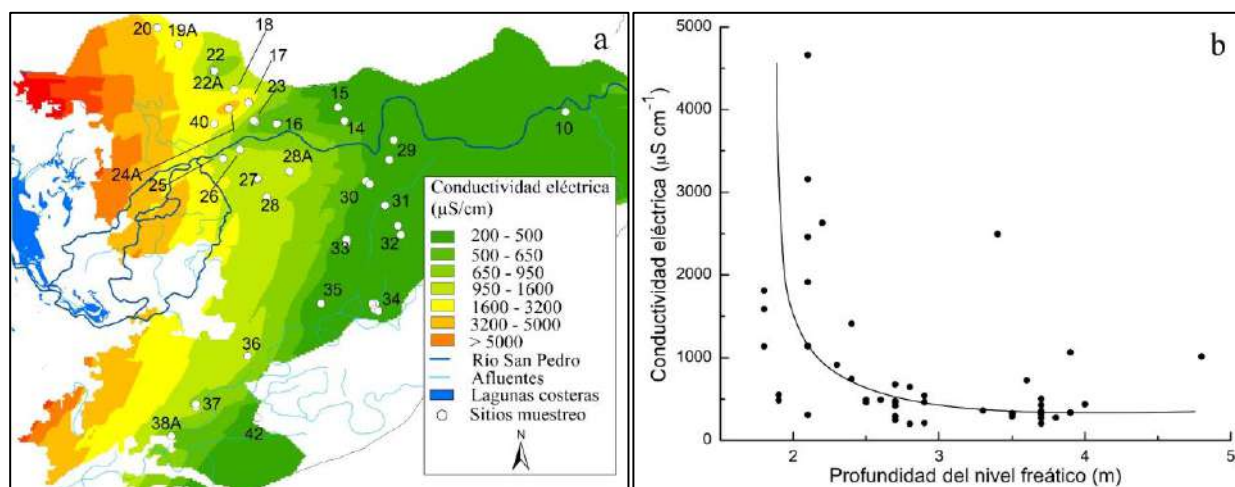


Figura 25. Distribución de la CE de las muestras de agua freática (a), se utilizó el método geoestadístico Kriging de interpolación predictiva en el software ArcMap 10.3 de ArcGis; (b) relación entre la CE con la profundidad del nivel freático.

En la Figura 26a y 26b se presenta la composición iónica y CE promedio de los sitios con aguas freáticas y superficiales bicarbonatadas de la cuenca del río San Pedro, donde, puede observarse que ambos tipos de agua están muy cercanos en cuanto a composición, y no presentan una salinidad alta.

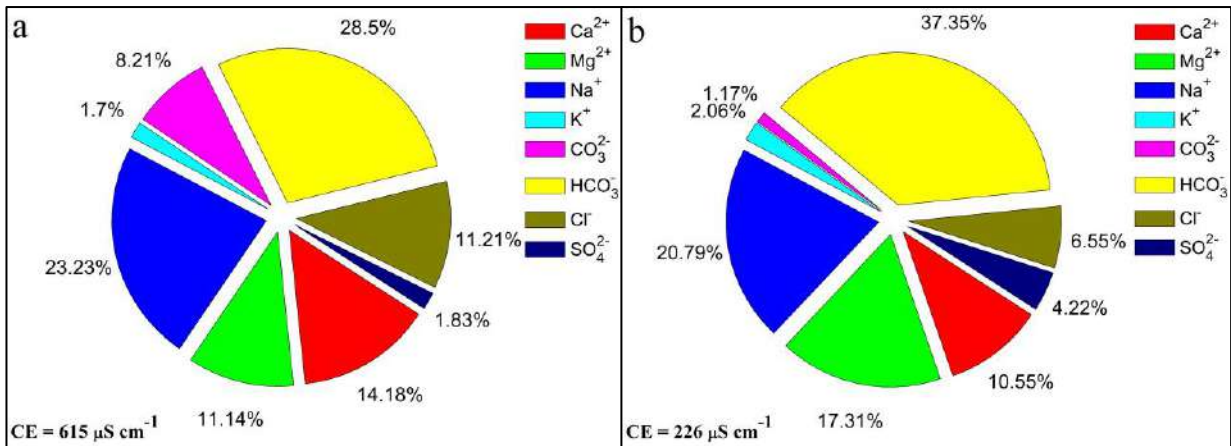


Figura 26. Composición iónica y CE promedio de las aguas freáticas (a) y superficiales de tipo bicarbonatadas (b; Martínez-Rodríguez *et al.*, 2020).

Por lo general, la medición de la CE se utiliza como un parámetro que indica la intensidad de concentración de las soluciones, sin embargo, a partir de la CE puede obtenerse una estimación de la concentración total, suma de cationes y presión osmótica (PO); siempre y cuando, existan modelos predictivos entre estos para un área determinada. En la Figura 27 se presentan las relaciones funcionales para las aguas freáticas de la llanura deltaica del río San Pedro.

En este sentido, Pérez-Díaz *et al.* (2019) obtuvieron la relación $STD_{mg L^{-1}} = 684.16CE$ ($R^2 = 0.99$) en la cuenca del río Lerma, México, mientras que López-García *et al.* (2016) $STD_{mg L^{-1}} = 698.9CE$ ($R^2 = 0.99$) en aguas residuales del Valle de Mezquital, México. De acuerdo a Camacho-Ballesteros *et al.* (2020) debido a las diferentes composiciones en las aguas naturales, el valor del coeficiente puede variar en un amplio intervalo de 500 a 1200, en su investigación obtuvieron la ecuación $STD_{mg L^{-1}} = 671CE$ ($R^2 = 0.94$) en la hidrografía de Oaxaca, México. Con respecto a la suma de cationes, en general, se observa la relación $mmol_c L^{-1} \approx 10CE_{dS m^{-1}}$ (Richards, 1990), la cual, es utilizada comúnmente como un indicador en la comprobación de los datos analíticos, López-García *et al.* (2016), Pérez-Díaz *et al.* (2019) y Camacho-Ballesteros *et al.* (2020), en sus resultados puede observarse que la concentración de cationes y la CE siguen esta relación.

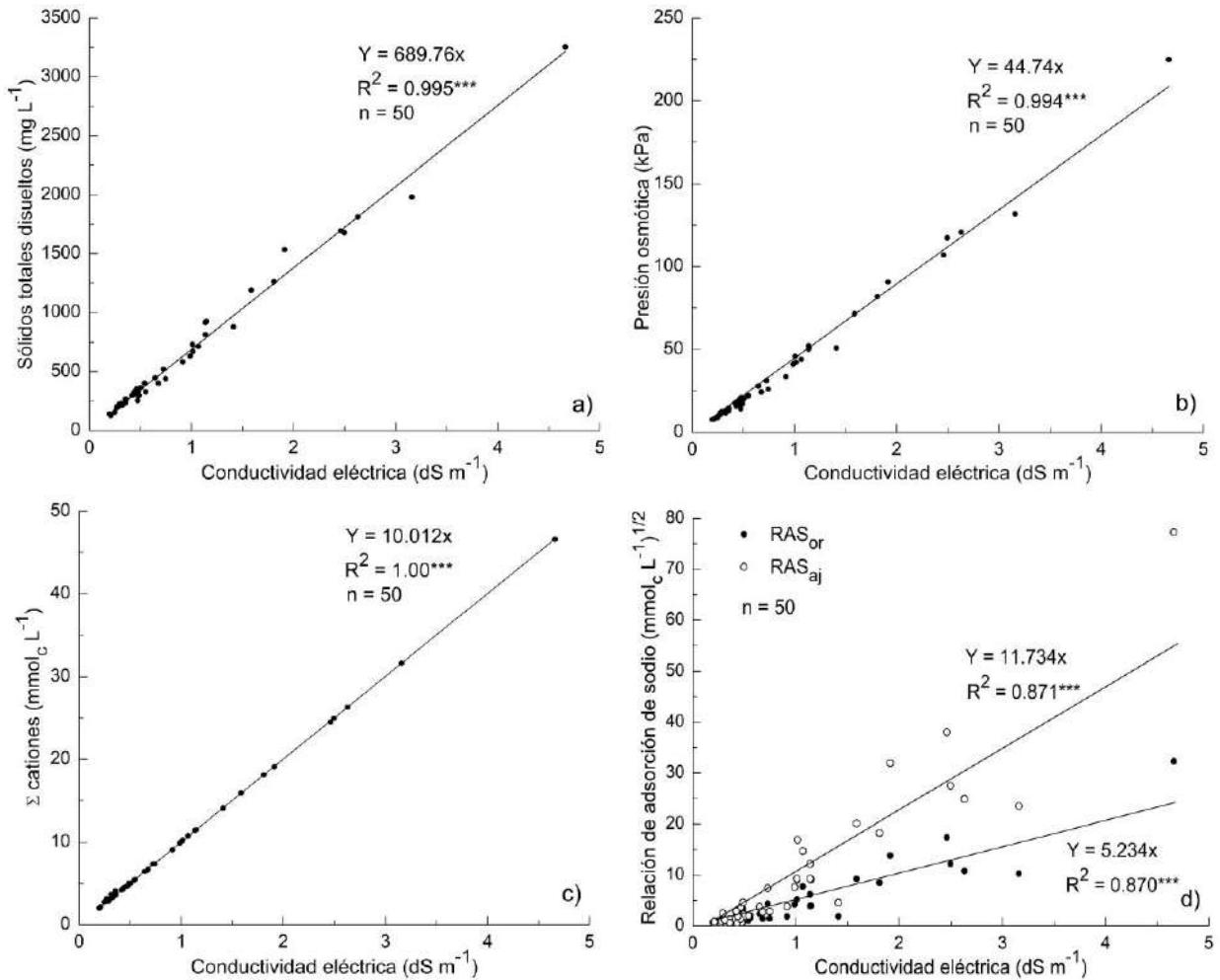


Figura 27. Relación entre: a) sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica; b) presión osmótica ($PO=MRT$, M = molaridad de la solución, $R = 8.314425$ (L-kPa/K-mol) y T = temperatura en $^{\circ}K$) y conductividad eléctrica; c) suma de cationes y conductividad eléctrica; d) RAS y conductividad eléctrica; de muestras de agua freática de la llanura de la cuenca del río San Pedro en Nayarit. *** $P < 0.001$.

Por otra parte, la PO está relacionada con la velocidad de absorción del agua por las plantas. En suelos salinos, la composición y concentración de sales solubles en la solución crean un desequilibrio osmótico, este tipo de estrés reduce la energía potencial de la solución y provoca un crecimiento reducido por la energía adicional requerida por las plantas al absorber agua (Bengal *et al.*, 2009; Butcher *et al.*, 2016; Hniličková *et al.*, 2017; Kamran *et al.*, 2019). La PO está relacionada con la CE, de tal modo, Richards (1990) presentó la ecuación $PO_{kPa} = 36.47CE_{dS\ m^{-1}}$ y Campbell *et al.* (1949) $PO_{kPa} = 32.52CE^{1.065}dS\ m^{-1}$. De acuerdo a los

modelos obtenidos ($R^2 > 0.99$), estos pueden ser utilizadas para las aguas freáticas de la llanura deltaica del río San Pedro y representan una forma rápida para su estimación.

Con respecto a la sodicidad, evaluada por medio de la RAS_{or} y RAS_{aj} , los valores se encontraron entre 0.16-32.30 y 0.26-77.25 ($mmol_c L^{-1}$)^{1/2} respectivamente, los modelos predictivos a partir de la CE en $dS m^{-1}$ para la RAS se presentan en la Figura 4d. Rashidi y Seilsepour (2011) obtuvieron la ecuación $RAS = 1.91 + 0.68CE$ ($R^2 = 0.69$) en suelos de Varamin, Irán, la cual fue parecida a la reportada por Al-Busaidi y Cookson (2003) $RAS = 7.077 + 0.464CE$ ($R^2 = 0.83$) para suelos salinos de Oman. De acuerdo a Rashidi y Seilsepour (2011) el modelo $RAS = \alpha CE$ no es constante para cada región, sin embargo, se asume que deben ser similares y puede ser utilizado para estimar la RAS de forma simple y útil. La ecuación obtenida en esta investigación fue muy diferente a las mencionadas anteriormente, si bien existe una variación por la fuerza iónica de las soluciones (Evangelou y Marsi, 2003), al utilizar las ecuaciones de Al-Busaidi y Cookson (2003) y Rashidi y Seilsepour (2011) para las conductividades eléctricas de este estudio, el valor máximo de la RAS que se obtiene (5.08 y 9.24) es cercano al valor de su constante, subestimando considerablemente los valores obtenidos en la presente investigación.

Se debe señalar que la CE es utilizada como un indicador de la concentración total de las soluciones, sin embargo, la composición iónica no está en función de este parámetro. En este sentido, dos soluciones con una misma CE pueden presentar composiciones diferentes al igual que su valor de la RAS, por lo tanto, a pesar de los modelos obtenidos se recomienda el cálculo de la RAS por el método convencional. Por otra parte, se relacionó la RAS_{or} con la RAS_{aj} , se obtuvo la ecuación $RAS_{aj} = 2.253RAS_{or}$ ($R^2 = 0.992$) para las aguas freáticas de la llanura del río San Pedro, los valores predichos y los valores reales siguen la relación $RAS_{ajPredicho} = 0.992RAS_{aj}$ con $R^2 = 0.992$. La ventaja de este modelo es que se evita determinar las concentraciones de todos los iones para el cálculo de la fuerza iónica, lo que implica menos tiempo en la determinación, además, el cálculo de la RAS_{aj} puede resultar complicado en comparación con la RAS_{or} , por lo que se simplifica la obtención de este parámetro.

A partir de los diferentes valores de la RAS se obtuvo el PSI por medio de la ecuación $PSI = \frac{K_G RAS_{100}}{1 + K_G RAS}$, el grado del porcentaje de sodio intercambiable que pueden alcanzar los suelos en equilibrio con estas aguas, está en función de la RAS de la solución y de la textura del suelo con el que interacciona. Por lo tanto, los valores de PSI que estas soluciones pueden adquirir para las constantes de selectividad iónica $K_G=0.0072444$, $K_G=0.0118610$ y $K_G=0.0168999$ que corresponden a suelos de textura gruesa, media y fina, en la RAS_{or} fueron 0.11-18.96, 0.29-27.69 y 0.27-35.31%; y para la RAS_{aj} 0.19-35.88, 0.31-47.81 y 0.44-56.62% respectivamente. Velazquez-Machuca *et al.* (2002), López-García *et al.* (2016) y Pérez-Díaz *et al.* (2019) utilizaron la relación PSI-RAS para predecir el riesgo de sodificación que representaban las aguas residuales para el riego de suelos.

7.3.1.2 Suelos

Con base a los resultados obtenidos en los extractos a saturación (1:θ_{sat}), de manera general, los procesos de salinización en la llanura, son el resultado del movimiento ascendente y concentración por evaporación de la superficie de las sales solubles presentes en las aguas freáticas. La distribución de la CE de los suelos aluviales de la llanura y su relación con la profundidad del manto freático (Figura 28a, 28b), presentaron el mismo comportamiento que las aguas freáticas (Figura 25a, 25b).

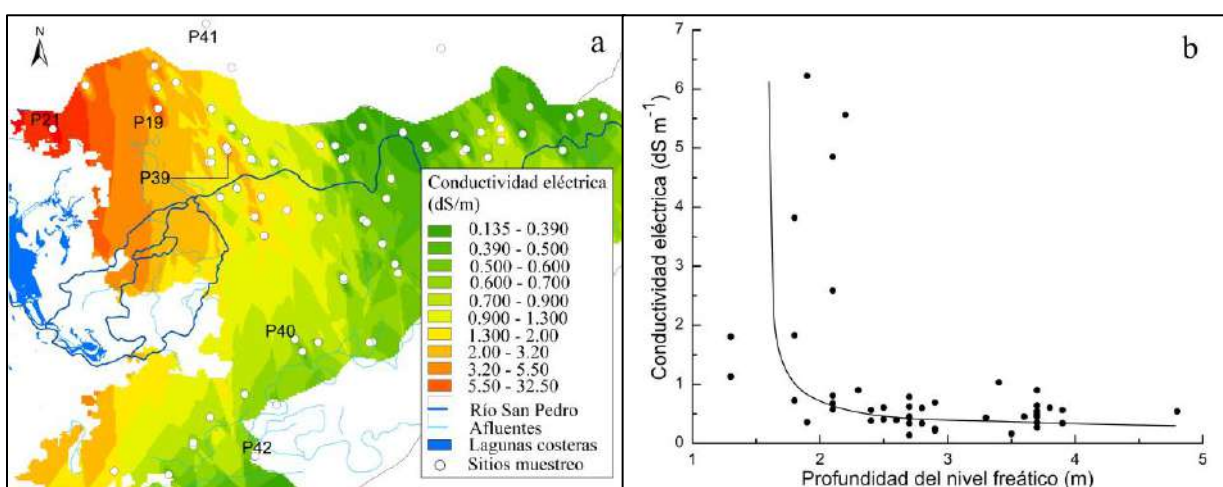


Figura 28. Distribución de la CE de las muestras de suelos (a), se utilizó el método geoestadístico Kriging de interpolación predictiva en el software ArcMap 10.3 de ArcGis; (b) relación de la CE de las muestras de suelos con la profundidad del nivel freático. Las muestras de suelo corresponden al estrato 0-30 cm de profundidad.

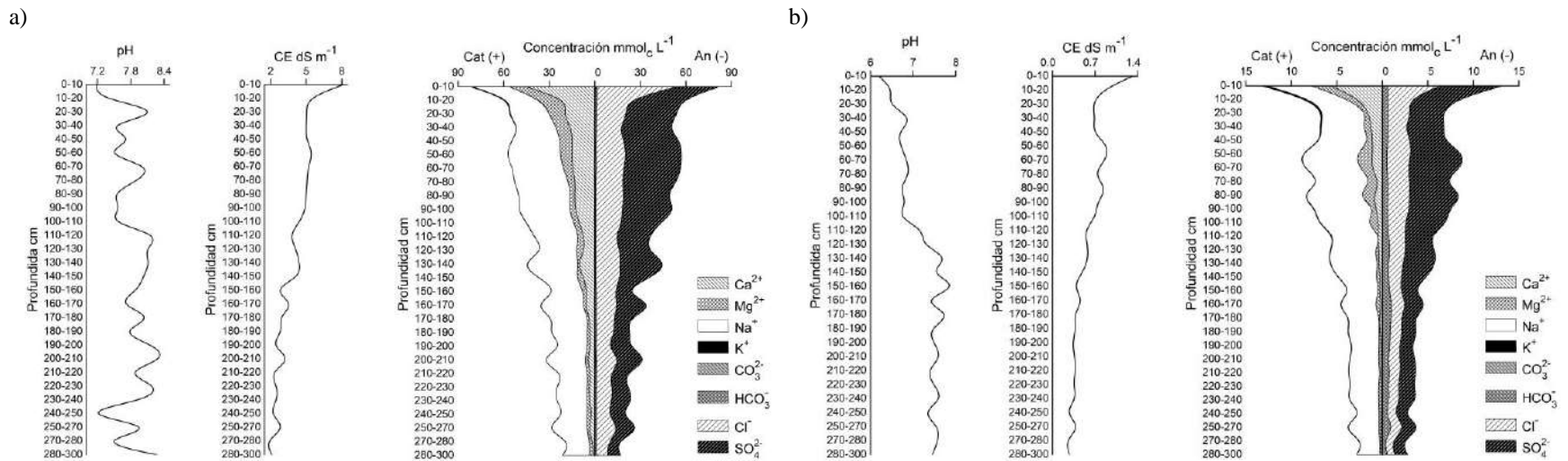


Figura 29. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P39 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit.

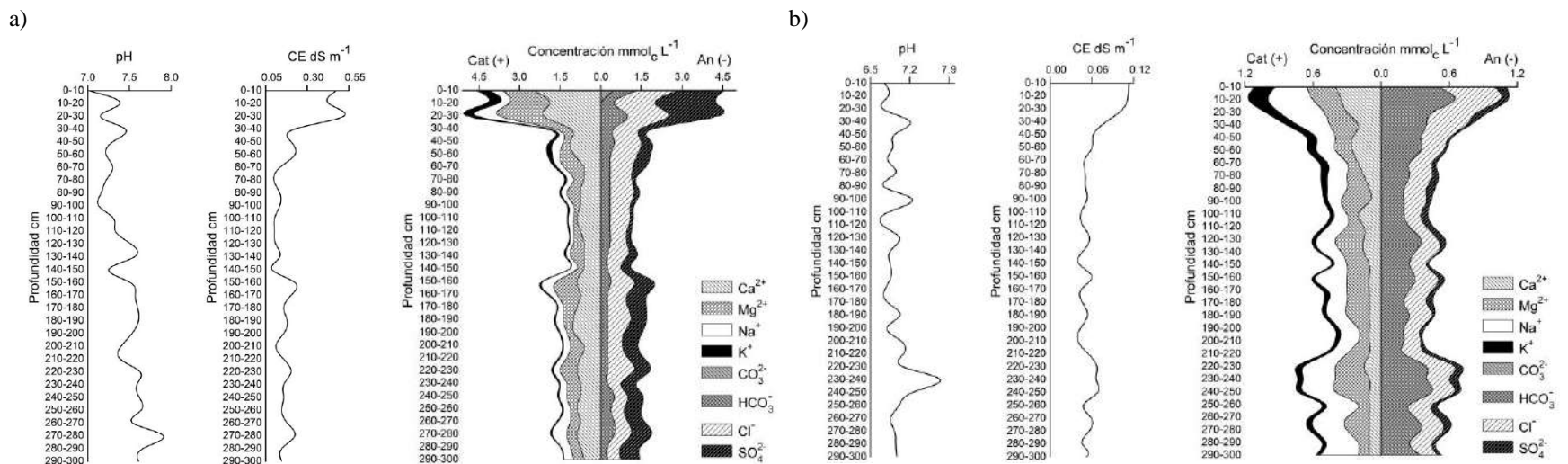


Figura 30. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P40 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit.

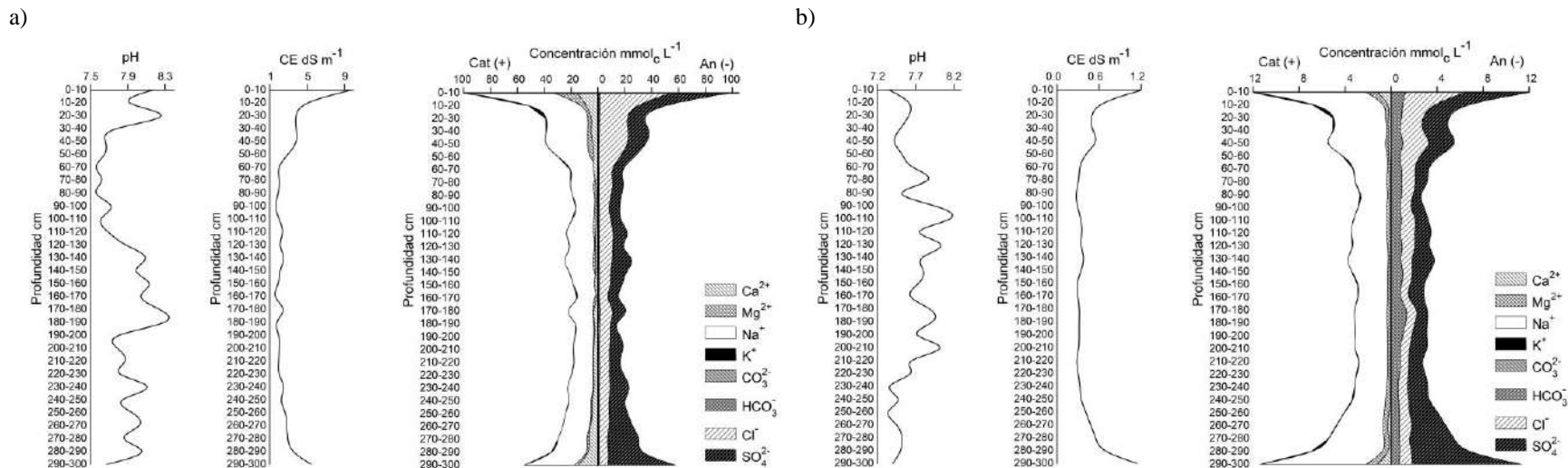


Figura 31. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P41 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit.

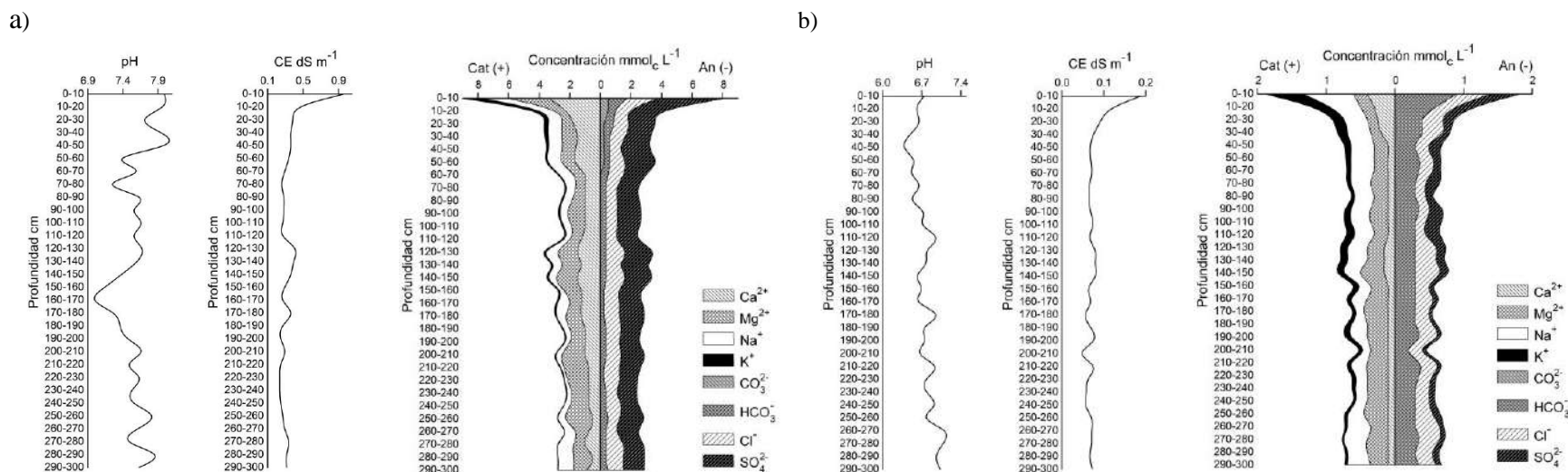


Figura 32. pH, CE y distribución de sales solubles en los perfiles litológicos 0-300 cm del muestreo 1 del perfil P42 (ubicación Figura 28a); a) extracto de saturación; b) extracto en relación suelo-agua 1:5, de los suelos de la llanura de la cuenca del río san Pedro, Nayarit.

La concentración total de sales solubles en los sitios muestreados se encuentra entre 0.002 y 0.40%; a excepción de los primeros 10 cm del sitio P21 (1.70%) y la muestra de 30 cm de profundidad P19 (0.65%) (Figura 28a). En general, la acumulación de sales se presenta dentro de 0 a 100 cm de profundidad, donde, la concentración más elevada está comúnmente en los primeros 10 cm del perfil y disminuye a mayor profundidad (Figura 29-32). Sin embargo, pueden existir acumulaciones en partes inferiores del perfil debido a la distribución del tamaño de partícula de los suelos; en la llanura, la textura es desde areno franco hasta arcilloso, predominando la textura franco limoso arcilloso, franco limoso y franco con el 28.23, 24.57 y 20.26% respectivamente. Aunque también, de acuerdo a Chernousenko *et al.* (2001), Novikova *et al.* (2011) y Korolyuk (2015), en aquellas zonas que existan depósitos marinos o suelos salinos sepultados por debajo de la deposición contemporánea, la acumulación de sales se encontrará en partes más profundas del perfil.

El pH se encuentra entre 4.81 y 8.58, mientras que la CE a excepción del sitio P21 (0-10 cm de profundidad CE=72.4 dS m⁻¹) está dentro del rango 0.08-15.27 dS m⁻¹. Cuando la acumulación de sales en el suelo es baja, en las aguas freáticas predominan los carbonatos y bicarbonatos de alkali, lo cual constituye la fase alcalina de aguas freáticas ligeramente mineralizadas (Figura 26). En esta situación, de acuerdo Kovda *et al.* (1973) es común que solo se formen suelos solonetz, lo que concuerda con la clasificación de suelos en la zona de estudio realizada por Bojórquez *et al.* (2006) (Figura 24), donde está presente un área con suelos solonetz situada en una depresión, las características de solonchak se encuentran en los suelos cercanos a los sistemas lagunares costeros y del océano.

Considerando la clasificación de Richards (1990) solo el 8.80% de los sitios muestreados fueron salinos (>4 dS m⁻¹), los cuales, siguen la distribución mostrada en la Figura 28a. En la Figura 33 se muestra la composición iónica y CE promedio de los sitios con CE<4 dS m⁻¹ y con CE>4 dS m⁻¹, en la cual, puede observarse el incremento entre los iones Na⁺ y Cl⁻, indicando que los suelos afectados con altas concentraciones de sales están en función de la intrusión de sales provenientes del sistema marino.

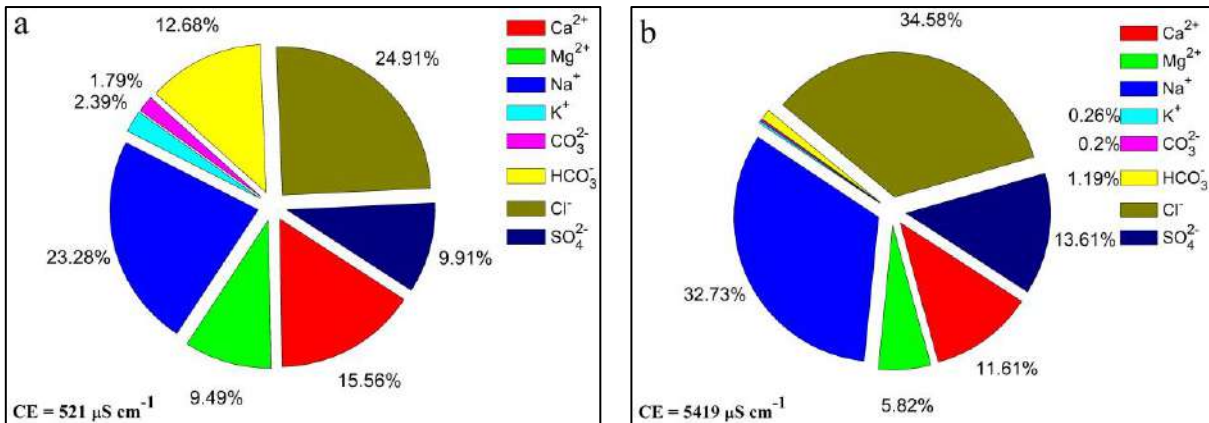


Figura 33. Composición iónica y CE promedio de los sitios de muestreo de suelo con $CE < 4 \text{ dS m}^{-1}$ (a) y en los sitios con $CE > 4 \text{ dS m}^{-1}$ (b).

Las relaciones funcionales obtenidas en las muestras de suelo a partir de la CE con la concentración total, suma de cationes y PO fueron $STD_{\text{mg L}^{-1}} = 546.55CE_{\text{dS m}^{-1}} (R^2 = 0.99)$, $mmol_c L^{-1} = 9.47CE_{\text{dS m}^{-1}} (R^2 = 0.99)$ y $PO_{\text{kPa}} = 41.498CE_{\text{dS m}^{-1}} (R^2 = 0.99)$ respectivamente. Estas ecuaciones resultaron altamente significativas con un valor $P < 0.001$ para 464 muestras (extractos 1:θsat), por lo tanto, pueden ser utilizadas para estimar estos parámetros. En comparación con las relaciones obtenidas en las aguas freáticas, solo la concentración total resultó ser considerablemente diferente, esto es debido a que la composición iónica entre suelos y agua freática varía en las concentraciones de aniones, en suelos el ion predominante fue el cloruro, el cual es el de menor peso molecular.

Por otra parte, al igual que los suelos afectados por salinidad, el 8.80% de los sitios muestreados presentaron una $RAS > 13 (\text{mmol}_c L^{-1})^{1/2}$, estos siguen la distribución de los suelos salinos, no obstante, algunos de estos sitios no corresponden a aquellos con elevada CE ($> 4 \text{ dS m}^{-1}$). Los valores de la RAS_{or} y RAS_{aj} se encuentran entre los rangos 0.11-33.09 y -0.12-88.41 ($\text{mmol}_c L^{-1})^{1/2}$, los modelos predictivos al relacionar la RAS con la CE fueron $RAS_{\text{or}} = 1.092CE_{\text{dS m}^{-1}} (R^2 = 0.39)$ y $RAS_{\text{aj}} = 2.056CE_{\text{dS m}^{-1}} (R^2 = 0.63)$; estos resultaron ser diferentes a los obtenidos en las aguas freáticas, además de presentar una baja relación lineal.

Los valores del PSI obtenidos en los suelos para las constantes de selectividad iónica, que, corresponden a suelos de textura gruesa, media y fina, para la RAS_{or} estuvieron entre los rangos

0.08-19.34, 0.13-28.19 y 0.18-35.87%, mientras que para la RAS_{aj} entre -0.08-39.04, -0.14-51.18 y -0.20-59.90% respectivamente. En general, tanto en las aguas freáticas como en los suelos, la RAS y el PSI adquieren valores más elevados al considerar las diferentes disponibilidades de los iones de Ca^{2+} mediante el empleo de la RAS_{aj} , esta ecuación contempla la cuantificación de los efectos de precipitación o dilución del $CaCO_3$ y la actividad de los iones (Qadir y Shubert, 2002; Camacho-Ballesteros *et al.*, 2020), por esta razón, pueden adquirir valores negativos, lo que será discutido en la siguiente sección.

7.3.2 Determinación de las relaciones entre el extracto a saturación (1: θ_{sat}) y el extracto en relación suelo-agua 1:5

El resumen estadístico de las propiedades químicas de 926 extractos de suelos utilizados en este apartado se presenta en el Cuadro 6. La muestra de 0-10 cm de profundidad del sitio P21 (Figura 28a) no se incluyó en la relación entre ambos extractos, al eliminar esta muestra, la desviación estándar de la CE disminuye en un 45% y la diferencia en los modelos obtenidos es mínima.

Cuadro 6. Resumen estadístico de las propiedades químicas de 926 extractos de suelos de la llanura de la cuenca del río San Pedro.

Estadístico	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ Cationes mmol _c L ⁻¹	RAS _{or}	RAS _{aj}	PSI* _{or-max}	PSI** _{aj-max}
								(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}			%
Extractos de pasta saturada 1:θ _{sat}											
Media	7.54	1.23	3.10	1.72	7.30	0.24	12.35	4.07	5.37	5.76	7.10
Mediana	7.56	0.45	1.25	0.88	1.00	0.14	4.46	1.11	1.01	1.83	1.68
Máximo	8.58	15.28	45.00	29.38	115.6	1.35	156.81	29.85	54.93	33.53	48.14
Mínimo	4.81	0.08	0.13	0.13	0.10	0.01	0.77	0.11	-0.12	0.19	-0.21
Extractos en relación suelo-agua 1:5											
Media	6.41	0.21	0.33	0.23	1.43	0.09	2.08	2.51	0.31	3.83	0.44
Mediana	6.34	0.09	0.20	0.18	0.34	0.06	0.96	0.91	-0.14	1.51	-0.23
Máximo	8.51	2.85	5.65	2.15	24.30	0.61	28.47	21.89	18.60	27.00	23.92
Mínimo	4.43	0.02	0.03	0.03	0.05	0.01	0.20	0.17	-3.52	0.29	-6.32

PSI*_{or-max}; PSI**_{aj-max} = Porcentaje de sodio intercambiable máximo que un suelo puede alcanzar por medio de la ecuación de Gapon con la relación de adsorción de sodio original (RAS_{or}) y ajustada (RAS_{aj}), utilizando el coeficiente de selectividad iónica correspondiente a un suelo arcilloso $K_G=0.0168999$.

En el Cuadro 6, puede observarse que la salinidad y la sodicidad de la solución del suelo que se determina cuando se utiliza la relación de extracción suelo-agua 1:5; los distintos valores de las

propiedades químicas se presentan más bajas, de ahí entonces, estos valores no pueden utilizarse para predecir las condiciones de salinidad a las que están expuestas las raíces de los diferentes cultivos. Esto concuerda con Aboukila y Norton (2017) y Kargas *et al.* (2018a) quienes consideran que es la principal desventaja de los extractos acuosos con mayor contenido de agua. Sin embargo, se debe señalar que el extracto acuoso 1:5 solubiliza una mayor cantidad de capsulas salinas, que no se disuelven en la relación acuosa 1:θsat, esto ocurre especialmente con las sales menos solubles como la calcita y el yeso (He *et al.*, 2015; Monteleone *et al.*, 2016; Kargas *et al.*, 2018).

En las Figuras 29-32 puede observarse claramente que la proporción del ion bicarbonato es mayor en el extracto 1:5, incluso en este extracto solo se encontraron tres muestras con carbonatos titulables, estos fueron disueltos al agregar más agua siguiendo la reacción $CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$. Al relacionar los extractos acuosos 1:5 y 1:θsat en unidades de extracción homogéneas, por ejemplo: contenidos de sales expresadas en % o $cmol\ Kg^{-1}$; el extracto acuoso 1:5 extrajo una mayor cantidad de sales. La concentración total de sales solubles en el extracto 1:θsat fue de 0.002 a 0.40% (omitiendo las muestras $P21_{0-10cm} = 1.70\%$; $P19 = 0.65\%$), mientras que en el extracto 1:5, se presentó dentro del rango 0.006-0.57% ($P21_{0-10cm} = 2.79\%$; $P19 = 0.85\%$), en la Figura 34 se muestra la composición iónica del sitio P42 en $cmol\ Kg^{-1}$ de los extractos 1:θsat y 1:5.

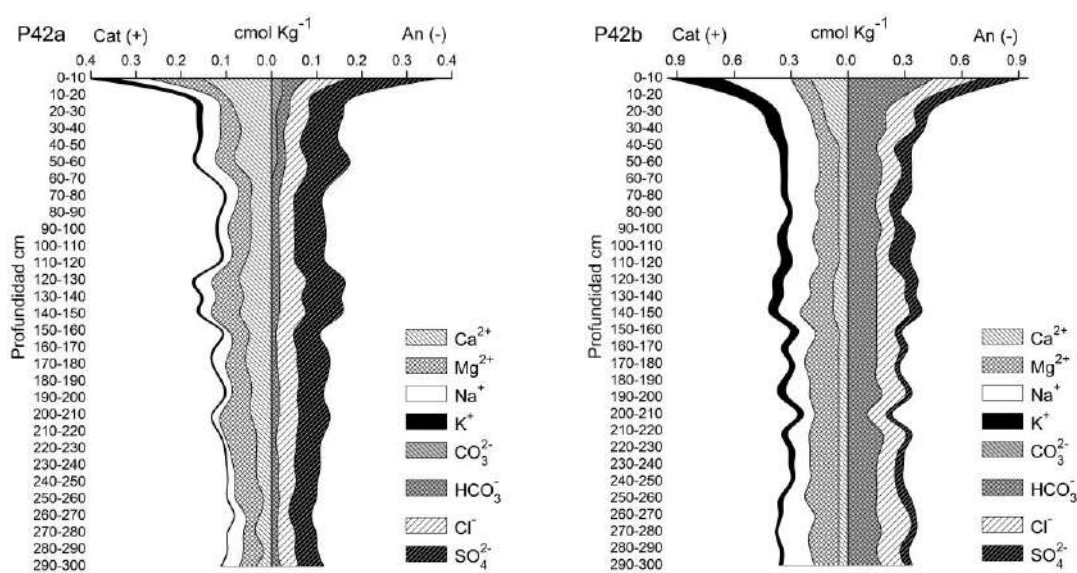


Figura 34. Composición iónica del sitio P42 expresado en $cmol\ Kg^{-1}$; a) extracto 1:θsat, b) 1:5.

El aumento de la cantidad de sales extraídas en el extracto 1:5 con respecto al extracto 1: θ_{PS} , no fue homogénea para cada muestra. El incremento de sales extraídas en el extracto 1:5 fue desde 0.82 hasta 6.74 veces más que la concentración en el extracto 1: θ_{PS} , observándose que en aquellas muestras con menor contenido de agua en la pasta saturada (θ_{PS}), la diferencia de la concentración entre ambos extractos fue mayor. Esto es debido a que las sales pueden ser más fácilmente extraídas en suelos de textura gruesa y media que en suelos con textura fina, el θ_{PS} de 0.20-0.45 Kg Kg⁻¹ (agua-suelo⁻¹) está asociado con suelos de textura media y $\theta_{PS} > 0.45$ con suelos de textura fina (Chi y Wang, 2010), no obstante, los diferentes valores del θ_{PS} , en este estudio fueron de 0.31 a 0.71 Kg Kg⁻¹ incluyendo suelos de textura gruesa.

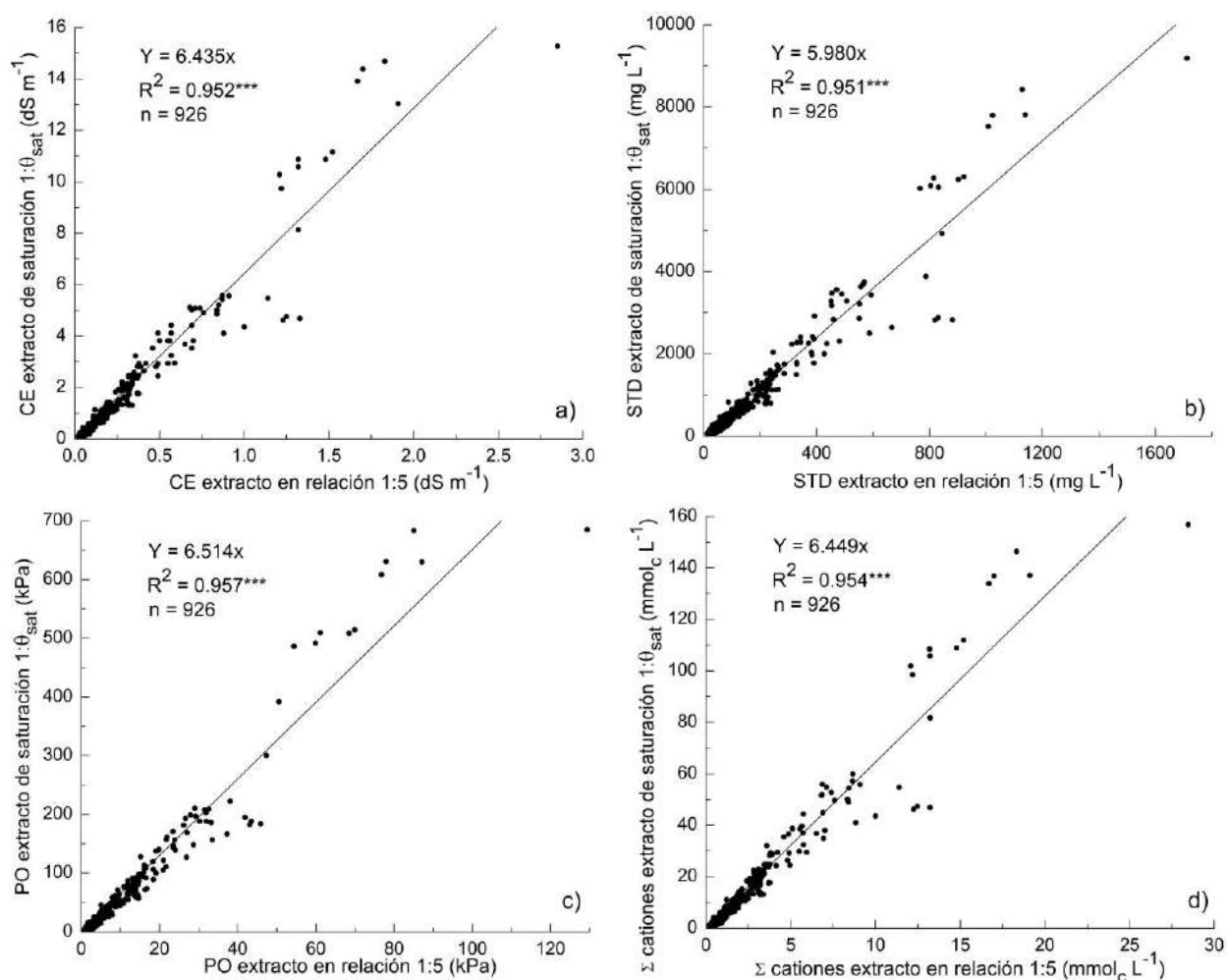


Figura 35. Relación entre: a) $CE_{1:\theta_{sat}} = \alpha f CE_{1:5}$; b) $STD_{1:\theta_{sat}} = \alpha f STD_{1:5}$; c) $PO_{1:\theta_{sat}} = \alpha f PO_{1:5}$; d) $\Sigma cationes_{1:\theta_{sat}} = \alpha f \Sigma cationes_{1:5}$; de 926 extractos de suelos de la llanura de la cuenca del río San Pedro en Nayarit. *** $P < 0.001$.

Por otra parte, en la Figura 35, se muestran las relaciones de la CE , STD , PO y $\Sigma cationes$ entre ambos extractos, las cuales, resultaron ser altamente significativas ($P < 0.001$) y mostraron una fuerte relación lineal con coeficientes de determinación mayores a 0.95 ($R^2 > 0.95$).

La relación $CE_{1:\theta_{sat}} = \alpha f CE_{1:5}$ ha sido investigada en diferentes regiones para predecir la $CE_{1:\theta_{sat}}$ a partir de la $CE_{1:5}$. El valor de la pendiente (α) en este estudio fue de $\alpha = 6.435$ lo que indica que la $CE_{1:\theta_{sat}}$ fue 6.435 veces mayor que la determinada por el extracto 1:5. Este resultado fue cercano al obtenido por Kargas *et al.* (2018a) en diferentes áreas de Grecia, Aboukila y Norton (2017) en la parte norte de Egipto, Khorsandi y Yazdi (2007, 2011) en la Provincia de Yazd, Irán y Sonmez *et al.* (2008) en Turquía con valores de $\alpha = 6.47$, $\alpha = 5.05$, $\alpha = 6.5$, $\alpha = 5.35$ y $\alpha = 7.68$ respectivamente. Sin embargo, la ecuación de este estudio fue muy diferente a la obtenida por Chi y Wang (2010) con $\alpha = 10.91$ en la llanura de Songnen, China, Monteleone *et al.* (2016) con un rango de $\alpha = 8.46$ -10.68 en diferentes texturas de suelos de la región de Apulia, Italia y a la presentada por He *et al.* (2013), quienes obtuvieron distintos modelos evaluando cuatro métodos de extracción en suelos del Norte de Dakota; los valores de α se mantuvieron dentro del rango $\alpha = 2.30$ -2.98, no obstante, el R^2 fue de 0.49 a 0.60. De acuerdo a lo anterior es evidente que la utilización de los modelos predictivos, está en función de los diferentes tipos de suelos de cada región en particular.

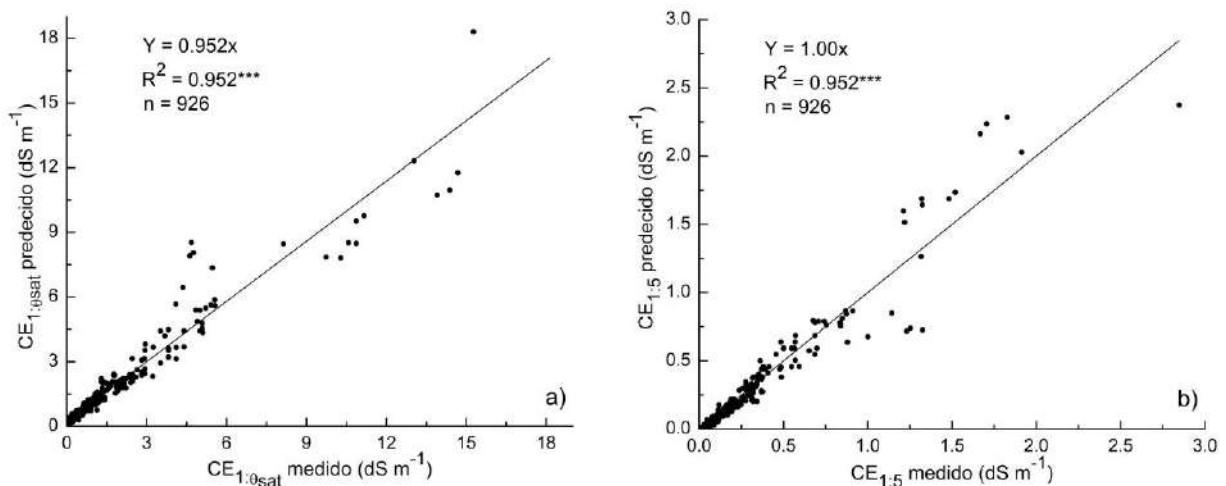


Figura 36. (a) Relación entre los valores medidos de $CE_{1:\theta_{sat}}$ con los valores estimados de $CE_{1:\theta_{sat}}$; (b) Relación entre los valores medidos de $CE_{1:5}$ con los valores estimados de $CE_{1:5}$; ambas relaciones estimadas por medio del modelo lineal $CE_{1:\theta_{sat}} = 6.435CE_{1:5}$; *** $P < 0.001$.

El modelo $CE_{1:\theta sat} = 6.435CE_{1:5}$ obtenido en esta investigación, fue evaluado de acuerdo a las ecuaciones presentadas en la Figura 36, donde se involucró la predicción de la CE a partir del modelo para cada una de las muestras. Los resultados fueron altamente significativos ($P < 0.001$), el valor de $\alpha \approx 1$ y su $R^2 > 0.95$; por lo tanto, el factor 6.435 para la CE puede ser utilizado en los suelos de la llanura deltaica de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

Por otra parte, la evaluación de la sodicidad por medio del extracto 1:5 resulta más compleja que la evaluación de la salinidad por este mismo extracto. Esto es debido principalmente al tipo de sales en los suelos y las diferentes solubilidades que estas presentan. En el Cuadro 7 se muestran los coeficientes de determinación del pH, CE, cationes y aniones mayoritarios; cada una de las variables resultaron estadísticamente diferentes entre ambos extractos con un nivel de confianza de $P < 0.001$. De todos los iones, solo ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$), Na^+ , K^+ y Cl^- presentaron un coeficiente mayor a 0.80, estos resultados tienen cierta similitud con Kargas *et al.* (2018), quienes encontraron una fuerte linealidad en estos mismos iones al relacionarlos con la CE.

Cuadro 7. Coeficientes de determinación (R^2) del pH, CE, aniones y cationes, entre los extractos de saturación y los extractos en relación suelo-agua 1:5.

	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca+Mg	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	mmolc L ⁻¹										
pH	0.29										
CE		0.95									
Ca ²⁺			0.79								
Mg ²⁺				0.56							
Ca+Mg					0.82						
Na ⁺						0.95					
K ⁺							0.93				
CO ₃ ²⁻								0.03			
HCO ₃ ⁻									0.57		
Cl ⁻										0.95	
SO ₄ ²⁻											0.70

Todos los coeficientes de determinación corresponden a $P < 0.001$; todos los parámetros fueron estadísticamente diferentes con un 99.9% de confianza.

Las relaciones funcionales $RAS_{(1:\theta sat)} = \alpha f RAS_{(1:5)}$ en sus diferentes formulaciones se muestran en la Figura 14, la relación lineal fue superior en la RAS_{or} , debido a que solo se necesita de las concentraciones de los iones Na^+ y ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$), los cuales, presentaron mayor R^2 . Al involucrar los demás iones para el cálculo de la RAS_{aj} , el coeficiente de determinación

entre ambos extractos disminuye considerablemente por la baja relación lineal obtenida entre los iones Mg^{2+} , CO_3^{2-} , HCO_3^- y SO_4^{2-} (Cuadro 7), a tal grado de obtener una débil o nula linealidad (Figura 37). En este sentido, He *et al.* (2015) obtuvieron resultados similares para la RAS_{or} utilizando diferentes métodos de extracción con valores de $\alpha=1.63$, $\alpha=1.79$ y $\alpha=1.87$, sin embargo, los coeficientes de determinación fueron bajos ($R^2=0.47, 0.48, 0.49$).

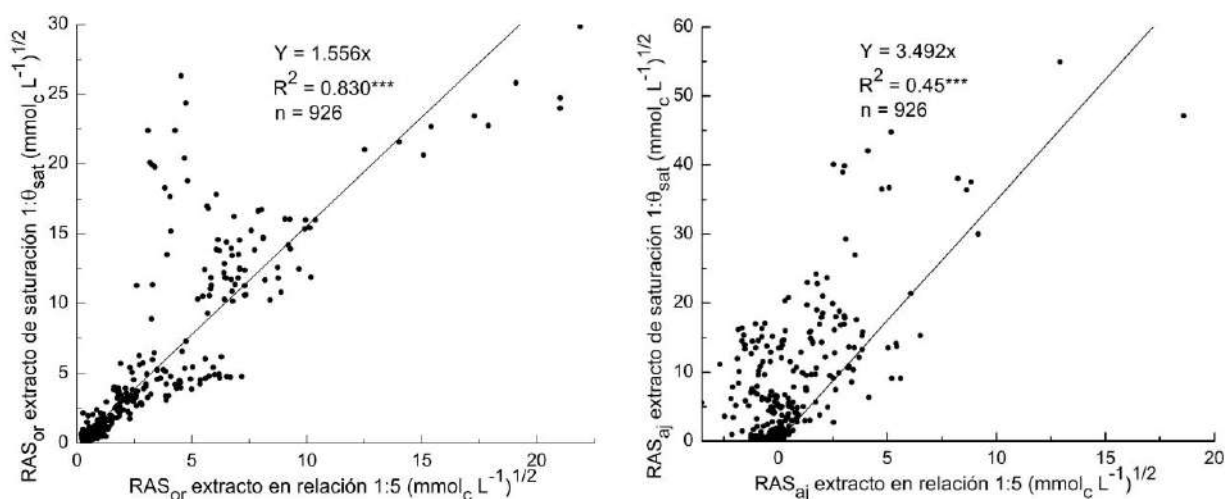


Figura 37. Relación entre: RAS del extracto 1:5 y RAS del extracto 1:θsat en sus formulaciones RAS_{or} y RAS_{aj} de las muestras de suelos en la llanura de la cuenca del río San Pedro, Nayarit. ***P < 0.001.

Cabe señalar, que en los resultados obtenidos para la $RAS_{aj(1:\theta_{sat})}$, el 0.43% de las muestras presentaron valores negativos (dos muestras), en cambio, para la $RAS_{aj(1:5)}$ fue el 62% de las muestras. Este comportamiento sucede cuando el índice de saturación en la ecuación de RAS_{aj} es < -1 , de acuerdo con Bower *et al.* (1965), los valores negativos en el índice de saturación denotan que, en la solución del suelo, los iones de Ca^{2+} no precipitarán en forma de calcita, incluso se diluirá calcita del suelo aumentando la proporción del Ca^{2+} y disminuyendo la del Na^+ en el complejo de intercambio; por otra parte, cuando se obtienen valores positivos en este índice, significa que una cantidad del Ca^{2+} , precipitarán en forma de calcita lo que aumentará la proporción del Na^+ . En este estudio no se utilizó la formulación de la $RAS_{aj(1:5)}$ para la predicción de la $RAS_{aj(1:\theta_{sat})}$, las diferentes solubilidades de las sales presentes en los suelos, el efecto del ion común y el efecto salino, no permite que la disociación de las distintas sales en

el extracto 1:θ_{sat} y 1:5, sean igualmente proporcionales en cada una de ellas (Egorov y Kovda, 1973). El modelo $RAS_{aj(1:\theta_{sat})} = \alpha f RAS_{aj(1:5)}$ requiere que todos los componentes iónicos muestren una elevada linealidad entre ambos extractos, ya que involucra las actividades de cada ion expresadas en términos de fuerza iónica de la solución, que, se calculó con base a la concentración de cada componente iónico.

Con respecto al porcentaje de sodio intercambiable obtenido a partir de los valores de RAS, de acuerdo a los estadísticos presentados en el Cuadro 6, pareciera que, en ambos extractos, puede determinarse el RAS_{or} y $PSI_{or(max)}$ con la misma efectividad, sin embargo, el RAS_{or} , RAS_{aj} , $PSI_{or(max)}$ y el $PSI_{aj(max)}$ fueron estadísticamente diferentes entre los extractos con un nivel de confianza del 95% ($P < 0.05$).

Cuadro 8. Comparación entre la cantidad de muestras salinas y sódicas detectadas por el extracto de saturación, por el extracto en relación suelo-agua 1:5 y utilizando los diferentes modelos lineales obtenidos en este estudio.

Índices	Número de muestras	
	1:θ _{sat}	1:5
Muestras salinas ($CE \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$)	34	0
Muestras salinas* ($CE \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$)	----	34
Muestras sódicas ($RAS > 13$; $PSI > 15$):		
RAS _{or}	49	9
RAS _{aj}	73	1
RAS _{or} **	----	24
RAS _{or} ***	----	49
PSI _{or(max)} (RAS _{or})	77	10
PSI _{aj(max)} (RAS _{aj})	90	2
PSI _{or(max)} **	----	48
PSI _{or(max)} ***	----	79

*Muestras salinas del extracto en relación 1:5 suelo-agua calculadas a partir del modelo $CE_{1:\theta_{sat}} = 6.435CE_{1:5}$; **Relación de adsorción de sodio del extracto en relación 1:5 suelo-agua calculado por el modelo $RAS_{or(1:\theta_{sat})} = 1.556RAS_{or(1:5)}$; ***Relación de adsorción de sodio de los extractos en relación 1:5 suelo-agua estimados utilizando los modelos: $(Ca^{2+} + Mg^{2+})_{1:\theta_{sat}} = 8.018(Ca^{2+} + Mg^{2+})_{1:5}$ ($R^2 = 0.82$); $Na_{1:\theta_{sat}} = 5.617Na_{1:5}$ ($R^2 = 0.952$). Para el PSI_{max} se utilizó el coeficiente de selectividad iónica de Gapon $K_G = 0.0168999$.

Esto puede apreciarse claramente en el Cuadro 8, donde, por medio de la $RAS_{or(1:\theta sat)}$ y $RAS_{aj(1:\theta sat)}$ se detectaron 49 y 73 muestras con $RAS > 13$, mientras que para $RAS_{or(1:5)}$ fueron nueve muestras y para $RAS_{aj(1:5)}$ solo una muestra. En el PSI_{max} calculado por medio de la RAS_{or} ($PSI_{or(max)}$) y la RAS_{aj} ($PSI_{aj(max)}$) en el extracto 1: θsat , se obtuvieron 77 y 90 muestras con $PSI > 15$; en el extracto 1:5 se encontraron 10 muestras para el $PSI_{or(max)}$ y dos muestras en el $PSI_{aj(max)}$.

Con base a los resultados mostrados en el Cuadro 8, es evidente que, al evaluar las condiciones de salinidad y sodicidad de los suelos por medio del extracto 1:5, es necesario utilizar modelos predictivos específicos de cada región, para poder convertirlos en valores equivalentes del extracto 1: θsat y así, relacionar los resultados con la respuesta de los cultivos. En la CE del extracto 1:5 no se presentaron $CE > 4 \text{ dS m}^{-1}$, al utilizar el modelo $CE_{1:\theta sat} = 6.435CE_{1:5}$, se detectaron las mismas muestras salinas en los dos extractos.

No obstante, para la evaluación de la sodicidad, con la ecuación $RAS_{or(1:\theta sat)} = 1.556RAS_{or(1:5)}$, no se obtuvieron resultados satisfactorios, solo se detectaron 24 muestras con $RAS > 13$ contra 49 obtenidas en el extracto 1: θsat , lo cual, ocurrió de manera similar al predecir el $PSI_{or(max)}$ con este mismo modelo, 48 muestras presentaron $PSI > 15$, mientras que en el extracto 1: θsat fueron 77 muestras (Cuadro 8). Sin embargo, al aplicar los modelos $(Ca^{2+} + Mg^{2+})_{1:\theta sat} = 8.018(Ca^{2+} + Mg^{2+})_{1:5}$ ($R^2 = 0.82$) y $Na_{1:\theta sat} = 5.617Na_{1:5}$ ($R^2 = 0.95$), y calcular la RAS_{or} , se obtuvo el mismo número de muestras con $RAS > 13$ y dos muestras más con $PSI > 15$ que en el extracto 1: θsat (Cuadro 8), no obstante, el 18% de las muestras sódicas en el extracto 1: θsat (14 muestras), no fueron detectadas como sódicas ($PSI > 15\%$) en el extracto 1:5 utilizando estos modelos, aunque, su PSI en general fue mayor a 10%.

Cabe señalar, que el PSI calculado por medio de la ecuación $PSI = \frac{K_G RAS 100}{1 + K_G RAS}$ puede adquirir diversos valores de PSI a partir de un mismo valor de RAS , estas variaciones en los suelos están en función de la K_G , la cual, expresa la complejidad de las estructuras cristalo-químicas de los sistemas arcillosos y orgánicos coloido-dispersos de los suelos (Velazquez-Machuca *et al.*, 2002).

En la Figura 38 se consideraron todas las soluciones obtenidas en esta investigación (suelos y aguas) como soluciones electrolíticas que pueden estar presentes en los suelos, en ella, puede observarse las variaciones del PSI, con respecto a la estructura mineralógica para los distintos valores de la RAS de las soluciones de los suelos.

De acuerdo a Shainberg y Letey (1984), Halliwell *et al.* (2001) y Qadir y Shubert, 2002, los valores del PSI en el intervalo de 0 a 30 son casi iguales a los valores de la RAS. En los resultados mostrados en la Figura 38, esto concuerda para los suelos de textura media a fina, sin embargo, para la textura gruesa los valores del PSI se presentaron considerablemente más bajos que su respectivo valor de la RAS. Al respecto, Kopittke *et al.* (2006) mencionan que el grado del incremento del PSI depende del tipo y contenido de arcilla y de la fuerza iónica de la solución.

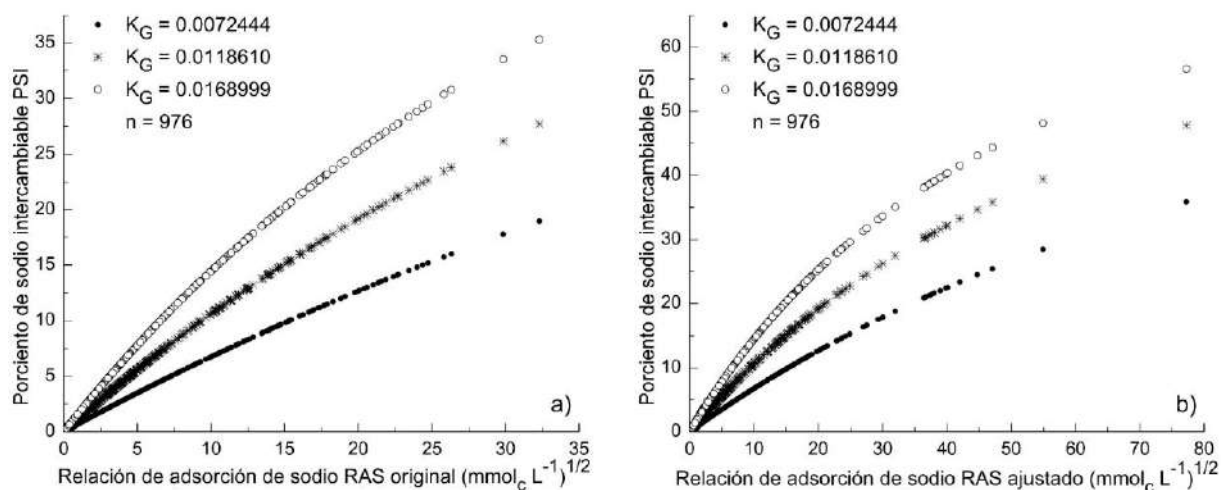


Figura 38. Relación PSI-RAS_{or} (a) y PSI-RAS_{aj} (b) de las muestras de suelo y aguas freáticas del primer y segundo muestreo en la llanura del río San Pedro, Nayarit (se omitieron los valores de RAS_{aj} negativos).

El PSI está relacionado con la posible modificación de la estructura del suelo (pérdida paulatina de la permeabilidad, dispersión y expansión de los sistemas arcillosos) (Chaudhari, 2001; Pérez-Molina, 2019; Camacho-Ballesteros *et al.*, 2020), en la Figura 39 se presenta la reducción de la infiltración de las soluciones de suelos y aguas obtenidos en el presente estudio.

La permeabilidad del suelo depende del PSI y de la concentración de sales en la solución (Quirk y Schofield, 1955; Quirk, 2001), la mayor parte de los resultados se encontraron con una $RAS < 10$ (Figura 39), sin embargo, por debajo de este valor, puede generarse desde una reducción ligera o moderada hasta una reducción severa. Esta última, ocurre principalmente en soluciones de baja mineralización, donde se encuentran la mayor parte de los extractos 1:5 y en menor proporción los de 1: θ_{sat} .

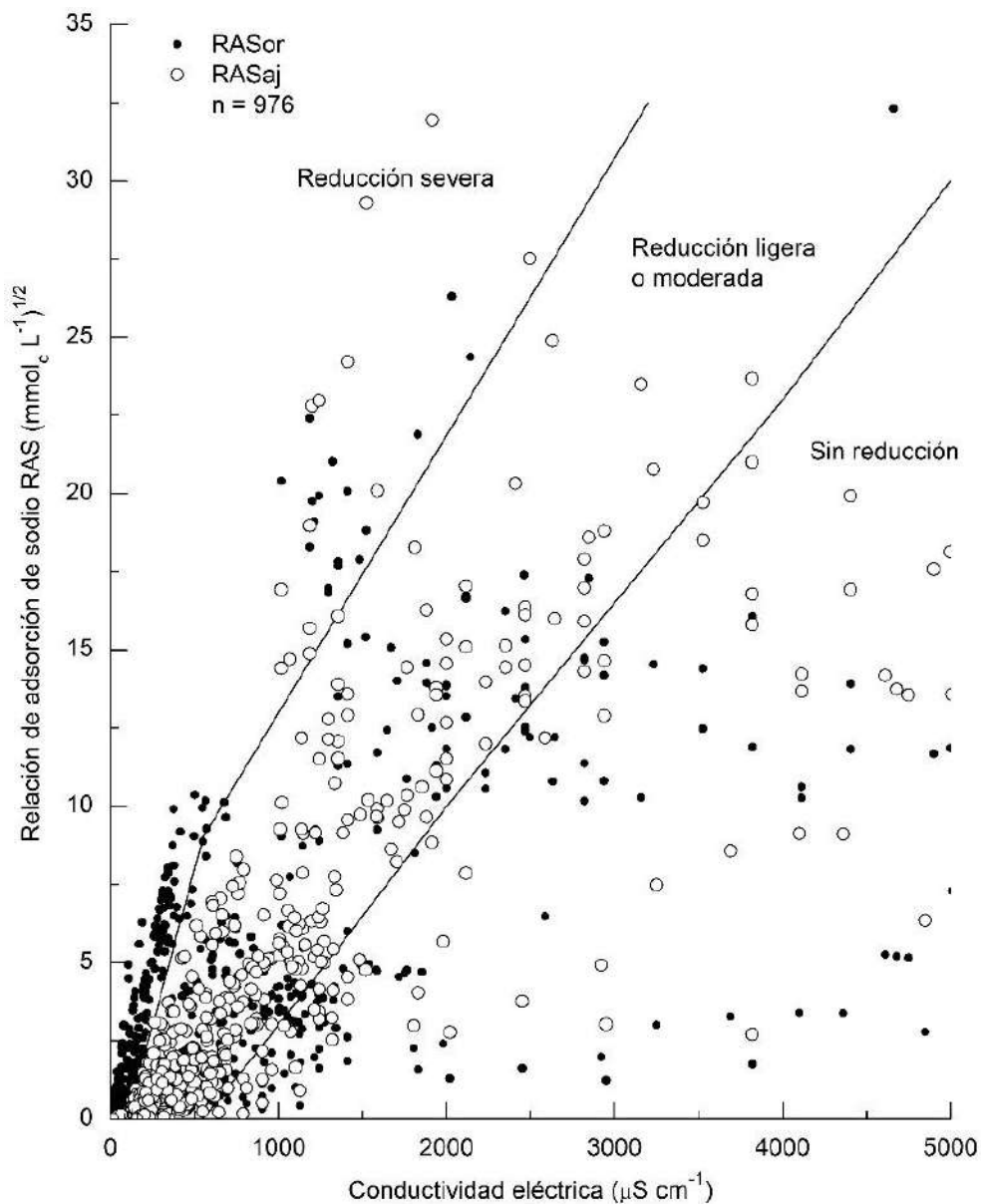


Figura 39. Reducción de la infiltración provocada por la salinidad y la RAS de las soluciones de aguas y suelos (extractos 1: θ_{sat} ; 1:5) de la llanura del río San Pedro, Nayarit.

Con base a la Figura 39, un determinado valor de PSI representa más riesgo al suelo a medida que su CE es menor, Qadir *et al.* (2006, 2007) mencionan que el impacto del Na^+ es mayor en la reducción de la conductividad hidráulica entre más baja sea su CE, de acuerdo a Quirk y Schofield (1955), Agassi *et al.* (1981), Ayers y Westcot (1987), Halliwell *et al.* (2001) y Lado y Ben-Hur (2004), a bajo PSI puede ocurrir dispersión de las arcillas debido a que la concentración de la solución del suelo permanece por debajo del valor crítico de floculación. Sin embargo, si la concentración está por encima del valor crítico umbral, la permeabilidad puede mantenerse incluso a valores elevados de PSI (Halliwell *et al.*, 2001; López-García *et al.*, 2016). Los problemas de infiltración pueden revertirse o mejorar con la adición de iones divalentes, biorremediación (Qadir y Oster, 2002; Qadir y Shubert, 2002; Qadir *et al.*, 2006), o bien, con la incorporación de agua de mayor concentración electrolítica, sin embargo, en esta última, debe considerarse el riesgo de salinización. Cuando se presenta la formación de una costra impermeable en la superficie de los suelos, esta solo puede destruirse por medios mecánicos (Frenkel y Hadas, 1981).

Por otra parte, desde el punto de vista de la química de electrolitos, las soluciones de suelos y aguas obtenidas en esta investigación, independientemente del tipo de solución (extracto 1:θ_{sat}, 1:5 o agua freática), son soluciones electrolíticas polares heterogéneas, que están regidas por diversas leyes que se deben observar en el manejo y determinación de los diferentes electrolitos. De manera que, las soluciones son electro neutrales, es decir que la concentración total de cationes y aniones son iguales, su distribución ocurre de manera homogénea en todo el cuerpo de la solución y la concentración total de los iones, están altamente relacionadas con la CE. Estos electrolitos obtenidos en los extractos 1:θ_{sat}, 1:5 y en las aguas freáticas, se originaron de los diversos componentes del suelo (sales solubles, sales adsorbidas, compuestos precipitados y los iones intercambiables) con los cuales, se encontraban en equilibrio en diversas cantidades de agua. No obstante, sin importar la cantidad de agua presente, la asociación de las moléculas en la solución siempre será de manera equivalente, además, el paso de una sal a otra o la cantidad disociada de cierta sal, ocurrirá cumpliendo la ley de acción de masas. En la Figura 40 puede observarse la estrecha relación entre las soluciones de los extractos 1:θ_{sat}, 1:5 y aguas freáticas obtenidas en esta investigación.

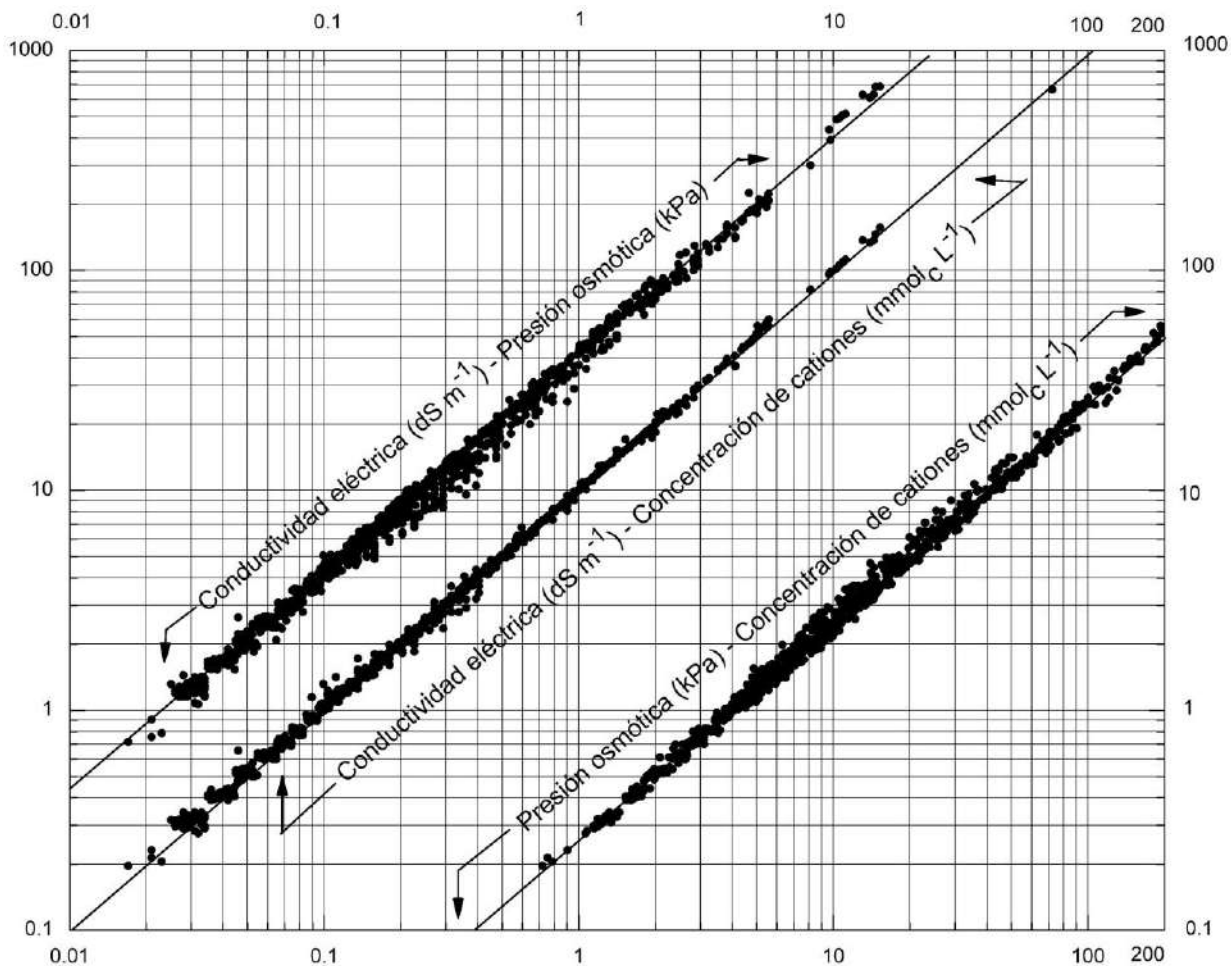


Figura 40. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (kPa); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (kPa) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), de las muestras de suelo (extractos 1:0sat; 1:5) y aguas freáticas del primer y segundo muestreo en la llanura del río San Pedro, Nayarit ($n=976$).

7.4 CONCLUSIONES

El grado de afectación por sales en suelos y aguas de la llanura de la cuenca del río San Pedro, tiene estrecha relación con su cercanía a las zonas de intrusión de sales del sistema marino, la zona más afectada fue en la parte noroccidente de la cuenca, donde, existe una fuerte influencia por los sistemas lagunares costeros.

Con base al extracto de saturación, la concentración total de sales en los sitios muestreados fue de 0.002 a 1.70%, los coeficientes en sus relaciones funcionales $\text{mg L}^{-1} = \alpha f C E_{\text{dS m}^{-1}}$,

$mmol_c L^{-1} = \alpha fCE_{dS m^{-1}}$ y $PO_{kPa} = \alpha fCE_{dS m^{-1}}$ fueron $\alpha=546.55$, 9.47 y 41.498 respectivamente.

El extracto en relación 1:5 suelo-agua extrajo más sales (0.006-2.79%) que el extracto 1:θsat, el grado de diferencia entre ambos extractos, mostró una dependencia de la composición mecánica de cada suelo en particular (porcentaje de saturación).

La relación $PSI - RAS_{or} - RAS_{aj}$ permitió conocer los diferentes valores del PSI que puede adquirir un suelo a partir de las distintas formulaciones de la RAS. El cálculo de la RAS_{aj} es importante para predecir el PSI considerando la precipitación de la calcita, sin embargo, esta ecuación solo resultó útil para el extracto 1:θsat.

La relación funcional $CE_{1:\theta sat} = \alpha fCE_{1:5}$ obtuvo un coeficiente de $\alpha=6.435$, con base a la alta correlación presentada, puede ser utilizada para la predicción de la $CE_{1:\theta sat}$ en los suelos de la llanura del río San Pedro, Nayarit. La evaluación de la salinidad por este método resulta más rápida, reproducible y requiere de menor tiempo en la obtención de los extractos, incluso, puede ser útil para el monitoreo y valoración de la salinidad en campo. En la evaluación de la sodicidad a partir del extracto 1:5, el cálculo de la RAS por medio de las ecuaciones $(Ca^{2+} + Mg^{2+})_{1:\theta sat} = 8.018(Ca^{2+} + Mg^{2+})_{1:5}$ ($R^2 = 0.82$) y $Na_{1:\theta sat} = 5.617Na_{1:5}$ ($R^2 = 0.95$) presentaron los mejores resultados. No obstante, es necesario trabajos adicionales para aumentar la precisión de las estimaciones a partir del extracto 1:5, en especial en la valoración de la sodicidad. Es imprescindible investigar otras relaciones suelo-agua preferentemente con menor contenido de agua (1:1 y 1:2), que puedan tener un menor impacto en la RAS por la disolución de las sales menos solubles como la calcita y el yeso, así como incluir muestras de otras regiones agrícolas del estado de Nayarit, México.

7.5 LITERATURA CITADA

Aboukila, E.F., Norton, J.B. 2017. Estimation of saturated soil paste salinity from soil-water extracts. Soil Science, 182:107-113.

- Agassi, M., Shainberg, I., Morin, J. 1981. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Science Society of America Journal*, 45:848–851.
- Al-Busaidi, A.S., Cookson, P. 2003. Salinity-pH relationships in calcareous soils. *Agricultural and Marine Science*, 8:41-46.
- Ali, R., Elliott, R. L., Ayars, J. E., Stevens, E. W. 2000. Soil salinity modeling over shallow water tables. II: Application of LEACHC. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 126(4):234–242.
- APHA (American Public Health Association). 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. 22nd Edition. APHA, AWWA, WEF. Washington, DC, USA.
- Aringhieri, R. 2010. The salt problema in soil: an overview. *EQA, Environmental quality*, 5(2010):15-22.
- Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1987. Water quality and use in agriculture. FAO Irrigation and drainage 29 Rev. 1. FAO. Rome, Italy. ISBN: 92-5-102263-1.
- Barrett-Lennard, E.G., Anderson, G.C., Holmes, K.W., Sinnott, A. 2016. High soil sodicity and alkalinity cause trasient salinity in south-western Autralia. *Soil Research*, 54(4):407-417.
- Bajwa, M. S., Hira, G. S., Singh, N. T. 1983. Effect of sodium and bicarbonate irrigation waters on sodium accumulation and on maize and wheat yields in Northern India. *Irrigation Science*, 4(3):191–199.
- Ben-Gal, A., Borochoy-Neori, H., Yermiyahu, U., Shani, U. 2009. Is osmotic potencial a more appropriate property than electrical conductivity for evaluating whole-plant response to salinity?. *Environmental and Experimental Botany*, 65(2009):232-237.
- Berlanga, R.C., García, C.R., López, B.J., Ruiz, L.A. 2010. Patrones de cambio de cobertura y usos del suelo en la región costa norte de Nayarit (1973-2000). *Investigaciones Geográficas, Boletín de Geografía, UNAM*, (72):7-22.

- Bless, A.E., Colin, F., Crabit, A., Devaux, N., Philippon, O., Follain, S. 2018. Landscape evolution and agricultural land salinization in coastal area: A conceptual model. *Science of the Total Environment*, 625:647-656.
- Bojórquez, I., O. Nájera, A. Hernández, F. Flores, A. González, D. García, y A. Madueño. 2006. Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). *Cultivos Tropicales*, 27(4):19-26.
- Bojórquez, I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A., Bugarín, R. 2007. Características de los suelos cambisoles y fluvisoles de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 28(1):19-24.
- Bojórquez, I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A., Bugarín, R. 2008. Características de los suelos de las barras paralelas, playas y dunas de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 29(1):37-42.
- Boulbaba, A., Marzouk, L., ben Rabah, R., Najet, S. 2012. Variation of natural soil salinity in an arid environment using underground watertable effects on salinization of soils in irrigation perimeters in south Tunisia. *International Journal of Geosciences*, 3:1040-1047.
- Bower, C. A., Wilcox, L. V., Akin, G. W. y Keyes, M G. 1965. An Index of the tendency of CaCO_3 to precipitate from irrigation waters. *Soil Science Society Proceeding*, 29(1):91-92.
- Burger F., Čelková A. 2003. Salinity and sodicity hazard in water flow processes in the soil. *Plant Soil Environ.*, 49:314-320.
- Butcher, K., Wick, A.F., DeSutter, T., Chatterjee, A., Harmon, J. 2016. Soil salinity: a threat to global food security. *Agronomy Journal*, 108:2189-2200.
- Callaghan, M.V., Cey, E.E., Bentley, L.R. 2016. Adjustment of soil saturated paste extract electrical conductivity and sodium adsorption ratio for excess gypsum dissolution using equilibrium geochemical modeling. *Soil Science Society of America Journal*, 80:878-887.
- Camacho-Ballesteros, A., Ortega-Escobar, H.M., Sánchez-Bernal, E.I., Can-Chulim, A. 2020. Indicadores de calidad físico química de las aguas residuales del estado de Oaxaca, México. *Terra Latinoamericana*, número especial 38-2:361-375.

- Campbell, R.B., Bower, C.A., Richards, L.A. 1949. Change of electrical conductivity with temperatura and the relation of osmotic pressure to electrical conductivity and ion concentration for soil extracts. *Soil Science Society of America Journal*, 13(C):66-69.
- Chaudhari, S.K. 2001. Saturated hydraulic conductivity, dispersion, swelling, and exchangeable sodium percentage of different textured soils as influenced by water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(15-16):2439–2455.
- Chernousenko, G.I., Kurbatskaya, S.S. 2017. Soil salinization in different natural zones of intermontane depressions in Tuva. *Eurasian Soil Science*, 50(11):1255-1270.
- Chernousenko, G. I., Oreshnikova, N. V., Ukrainitseva, N. G. 2001. Soil Salinization in Coastal Areas of the Arctic and Pacific Regions of Rusia. *Eurasian Soil Science*, 34(10):1062-1076.
- Chi, C.M., Wang, Z.C. 2010. Characterizing salt-affected soils of Songnen plain using saturated paste and 1:5 soil-to-water extraction methods. *Arid Land Research and Management*, 24:1-11.
- Clicom, 2020. Base de datos climatológica nacional (sistema CLICOM). Recuperado 11 de marzo de 2020, website: <http://clicom-mex.cicese.mx/>.
- Cisneros, A.R. 2011. Provenance and origin of Holocene beach ridge and modern beach sands from the costa de Nayarit, western Mexico. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Tesis de maestría.
- Curry, J. R., Emmel, F. y Crampton, P. 1969. Holoceno history of strand plain, lagoonal coast, Nayarit, Mexico. *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*, UNAM–UNESCO, p. 63–100, México, D.F.
- Egorov, V.V., Kovda, V.A. 1973. Chemistry of saline and alkali soils of arid zones. *In*: FAO, 1973. *Irrigation, drainage and salinity. An international source book* FAO/UNESCO.
- Eldeiry, A. A., & Garcia, L. A. 2011. Using Indicator Kriging Technique for Soil Salinity and Yield Management. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 137(2):82–93.
- Eldeiry, A. A., Garcia, L. A. 2012. Using Disjunctive Kriging as a Quantitative Approach to Manage Soil Salinity and Crop Yield. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138(3):211–224.

- Endo, T., Yamamoto, S., Honna, T., Eneji, A.E. 2002. Sodium-calcium exchange selectivity as influenced by clay minerals and composition. *Soil Science*, 167(2):117-125.
- Evangelou, V.P., Marsi, M. 2003. Influence of ionic strength on sodium-calcium exchange of two temperate climate soils. *Plant and Soil*, 250:307-313.
- FAO, 1988. Salt-affected soils and their management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. FAO soils bulletin 39.
- Fathizad, H., Ali Hakimzadeh Ardakani, M., Sodaiezhadeh, H., Kerry, R., Taghizadeh-Mehrjardi, R. 2020. Investigation of the spatial and temporal variation of soil salinity using random forests in the central deserts of Iran. *Geoderma*, 365(2020):114233.
- Fernández-Buces, N., C. Siebe, S. Cram, and J.L. Palacio. 2006. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former Lake Texcoco, Mexico. *J. Arid Environ.* 65:644–667.
- Frenkel, H., Goertzen, J. O., Rhoades, J. D. 1978. Effects of Clay Type and Content, Exchangeable Sodium Percentage, and Electrolyte Concentration on Clay Dispersion and Soil Hydraulic Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 42(1):32.
- Frenkel, H., Hadas, A. 1981. Effects of tillage and gypsum incorporation on rain runoff and crust strength in field soils irrigated with saline-sodic water. *Soil Science Society of American Journal*, 45:156-159.
- Frenkel, H., Alperovitch, N. 1984. The effect of mineral weathering and soil solution concentration on ESR-SAR relationships of arid and semi-arid zone soils from Israel. *Journal of Soil Science*, 35:367-372.
- George, R.J., McFarlane, D.J., Nulsen, R.A. 1997. Salinity threatens the viability of agriculture and ecosystems in Western Australia. *Hydrogeology*, 5:6-21.
- González, G.A., Bojórquez, S.I., Nájera, G.O., García, P.J., Madueño, M.A., Flores, V.F. 2009. Regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 69:21-32.

- Halliwell, D.J., Barlow, K.M., Nash, D.M. 2001. A review of the effects of wastewater sodium on soil physical properties and their implications for irrigation systems. *Australian Journal of Soil Research*, 39(6):1259-1267.
- He, Y., DeSutter, T., Hopkins, D., Wysocki, X.J.D. 2013. Predicting EC_e of the saturated paste extract from value of $CE_{1:5}$. *Canadian Journal of Soil Science*, 93(2013):585-594.
- He, Y., DeSutter, T. M., Hopkins, D. G., Wysocki, D. A., Clay, D. E. 2015. Relationship between 1:5 soil/water and saturated paste extract sodium adsorption ratios by three extraction methods. *Soil Science Society of America Journal*, 79(2):681-687.
- Herczeg, A. L., Dogramaci, S. S., Leaney, F. W. J. 2001. Origin of dissolved salts in a large, semi-arid groundwater system: Murray basin, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 52(1):41-52.
- Herrero, J., Weindorf, D. C., Castañeda, C. 2015. Two fixed ratio dilutions for soil salinity monitoring in hypersaline wetlands. *PLOS ONE*, 10(5):e0126493.
- Hnilíčková H., Hnilička F., Martinková J., Kraus K. 2017. Effects of salt stress on water status, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of rocket. *Plant Soil Environ.*, 63:362–367.
- Hogg, T.J., Henry, J.L. 1984. Comparison of 1:1 and 1:2 suspensions and extracts with the saturation extract in estimating salinity in Saskatchewan soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 64:699-704.
- Hossain, M. S., Rahman, G. K. M. M., Solaiman, A. R. M., Alam, M. S., Rahman, M. M., Mia, M. A. B. 2020. Estimating electrical conductivity for soil salinity monitoring using various soil-water ratios depending on soil texture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1–10.
- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Nayarit 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).
- Jurinak, J.J., Amrhein, C., Wagenet, R.J. 1984. Sodic Hazard: the effect of SAR and salinity in soils and overburden materials. *Soil Science*, 137(3):152-159.
- Kamran, M., Parveen, A., Ahmar, S., Malik, Z., Hussain, S., Chattha, M. S., Saleem, M.H., Adil, M., Heidari, P., Chen, J. T. 2019. An overview of hazardous impacts of soil salinity

- in crops, tolerance mechanisms, and amelioration through selenium supplementation. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(1):148.
- Kargas, G., Chatzigiakoumis, I., Athanasios, K., Spiliotis, D., Massas, I., Kerkides, P. 2018. Soil salinity assessment using saturated paste and mass soil:water 1:1 and 1:5 ratios extracts. *Water*, 10:1589.
- Kargas, G., Chatzigiakoumis, I., Athanasios, K., Spiliotis, D., Kerkides, P. 2018a. An investigation of the relationship between the electrical conductivity of the soil saturated paste extract E_{Ce} with the respective values of the mass soil/water ratios 1:1 and 1:5 (CE_{1:1} and EC_{1:5}). *Proceedings*, 2:661.
- Khorsandi, F., Yazdi, F.A. 2007. Gypsum and texture effects on the estimation of saturated paste electrical conductivity by two extraction methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38:1105-1117.
- Khorsandi, F., Yazdi, F.A. 2011. Estimation of saturated paste extracts' electrical conductivity from 1:5 soil/water suspension and gypsum. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42:315-321
- Kopittke, P.M., So, H.B., Menzies, N.W. 2006. Effect of ionic strength and clay mineralogy on Na-Ca exchange and the SAR-ESP relationship. *European Journal of Soil Science*, 57:626-633.
- Korolyuk, T. V. 2015. Soil forming factors: Their role in the formation of saline soils on the plains of Western and Central Ciscaucasia. *Eurasian Soil Science*, 48(7):689-700.
- Kovda, V.A., Egorov, V.V., Hills, N.S. 1973. Landscapes in relation to irrigation, drainage and salinity. *In: FAO, 1973. Irrigation, drainage and salinity. An international source book FAO/UNESCO.*
- Lado, M., Ben-Hur, M. 2004. Soil mineralogy effects on seal formation, runoff and soil loss. *Applied Clay Science*, 24(3-4):209–224.
- Langelier, W. F. 1936. The analytical control of anti-corrosion water treatment. *Journal of American Water Works Assessment*. 28:1500-1521.

- Lanza, E.G., Sánchez, S.N., Sorani, V., Bojórquez, T.J. 1996. Características geológicas, hidrológicas y del manglar en la planicie costera de Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas Boletín*, 32:33-54.
- Litalien, A., Zeeb, B. 2020. Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plant-base strategies for sustainable mitigation. *Science of the Total Environment* 698(2020):134235.
- López-García, A. D., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Sánchez-Bernal, E. I., Can-Chulim, A., Gómez-Meléndez, D. J. y Vázquez-Alvarado, R. E. 2016. Caracterización fisicoquímica del agua residual urbano-industrial y su importancia en la agricultura. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(6):139-157.
- Martínez-Rodríguez, O.G., Can-Chulim, A., Ortega-Escobar, M., Cruz-Crespo, E., Bojórquez, I. García-Paredes, J.D. 2020. Calidad del agua para uso agrícola del río San Pedro en Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3):619-633.
- McIntyre, D.S. 1979. Exchangeable sodium, subplasticity and hydraulic conductivity of some Australian soils. *Australian Journal of Soil Research* 17:115–120.
- Miller, J. J., Brierley, J. A. 2011. Solonetzic soils of Canada: Genesis, distribution, and classification. *Canadian Journal of Soil Science*, 91(5):889–902.
- Minhas, P.S., Ramos, T.B., Ben-Gal, A., Pereira, L.S. 2020. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. *Agricultural Water Management* 227(2020):105832.
- Monteleone, M., Lacolla, G., Caranfa, G., Cucci, G. 2016. Indirect Measurement of Electrical Conductivity and Exchangeable Cations on Soil Water Extracts. *Soil Science*, 181:465-471.
- Moore, C. L., Jenkins, B. R., Cowood, A. L., Nicholson, A., Muller, R., Wooldridge, A., Cook, W., Wilford, J.R., Winkler, M., Harvey, K. 2017. Hydrogeological Landscapes framework: a biophysical approach to landscape characterisation and salinity hazard assessment. *Soil Research*, 56:1-18.

- Narváez, M. H., Combatt, C. E., Bustamante, B. I. 2014. Distribución espacial de la salinidad en suelos del área de influencia de la desembocadura del río Sinú (Córdoba – Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17(2):433-443.
- Novikova, A. F., Pankova, E. I., Kontoboitseva, A. A. 2011. Zonal, provincial, lithological, and geomorphic features of soil salinization in the Southern federal okrug of Russia. *Eurasian Soil Science*, 44(8):848–861.
- Otero, L., Alden, F., Gálvez, V., Morales, R., Sánchez, I., Labaut, M., Vento, M., Cintra, M. y Rivero, L. 2007. Caracterización y evaluación de la salinidad. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Suelos, Cuba, 1-9.
- Paliwal, K.V., Gandhi, A.P. 1976. Effect of salinity, SAR, Ca:Mg ratio in irrigation water, and soil texture on the predictability of exchangeable sodium percentage. *Soil Science*, 122(2):85-90.
- Patel, R. M., Prasher, S. O., Bonnell, R. B., Broughton, R. S. 2002. Development of Comprehensive Soil Salinity Index. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 128(3):185-188.
- Pérez-Díaz, J.P., Ortega-Escobar, H.M., Ramírez-Ayala, C., Flores-Magdaleno, H., Sánchez-Bernal, I., Can-Chulim, A., Mancilla-Villa, O.R. 2019. Risk of salinization and sodification of irrigated soils in the Lerma River basin. *Acta Universitaria*, 29:e2066.
- Pérez-Molina, A. 2019. Riesgo de sodicidad en los suelos de Cantón Milagro, Guayas-Ecuador en época de estiaje. *Rev. Politec.* 42:15-22.
- Pratt, P. F., Bair, F. L. 1969. Sodium Hazard of Bicarbonate Irrigation Waters. *Soil Science Society of America Journal*, 33(6):880-883.
- Qadir, M., Oster, J. 2002. Vegetative bioremediation of calcareous sodic soils: history, mechanisms, and evaluation. *Irrigation Science*, 21(3):91–101.
- Qadir, M., Schubert, S. 2002. Degradation processes and nutrient constraints in sodic soils. *Land Degradation & Development*, 13(4):275-294.

- Qadir, M., Noble, A. D., Schubert, S., Thomas, R. J., Arslan, A. 2006. Sodicty-induced land degradation and its sustainable management: problems and prospects. *Land Degradation & Development*, 17(6):661-676.
- Qadir, M., Oster, J. D., Schubert, S., Noble, A. D., Sahrawat, K. L. 2007. Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. *Advances In: Agronomy*, 197-247.
- Quirk, J. P. 2001. The significance of the threshold and turbidity concentrations in relation to sodicity and microstructure. *Australian Journal of Soil Research*, 39(6):1185-1217.
- Quirk, J.P., Schofield, R.K. 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *Journal of Soil Science*, 6(2):163-178.
- Rashidi, M., Seilsepour, M. 2011. Prediction of soil sodium adsorption ratio based on soil electrical conductivity. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 8(2):379-383.
- Richards, L. A. 1990. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual núm. 60. Sexta reimpresión. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Laboratorio de Salinidad. México, DF: Limusa.
- Seilsepour, M., Rashidi, M., Khabbaz, B.G. 2009. Prediction of soil exchangeable sodium percentage based on soil sodium adsorption ratio. *American-Euroasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 5(1):01-04.
- Shahid, S., Rehman, K. 2011. Soil salinity development, classification, assessment and management in irrigated agriculture. *In: Handbook of Plant and Crop Stress*, 23-39.
- Shainberg, I., Oster, J.D., Wood, J.D. 1980. Na/Ca exchange in montmorillonite and illite suspensions: Effect of a salt concentration and exchanger composition. *Soil Science Society of American Journal*, 44:960-964.
- Shainberg, I., Letey, J. 1984. Response of soils to sodic and saline conditions. *Hilgardia* 52:1-57.
- Shirokova, Y., Forkutsa, I., Sharafutdinova, N. 2000. Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in Central Asia. *Irrigation and Drainage Systems*, 14:199-205.

- Shrivastava, P., Kumar, R. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22:123-131.
- Slavich, P.G., Petterson, G.H. 1993. Estimating the electrical conductivity of saturated paste extracts from 1:5 soil:water suspensions and textura. *Australian Journal of Soil Research*, 31:73-81.
- Sonmez, S., Buyuktas, D., Okturen, F., Citaj, S. 2008. Assessment of different soil to water ratios (1:1, 1:2.5, 1:5) in soil salinity studies. *Geoderma*, 144:361–369.
- Sposito, G. y Mattigod, S. V. 1977. On the chemical foundation of the sodium adsorption ratio. *Soil Science Society of American Journal*, 41:323-329.
- Suarez, D.L., Jurinak, J.J. 2012. The chemistry of the salt-affected soils and waters. In: Wallender, W.W. and K.K. Tanji (eds.), *ASCE manual and Reports on Engineering Practice No. 71 Agricultural Salinity Assessment and Management*. Reston, VA:ASCE. 57-88.
- Sumner, M.E., Rengasamy, P., Naidu R. 1998. Sodic soils: a reappraisal. In *Sodic Soil: Distribution, Management and Environmental Consequences*, Sumner ME, Naidu R (eds). Oxford University Press: New York; 3-17.
- Swanhart, S., Weindorf, D.C., Chakraborty, S., Bakr, N., Zhu, Y., Nelson, C., Shook, K., Acree, A. 2014. Soil salinity measurement via portable X-ray fluorescence spectrometry. *Soil Science*, 179(9):417-423.
- Van de Craats, D., van der Zee SEATM., Sui, C., van Asten, P.J.A, Cornelissen, P., Leijnse, A. 2020. Soil sodicity originating from marginal groundwater. *Vadose Zone Journal*, 19:e20010.
- Velázquez-Machuca, M.A., Ortega-Escobar, M., Martínez-Garza, A., Kohashi-Shibata, J. y García-Calderón, N. 2002. Relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales y suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Terra*, 20(4):459-464.
- Wu, Y., Wang, Y., Xie, X. 2014. Spatial occurrence and geochemistry of soil salinity in Datong basin, northern China. *Journal of Soils and Sediments*, 14:1445-1455.

- Xia, J., Ren, J., Zhang, S., Wang, Y., Fang, Y. 2019. Forest and grass composite patterns improve the soil quality in the coastal saline-alkali land of the Yellow River Delta, China. *Geoderma*, 349:25–35.
- Xian, X., Pang, M., Zhang, J., Zhu, M., Kong, F., Xi, M. 2019. Assessing the effect of potential water and salt intrusion on coastal wetland soil quality: simulation study. *Journal of Soils and Sediments* 19:2251–2264.
- Zhang, H., Schroder, J.L., Pittman, J.J., Wang, J.J., Payton, M.E. 2005. Soil salinity using saturated paste and 1:1 soil to water extracts. *Soil Science Society of America Journal*, 69:1146-1151.
- Zhang, T., Zhao, G., Chang, C., Wang, Z., Li, P., An, D., Jia, J. 2015. Information extraction method of soil salinity in typical areas of the Yellow River delta base don landsat imagery. *Agricultural Sciences*, 6:71-77.
- Zhang, G.L., Bai, J.H., Xi, M., Zhao, Q.Q., Lu, Q.Q., Jia, J. 2016. Soil quality assessment of coastal wetlands in the Yellow River Delta of China based on the minimum data set. *Ecol Indic*, 66:458–466.
- Zhang, H., Pang, H., Zhao, Y., Lu, C., Liu, N., Zhang, X., Li, Y. 2020. Water and salt exchange flux and mechanism in dry saline soil amended with buried straw of varying thicknesses. *Geoderma*, 365(2020):114213.
- Zhou, J., Chen, B., Yu, W.W., Huang, H. 2011 Study on coastal wetland habitat quality evaluation in Quanzhou Bay, Fujian, China. *Acta Ecology Sinica*, 31:264–270.
- Zhu, Y., A. Ali, A. Dang, A. P. Wandel and J. McL. Bennett. 2019. Re-examining the flocculating power of sodium, potassium, magnesium and calcium for a broad range of soils. *Geoderma* 352:422-428.

8. CAPÍTULO III. FERTILIDAD E ÍNDICE DE CALIDAD DEL SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT

RESUMEN

El área agrícola de la cuenca del río San Pedro en Nayarit es una llanura costera con suelos de origen aluvial, sometidos a inundación, deposición y a diferentes procesos que controlan el aporte de nutrientes y la fertilidad del suelo. En esta investigación se diagnosticó y determinó la fertilidad y el índice de calidad del suelo (SQI). Se realizaron muestreos a 30 cm de profundidad en 38 sitios en junio de 2017 y en 45 en 2018. Se midió pH, CE, textura, Da, CO, MO, N inorgánico, P, CIC y bases intercambiables. El pH media, máximo y mínimo fue de 5.78, 8.15 y 3.28. La CE media fue de 1.39 dS m⁻¹ e indica que no existen problemas de salinidad. El 73% de los sitios fueron de textura gruesa a media. Los valores media, máximo y mínimo fueron para MO 1.58, 3.02 y 0.65%; N 22.5, 43.6 y 3.5; P 32.5, 67.4 y 1.4; K 0.45, 0.69 y 0.11 mg kg⁻¹. A excepción del sitio P25 del primer muestreo y los sitios P4 y P21 del segundo, el resto de los sitios con SQI bajo ubicados al pie de montaña de la SMO, son suelos ácidos con pH entre 3.28-5.18, de baja fertilidad. La cuenca tiene un nivel de fertilidad medio, SQI media de 0.64, máximo 0.81 y mínimo 0.33; el 17% de los sitios tuvieron una fertilidad baja, 42% media, 36% moderadamente alta y 5% alta. La distribución del SQI demuestra que en la llanura superior los suelos son de fertilidad baja a media, en la llanura intermedia y baja son de media a alta, y en las partes de menor altura, la fertilidad está limitada por la interacción entre el sistema continental y el marino que salinizan los suelos.

Palabras clave: *Suelos aluviales, Cambisoles, Fluvisoles*

SUMMARY

The agricultural area of the San Pedro river basin in Nayarit is a coastal plain with alluvial soils, subject to flooding, deposition and different processes that control nutrient input and soil fertility. In this investigation, fertility and soil quality index (SQI) were diagnosed and determined. Samples were made at a depth of 30 cm at 38 sites in June 2017 and 45 in 2018. pH, EC, texture, Da, CO, MO, inorganic N, P, CIC and exchangeable bases were measured. The average, maximum and minimum pH was 5.78, 8.15 and 3.28. The mean CE was 1.39 dS m⁻¹

and indicates that there are no salinity problems. Soil texture was coarse to medium in 73% of sites. The average, maximum and minimum MO values were 1.58, 3.02 and 0.65%; N 22.5, 43.6 and 3.5; P 32.5, 67.4 and 1.4; K 0.45, 0.69 and 0.11 mg kg⁻¹. With the exception of the P25 site of the first sampling and the P4 and P21 sites of the second, the rest of the sites with low SQI located at the foot of the SMO mountains are acidic soils with a pH between 3.28-5.18, of low fertility. The basin has an average fertility level, mean SQI of 0.64, maximum 0.81 and minimum 0.33; 17% of the sites had low fertility, 42% medium, 36% moderately high and 5% high. The SQI distribution demonstrate that the upper plain soils are of low to medium fertility, in the intermediate and low plains they are of medium to high, and in the lower parts, the fertility is limited by the interaction between the continental system and marine who salinize the soil.

Key words: *Alluvial soils, Cambisols, Fluvisols*

8.1 INTRODUCCIÓN

La cuenca del río San Pedro en Nayarit es una llanura costera conformada por suelos de origen aluvial. Los sedimentos que dieron origen a estos suelos fueron transportados por el río a las llanuras y lechos de inundación que conformaron abanicos aluviales. Casi todas las partes de un abanico activo están sujetas a inundación y deposición, lo cual, se considera como el mecanismo principal de transporte de nutrientes entre otras sustancias (Singh *et al.*, 2007). Estos abanicos, de diferentes edades, activas e inactivas, están sometidos a diferentes procesos que controlan la fertilidad del suelo (Bahrami y Ghahraman, 2019). De acuerdo a Rinklebe *et al.* (2007), las llanuras de inundación están entre los sistemas más productivos en el mundo, comúnmente dotados con suelos aluviales fértiles y agua, no obstante, el clima y la procedencia de los sedimentos son factores importantes sobre la fertilidad de estos.

Edelman y Van Der Voorde (1963) mencionan que suelos aluviales en regiones templadas son generalmente ricos en nutrientes minerales, sin embargo, muchos ríos en los trópicos se originan en zonas muy erosionadas y sus depósitos consisten principalmente de cuarzo y otros minerales resistentes, resultando en una baja fertilidad de los sedimentos. Por otra parte, si el material sedimentario proviene de áreas volcánicas recientes, la composición mineral puede ser favorable y una fertilidad natural alta.

La deficiencia nutrimental del suelo, especialmente N, P y K, es uno de los principales factores limitantes en el rendimiento de los cultivos (Khan *et al.*, 2018); sumando la materia orgánica (MO) como proveedor de macronutrientes para las plantas, y mejorador de la estructura del suelo, y el pH relacionado con la absorción de nutrientes; son de los indicadores más frecuentes utilizados como indicadores de la calidad del suelo en las áreas de cultivo (Chen *et al.*, 2020). Además de estos, García *et al.* (2012) agrega el carbono orgánico (CO), la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la conductividad eléctrica (CE) como un grupo mínimo de indicadores para evaluar dicha calidad. Al respecto, Sun *et al.* (2003) para utilizar estos indicadores de manera integral, determinan el índice de calidad del suelo (SQI por su nombre en inglés) como método para evaluar las propiedades del suelo. Chen *et al.* (2020) utilizaron este índice para evaluar el cambio espacial y temporal de la fertilidad del suelo.

El QSI utiliza los diferentes indicadores de calidad del suelo (ICS) que pueden ser las propiedades físicas, químicas y biológicas o procesos que ocurren en él. Un método frecuentemente utilizado para determinar este índice, es el de análisis de componentes principales (ACP) (Qi *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2013; Cheng *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2020), el cual, involucra un conjunto mínimo de datos (CMD) y nos brinda la opción de utilizar pocos indicadores, pero representativos (Estrada-Herrera *et al.*, 2017). Dado que el número de indicadores no es permanente, para evaluar la calidad del suelo se deben considerar las dimensiones espaciales y temporales (Baustista y Etchevers, 2014), ya que el valor del índice depende de las condiciones y factores limitantes específicos del área a evaluar. Bajo estos antecedentes de suelos aluviales e índices de calidad se estableció como objetivo evaluar las propiedades de los suelos para el diagnóstico de la fertilidad y determinar el índice de calidad del suelo para el área agrícola de la cuenca del río San Pedro en Nayarit.

8.2 MATERIALES Y MÉTODOS

La cuenca del río San Pedro está situada sobre las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental (SMO) y Llanura Costera del Pacífico (LCP). Los suelos de la cuenca, en Nayarit, son de origen aluvial, la SMO es la principal fuente de sedimentos, los cuales, son transportados por los afluentes entre las montañas y por la corriente principal del río San Pedro hasta la LCP en sus zonas de deposición.

La investigación se desarrolló en los suelos agrícolas de esta cuenca en Nayarit, que comprende parte de los municipios de Rosamorada y Santiago Ixcuintla, y por completo Ruíz y Tuxpan, cubriendo un área total de 2196 km². Los principales grupos de suelos existentes son Fluvisol, Cambisol, Solonetz, Solonchak y Luvisol (Bojórquez *et al.*, 2006). En esta área predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con promedios anuales de temperatura de 26°C y precipitación de 1156 mm, la agricultura es una de las principales actividades económicas con una cobertura de 125 856 ha, de las cuales, el 85% son superficies de riego (Clicom, 2020; INEGI, 2017).

Se realizaron dos muestreos en temporada de sequía, en junio 2017 y 2018, previo al inicio del temporal de lluvias. En el primero se ubicaron 38 sitios de muestreo y en el segundo 45, estos fueron georreferenciados con un GPS en coordenadas UTM (Figura 41). Se tomaron muestras a una profundidad de 30 cm. Los cultivos registrados en los sitios seleccionados fueron frijol, maíz, sorgo, tomatillo, tabaco y papayo.

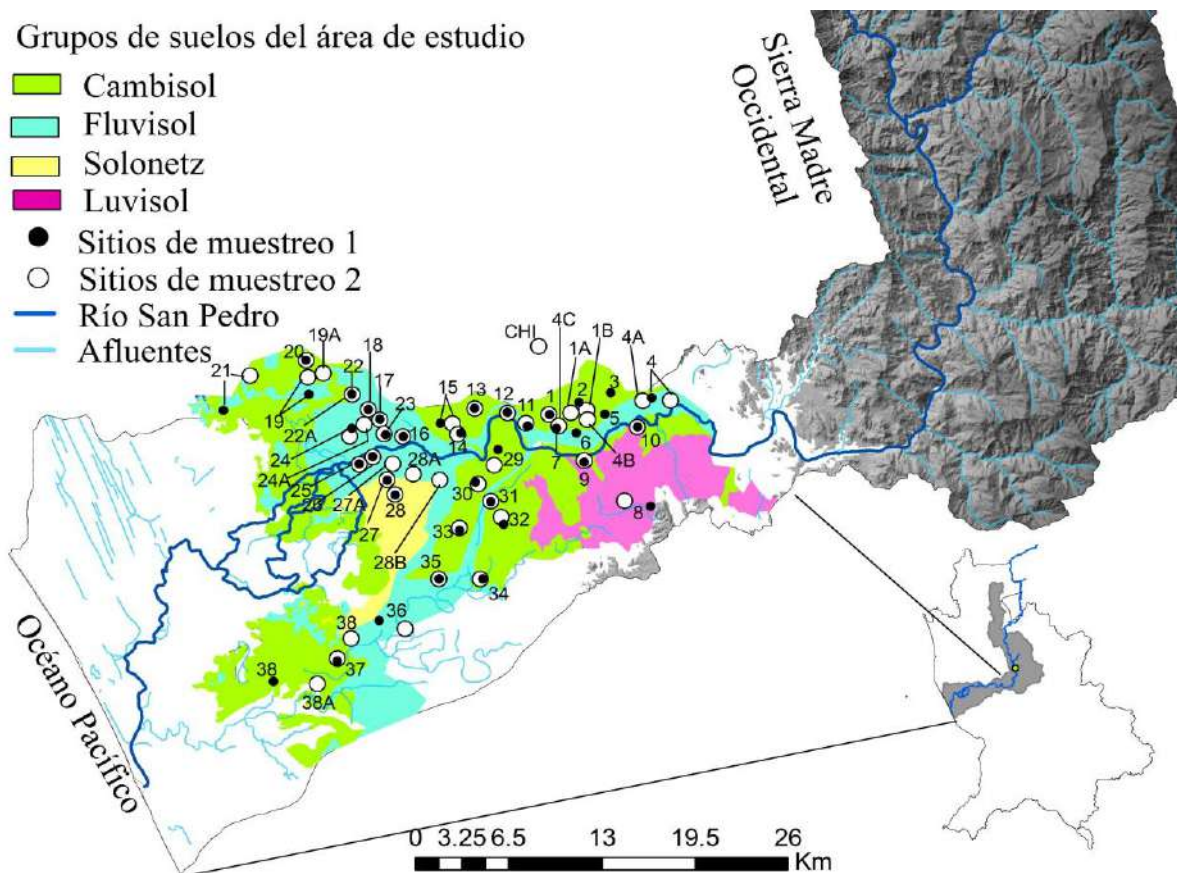


Figura 41. Ubicación del área de estudio y sitios de muestreo.

Se utilizaron los métodos descritos en la Norma Oficial Mexicana para el análisis de fertilidad de suelos (SEMARNAT, 2002). Se midió el pH (relación 1:2), CE (extracto a saturación), textura (Bouyoucos), densidad aparente (a partir de la textura), carbono orgánico y materia orgánica (Walkley y Black), nitrógeno inorgánico ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, extraído con KCl 2N), fósforo disponible (Olsen), capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables (extraído con acetato de amonio $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N, pH=7).

Los resultados del análisis de la fertilidad se clasificaron de acuerdo a los límites establecidos por Castellanos *et al.* (2000), SEMARNAT (2002) y Álvarez-Sánchez *et al.* (2010) (Cuadro 9), los cuales se agrupan en siete clases.

Cuadro 9. Intervalos de clasificación e interpretación de análisis de fertilidad de suelos.

	Muy bajo	Bajo	M. Bajo	Medio	M. Alto	Alto	Muy alto
pH	<4.60	4.60-5.40	5.41-6.40	6.41-7.30	7.40-8.10	8.20-8.80	>8.90
CEs	<0.50	0.51-1.00	1.01-2.00	2.01-2.50	2.51-3.00	3.01-4.00	>4.00
MO	<0.80	0.81-1.20	1.21-1.80	1.81-2.30	2.31-3.00	3.01-4.00	>4.01
NI	<10	10-20	20-40	40-60	60-100	100-150	>150
P	<4	5-10	10-15	15-20	20-25	25-35	>35
K	<0.20	0.20-0.38	0.39-0.51	0.52-1.02	1.03-2.05	2.06-3.07	>3.07
CIC	<5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-40	>40
Ca	<2.50	2.50-3.75	3.75-7.50	7.50-10.00	10-15	15-22.50	>22.50
Mg	<0.41	0.41-0.82	0.82-1.64	1.64-3.28	3.28-6.56	6.56-11.48	>11.48
PSI	<1.25	1.25-2.50	2.51-3.75	3.76-5.00	5-10	10-15	>15

CEs=conductividad eléctrica extracto a saturación (dS m^{-1}), MO=materia orgánica (%), NI=nitrógeno inorgánico (mg kg^{-1}), P=fósforo (mg kg^{-1}), K=potasio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), Ca=calcio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), Mg=magnesio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), PSI=porcentaje de sodio intercambiable (%).

Para calcular el índice de calidad del suelo (SQI), el primer paso fue seleccionar los indicadores. Para ello se realizó el análisis de componentes principales (ACP) y se seleccionaron aquellos que obtuvieron eigenvalores >1 , considerando que los componentes con elevados eigenvalores, son aquellos que representan mejor los atributos del sistema estudiado (Parra y Rodríguez, 2017). En cada componente se extrajeron las propiedades que presentaron un peso $\geq 10\%$ del eigenvalor del respectivo componente (Anaya y Jaramillo, 2017). Los indicadores seleccionados se sometieron a un análisis de correlación de Pearson's, en aquellos que mantuvieron alta

correlación entre sí, se descartó el de menor peso para evitar redundancia de indicadores al conformar el CMD (un coeficiente mayor a 0.70; correlación del 70%) (Anaya y Jaramillo, 2017). Con el mismo objetivo, se descartaron los indicadores del porcentaje de arena, limo y arcilla, se seleccionó la Da en su lugar, el contenido de CO se sustituyó por la MO y el sodio por el PSI.

Posteriormente se estandarizaron los valores de cada indicador seleccionado entre 0.1-1.0, donde 1 representa el valor óptimo para el indicador. Se utilizó la ecuación (1) de acuerdo al criterio si más alto es mejor para pH, MO, N, P, K, CIC, Ca y Mg, y la ecuación (2) si menos es mejor para CEs, Da y PSI (Li *et al.*, 2013). La comunalidad de cada indicador se extrajo del ACP, donde, el peso o importancia del indicador se determinó por medio del cociente de la comunalidad de cada indicador dividido por la suma de las comunalidades de todos los indicadores involucrados (Qi *et al.*, 2009). Por último, se calcula el índice por medio de la ecuación (3).

$$S = 0.1 + \frac{0.9*(x - L)}{(U - L)} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{0.9*(x - L)}{(U - L)} \quad (2)$$

$$QSI = \sum_{i=1}^n W_i N_i \quad (3)$$

Para las ecuaciones 1 y 2, S=valor estandarizado; x=valor a transformar; L=límite inferior de la propiedad a ser transformada y U=límite superior de la propiedad a ser transformada. Para la ecuación 3, QSI=índice de calidad del suelo; Wi=el peso asignado; Ni=indicador estandarizado.

En el SQI, no se involucraron los sitios con problemas de salinidad o sodicidad, estos fueron seis sitios que no corresponden al comportamiento general del área de estudio. De acuerdo a Richards (1990) se consideran suelos salinos aquellos que tienen una $CE > 4 \text{ dS m}^{-1}$ en su extracto a saturación, y suelos sódicos a los que presentan un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mayor a 15%.

8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 10 y 11 se presentan los resultados de las determinaciones fisicoquímicas, el promedio y la desviación estándar para cada clase de suelo, del muestreo 1 y 2, respectivamente. En el Cuadro 12 se muestran los porcentajes de los sitios clasificados según su nivel de fertilidad, para cada determinación con base al Cuadro 9.

Por tipo de suelo, los Cambisols tuvieron un pH entre 3.28 y 8.15; 68% de los sitios fueron de textura media; 96% con CE de muy baja a moderadamente baja; 98% con MO de muy bajo a medio; el 100% con N y K de muy bajo a medio. El P se encontró entre 12.0 y 67.4 mg kg⁻¹, donde el 93% de las muestras se clasificaron de medio a muy alto; 78% de la CIC, 84% de Ca y 90% de Mg, se clasificaron de medio a muy alto. El 27% de los sitios presentaron un PSI de moderadamente alto a muy alto.

En los Fluvisols 91% de los sitios tuvieron pH entre 4.95-7.70; 65% textura media; 88% con CE de baja a moderadamente baja; 98% de MO y el 100% de N y K se clasificaron de muy bajo a medio; el contenido de P fue de moderadamente bajo a muy alto; en 97% de las muestras la CIC y el 100% en Ca se encontraron de moderadamente bajo a alto; el 88% de los sitios en Mg se clasificaron de moderadamente bajo a muy alto; el 28% con PSI moderadamente alto y el 6% muy alto.

En los Luvisols 83% de los sitios presentaron un pH<5.50; 83% textura media; en CE no existen problemas por salinidad; 83% de la MO se encuentra de moderadamente bajo a medio, el resto en muy bajo; el N fue de bajo a medio; P de medio a muy alto y K de muy bajo a moderadamente bajo. En 33% la CIC fue bajo y el 67% medio; el Ca fue de bajo a moderadamente alto; 66% con Mg de nivel adecuado; 17% con PSI de nivel alto.

En los Solonetz el pH presentó niveles adecuados; 75% con textura moderadamente fina a fina; el 75% no tienen problemas de salinidad y el resto ligeramente salinos. De acuerdo al IUSS Working Group WRB (2015) este tipo de suelo se caracteriza por tener un alto contenido de Na intercambiable, lo cual provoca la dispersión del suelo, sin embargo, presentaron los más altos contenidos de MO, con el 50% de los sitios con nivel adecuado y el resto como moderadamente

bajo. Tomando en cuenta que la concentración de Ca resultó alta, esto indica que en el manejo se realizan aplicaciones de enmiendas orgánicas y fuentes de Ca para controlar los problemas por Na, lo que se ve reflejado en el PSI con valores entre 2.10 y 6.46%. Nitrógeno y K fueron moderadamente bajos, solo el 25% de los sitios tienen bajo contenido de P y el 75% se encontró de moderadamente alto a muy alto. La CIC fue de nivel alto mientras que el Mg solo 50% fue alto y el resto medio.

Cuadro 10. Análisis de fertilidad de los suelos de la cuenca del río San Pedro (muestreo 1).

ID	pH	CEs	Da	Are	Lim	Arc	Text	MO	N	P	K	CIC	Ca	Mg	PSI
	1:2	dS m ⁻¹	g cm ⁻³		----- % -----			%	-- mg kg ⁻¹ --		----- cmol _c kg ⁻¹ -----				%
CAMBISOL N = 18															
P1	5.08	0.41	1.27	10.8	55.4	33.8	FLA	1.39	24.4	24.8	0.39	14.5	9.50	2.44	4.63
P2	3.96	0.41	1.41	43.5	36.0	20.5	F	1.74	29.7	18.7	0.28	6.0	1.58	2.98	11.2
P3	4.31	0.41	1.41	27.5	56.0	16.5	FL	0.91	12.2	20.2	0.25	6.4	3.17	1.36	10.4
P5	4.08	0.20	1.38	37.5	40.0	22.5	F	1.42	17.5	21.2	0.38	10.2	2.37	4.64	6.54
P11	5.24	0.36	1.33	21.5	52.0	26.5	FL	1.13	15.7	49.4	0.45	14.1	10.3	2.12	5.05
P12	5.38	0.29	1.32	15.5	58.0	26.5	FL	1.22	12.2	30.2	0.50	16.5	12.6	1.82	4.27
P13	5.32	0.25	1.36	35.5	38.0	26.5	F	1.20	13.9	41.9	0.43	16.1	11.4	2.79	4.39
P14	5.89	0.36	1.37	29.5	48.0	22.5	F	0.82	13.9	33.6	0.59	17.4	14.2	0.86	4.07
P15	8.15	1.90	1.29	12.2	56.6	31.2	FLA	1.51	17.4	30.3	0.46	28.6	17.4	2.22	26.1
P20	7.10	2.59	1.38	33.5	44.0	22.5	F	1.48	12.2	25.9	0.67	30.8	13.1	3.80	22.6
P29	6.76	0.54	1.42	29.5	54.4	16.1	FL	1.35	17.4	21.3	0.61	22.1	15.8	0.88	3.05
P30	6.00	0.34	1.39	33.5	46.4	20.1	F	0.73	13.9	17.7	0.56	20.1	13.1	2.16	3.14
P31	6.25	0.62	1.38	31.5	46.4	22.1	F	0.91	21.0	29.7	0.56	20.1	13.4	2.49	3.14
P32	6.30	0.64	1.37	27.5	50.7	21.8	FL	1.07	22.7	25.2	0.59	22.1	14.2	2.50	2.96
P33	6.30	0.27	1.34	16.8	59.1	24.1	FL	0.73	14.0	12.0	0.50	21.4	13.4	2.82	3.13
P34	6.20	0.45	1.41	45.5	32.7	21.8	F	1.00	10.4	26.4	0.61	21.5	11.8	4.44	2.94
P37	6.88	0.56	1.27	9.5	56.7	33.8	FLA	1.23	13.9	33.9	0.74	25.7	18.6	1.25	2.61
P38	7.16	1.33	1.32	14.7	58.8	26.4	FL	1.51	19.2	24.6	0.59	26.1	17.0	2.21	2.79
Med	5.91	0.66	1.36	26.4	49.4	24.2	----	1.19	16.8	27.1	0.51	18.9	11.8	2.43	6.83
DE	1.13	0.64	0.05	11.1	8.40	5.04	----	0.30	5.02	8.92	0.13	6.97	4.96	1.07	6.85
FLUVISOL N = 15															
P4	6.07	0.50	1.32	12.3	62.6	25.1	FL	1.01	13.9	51.4	0.38	19.7	15.8	0.22	3.40
P6	6.06	0.54	1.41	35.5	46.0	18.5	F	1.51	12.2	71.9	0.58	13.3	9.50	0.79	5.03
P7	5.18	0.90	1.34	27.5	46.0	26.5	F	0.96	43.6	21.9	0.40	9.2	6.33	0.75	7.23
P16	6.39	0.41	1.49	47.5	40.0	12.5	F	0.89	13.9	37.2	0.80	14.1	11.1	1.47	5.05
P17	6.74	0.68	1.35	27.5	48.0	24.5	F	1.16	12.2	38.0	0.59	19.3	16.6	1.22	3.75
P18	6.05	0.38	1.38	39.5	36.0	24.5	F	1.06	14.0	40.8	0.73	17.9	13.4	1.50	3.94
P19	6.51	15.28	1.25	21.5	32.0	46.5	A	1.83	13.9	23.1	0.51	38.7	13.4	14.0	25.9
P21	7.70	32.46	1.42	18.9	66.8	14.3	FL	0.65	8.7	13.2	0.54	37.2	11.4	9.37	26.5
P22	7.03	0.79	1.51	57.1	30.7	12.2	FAre	0.68	10.4	40.8	0.72	14.2	9.10	1.44	4.97
P23	6.70	0.39	1.38	31.1	46.7	22.2	F	0.66	13.9	27.4	0.45	18.3	13.8	3.15	3.66

P24	5.72	0.81	1.31	21.2	48.4	30.4	FA	1.13	12.2	34.5	0.47	20.5	15.4	2.52	3.27
P25	5.85	0.56	1.45	55.1	26.7	18.2	FAre	0.89	13.9	34.5	0.48	13.5	11.1	1.47	4.95
P26	7.03	0.90	1.45	45.1	38.7	16.2	F	2.79	19.2	16.1	0.44	21.2	18.6	2.23	3.07
P35	6.75	0.90	1.38	39.5	36.7	23.8	F	1.68	12.2	38.3	0.74	22.7	11.1	9.37	2.95
P36	6.79	0.54	1.33	14.2	61.3	24.5	FL	1.31	13.9	36.7	0.69	23.1	17.4	0.57	2.83
Med	6.44	3.74	1.38	32.9	44.4	22.6	----	1.21	15.3	35.1	0.57	20.2	13.0	3.34	7.11
DE	0.63	8.80	0.07	14.2	11.9	8.6	----	0.56	8.18	14.5	0.14	8.20	3.43	4.12	7.86
LUVISOL N = 3															
P8	5.24	0.96	1.32	37.5	28.0	34.5	FA	1.96	40.1	23.3	0.33	17.7	5.54	7.97	3.89
P9	4.36	0.79	1.32	15.5	58.0	26.5	FL	1.31	36.6	83.3	0.51	15.1	9.50	0.79	4.45
P10	5.12	0.16	1.43	43.5	38.0	18.5	F	0.74	12.2	18.5	0.26	6.5	3.96	0.38	10.6
Med	4.91	0.64	1.36	32.1	41.3	26.5	----	1.34	29.7	41.7	0.37	13.1	6.33	3.05	6.32
DE	0.48	0.42	0.06	14.7	15.3	8.00	----	0.61	15.2	36.1	0.13	5.88	2.85	4.27	3.73
SOLONETZ N = 2															
P27	5.49	1.80	1.24	13.5	42.4	44.1	AL	1.30	38.4	53.2	0.47	25.5	18.6	2.56	2.63
P28	6.52	1.24	1.40	21.5	62.4	16.1	FL	3.02	28.0	9.6	0.51	30.2	20.5	3.25	2.16
Med	6.01	1.52	1.32	17.5	52.4	30.2	----	2.16	33.2	31.4	0.49	27.9	19.59	2.91	2.39
DE	0.73	0.40	0.11	5.66	14.1	19.8	----	1.22	7.39	30.8	0.03	3.36	1.40	0.48	0.34

CEs=conductividad eléctrica en extracto a saturación; Da=densidad aparente; Are=arena; Lim=limo; Arc.=arcilla; Text.=textura; F=franco; FAre=franco arenoso; FL=franco limoso; FA=franco arcilloso; FLA=franco limoso arcilloso; A=arcilloso; AL=arcillo limoso; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico; PSI=porcentaje de sodio intercambiable; Med=media; DE=Desviación estándar.

Cuadro 11. Análisis de fertilidad de los suelos de la cuenca del río San Pedro (muestreo 2).

ID	pH	CEs	Da	Are	Lim	Arc	Text	MO	N	P	K	CIC	Ca	Mg	PSI
	1:2	dS m ⁻¹	g cm ⁻³		%			%	-- mg kg ⁻¹ --			----- cmol _c kg ⁻¹ -----			%
CAMBISOL N = 23															
P1	5.40	0.30	1.27	5.1	63.3	31.6	FLA	1.60	10.5	23.5	0.29	17.70	9.86	4.80	2.67
P1A	3.28	0.63	1.46	51.6	32.4	16.0	F	1.55	36.5	14.9	0.10	5.50	0.94	1.74	4.30
P1B	3.82	1.98	1.36	31.6	43.1	25.3	F	1.83	20.8	40.8	0.14	12.00	4.67	4.80	6.89
P4B	5.18	0.86	1.33	27.6	42.7	29.7	FA	1.93	41.8	34.2	0.24	12.00	6.11	2.93	5.41
P4C	4.93	0.21	1.37	25.6	52.4	22.0	FL	1.45	13.9	21.6	0.24	14.00	6.11	4.08	2.53
P11	5.30	0.17	1.36	19.6	58.7	21.7	FL	1.63	15.7	49.7	0.41	19.70	10.33	4.52	1.80
P12	5.27	0.18	1.36	21.6	56.7	21.7	FL	1.85	10.5	38.4	0.42	21.50	11.74	4.66	2.20
P13	5.14	0.21	1.33	23.6	48.7	27.7	FA	2.22	20.8	55.0	0.51	23.00	11.51	5.87	1.54
P14	5.77	0.22	1.36	29.6	46.7	23.7	F	1.18	3.5	29.7	0.45	22.60	13.62	4.36	2.61
P15	5.57	0.14	1.29	10.3	60.4	29.3	FLA	1.56	13.8	32.1	0.33	21.80	12.68	4.10	3.25
P19	5.68	0.61	1.37	29.6	47.6	22.8	F	1.36	12.2	31.3	0.48	22.70	12.21	2.74	10.93
P19A	6.22	1.04	1.39	29.6	50.7	19.7	FL	1.47	38.5	38.1	0.69	20.30	12.21	3.56	3.49
P20	6.61	5.56	1.37	33.6	42.4	24.0	F	2.49	40.0	16.5	0.57	27.20	14.56	6.76	13.46
P21	6.95	0.85	1.31	13.5	58.9	27.6	FLA	1.53	6.9	12.7	0.45	25.20	16.44	4.16	10.31
P29	6.40	0.34	1.39	26.9	54.4	18.7	FL	1.35	17.2	19.6	0.52	26.40	16.44	6.13	1.79
P30	6.64	0.48	1.35	18.9	58.0	23.1	FL	1.17	13.8	39.7	0.78	19.00	12.45	1.86	1.24
P31	5.75	0.34	1.23	8.4	46.0	45.6	AL	1.53	8.7	67.1	0.46	29.70	15.97	9.05	1.59

P32	5.83	0.35	1.29	16.9	50.7	32.4	FLA	1.42	12.1	50.4	0.50	26.60	15.03	6.48	1.33
P33	6.40	0.45	1.40	19.7	64.0	16.3	FL	0.67	15.6	67.4	0.54	20.70	13.15	5.14	1.71
P34	6.52	0.60	1.36	22.4	56.0	21.6	FL	1.04	10.4	42.8	0.48	21.00	13.15	4.64	3.38
P37	6.78	0.45	1.26	2.4	65.3	32.3	FLA	1.39	22.4	23.5	0.62	26.90	17.38	5.41	2.20
P38A	6.43	0.36	1.24	10.5	46.6	42.9	AL	2.18	19.2	32.9	0.56	31.20	18.79	9.67	1.89
CHI	5.18	0.25	1.31	18.4	52.0	29.6	FLA	2.42	20.8	27.3	0.24	19.00	8.45	5.80	1.24
Med	5.68	0.73	1.34	21.9	51.8	26.3	----	1.61	18.4	34.9	0.43	21.02	11.82	4.88	3.78
DE	0.90	1.13	0.05	10.5	7.81	7.42	----	0.43	10.8	15.5	0.17	6.00	4.27	1.92	3.42
FLUVISOL N = 17															
P4	5.60	0.32	1.45	40.6	44.4	15.0	F	1.45	7.8	1.4	0.40	17.30	10.80	4.24	3.41
P4A	4.95	0.24	1.42	25.6	58.7	15.7	FL	1.81	13.1	46.9	0.30	19.10	9.39	4.91	2.16
P16	6.46	0.53	1.45	43.6	40.7	15.7	F	1.79	22.7	15.5	0.58	17.90	12.21	1.59	5.28
P17	6.66	0.67	1.29	17.6	48.7	33.7	FLA	1.52	17.2	15.3	0.48	25.00	16.44	3.83	6.62
P18	5.94	0.32	1.34	25.6	48.7	25.7	F	1.56	13.8	34.9	0.68	22.70	14.56	3.80	1.56
P22A	6.26	0.60	1.29	11.6	58.7	29.7	FLA	1.90	20.8	31.0	0.56	24.20	15.50	5.38	2.44
P23	6.49	0.69	1.36	23.6	54.4	22.0	FL	1.32	22.3	10.0	0.37	22.10	15.26	4.78	3.74
P24	6.10	2.77	1.36	17.0	62.4	20.6	FL	1.57	19.2	15.3	0.40	26.60	16.91	6.84	5.77
P24A	6.55	4.85	1.36	21.6	56.0	22.4	FL	1.95	21.0	24.2	0.66	28.00	15.97	7.89	8.85
P25	6.39	0.57	1.46	55.6	27.3	17.1	FAre	0.83	15.5	17.7	0.37	17.00	10.80	1.93	4.17
P26	6.41	0.81	1.49	65.6	18.4	16.0	FAre	2.14	50.7	7.9	0.44	23.60	15.03	6.32	3.00
P27A	6.66	1.34	1.38	30.9	47.1	22.0	F	1.86	24.5	39.0	0.62	24.90	15.03	3.19	7.12
P28A	6.98	1.83	1.39	50.9	23.1	26.0	FLA	0.65	12.1	23.4	0.61	20.00	13.15	3.66	5.32
P28B	6.49	0.61	1.43	28.9	56.7	14.4	FL	1.24	20.7	10.1	0.45	24.60	15.03	6.15	2.40
P35	6.63	0.43	1.37	30.4	47.6	22.0	F	0.93	13.8	31.6	0.46	18.30	11.27	2.97	3.87
P36	6.40	0.39	1.52	60.4	27.6	12.0	FAre	0.67	10.5	48.4	0.45	14.50	8.92	3.06	3.26
P38	6.53	0.60	1.28	8.6	59.5	31.9	FLA	1.51	20.9	17.2	0.54	24.60	15.50	4.39	1.44
Med	6.32	1.03	1.39	32.9	45.9	21.3	----	1.45	19.2	22.9	0.49	21.79	13.63	4.41	4.14
DE	0.47	1.17	0.07	17.2	13.9	6.4	----	0.46	9.4	13.7	0.11	3.88	2.55	1.71	2.08
LUVISOL N = 3															
P8	4.86	0.28	1.37	31.6	44.7	23.7	F	2.11	13.9	19.0	0.14	18.50	5.64	9.13	3.19
P9	5.81	0.39	1.39	31.6	48.0	20.4	F	1.48	13.9	62.6	0.50	17.20	10.33	2.71	2.75
P10	4.75	0.17	1.43	45.6	36.0	18.4	F	1.80	24.4	24.2	0.11	8.70	2.82	4.24	1.36
Med	5.14	0.28	1.40	36.3	42.9	20.8	----	1.80	17.4	35.3	0.25	14.8	6.26	5.36	2.43
DE	0.58	0.11	0.03	8.1	6.2	2.7	----	0.32	6.07	23.8	0.22	5.3	3.80	3.36	0.96
SOLONETZ N = 2															
P27	5.59	3.82	1.24	4.9	56.0	39.1	FLA	1.45	32.6	39.8	0.47	31.10	16.91	10.1	6.46
P28	6.10	1.13	1.30	3.9	70.6	25.5	FLA	2.34	28.0	23.4	0.45	33.20	18.79	10.1	2.85
Med	5.85	2.48	1.27	4.4	63.3	32.3	----	1.90	30.3	31.6	0.46	32.15	17.85	10.1	4.65
DE	0.36	1.90	0.04	0.7	10.3	9.6	----	0.63	3.3	11.6	0.01	1.48	1.33	0.02	2.55

CEs=conductividad eléctrica en extracto a saturación; Da=densidad aparente; Are=arena; Lim=limo; Arc.=arcilla; Text.=textura; F=franco; FAre=franco arenoso; FL=franco limoso; FA=franco arcilloso; FLA=franco limoso arcilloso; A=arcilloso; AL=arcillo limoso; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico; PSI=porcentaje de sodio intercambiable; Med=media; DE=Desviación estándar.

Cuadro 12. Porcentajes de sitios clasificados por categorías de acuerdo a su nivel de fertilidad.

Nivel de fertilidad	pH	CEs	MO	N	P	K	CIC	Ca	Mg	PSI
CAMBISOL N = 41										
Muy bajo	12	64	7	7	0	5	0	7	0	5
Bajo	27	22	25	63	0	20	7	2	0	22
Moderadamente bajo	34	10	51	25	7	37	15	7	10	34
Medio	25	0	15	5	10	38	17	7	37	12
Moderadamente alto	2	2	2	0	20	0	34	49	46	10
Alto	0	0	0	0	34	0	27	28	7	12
Muy alto	0	2	0	0	29	0	0	0	0	5
FLUVISOL N = 32										
Muy bajo	0	29	16	6	3	0	0	0	3	0
Bajo	6	53	28	66	6	12	3	0	9	16
Moderadamente bajo	38	6	34	22	6	41	16	3	19	34
Medio	53	0	19	6	19	47	31	13	22	16
Moderadamente alto	3	3	3	0	13	0	37	47	31	28
Alto	0	0	0	0	19	0	13	38	13	0
Muy alto	0	9	0	0	34	0	0	0	3	6
LUVISOL N = 6										
Muy bajo	17	66	17	0	0	33	0	0	17	0
Bajo	66	34	0	50	0	33	33	17	17	17
Moderadamente bajo	17	0	50	33	0	33	0	50	0	33
Medio	0	0	33	17	33	0	67	17	17	33
Moderadamente alto	0	0	0	0	33	0	0	16	17	0
Alto	0	0	0	0	0	0	0	0	32	17
Muy alto	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
SOLONETZ N = 4										
Muy bajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bajo	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25
Moderadamente bajo	75	75	50	100	0	100	0	0	0	50
Medio	25	0	0	0	0	0	0	0	50	0
Moderadamente alto	0	25	25	0	25	0	0	0	0	25
Alto	0	0	25	0	25	0	100	100	50	0
Muy alto	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0

CEs= conductividad eléctrica en extracto a saturación; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico; PSI=porcentaje de sodio intercambiable.

Para todos los muestreos, el 29% de los sitios analizados presentaron un pH por debajo de 5.50, de acuerdo a Álvarez-Sánchez *et al.* (2010) esta condición de acidez se relaciona con altos niveles de Al activo, que además de favorecer la retención de P, puede producir toxicidad para

las plantas y microorganismos. Sin embargo, la concentración promedio de P disponible fue alta (32.49 mg kg^{-1}), lo cual es muy común de adiciones continuas que promueven su acumulación, pero esto puede conducir a deficiencias de Zn (Barben *et al.*, 2007). Por otra parte, a bajo pH pueden encontrarse altas concentraciones de Mn y Fe, donde un desbalance entre estos provoca un efecto antagonístico que pueden llegar a causar problemas en los cultivos (Álvarez-Sánchez *et al.*, 2010).

De acuerdo a Ibarra *et al.* (2009) dentro de los factores responsables de la acidificación de los suelos se encuentran el material parental, la actividad agrícola intensa (remoción de Ca, Mg y K por los cultivos), la aplicación de insumos que provocan acidez (fertilizantes de reacción ácida) y la lixiviación de bases intercambiables en zonas de alta precipitación. En este sentido, de los 24 sitios con problemas de acidez, todos obtuvieron niveles bajos (de muy bajo a moderadamente bajo) en K, 11 sitios fueron bajos en Ca y 4 sitios bajos en Mg, lo que indica la posible aplicación de mejoradores como la cal agrícola en los sitios que tuvieron niveles adecuados de Ca y Mg.

En general, la CE, P y CIC no son factores limitantes en la mayor parte de los sitios, solo algunos de ellos requieren atención; los bajos valores de CE indican que no existen problemas de salinidad ($CE \leq 4 \text{ dS m}^{-1}$); se tiene una acumulación considerable de P y una alta CIC. El pH (< 5.50) y PSI ($> 5\%$) en el 29% de los sitios y los bajos contenidos de MO, N y K, fueron los principales problemas detectados en la fertilidad de los sitios evaluados. La MO es un indicador importante para determinar el nivel de fertilidad de los suelos, cuando el contenido de MO es alto la fertilidad suele ser alta, esto es debido a que la MO se asocia con la liberación de nitrógeno, fósforo y azufre, y por su acción quelatante está relacionada con la disponibilidad de Fe, Mn, Cu y Zn (Castellanos *et al.*, 2000); los sitios evaluados presentaron un bajo contenido de MO, por lo que se recomienda la aplicación de esta para mejorar tanto las propiedades físicas como el aporte nutrimental.

El N es un nutriente muy dinámico que se pierde con gran facilidad, es el más deficiente en los sistemas agrícolas (Omara *et al.*, 2019), lo cual puede constatarse en el Cuadro 12 con niveles bajos en la mayor parte de los sitios. A diferencia del fósforo, el N no tiene la misma capacidad de acumularse en el suelo.

Con respecto al K, de acuerdo a Das *et al.* (2019) es consumido por los cultivos casi en las mismas proporciones o en algunos casos mayor que el N, no obstante, la mayoría de los agricultores solo aplican N, o N y P sin considerar o solo agregando pequeñas cantidades de fertilizante potásico. Esto concuerda con los resultados en los Cuadros 10, 11 y 12, con bajos contenidos de K y elevadas concentraciones de P. En los sitios de pH bajo, Legesse *et al.* (2017) mencionan que la acidificación del suelo resulta en la deficiencia de nutrientes, entre ellos el K, diversos estudios han demostrado que la disponibilidad de K es menor en suelos ácidos (Zhang *et al.*, 2009), lo cual reduce el rendimiento de los cultivos. Por esta razón, corregir la acidez de los sitios evaluados resulta un factor importante en la asimilación de los nutrientes por los cultivos, en el caso del K, Liu *et al.* (2020) mencionan que la adición de cal permite remover el Al^{3+} de los sitios intercambiables incrementando la disponibilidad de K y otras bases intercambiables.

Con respecto al Na, de acuerdo a Richards (1990), un suelo se considera sódico cuando tiene un $PSI \geq 15\%$, sin embargo, Zhu *et al.* (2019) mencionan que desde un $PSI > 5\%$ existen efectos negativos sobre las propiedades físicas de los suelos ocasionando defloculación de las arcillas y colapso de los agregados. Castellanos *et al.* (2000) mencionan que en suelos de textura fina, a valores de $PSI > 5\%$ la conductividad hidráulica desciende significativamente, llegando a niveles muy bajos a $PSI = 10\%$. El 73% de los sitios fueron de textura gruesa a media, el 22% moderadamente fina y solo el 5% fina, si se consideran los bajos contenidos de MO y K, el 29% de los sitios que obtuvieron un PSI entre 5-15% podrían tener problemas del orden físico, y el impacto de este problema será mayor en los suelos de textura moderadamente fina que corresponden a los sitios con textura franco limoso arcilloso y franco arcilloso, y en los de textura fina que son los sitios arcilloso limoso y arcilloso (Cuadro 10 y 11). En los sitios ácidos al mejorar las condiciones de pH con la aplicación de cal agrícola, indirectamente se reduce el efecto del sodio intercambiable por la adición de Ca, que de acuerdo a Zhu *et al.* (2019) el Ca es el ion con mayor tendencia de floculación que mejora la estructura del suelo y disminuye la proporción de Na en la solución. Los sitios alcalinos se mejoran con la aplicación de yeso, que reduce el PSI y el pH (Zhao *et al.*, 2019).

Debido a que los factores limitantes en la fertilidad de los suelos no son homogéneos en el área de estudio, se calculó el índice de calidad del suelo (SQI), el cual integra los diferentes indicadores de fertilidad para calcular un índice global de cada sitio evaluado. A partir del ACP resultaron 11 componentes principales, de los cuales, solo cuatro componentes obtuvieron eigenvalores mayores a uno, representando el 75% de la varianza acumulada. Dentro de este porcentaje todos los indicadores resultaron estar involucrados en al menos un componente con un peso $\geq 10\%$ del eigenvalor de su respectivo componente (Cuadro 13).

Cuadro 13. Peso de las variables en los cuatro primeros componentes principales.

	CP1	CP2	CP3	CP4	Comunalidad
pH	0.76	-0.45	0.26	0.23	0.90
CEs	0.29	0.40	0.65	-0.40	0.81
DA	-0.45	-0.39	0.26	0.44	0.61
MO	0.18	0.74	-0.11	0.27	0.66
N	-0.10	0.59	0.38	-0.18	0.53
P	0.08	-0.18	-0.48	-0.75	0.83
K	0.63	-0.57	0.15	-0.15	0.77
CIC	0.95	0.21	0.00	0.06	0.94
Ca	0.93	-0.11	0.14	0.02	0.89
Mg	0.38	0.67	-0.22	0.15	0.66
PSI	-0.51	-0.02	0.60	-0.21	0.66
Eigenvalor	3.47	2.28	1.38	1.17	----
% varianza	31.59	20.69	12.59	10.60	----
% var. acum.	31.59	52.27	64.86	75.46	----

En negrilla con peso significativo en el respectivo componente. CP=componente principal; CEs=extracto a saturación; Da=densidad aparente; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico; PSI=porcentaje de sodio intercambiable; % varianza=porcentaje de la varianza que representa; % var. acum.=porcentaje de la varianza acumulada.

De acuerdo al análisis de correlación de Pearson's las variables que resultaron redundantes fueron el pH con el K y Ca, y el Ca con la CIC (con coeficientes de correlación $>70\%$), como lo considera Anaya y Jaramillo (2017) (Cuadro 14), de los cuales, se seleccionaron el pH y la CIC por tener mayor peso (comunalidad) de acuerdo al ACP (Cuadro 13). Por lo tanto, el CMD quedó integrado por nueve indicadores (Cuadro 15), una vez establecido el CMD se calculó el SQI de acuerdo a los criterios establecidos del Cuadro 15.

Cuadro 14. Coeficientes de correlación lineal entre los indicadores seleccionados inicialmente para el CMD.

	pH	CEs	DA	MO	N	P	K	CIC	Ca	Mg	PSI
pH	1.00										
CEs	0.11	1.00									
DA	0.02	-0.18	1.00								
MO	-0.15	0.12	-0.19	1.00							
N	-0.25	0.38	-0.06	0.36	1.00						
P	-0.10	-0.03	-0.20	-0.15	-0.11	1.00					
K	0.72	0.05	-0.02	-0.26	-0.19	0.23	1.00				
CIC	0.61	0.32	-0.48	0.31	-0.05	0.00	0.43	1.00			
Ca	0.76	0.27	-0.37	0.10	-0.11	0.00	0.59	0.88	1.00		
Mg	-0.03	0.25	-0.33	0.46	0.10	-0.07	-0.17	0.53	0.14	1.00	
PSI	-0.27	0.23	0.16	-0.19	0.06	-0.19	-0.21	-0.43	-0.37	-0.27	1.00

En negrilla las variables redundantes ($r > 0.70$). CEs=extracto a saturación; Da=densidad aparente; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico; PSI=porcentaje de sodio intercambiable.

Cuadro 15. Peso, valor inferior y superior para los indicadores seleccionados que conforman el CMD.

Indicador	Peso	L	U	Fuente
pH	0.13	3.00	6.50	Castellanos <i>et al.</i> , 2000; Parra y Rodríguez, 2017.
CEs	0.13	0.25	4.00	De acuerdo a gráficos CEs vs. N, P, K.
DA	0.09	1.12	1.96	Parra y Rodríguez, 2017.
MO	0.11	0.00	6.00	SEMARNAT, 2002.
N	0.09	20.00	100.00	Cuadro 1, Álvarez-Sánchez <i>et al.</i> , 2010.
P	0.12	1.00	36.00	Parra y Rodríguez, 2017.
CIC	0.14	10.00	20.00	Li <i>et al.</i> , 2013.
Mg	0.09	0.41	6.56	Cuadro 1, Álvarez-Sánchez <i>et al.</i> , 2010.
PSI	0.10	0.00	10.00	Cuadro 1, Richards, 1990.

L y U=límite inferior y superior para la estandarización del indicador; CEs=extracto a saturación; Da=densidad aparente; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico; PSI=porcentaje de sodio intercambiable.

De acuerdo a Qi *et al.* (2009) la clasificación del SQI se considera bajo < 0.58 , medio entre 0.58-0.68, moderadamente alto entre 0.68-0.78 y alto ≥ 0.78 . Con base a esto, el 17% de los sitios evaluados resultaron tener fertilidad baja, 42% fertilidad media, 36% fertilidad moderadamente alta y el 5% fertilidad alta (Figura 42).

A excepción del sitio P25 del primer muestreo y los sitios P4 y P21 del segundo, el resto de los sitios con SQI bajo ubicados al pie de montaña de la SMO, al noroeste de la cuenca (Figura 42), son suelos ácidos con un intervalo de pH entre 3.28-5.18 (Cuadros 10 y 11), su baja fertilidad se debe principalmente a que el pH del suelo es uno de los principales factores que afectan los procesos químicos, físicos y biológicos del suelo (Liu *et al.*, 2020).

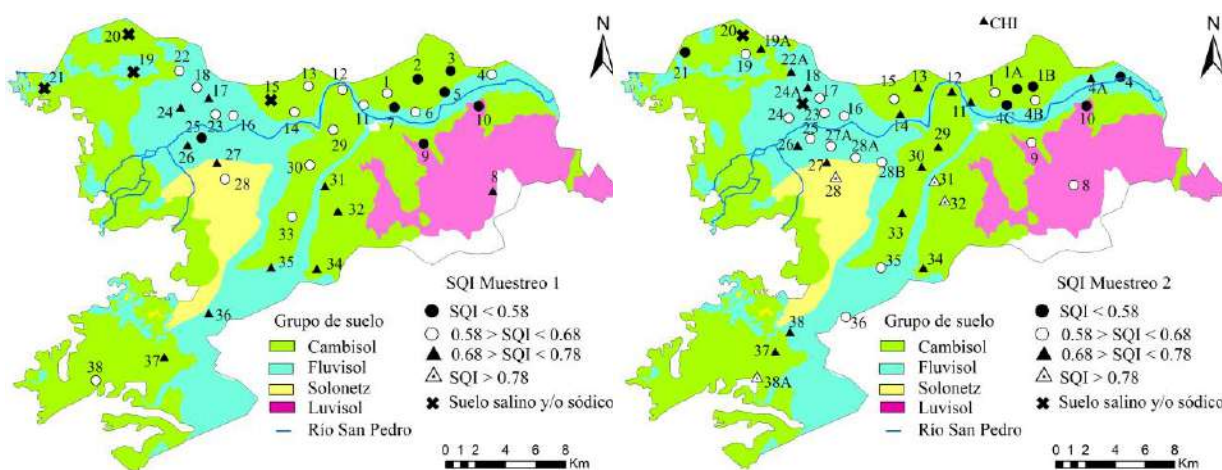


Figura 42. Clasificación del índice de calidad del suelo (SQI) del área de estudio.

Los sitios P25, P4 y P21 son sitios que se encuentran en proceso de mejoramiento por los altos contenidos de Ca que presentan, P25 y P4 presentan pH cercanos a 5.50, de textura franca arenosa y franca respectivamente, bajos en MO. El P25 cuenta con bajo contenido de NK y P4 es bajo en NPK, mientras que el P21 además de sus bajas concentraciones en MO y NPK, tiene un PSI=10.31% que representa un serio problema sobre las propiedades físicas y más por tener textura moderadamente fina, de acuerdo a Shainberg *et al.* (2001) los efectos negativos del Na tienen mayor impacto en suelos con textura fina.

Los sitios con SQI altos se caracterizan por tener un pH adecuado entre 5.75-6.43, de moderadamente alto a muy alto en P, alrededor del nivel medio en K, alto en CIC, Ca y Mg y PSI entre 1.33-2.85%. Estos sitios resultaron ser de textura moderadamente fina a fina, de acuerdo a Castellanos *et al.* (2000) los suelos de textura fina normalmente son los de más alta fertilidad natural, sin embargo, deben manejarse con cuidado debido a que se compactan fácilmente, cuando tienen buenos contenidos de MO suelen ser extraordinariamente

productivos. En este sentido, los sitios P28 y P38A tienen niveles adecuados de MO, mientras que P31 y P32 son moderadamente bajos al igual que en N.

En general, en la Figura 43 se observó que los factores limitantes en la fertilidad de los suelos en los sitios evaluados son la MO y el N, sin embargo, existen diversos sitios con problemas, como la deficiencia de K que no conformó el CMD, que afectan directamente el rendimiento.

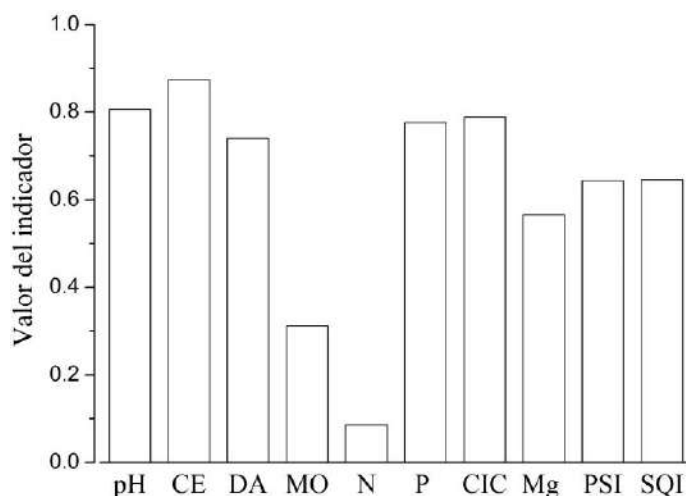


Figura 43. Media del SQI y de los indicadores estandarizados que conformaron el CMD.

El SQI promedio fue clasificado como un nivel de fertilidad medio, en la distribución del SQI mostrado en la Figura 2 puede observarse que en la llanura superior (cercano a pie de montaña) los suelos son de fertilidad baja a media, en la llanura intermedia y baja son de fertilidad media a alta, no obstante, la variabilidad del SQI refleja la influencia de las diferentes prácticas de manejo a los que están sometidos los suelos. Los sitios P19, P20 y P21 del primer muestreo, P20, P21 y P24A del segundo (salinos y/o sódicos), muestran que en las partes de menor altura de la cuenca la fertilidad está limitada por la interacción entre el sistema continental y el marino, que de manera natural salinizan los suelos.

8.4 CONCLUSIONES

En general, la cuenca del río San Pedro tiene un nivel de fertilidad medio ($SQI_{med} = 0.64$), no obstante, debido a la variabilidad de las prácticas de manejo de los cultivos, el 17% de los sitios

fue de baja fertilidad, 42% de fertilidad media, 36% de fertilidad moderadamente alta y el 5% de fertilidad alta, el SQI mínimo y máximo fue de 0.33 a 0.81 (de bajo a alto). Los indicadores limitantes de la fertilidad de los suelos fueron el pH y PSI en el 29% de los sitios, y la MO, N y K en la mayor parte de los sitios. La acumulación de P refleja el suministro constante de este elemento.

Es preciso incrementar el pH de los suelos ácidos menores a 5.50, elevar el porcentaje de MO, reducir el PSI en los sitios mayores al 5% y mejorar el balance nutrimental.

8.5 LITERATURA CITADA

- Álvarez-Sánchez, M. E., J. Velázquez-Mendoza, R. Maldonado-Torres, G. Almaguer-Vargas y A. L. Solano-Agama. 2010. Diagnóstico de la fertilidad y requerimiento de cal de suelos cultivados con Agave Azul (*Agave tequilana* Weber). *Terra Latinoamericana*, 28(3):287-293.
- Anaya-Gómez, M. L. y D. F. Jaramillo-Jaramillo. 2017. Determinación de dos índices de la calidad del suelo en la calidad de la taza de café. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 6(2):102-123.
- Bahrami, S. and K. Ghahraman. 2019. Geomorphological controls on soil fertility of semi-arid alluvial fans: A case study of the Joghatay Mountains, Northeast Iran. *Catena*, 176:145-158.
- Barben, S. A., B. A. Nichols, B. G. Hopkins, V. D. Jolley, J. W. Ellsworth and B. L. Webb. 2007. Phosphorus and zinc interactions in potato. pp. 219-223. *In: Western nutrient management conference*. Salt Lake City, UT, USA.
- Bautista-Cruz, A. y J. D. Etchevers-Barra. 2014. Una revisión sobre los conceptos de la calidad del suelo: sus indicadores e índices. Editorial Académica Española.
- Bojórquez-Serrano, J. I., O. Nájera-González, A. Hernández-Jiménez, F. Flores-Vilchez, Areli González-García Sancho, D. García-Paredes y A. Madueño-Molina. 2006. Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos tropicales*, 27(4):19-26.

- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle-Bueno y A. Aguilar-Santelises. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas agrícolas, plantas y ECP. Segunda edición. Instituto de Capacitación y la Productividad Agrícola.
- Chen, S., B. Lin, Y. Li and S. Zhou. 2020. Spatial and temporal changes of soil properties and soil fertility evaluation in a large grain-production area of subtropical plain, China. *Geoderma*, 357:1-13.
- Cheng, J., C. Ding, X. Li, T. Zhang and X. Wang. 2016. Soil quality evaluation for navel orange production system in central subtropical China. *Soil & Tillage Research*, 155:225-232.
- Clicom, 2020. Base de datos climatológica nacional (sistema CLICOM). Recuperado 11 de marzo de 2020, website: <http://clicom-mex.cicese.mx/>.
- Das, D., B. S. Dwivedi, S. P. Datta, S. C. Datta, M. C. Meena, B. K. Agarwal, D. K. Shahi, M. Singh, D. Chakraborty and S. Jaggi. 2019. Potassium supplying capacity of a red soil from Eastern India after forty-two years of continuous cropping and fertilization. *Geoderma*, 341:76-92.
- Edelman, C. H. and P. K. J. Van Der Voorde. 1963. Important characteristics of alluvial soils in the tropics. *Soil Science*, 95(4):258-263.
- Estrada-Herrera, I., C. Hidalgo-Moreno, R. Guzmán-Plazola, J. J. Almaraz-Suárez, H. Navarro-Garza y J. D. Etchevers-Barra. 2017. Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencias*, 51(8):813-831.
- García, Y., W. Ramírez y S. Sánchez. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35(2):125-138.
- Ibarra-Castillo, D., J. A. Ruiz-Corral, D. R. González-Eguiarte, J. G. Flores-Garnica y G. Díaz-Padilla. 2009. Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México. *Agricultura Técnica en México*, 35(6):267-276.
- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Nayarit 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).
- Khan, A., G. Lu, M. Ayaz, H. Zhang, R. Wang, F. Lv, X. Yang, B. Sun and S. Zhang. 2018. Phosphorus efficiency, soil phosphorus dynamics and critical phosphorus level under

- long-term fertilization for single and double cropping system. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 256:1-11.
- Legesse, H., N. Dechassa, S. Gebeyehu, G. Bultosa and F. Mekbib. 2017. Yield and leaf nutrient concentrations of common bean genotypes as influenced by aluminium toxicity under acidic soils. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 12(1):1003-1015.
- Li, P., T. Zhang, X. Wang and D. Yu. 2013. Development of biological soil quality indicator system for subtropical China. *Soil & Tillage Research*, 126:112-118.
- Liu, K., T. Han, J. Huang, A. Asad, D. Li, X. Yu, Q. Huang, H. Ye, H. Hu, Z. Hu and H. Zhang. 2020. Links between potassium of soil aggregates and pH levels in acidic soils under long-term fertilization regimes. *Soil & Tillage Research*, 197(2020):104480.
- Omara, P., L. Aula and W. R. Raun. 2019. Nitrogen uptake efficiency and total soil nitrogen accumulation in long-term beef manure and inorganic fertilizer application. *International Journal of Agronomy*, 2019:1-6.
- Parra-González, S. D. y J. Rodríguez-Valenzuela. 2017. Determination of the Soil Quality Index by principal component analysis in Cocoa Agroforestry System in the Oricono Region, Colombia. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 10(3):1-8.
- Rinklebe, J., C. Franke and H.-U. Neue. 2007. Aggregation of floodplain soils based classification principles to predict concentrations of nutrients and pollutants. *Geoderma*, 141:210-223.
- Qi, Y., J. L. Darilek, B. Huang, Y. Zhao, W. Sun and Z. Gu. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Provide, China. *Geoderma*, 149:325-334.
- Richards, L. A. 1990. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual núm. 60. Sexta reimpresión. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Laboratorio de Salinidad. Limusa. México.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México.

- Shainberg, I., G. J. Levy, D. Goldstein, A. I. Mamedov and J. Letey. 2001. Prewetting rate and sodicity effects on the hydraulic conductivity of soils. *Australian Journal of Soil Research*, 39:1279-1291.
- Singh, M., I. B. Singh and G. Möller. 2007. Sediment characteristics and transportation dynamics of the Ganga River. *Geomorphology*, 86:144-175.
- Sun, B., S. Zhou and Q. Zhao. 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. *Geoderma*, 115:85-99.
- IUSS Working Group WRB. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.
- Zhang, H., M. Xu, W. Zhang and X. He. 2009. Factors affecting potassium fixation in seven soils under 15-year long-term fertilization. *Chinese Science Bulletin*, 54(10):1773–1780.
- Zhao, Y., S. Wang, Y. Li, Y. Zhuo and J. Liu. 2019. Effects of straw layer and flue gas desulfurization gypsum treatments on soil salinity and sodicity in relation to sunflower yield. *Geoderma*, 352:13-21.
- Zhu, Y., A. Ali, A. Dang, A. P. Wandel and J. McL. Bennett. 2019. Re-examining the flocculating power of sodium, potassium, magnesium and calcium for a broad range of soils. *Geoderma*, 352:422-428.

9. CONCLUSIONES GENERALES

Se constata la hipótesis en relación con la calidad del agua del cauce del río San Pedro en Nayarit, la cual resultó ser de buena calidad para el riego de cultivos, no obstante, la baja mineralización de estas aguas debido al material geológico; asimismo, la intrusión de sales del sistema marino afectó hasta Mexcaltitán, a partir de este sitio hacia su desembocadura las aguas superficiales no son aptas para el riego agrícola.

De igual manera, debido a las características geomorfológicas e hidrogeológicas de la zona, la salinidad de los suelos estudiados estuvo en función de la posición geográfico-altitudinal; en la llanura baja se tuvieron los valores altos de salinidad; mientras que los sitios localizados en la parte alta de la llanura resultaron los valores más bajos. Los sitios sin influencia marina, no permiten una salinización severa en los suelos a pesar de presentar un nivel freático cercano a la superficie, no obstante, existe un alto riesgo de salinización de los suelos si se utilizan las aguas freáticas con alto contenido de sales para el riego de cultivos. Por otra parte, debe señalarse que, la baja mineralización de las aguas y su respectivo valor de la RAS, pueden ocasionar una reducción ligera o moderada en la infiltración, por lo tanto, se deben mantener niveles adecuados de calcio y magnesio especialmente en suelos arcillosos. De lo contrario, la utilización de las aguas de la llanura para el riego sin tomar en cuenta estas consideraciones, podría ocasionar una disminución de la permeabilidad a través de los años, lo cual, impactará negativamente en la modificación de las propiedades físicas del suelo.

Finalmente, se confirma que la variación de la fertilidad de los suelos agrícolas está más relacionada con las diferentes prácticas de manejo y, que los factores que mayor limitan la fertilidad de los suelos estudiados fueron el MO, N, K y pH, lo cual explica los niveles de degradación identificados en un 59% de los suelos estudiados, que resultaron con un SQI con niveles bajo y medio.

Es evidente que para alcanzar y mantener una productividad óptima es necesario conocer las particularidades físico-químicas del agua y suelo de una manera integral, al corregir las limitaciones de los suelos para la actividad agrícola, indirectamente se minimizan los efectos

negativos que el riego puede tener sobre estos. La aplicación de iones divalentes para aumentar o disminuir el pH ayuda a mantener un suelo flocculado, reduce el efecto del Na en el complejo de intercambio y mejora la asimilación de nutrientes para las plantas; la aplicación de MO proporciona una mejor estructura, lo cual, reducirá las pérdidas de N por falta de oxígeno, y esta a su vez, amortigua las reacciones nocivas presentes en el suelo, la descomposición de la MO genera CO₂ que en disolución, la presencia de ácido carbónico incrementa la solubilidad del CaCO₃.

Considerando que el agua superficial del río San Pedro es apta para el riego de cultivos, la obtención de elevados rendimientos en los sitios estudiados sin afectación de sales está en función del balance óptimo de los factores que influyen en la fertilidad de los suelos y el manejo adecuado del agua de riego.

A través de la caracterización del suelo y agua de la presente investigación, se logró identificar los diversos factores que en la actualidad influyen en la productividad agrícola. El conocimiento generado permite conocer los aspectos que deben tomarse en cuenta en el manejo de los cultivos sobre esta llanura, incluso, a partir de los modelos obtenidos, puede realizarse la estimación en campo de la salinidad y de las diferentes propiedades de las soluciones de los suelos y aguas, con la ventaja de obtener un diagnóstico preliminar económico y rápido.

**ANEXO A. ANÁLISIS QUÍMICO, FIGURAS Y RELACIONES DEL CAPÍTULO 1
“CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA DEL RÍO SAN PEDRO EN
NAYARIT”**

Cuadro A-1. Contenido de nitratos, fósforo y boro del agua superficial del río San Pedro del segundo, tercer y cuarto muestreo.

ID	Segundo muestreo			Tercer muestreo			Cuarto muestreo		
	NO ₃ ⁻	P	B	NO ₃ ⁻	P	B	NO ₃ ⁻	P	B
mg L ⁻¹									
ER	0.217	0.007	0.533	0.030	0.180	0.110	1.500	0.600	0.250
SPI	0.000	0.006	0.468	0.100	0.170	0.080	1.480	0.560	0.220
EV	0.000	0.005	0.426	1.080	0.100	0.060	1.410	0.560	0.230
RZ	0.087	0.006	0.406	0.330	0.110	0.060	2.410	0.130	0.250
ET	0.535	0.059	0.381	2.060	0.150	0.070	1.720	1.970	0.190
TUX	0.723	0.116	0.366	0.690	0.140	0.070	0.630	1.950	0.110
EM	0.072	0.162	0.229	1.180	0.150	0.050	0.540	1.490	0.160
MEX	0.705	0.251	0.923	1.450	0.150	0.310	1.680	1.570	1.920
BC	1.100	0.754	4.042	1.300	0.200	4.480	3.020	1.600	6.020

ER = El Rosarito, SPI = San Pedro Ixcatán, EV = EL Venado, RZ = Ruíz, ET = El Tamarindo, TUX = Tuxpan, EM = El Mezcal, MEX = Mexcaltitán, BC = Boca de Camichín

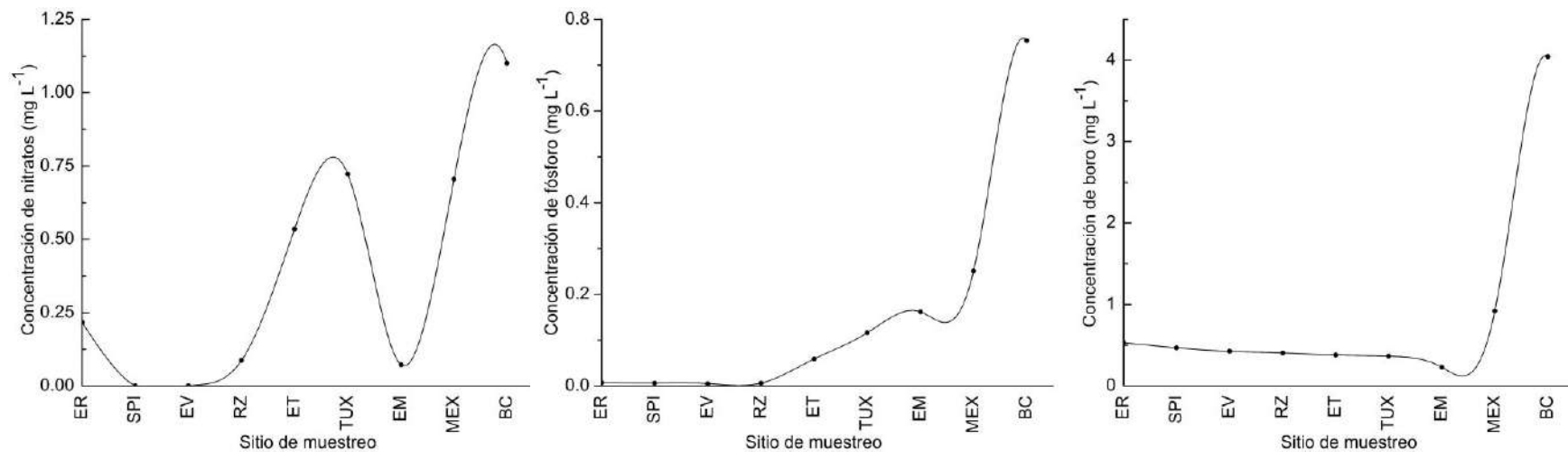


Figura A-1. Concentración de nitratos (NO_3^-), fósforo (HPO_4^{2-} ; H_2PO_4^-) y boro (B) de las aguas superficiales del segundo muestreo (temporal de sequía) del río San Pedro, Nayarit.

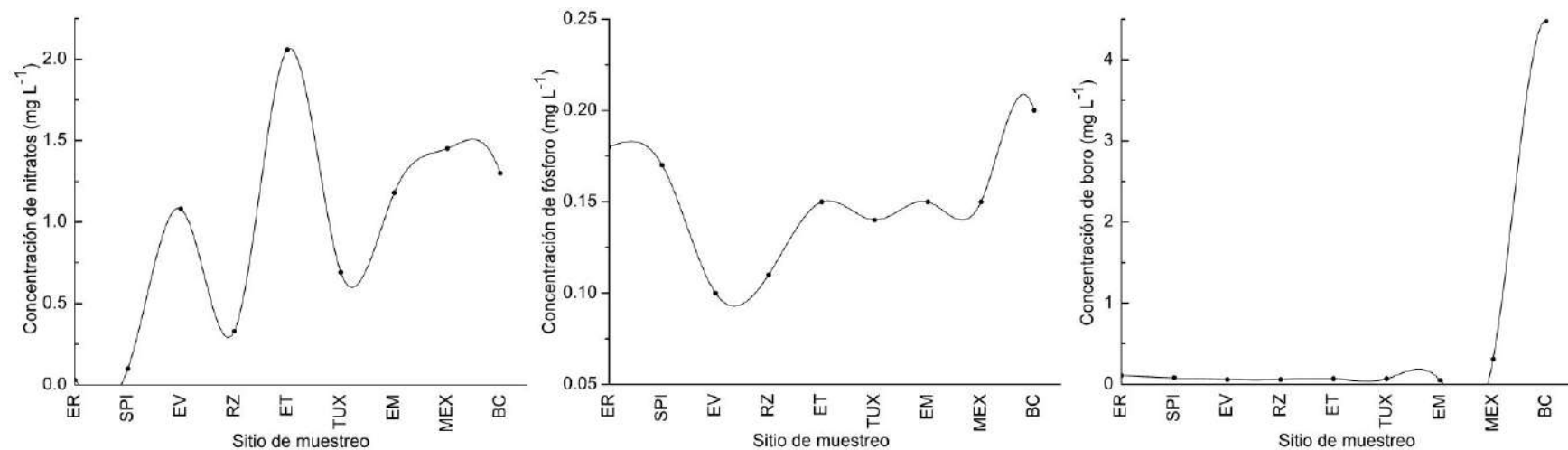


Figura A-2. Concentración de nitratos (NO_3^-), fósforo (HPO_4^{2-} ; H_2PO_4^-) y boro (B) de las aguas superficiales del tercer muestreo (temporal de lluvias) del río San Pedro, Nayarit.

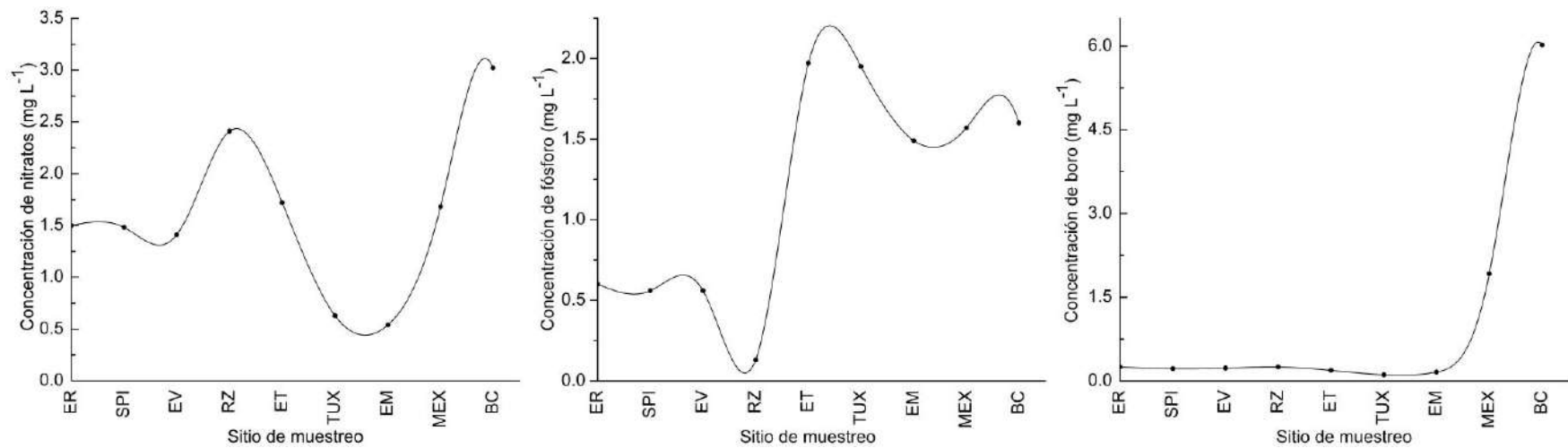


Figura A-3. Concentración de nitratos (NO_3^-), fósforo (HPO_4^{2-} ; H_2PO_4^-) y boro (B) de las aguas superficiales del cuarto muestreo (temporal de sequía) del río San Pedro, Nayarit.

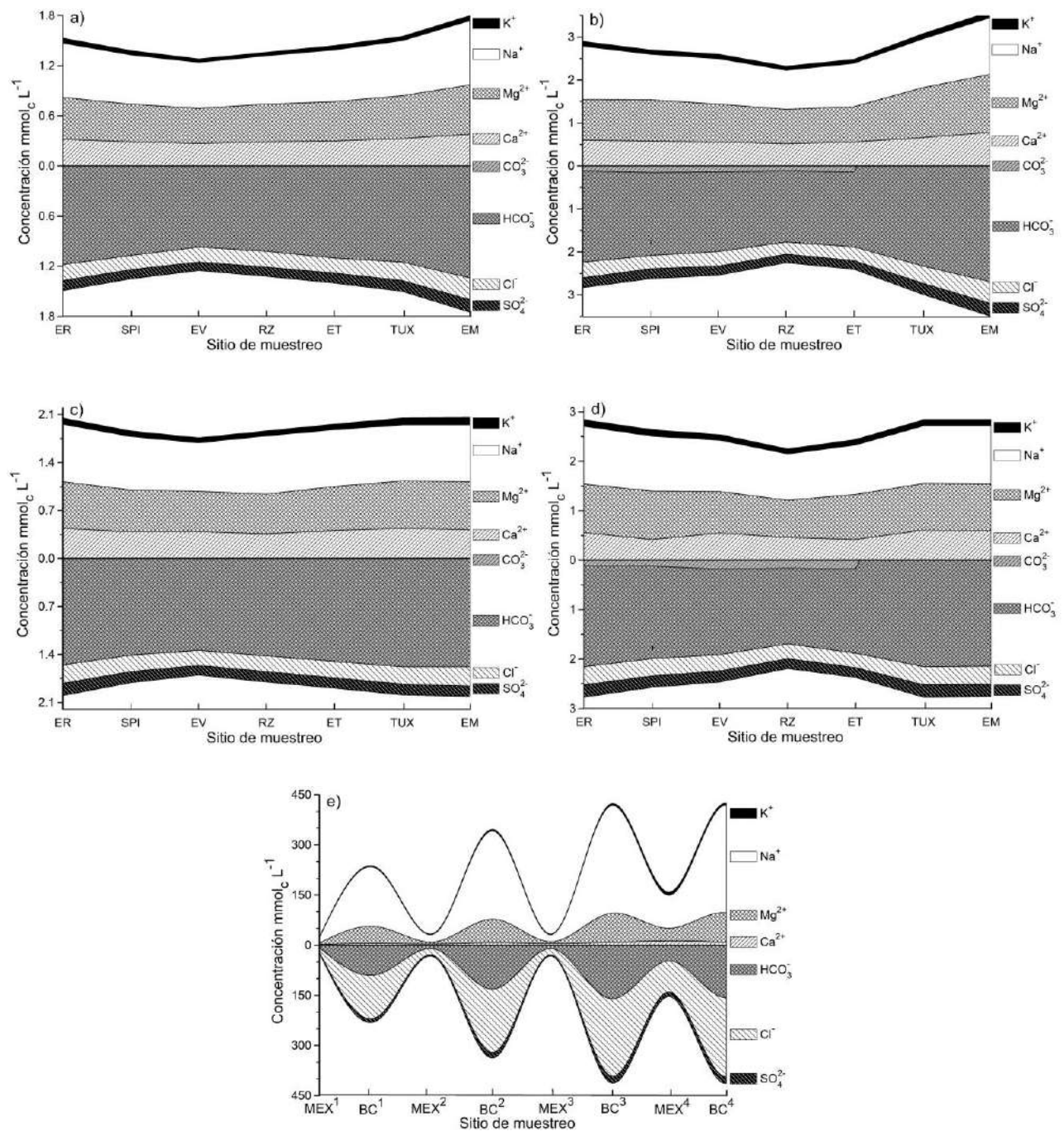


Figura A-4. Composición iónica de las aguas superficiales del río San Pedro en Nayarit: a) Muestreo 1 (temporal de lluvia); b) Muestreo 2 (temporal de sequía); c) Muestreo 3 (temporal de lluvia), d) Muestreo 4 (temporal de sequía), todos ellos del tramo ER-EM de baja concentración y, e) todos los muestreos del tramo de MEX-BC.

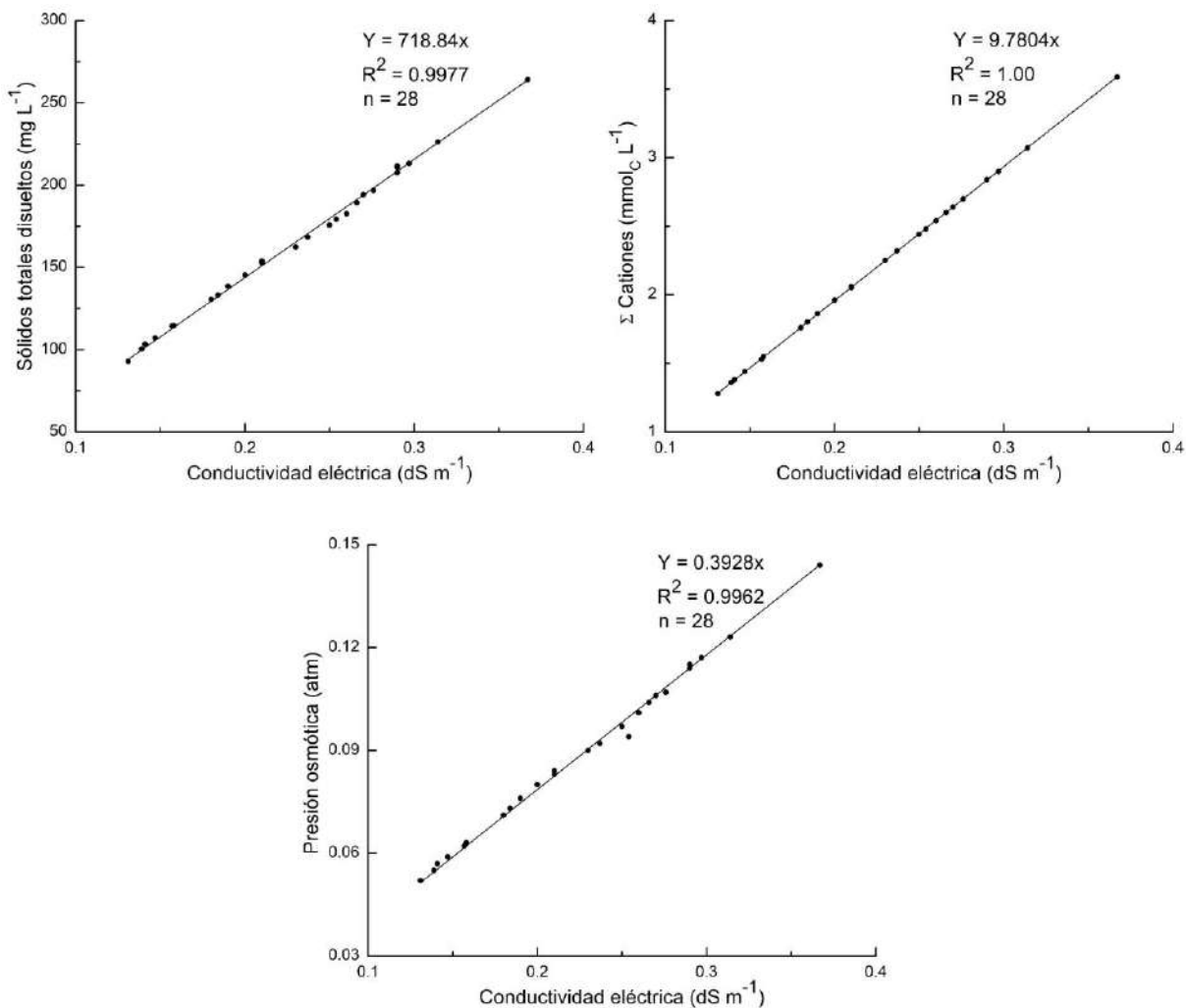


Figura A-5. Relación de la conductividad eléctrica con los sólidos totales disueltos, con la suma de cationes y con la presión osmótica* de las aguas superficiales de baja concentración del tramo ER-EM del río San Pedro, Nayarit.

$$*PO = MRT$$

PO = Presión osmótica.

M = Concentración molar de la solución.

R = Constante de los gases ideales ($0.082037 \frac{L \cdot atm}{^\circ K \cdot mol}$)

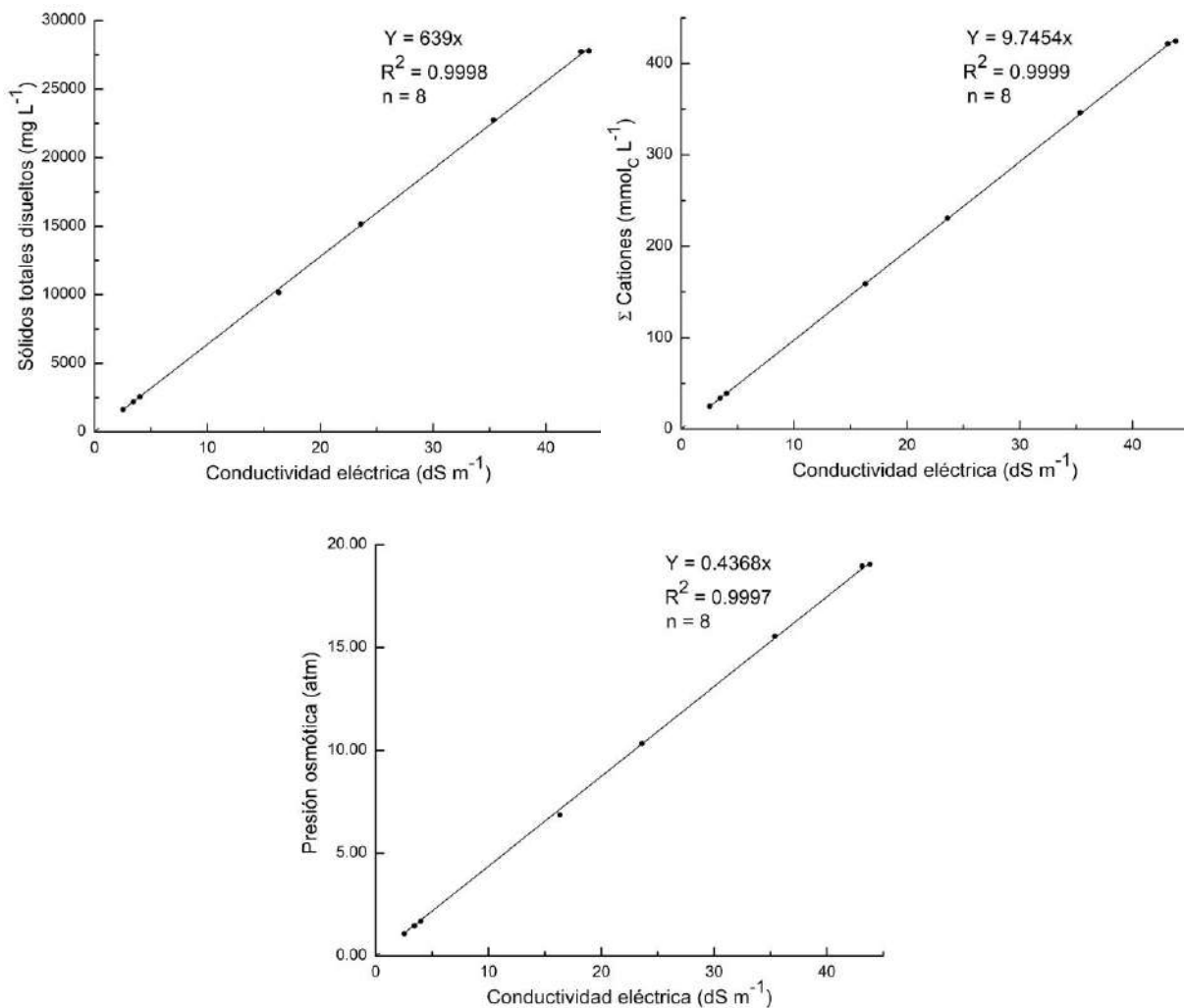


Figura A-6. Relación de la conductividad eléctrica con los sólidos totales disueltos, con la suma de cationes y con la presión osmótica* de las aguas superficiales de alta concentración del tramo MEX-BC del río San Pedro, Nayarit.

$$*PO = MRT$$

PO = Presión osmótica.

M = Concentración molar de la solución.

R = Constante de los gases ideales ($0.082037 \frac{L-atm}{°K-mol}$)

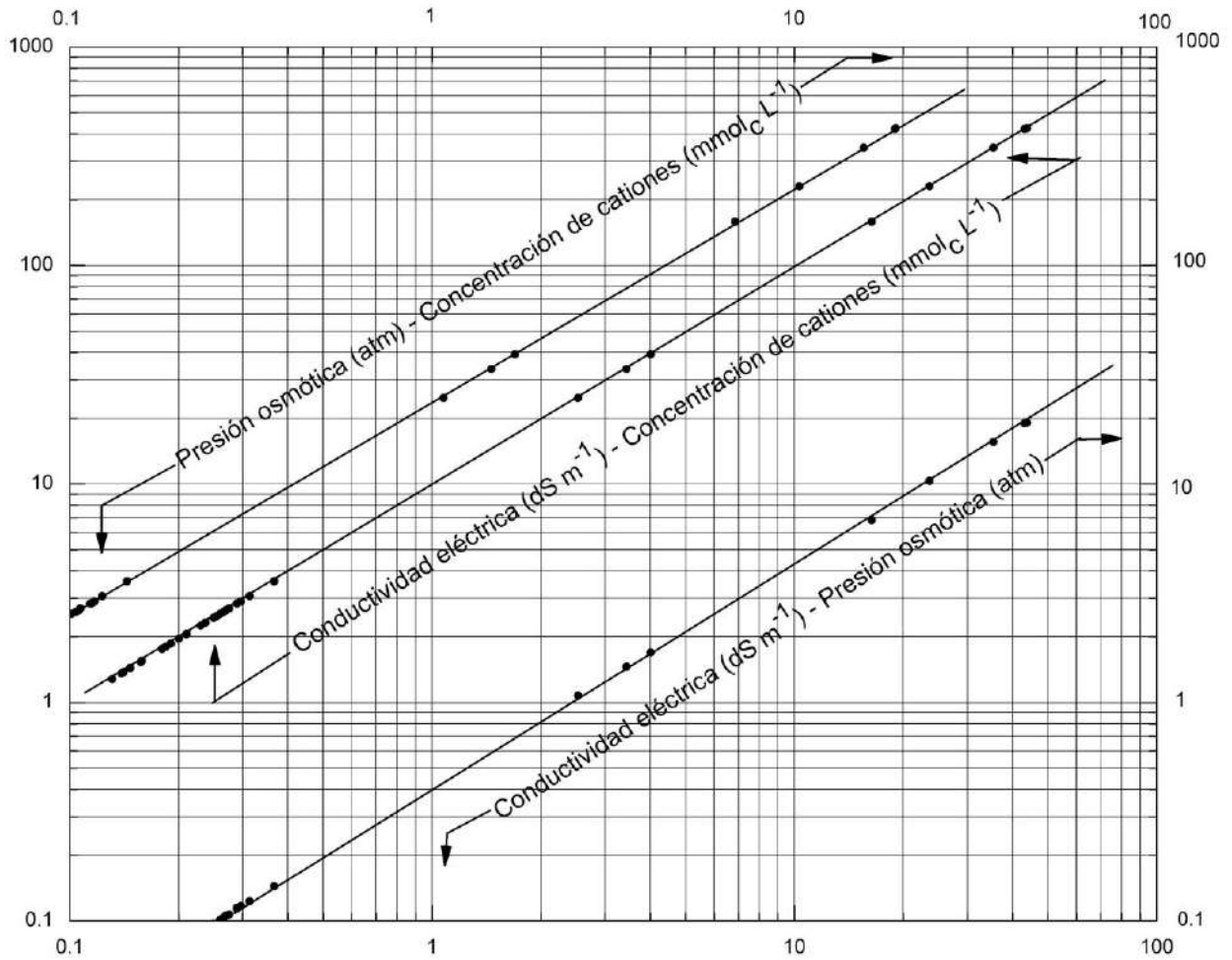


Figura A-7. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m⁻¹) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m⁻¹) y concentración de cationes (mmol_C L⁻¹); concentración de cationes (mmol_C L⁻¹) y presión osmótica (atm), de los cuatro muestreos del tramo ER-BC (n=36) de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit.

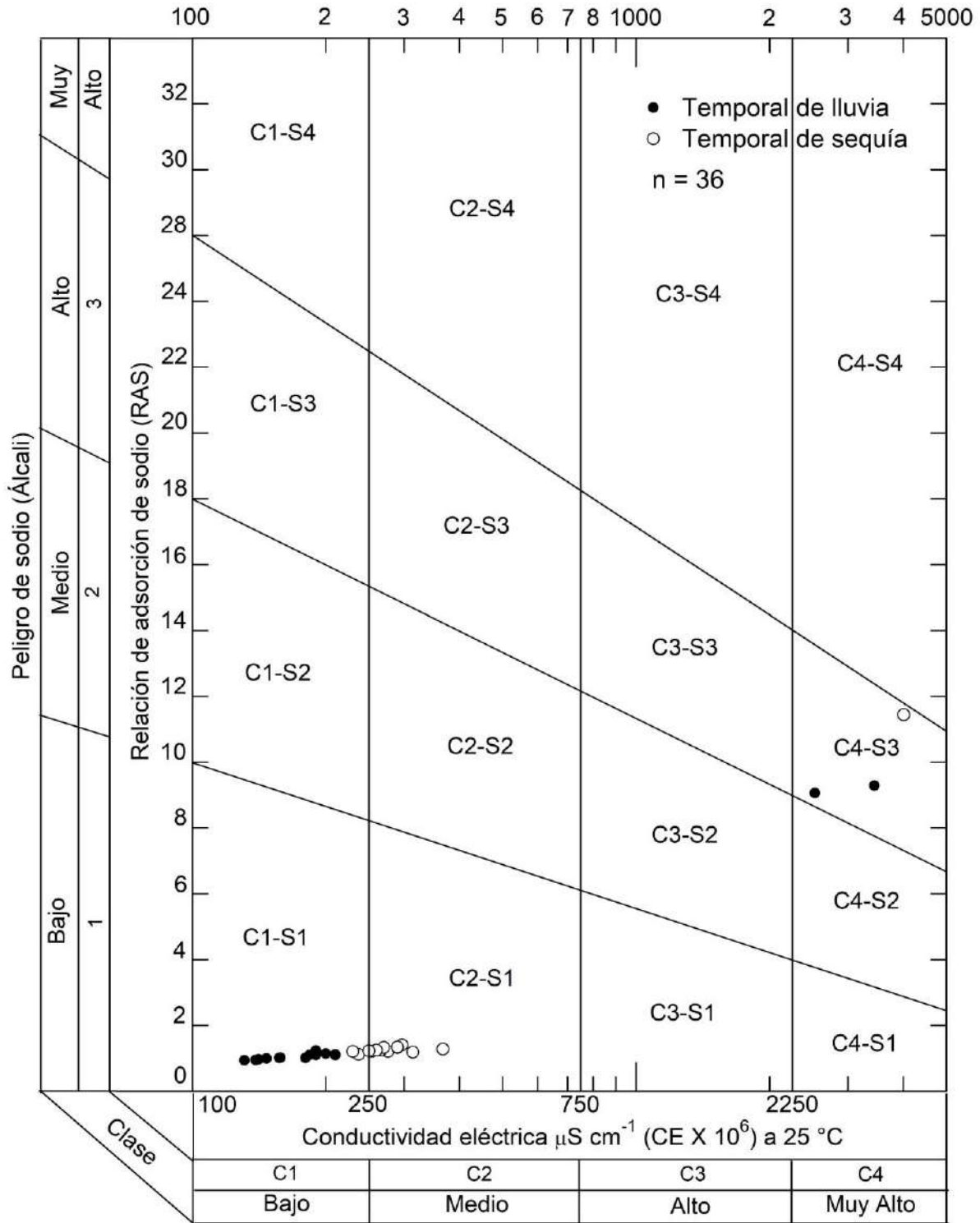


Figura A-8. Diagrama de clasificación de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit; por medio de la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio en su ecuación original en meq L^{-1} ($RAS_{or} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$).

$$RAS_{or} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

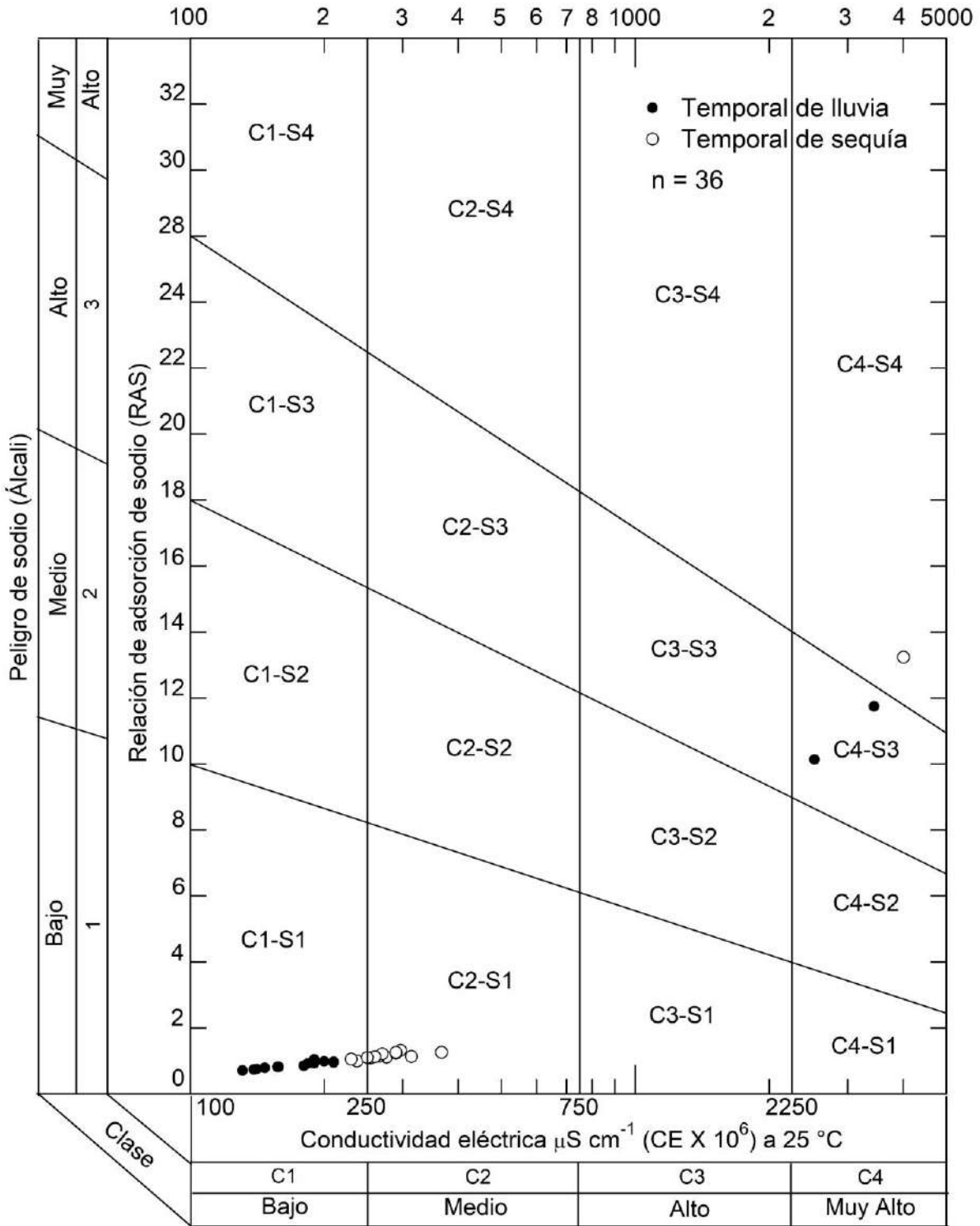


Figura A-9. Diagrama de clasificación de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit; por medio de la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio en su ecuación

corregida en meq L^{-1} ($RAS^{\circ} = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca_X^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$).

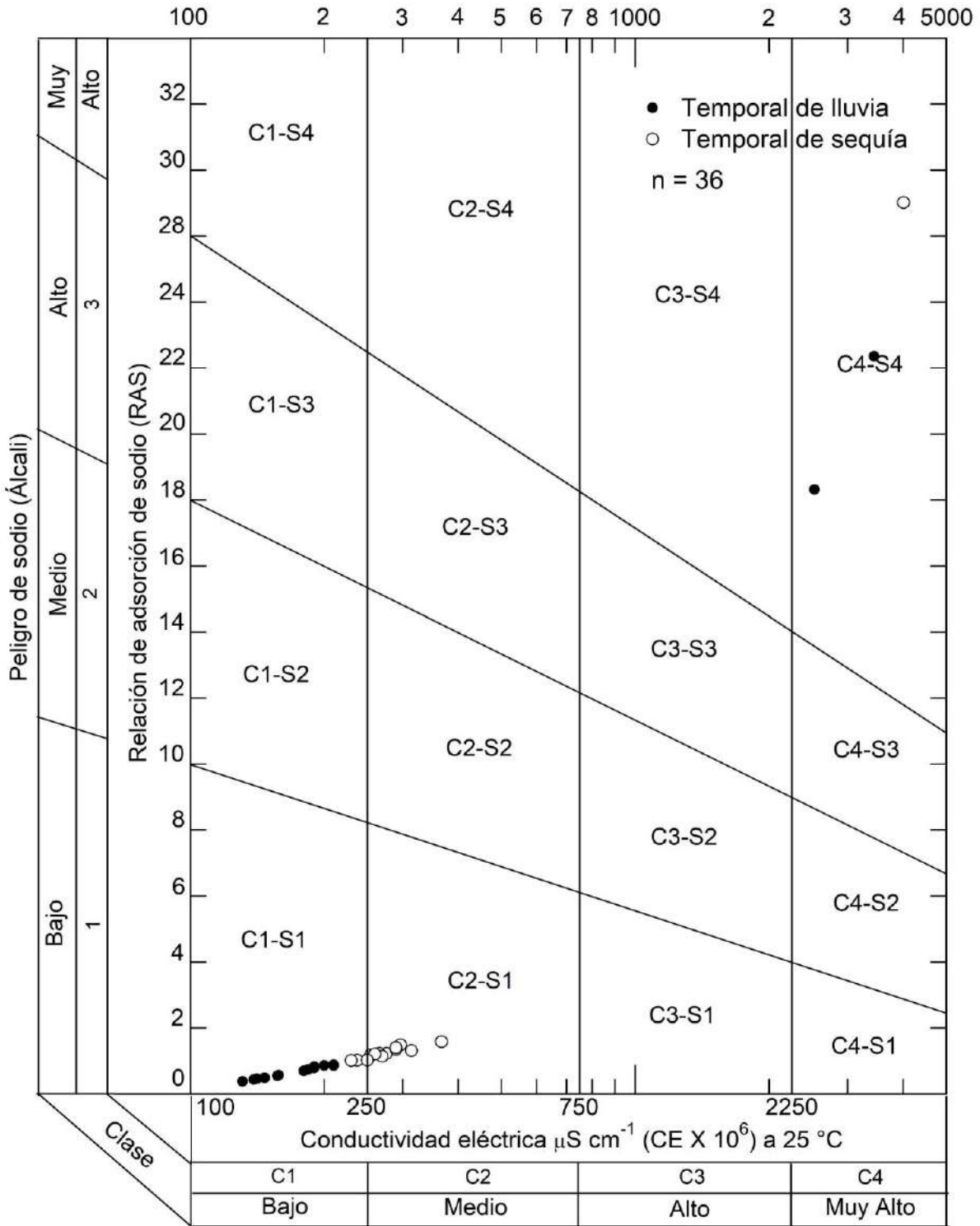


Figura A-10. Diagrama de clasificación de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit; por medio de la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio en su ecuación

ajustada en meq L^{-1} ($RAS_{aj} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$).

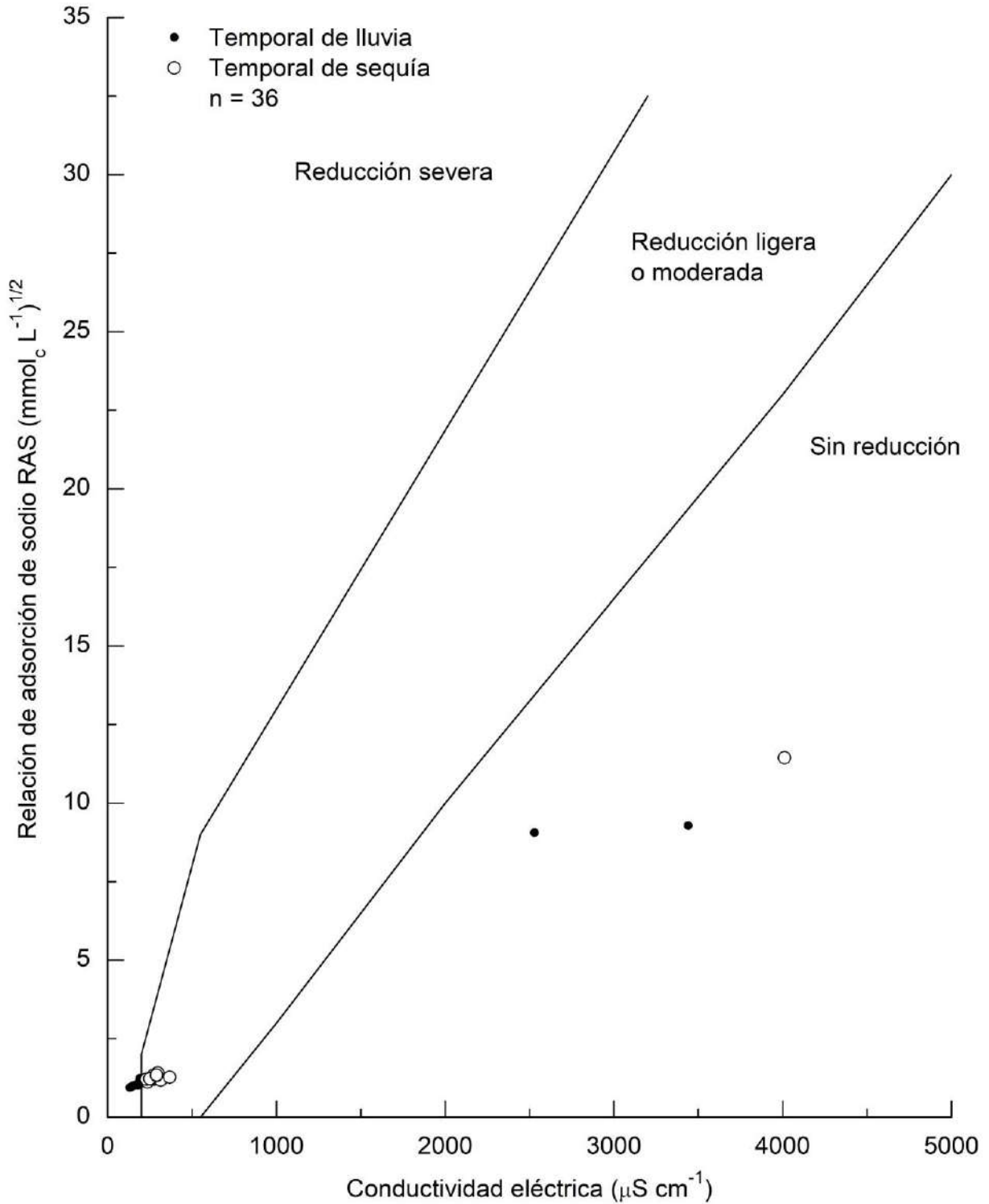


Figura A-11. Reducción relativa de la infiltración provocada por la salinidad (CE) y la relación de adsorción de sodio en su ecuación original en meq L^{-1} ($RAS_{or} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$) de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit.

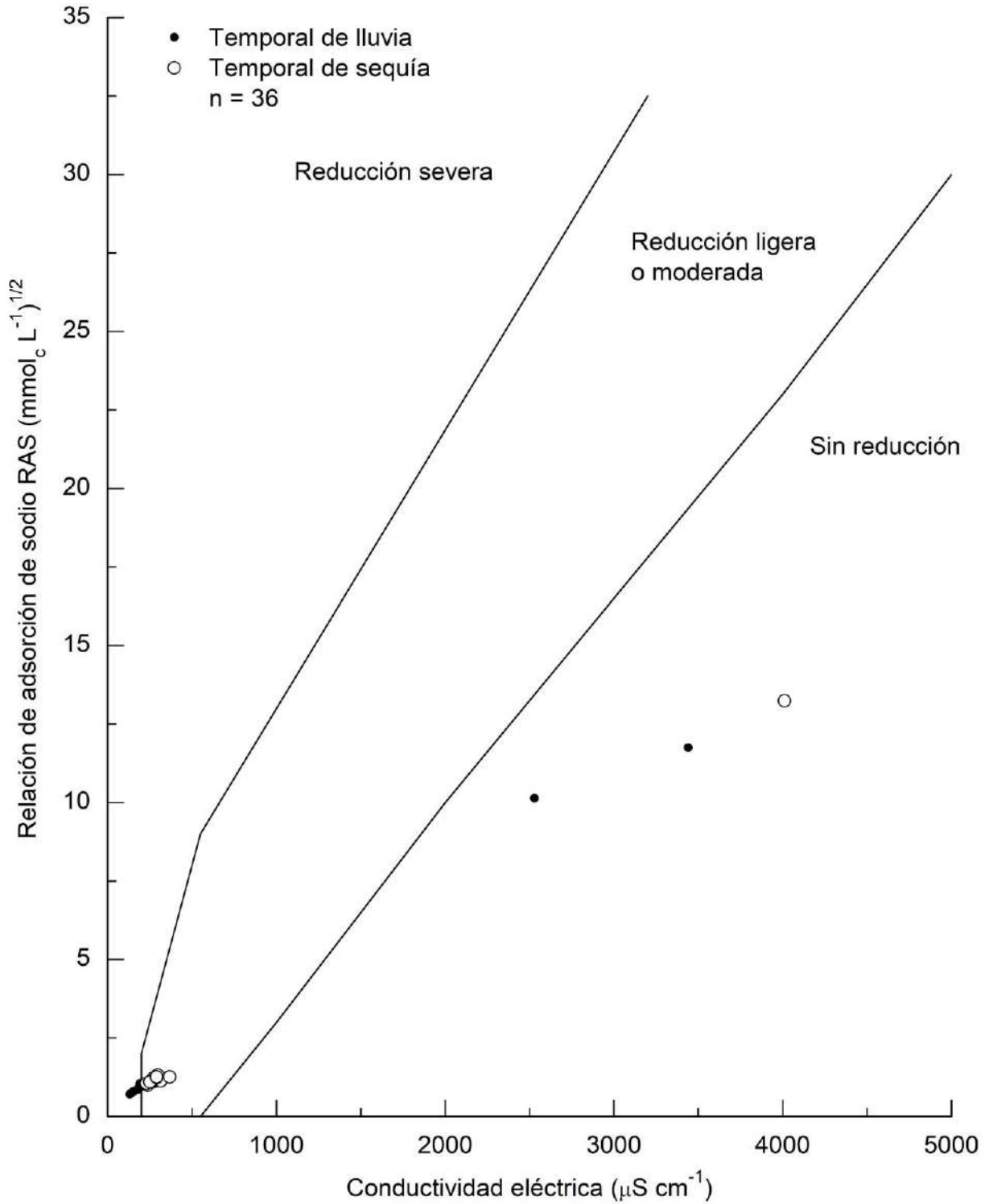


Figura A-12. Reducción relativa de la infiltración provocada por la salinidad (CE) y la relación de adsorción de sodio en su ecuación corregida en meq L^{-1} ($RAS^o = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca_X^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$) de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit.

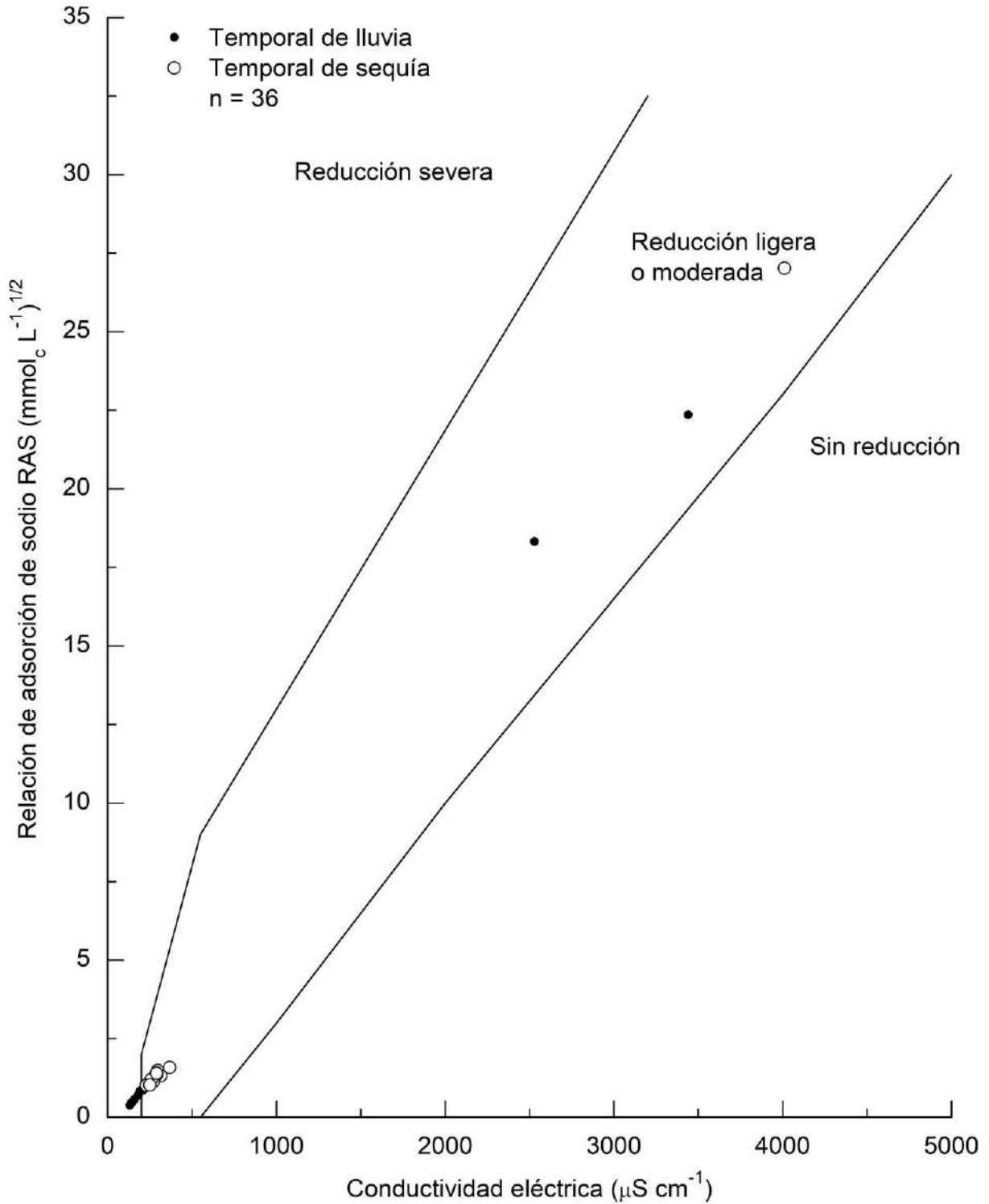


Figura A-13. Reducción relativa de la infiltración provocada por la salinidad (CE) y la relación de adsorción de sodio en su ecuación ajustada en meq L^{-1} ($RAS_{aj} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$) de las aguas superficiales del río San Pedro, Nayarit.

**ANEXO B. ANÁLISIS QUÍMICO, PARÁMETROS EVALUADOS, FIGURAS Y
RELACIONES DE LAS MUESTRAS DE SUELO DEL CAPÍTULO 2
“CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALINIDAD POR MEDIO DEL
EXTRACTO DE SATURACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL EXTRACTO SUELO-
AGUA 1:5 EN SUELOS DE LA LLANURA DEL RÍO SAN PEDRO, NAYARIT”**

Cuadro B-1. Porcentaje de humedad en muestras de suelo a 1 m de profundidad (primer muestreo).

ID	P1	P4	P15	P21	P24	P33	P36	P38
cm	Humedad (%)							
0-10	3.46	5.10	4.66	16.75	8.53	4.22	3.83	4.91
10-20	5.94	11.26	9.17	19.13	12.68	10.19	9.57	9.31
20-30	8.84	12.21	12.80	21.39	13.14	11.19	11.54	11.78
30-40	10.17	12.97	13.84	24.77	13.39	12.62	13.67	13.14
40-50	10.99	14.53	13.67	22.26	13.32	14.39	14.29	14.20
50-60	12.28	14.40	12.60	23.55	15.92	14.03	14.43	13.57
60-70	12.82	15.90	13.02	24.78	17.68	13.33	14.57	14.24
70-80	11.88	18.23	14.07	25.68	18.76	13.74	13.91	16.75
80-90	14.90	15.25	14.52	21.44	22.26	15.47	14.85	18.36
90-100	14.88	15.45	13.53	27.42	18.82	19.59	17.86	21.40
100-110	****	****	****	****	19.42	****	****	****

Cuadro B-2. Porcentaje de humedad en muestras de suelo a 1 m de profundidad (segundo muestreo).

ID	P1	P4	P15	P21	P24	P33	P38	P38A
cm	Humedad (%)							
0-10	3.48	2.10	4.87	6.84	12.30	5.58	6.31	6.50
10-20	7.61	4.56	9.92	13.04	15.06	8.48	12.12	13.64
20-30	9.12	6.63	11.26	13.33	14.69	11.18	14.56	14.99
30-40	10.65	6.94	11.56	16.40	18.75	11.61	15.46	16.43
40-50	12.34	7.45	11.43	13.42	21.64	14.02	15.27	17.66
50-60	12.56	5.65	12.26	12.05	22.60	13.14	25.88	17.83
60-70	13.14	5.17	13.64	11.36	24.23	15.95	17.52	18.28
70-80	13.35	5.48	14.65	19.70	26.22	16.03	16.96	19.20
80-90	15.03	***	14.31	19.46	26.32	17.25	16.22	20.40
90-100	16.22	***	14.17	22.96	27.06	18.57	16.68	22.74

Cuadro B-3. Volumen de agua requerido para saturar 400 g de las muestras de suelo de 0.30 m de profundidad y volumen extraído de la pasta saturada.

ID	Primer muestreo		ID	Segundo muestreo	
	Vol. a saturación	Vol. extraído		Vol. a saturación	Vol. extraído
	mL			mL	
P2	140	39	P1A	127	78
P3	150	39	P1B	135	61
P5	132	43	P4A	150	49
P6	150	40	P4B	165	58
P7	160	51	P4C	150	45
P8	180	48	P8	181	46
P9	182	61	P9	150	46
P10	133	46	P10	139	61
P11	161	52	P11	168	53
P12	160	45	P12	168	43
P13	155	59	P13	194	59
P14	160	56	P14	150	41
P16	140	44	P16	160	55
P17	175	59	P17	196	51
P18	160	50	P18	180	56
P19	285	110	P19	150	59
P20	180	64	P19A	200	34
P22	140	43	P20	207	81
P23	160	68	P22A	190	67
P25	150	54	P23	175	60
P26	195	63	P24A	203	73
P27	250	98	P25	150	52
P28	260	95	P26	250	98
P29	195	75	P27	222	68
P30	160	55	P27A	190	58
P31	160	48	P28	260	77
P32	169	60	P28A	160	56
P34	150	51	P28B	205	64
P35	161	57	P29	192	62
P37	180	57	P30	150	50
***	***	***	P31	170	64
***	***	***	P32	190	66
***	***	***	P34	160	48
***	***	***	P35	150	50
***	***	***	P36	135	63
***	***	***	P37	190	57
***	***	***	Chila	180	59

Cuadro B-4. Volumen de agua requerido para saturar 400 g de las muestras de suelo de 1 m de profundidad y volumen extraído de la pasta saturada (primer muestreo).

ID	P1		P4		P15		P21	
	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído
cm	mL							
0-10	190	65	191	67	170	55	180	78
10-20	199	57	189	64	170	55	190	73
20-30	180	49	190	64	170	36	190	68
30-40	180	50	185	60	160	37	210	70
40-50	170	47	180	60	160	44	190	60
50-60	180	48	190	59	165	43	200	61
60-70	170	42	190	58	160	50	200	70
70-80	180	49	170	46	160	34	200	63
80-90	182	45	180	60	160	33	200	88
90-100	190	48	170	50	170	35	200	68
ID	P24		P33		P36		P38	
	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído
cm	mL							
0-10	200	68	160	50	166	50	163	45
10-20	200	44	150	46	174	50	160	34
20-30	180	46	150	63	153	37	160	31
30-40	180	49	150	46	157	34	177	30
40-50	180	60	150	35	170	42	180	33
50-60	180	52	160	41	160	42	200	32
60-70	200	58	158	46	165	36	174	29
70-80	200	60	150	38	150	35	200	37
80-90	220	69	150	35	155	34	210	29
90-100	200	72	150	29	160	35	210	30
100-110	200	58	***	***	***	***	***	***

Cuadro B-5. Volumen de agua requerido para saturar 400 g de las muestras de suelo de 1 m de profundidad y volumen extraído de la pasta saturada (segundo muestreo).

ID	P1		P4		P15		P21	
	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído
cm	mL							
0-10	170	64	157	50	160	40	176	59
10-20	160	40	155	49	155	31	170	45
20-30	150	34	150	40	160	33	164	41
30-40	170	37	147	40	150	35	180	44
40-50	180	37	145	47	135	40	180	39
50-60	190	39	145	55	132	34	160	47
60-70	203	51	155	72	130	35	178	66
70-80	178	56	157	85	170	41	180	67
80-90	210	49	***	***	190	49	170	77
90-100	227	50	***	***	190	41	180	63

ID	P24		P33		P38		P38A	
	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído
cm	mL							
0-10	205	72	150	50	176	65	207	70
10-20	205	72	165	45	170	54	190	60
20-30	180	62	170	44	182	53	200	50
30-40	200	71	175	44	180	46	198	44
40-50	210	72	175	30	182	52	212	44
50-60	230	78	150	42	187	51	200	47
60-70	230	75	150	40	195	50	190	41
70-80	235	79	150	37	170	52	190	42
80-90	230	83	150	30	170	52	180	52
90-100	240	78	150	44	170	55	180	58

Cuadro B-6. Volumen de agua requerido para saturar 400 g de las muestras de suelo de 3 m de profundidad y volumen extraído de la pasta saturada (primer muestreo).

ID cm	P39		P40		P41		P42	
	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído
0-10	172	63	180	55	180	60	180	57
10-20	192	56	180	58	170	50	180	47
20-30	190	66	180	52	180	58	180	41
30-40	190	60	190	48	180	48	180	39
40-50	190	63	180	60	190	46	185	34
50-60	195	63	180	60	180	44	195	38
60-70	227	60	170	49	180	47	190	49
70-80	222	59	170	43	180	55	180	35
80-90	230	60	170	42	180	50	180	34
90-100	220	65	170	43	180	42	180	33
100-110	216	68	172	41	170	42	185	33
110-120	220	65	180	38	170	40	190	34
120-130	180	62	180	37	170	36	190	44
130-140	180	48	172	38	180	40	195	44
140-150	170	54	170	40	184	36	185	45
150-160	180	50	190	52	192	33	160	41
160-170	180	49	200	57	202	34	176	44
170-180	180	50	210	60	180	29	180	34
180-190	180	51	210	50	180	39	180	43
190-200	180	55	190	45	170	46	180	39
200-210	210	37	190	46	170	56	180	40
210-220	210	50	190	49	170	48	180	42
220-230	198	58	190	51	170	44	175	38
230-240	180	58	210	59	170	35	180	42
240-250	165	79	200	57	185	38	160	35
250-260	180	49	220	57	190	44	140	43
260-270	***	***	230	60	200	51	140	37
270-280	165	60	220	60	252	63	140	40
280-290	170	46	210	49	274	76	140	38
290-300	***	***	190	58	280	83	160	35

Cuadro B-7. Volumen de agua requerido para saturar 400 g de las muestras de suelo de 3 m de profundidad y volumen extraído de la pasta saturada (segundo muestreo).

ID cm	P39		P40		P41		P42	
	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído	Vol. a saturación	Vol. extraído
0-10	160	54	170	63	180	50	180	63
10-20	150	41	175	50	182	61	180	50
20-30	160	36	170	53	175	61	170	42
30-40	160	47	171	43	167	59	180	37
40-50	185	70	170	47	180	51	190	36
50-60	185	62	167	39	185	52	200	41
60-70	180	52	175	60	190	49	190	36
70-80	180	57	170	54	180	41	215	42
80-90	190	52	170	45	165	50	190	39
90-100	185	48	170	51	160	50	180	43
100-110	201	49	200	59	165	62	180	36
110-120	200	51	210	56	165	50	230	45
120-130	185	41	180	52	165	57	220	42
130-140	185	41	170	52	170	61	170	40
140-150	180	51	190	56	172	68	190	38
150-160	180	41	210	67	175	63	210	47
160-170	185	55	210	54	170	56	220	53
170-180	185	56	190	61	170	53	220	39
180-190	187	58	210	63	170	50	225	56
190-200	197	62	230	63	170	52	220	41
200-210	185	54	212	66	180	43	190	38
210-220	190	55	180	50	170	50	200	36
220-230	185	48	170	51	180	50	195	40
230-240	190	53	185	54	180	43	195	42
240-250	185	51	210	64	187	49	175	35
250-260	180	50	230	76	180	44	165	33
260-270	180	50	225	71	170	56	170	40
270-280	170	59	215	71	165	66	170	43
280-290	170	67	200	66	165	57	170	41
290-300	170	73	215	59	165	54	180	41

Cuadro B-8. Análisis químico de los extractos a saturación a 0.30 m de profundidad (primer muestreo).

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P2	6.69	0.41	0.75	1.75	1.00	0.37	3.87	0.00	0.75	2.00	1.15	3.90	
			15.03	21.26	23.00	14.47		0.00	45.76	70.90	55.22		245.64
			0.38	0.88	1.00	0.37		0.00	0.75	2.00	0.57		5.94
P3	6.64	0.41	0.50	1.25	1.40	0.27	3.42	0.00	0.50	2.00	0.91	3.41	
			10.02	15.19	32.20	10.56		0.00	30.51	70.90	43.68		213.05
			0.25	0.63	1.40	0.27		0.00	0.50	2.00	0.45		5.50
P5	5.86	0.20	0.50	1.00	0.40	0.13	2.03	0.00	0.25	1.25	0.53	2.03	
			10.02	12.15	9.20	5.08		0.00	15.25	44.31	25.29		121.30
			0.25	0.50	0.40	0.13		0.00	0.25	1.25	0.26		3.04
P6	6.74	0.54	2.00	2.13	0.60	0.73	5.46	0.50	0.75	3.00	1.12	5.37	
			40.08	25.82	13.80	28.54		15.00	45.76	106.3	53.73		329.08
			1.00	1.06	0.60	0.73		0.25	0.75	3.00	0.56		7.95
P7	6.18	0.90	3.50	3.25	0.60	0.73	8.08	0.00	1.50	3.38	1.24	6.12	
			70.14	39.49	13.80	28.54		0.00	91.52	119.6	59.70		422.83
			1.75	1.63	0.60	0.73		0.00	1.50	3.38	0.62		10.20
P8	6.46	0.96	1.13	2.88	5.60	0.30	9.90	1.25	1.38	3.00	3.79	9.42	
			22.55	34.93	128.8	11.73		37.50	83.89	106.3	182.1		607.83
			0.56	1.44	5.60	0.30		0.63	1.38	3.00	1.90		14.80
P9	5.61	0.79	3.13	3.38	0.20	0.65	7.35	0.00	1.50	4.00	1.12	6.62	
			62.63	41.01	4.60	25.42		0.00	91.52	141.8	53.73		420.69
			1.56	1.69	0.20	0.65		0.00	1.50	4.00	0.56		10.16
P10	6.13	0.16	0.75	0.75	0.20	0.10	1.80	0.00	0.25	1.00	0.53	1.78	
			15.03	9.11	4.60	3.91		0.00	15.25	35.45	25.37		108.73
			0.38	0.38	0.20	0.10		0.00	0.25	1.00	0.26		2.56
P11	6.40	0.36	1.00	1.00	0.90	0.30	3.20	0.00	0.63	1.50	1.00	3.13	
			20.04	12.15	20.70	11.73		0.00	38.13	53.18	48.19		204.12
			0.50	0.50	0.90	0.30		0.00	0.63	1.50	0.50		4.83
P12	6.45	0.29	1.13	0.75	0.90	0.25	3.03	0.00	0.63	1.50	0.88	3.00	
			22.55	9.11	20.70	9.78		0.00	38.13	53.18	42.17		195.61
			0.56	0.38	0.90	0.25		0.00	0.63	1.50	0.44		4.65
P13	6.33	0.25	1.00	0.50	0.60	0.28	2.38	0.00	0.38	1.75	0.25	2.38	
			20.04	6.08	13.80	10.95		0.00	22.88	62.04	12.05		147.83
			0.50	0.25	0.60	0.28		0.00	0.38	1.75	0.13		3.88
P14	6.68	0.36	1.50	1.38	0.60	0.36	3.84	0.00	1.13	2.00	0.62	3.75	
			30.06	16.71	13.80	14.08		0.00	68.64	70.90	29.85		244.03
			0.75	0.69	0.60	0.36		0.00	1.13	2.00	0.31		5.83
P16	6.75	0.41	1.63	1.13	0.60	0.87	4.22	0.00	1.13	2.38	0.70	4.20	
			32.57	13.67	13.80	34.02		0.00	68.64	84.19	33.58		280.46
			0.81	0.56	0.60	0.87		0.00	1.13	2.38	0.35		6.69
P17	6.93	0.68	2.63	1.63	1.70	0.52	6.47	0.00	1.50	3.00	1.85	6.35	
			52.61	19.74	39.10	20.33		0.00	91.52	106.3	88.80		418.45
			1.31	0.81	1.70	0.52		0.00	1.50	3.00	0.92		9.77
P18	6.92	0.38	1.50	1.25	0.40	0.66	3.81	0.75	0.50	2.25	0.30	3.80	
			30.06	15.19	9.20	25.81		22.50	30.51	79.76	14.18		227.20
			0.75	0.63	0.40	0.66		0.38	0.50	2.25	0.15		5.71

Cuadro B-8. Continuación.

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P19	7.31	15.28	23.75	21.25	111.10	0.71	156.8	0.50	1.00	127.50	26.59	155.6	
			475.9	258.2	2555.3	27.76		15.00	61.01	4519.9	1277.1		9190.17
			11.88	10.63	111.10	0.71		0.25	1.00	127.50	13.29		276.35
P20	7.80	2.59	6.38	3.50	14.40	0.60	24.88	0.50	1.75	13.75	8.28	24.28	
			127.8	42.53	331.20	23.46		15.00	106.77	487.44	397.75		1531.90
			3.19	1.75	14.40	0.60		0.25	1.75	13.75	4.14		39.83
P22	7.93	0.79	2.00	1.75	3.30	1.14	8.19	0.50	2.00	5.00	0.61	8.11	
			40.08	21.26	75.90	44.57		15.00	122.02	177.25	29.10		525.19
			1.00	0.88	3.30	1.14		0.25	2.00	5.00	0.30		13.87
P23	7.56	0.39	1.63	1.63	0.80	0.31	4.36	0.00	1.50	2.50	0.36	4.36	
			32.57	19.74	18.40	12.12		0.00	91.52	88.63	17.16		280.13
			0.81	0.81	0.80	0.31		0.00	1.50	2.50	0.18		6.91
P25	7.02	0.56	2.50	0.50	2.40	0.52	5.92	0.00	1.50	3.00	1.34	5.84	
			50.10	6.08	55.20	20.33		0.00	91.52	106.35	64.18		393.75
			1.25	0.25	2.40	0.52		0.00	1.50	3.00	0.67		9.59
P26	7.38	0.90	4.88	2.25	2.10	0.26	9.49	0.50	2.25	3.00	3.59	9.34	
			97.70	27.34	48.30	10.17		15.00	137.27	106.35	172.39		614.51
			2.44	1.13	2.10	0.26		0.25	2.25	3.00	1.79		13.22
P27	6.45	1.80	7.38	4.38	5.50	0.66	17.91	0.00	0.50	8.25	9.27	18.02	
			147.8	53.16	126.50	25.81		0.00	30.51	292.46	445.39		1121.62
			3.69	2.19	5.50	0.66		0.00	0.50	8.25	4.64		25.42
P28	7.15	1.24	6.38	2.38	3.40	0.48	12.63	1.50	1.75	5.50	3.50	12.25	
			127.8	28.86	78.20	18.77		45.00	106.77	194.98	167.91		768.23
			3.19	1.19	3.40	0.48		0.75	1.75	5.50	1.75		18.00
P29	7.40	0.54	2.75	1.25	0.50	0.55	5.05	0.75	1.00	2.50	0.78	5.03	
			55.11	15.19	11.50	21.51		22.50	61.01	88.63	37.31		312.75
			1.38	0.63	0.50	0.55		0.38	1.00	2.50	0.39		7.31
P30	7.12	0.34	2.00	0.75	0.20	0.21	3.16	0.00	0.75	2.00	0.36	3.11	
			40.08	9.11	4.60	8.21		0.00	45.76	70.90	17.24		195.90
			1.00	0.38	0.20	0.21		0.00	0.75	2.00	0.18		4.71
P31	6.88	0.62	2.50	2.38	0.80	0.48	6.16	0.00	1.50	3.13	1.09	5.71	
			50.10	28.86	18.40	18.77		0.00	91.52	110.78	52.24		370.66
			1.25	1.19	0.80	0.48		0.00	1.50	3.13	0.54		8.89
P32	6.95	0.64	3.25	2.25	0.30	0.32	6.12	0.00	0.63	3.50	1.09	5.21	
			65.13	27.34	6.90	12.51		0.00	38.13	124.08	52.24		326.32
			1.63	1.13	0.30	0.32		0.00	0.63	3.50	0.54		8.04
P34	7.12	0.45	2.13	1.00	0.70	0.47	4.30	0.00	1.38	2.00	0.93	4.31	
			42.59	12.15	16.10	18.38		0.00	83.89	70.90	44.78		288.78
			1.06	0.50	0.70	0.47		0.00	1.38	2.00	0.47		6.57
P35	7.30	0.90	3.75	2.50	1.30	1.00	8.55	0.00	2.00	5.00	1.48	8.48	
			75.15	30.38	29.90	39.10		0.00	122.02	177.25	70.89		544.69
			1.88	1.25	1.30	1.00		0.00	2.00	5.00	0.74		13.16
P37	7.32	0.56	2.75	1.50	0.80	0.72	5.77	0.75	1.13	3.00	0.82	5.70	
			55.11	18.23	18.40	28.15		22.50	68.64	106.35	39.55		356.92
			1.38	0.75	0.80	0.72		0.38	1.13	3.00	0.41		8.56

Cuadro B-9. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P1 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P1 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.54	0.61	2.13	1.50	1.80	0.39	5.82	0.00	0.63	4.25	0.93	5.81	
			42.59	18.23	41.40	15.25		0.00	38.13	150.66	44.78		351.03
			1.06	0.75	1.80	0.39		0.00	0.63	4.25	0.47		9.34
10-20	6.65	0.29	1.25	0.63	0.80	0.19	2.87	0.00	0.50	1.50	0.96	2.96	
			25.05	7.59	18.40	7.43		0.00	30.51	53.18	45.98		188.13
			0.63	0.31	0.80	0.19		0.00	0.50	1.50	0.48		4.41
20-30	7.06	0.32	0.88	1.00	1.10	0.13	3.11	0.00	0.75	1.63	0.67	3.04	
			17.54	12.15	25.30	5.08		0.00	45.76	57.61	32.09		195.52
			0.44	0.50	1.10	0.13		0.00	0.75	1.63	0.33		4.88
30-40	7.34	0.29	0.75	0.75	1.50	0.07	3.07	0.50	0.38	1.50	0.64	3.01	
			15.03	9.11	34.50	2.74		15.00	22.88	53.18	30.60		183.03
			0.38	0.38	1.50	0.07		0.25	0.38	1.50	0.32		4.76
40-50	7.47	0.29	0.75	0.50	1.70	0.08	3.03	0.50	0.38	1.50	0.59	2.97	
			15.03	6.08	39.10	3.13		15.00	22.88	53.18	28.36		182.74
			0.38	0.25	1.70	0.08		0.25	0.38	1.50	0.30		4.83
50-60	7.28	0.32	0.63	0.63	2.00	0.07	3.32	0.25	0.63	1.75	0.62	3.25	
			12.53	7.59	46.00	2.74		7.50	38.13	62.04	29.85		206.37
			0.31	0.31	2.00	0.07		0.13	0.63	1.75	0.31		5.51
60-70	7.34	0.32	0.63	0.38	2.10	0.03	3.13	0.25	0.75	1.50	0.59	3.09	
			12.53	4.56	48.30	1.17		7.50	45.76	53.18	28.36		201.34
			0.31	0.19	2.10	0.03		0.13	0.75	1.50	0.30		5.30
70-80	7.38	0.45	0.63	0.63	3.20	0.05	4.50	0.50	0.50	1.88	1.63	4.51	
			12.53	7.59	73.60	1.96		15.00	30.51	66.47	78.31		285.96
			0.31	0.31	3.20	0.05		0.25	0.50	1.88	0.82		7.32
80-90	7.43	0.56	0.63	0.50	4.30	0.04	5.47	0.30	0.73	3.00	1.13	5.15	
			12.53	6.08	98.90	1.56		9.00	44.23	106.35	54.22		332.86
			0.31	0.25	4.30	0.04		0.15	0.73	3.00	0.56		9.34
90-100	7.52	0.60	0.63	0.88	4.40	0.05	5.95	0.30	0.60	3.50	1.52	5.92	
			12.53	10.63	101.20	1.96		9.00	36.61	124.08	73.13		369.13
			0.31	0.44	4.40	0.05		0.15	0.60	3.50	0.76		10.21

Cuadro B-10. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P4 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P4 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.10	0.70	3.38	2.38	1.00	0.39	7.14	1.00	1.00	2.75	1.46	6.21	
			67.64	28.86	23.00	15.25		30.00	61.01	97.49	70.15		393.39
			1.69	1.19	1.00	0.39		0.50	1.00	2.75	0.73		9.25
10-20	7.19	0.38	1.88	1.13	0.50	0.23	3.73	0.50	0.75	1.75	0.89	3.89	
			37.58	13.67	11.50	8.99		15.00	45.76	62.04	42.53		237.06
			0.94	0.56	0.50	0.23		0.25	0.75	1.75	0.44		5.42
20-30	7.25	0.41	2.13	1.25	0.50	0.25	4.13	0.50	0.88	1.63	1.12	4.12	
			42.59	15.19	11.50	9.78		15.00	53.38	57.61	53.73		258.77
			1.06	0.63	0.50	0.25		0.25	0.88	1.63	0.56		5.75
30-40	7.28	0.32	2.50	0.13	0.40	0.15	3.18	0.50	0.50	1.50	0.72	3.22	
			50.10	1.52	9.20	5.87		15.00	30.51	53.18	34.48		199.85
			1.25	0.06	0.40	0.15		0.25	0.50	1.50	0.36		4.47
40-50	7.21	0.25	1.00	0.88	0.50	0.10	2.48	0.50	0.25	1.13	0.69	2.57	
			20.04	10.63	11.50	3.91		15.00	15.25	39.88	33.33		149.55
			0.50	0.44	0.50	0.10		0.25	0.25	1.13	0.35		3.51
50-60	7.18	0.25	0.75	1.00	0.50	0.11	2.36	0.00	0.50	1.13	0.72	2.34	
			15.03	12.15	11.50	4.30		0.00	30.51	39.88	34.48		147.85
			0.38	0.50	0.50	0.11		0.00	0.50	1.13	0.36		3.47
60-70	7.20	0.25	0.75	1.00	0.60	0.14	2.49	0.00	0.50	1.38	0.55	2.43	
			15.03	12.15	13.80	5.47		0.00	30.51	48.74	26.44		152.14
			0.38	0.50	0.60	0.14		0.00	0.50	1.38	0.28		3.77
70-80	7.33	0.37	1.38	1.25	0.80	0.23	3.66	0.50	0.38	1.75	0.93	3.56	
			27.56	15.19	18.40	8.99		15.00	22.88	62.04	44.78		214.83
			0.69	0.63	0.80	0.23		0.25	0.38	1.75	0.47		5.18
80-90	7.40	0.47	2.00	1.50	0.80	0.30	4.60	0.50	0.63	2.50	1.01	4.63	
			40.08	18.23	18.40	11.73		15.00	38.13	88.63	48.28		278.47
			1.00	0.75	0.80	0.30		0.25	0.63	2.50	0.50		6.73
90-100	7.44	0.25	0.88	1.13	0.40	0.19	2.59	0.50	0.25	1.13	0.81	2.69	
			17.54	13.67	9.20	7.43		15.00	15.25	39.88	39.08		157.05
			0.44	0.56	0.40	0.19		0.25	0.25	1.13	0.41		3.62

Cuadro B-11. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P15 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P15 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	8.01	2.14	1.00	0.50	21.10	0.27	22.87	3.50	3.38	8.00	3.73	18.60	
			20.04	6.08	485.30	10.56		105.0	205.91	283.60	179.10	1295.58	
			0.50	0.25	21.10	0.27		1.75	3.38	8.00	1.86	37.11	
10-20	8.00	2.03	0.88	0.38	20.80	0.19	22.24	3.50	2.88	7.25	3.42	17.04	
			17.54	4.56	478.40	7.43		105.0	175.40	257.01	164.18	1209.51	
			0.44	0.19	20.80	0.19		1.75	2.88	7.25	1.71	35.20	
20-30	8.50	1.52	1.00	0.38	15.60	0.08	17.06	3.75	2.13	5.75	3.05	14.67	
			20.04	4.56	358.80	3.13		112.5	129.65	203.84	146.27	978.77	
			0.50	0.19	15.60	0.08		1.88	2.13	5.75	1.52	27.64	
30-40	8.18	1.41	0.50	0.50	14.20	0.07	15.27	3.50	1.63	6.00	2.95	14.08	
			10.02	6.08	326.60	2.74		105.0	99.14	212.70	141.79	904.06	
			0.25	0.25	14.20	0.07		1.75	1.63	6.00	1.48	25.62	
40-50	8.48	1.20	0.50	0.25	12.10	0.04	12.89	2.75	1.63	5.00	2.77	12.14	
			10.02	3.04	278.30	1.56		82.50	99.14	177.25	132.83	784.65	
			0.25	0.13	12.10	0.04		1.38	1.63	5.00	1.38	21.90	
50-60	8.44	1.24	0.50	0.25	12.20	0.06	13.01	3.00	1.38	5.00	2.73	12.11	
			10.02	3.04	280.60	2.35		90.00	83.89	177.25	131.34	778.48	
			0.25	0.13	12.20	0.06		1.50	1.38	5.00	1.37	21.88	
60-70	8.33	1.02	0.25	0.25	10.20	0.02	10.72	2.50	0.50	4.63	2.55	10.17	
			5.01	3.04	234.60	0.78		75.00	30.51	163.96	122.39	635.28	
			0.13	0.13	10.20	0.02		1.25	0.50	4.63	1.27	18.12	
70-80	8.34	1.18	0.25	0.25	11.20	0.05	11.75	2.00	0.75	5.75	2.42	10.92	
			5.01	3.04	257.60	1.96		60.00	45.76	203.84	116.42	693.61	
			0.13	0.13	11.20	0.05		1.00	0.75	5.75	1.21	20.21	
80-90	8.25	1.18	0.25	0.25	11.20	0.04	11.74	2.00	1.00	6.00	2.36	11.36	
			5.01	3.04	257.60	1.56		60.00	61.01	212.70	113.43	714.35	
			0.13	0.13	11.20	0.04		1.00	1.00	6.00	1.18	20.67	
90-100	8.39	1.18	0.50	0.25	11.20	0.05	12.00	2.00	1.25	5.50	2.18	10.93	
			10.02	3.04	257.60	1.96		60.00	76.26	194.98	104.48	708.33	
			0.25	0.13	11.20	0.05		1.00	1.25	5.50	1.09	20.46	

Cuadro B-12. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P21 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P21 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.13	72.40	188.75	85.00	387.20	3.53	664.4	0.00	1.50	659.03	6.46	666.9	
			3782.5	1032.7	8905.6	138.0		0.00	91.52	23362.4	310.34		37623.2
			94.38	42.50	387.20	3.53		0.00	1.50	659.03	3.23		1191.36
10-20	7.88	14.69	20.00	10.00	115.60	0.81	146.4	0.25	0.88	142.03	2.33	145.4	
			400.80	121.50	2658.8	31.67		7.50	53.38	5035.01	111.94		8420.60
			10.00	5.00	115.60	0.81		0.13	0.88	142.03	1.17		275.61
20-30	8.23	10.28	13.75	6.25	81.60	0.41	102.0	0.25	0.88	102.26	1.94	105.3	
			275.55	75.94	1876.8	16.03		7.50	53.38	3625.21	93.28		6023.69
			6.88	3.13	81.60	0.41		0.13	0.88	102.26	0.97		196.24
30-40	7.86	10.58	14.38	8.13	82.90	0.33	105.7	0.00	1.00	102.26	1.24	104.5	
			288.08	98.72	1906.7	12.90		0.00	61.01	3625.21	59.70		6052.31
			7.19	4.06	82.90	0.33		0.00	1.00	102.26	0.62		198.36
40-50	7.65	10.87	15.63	8.75	83.70	0.35	108.4	0.00	0.88	107.94	0.72	109.5	
			313.13	106.31	1925.1	13.69		0.00	53.38	3826.61	34.48		6272.69
			7.81	4.38	83.70	0.35		0.00	0.88	107.94	0.36		205.42
50-60	7.78	10.87	13.75	12.50	82.40	0.28	108.9	0.00	0.88	107.94	0.66	109.4	
			275.55	151.88	1895.2	10.95		0.00	53.38	3826.61	31.61		6245.17
			6.88	6.25	82.40	0.28		0.00	0.88	107.94	0.33		204.95
60-70	7.49	11.16	13.75	13.75	84.10	0.32	111.9	0.00	0.88	107.94	0.78	109.6	
			275.55	167.06	1934.3	12.51		0.00	53.38	3826.61	37.31		6306.73
			6.88	6.88	84.10	0.32		0.00	0.88	107.94	0.39		207.38
70-80	7.48	14.39	21.25	18.75	96.50	0.35	136.8	0.00	0.88	136.35	0.38	137.6	
			425.85	227.81	2219.5	13.69		0.00	53.38	4833.61	18.07		7791.91
			10.63	9.38	96.50	0.35		0.00	0.88	136.35	0.19		254.26
80-90	7.32	13.91	21.25	19.38	92.90	0.35	133.8	0.00	0.88	130.67	0.62	132.1	
			425.85	235.41	2136.7	13.69		0.00	53.38	4632.21	29.85		7527.08
			10.63	9.69	92.90	0.35		0.00	0.88	130.67	0.31		245.42
90-100	7.40	13.04	22.50	18.75	95.50	0.38	137.1	0.00	0.88	136.35	0.62	137.8	
			450.90	227.81	2196.5	14.86		0.00	53.38	4833.61	29.85		7806.91
			11.25	9.38	95.50	0.38		0.00	0.88	136.35	0.31		254.04

Cuadro B-13. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P24 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P24 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.27	1.07	4.00	2.50	3.70	0.48	10.68	0.25	0.63	4.25	3.95	9.07	
			80.16	30.38	85.10	18.77		7.50	38.13	150.66	189.55		600.25
			2.00	1.25	3.70	0.48		0.13	0.63	4.25	1.97		14.40
10-20	7.54	0.68	2.50	1.75	1.90	0.37	6.52	0.25	0.75	3.00	1.93	5.93	
			50.10	21.26	43.70	14.47		7.50	45.76	106.35	92.54		381.67
			1.25	0.88	1.90	0.37		0.13	0.75	3.00	0.96		9.23
20-30	7.66	0.68	2.13	1.88	2.10	0.32	6.42	0.25	1.00	3.00	1.71	5.96	
			42.59	22.78	48.30	12.51		7.50	61.01	106.35	82.09		383.13
			1.06	0.94	2.10	0.32		0.13	1.00	3.00	0.85		9.40
30-40	7.47	0.68	2.50	1.38	2.30	0.28	6.46	0.50	0.75	3.00	1.49	5.74	
			50.10	16.71	52.90	10.95		15.00	45.76	106.35	71.64		369.40
			1.25	0.69	2.30	0.28		0.25	0.75	3.00	0.75		9.26
40-50	7.22	0.68	2.13	1.88	2.30	0.26	6.56	0.50	0.75	2.50	1.52	5.27	
			42.59	22.78	52.90	10.17		15.00	45.76	88.63	73.13		350.95
			1.06	0.94	2.30	0.26		0.25	0.75	2.50	0.76		8.82
50-60	7.25	0.73	3.00	1.25	2.80	0.26	7.31	0.50	0.75	4.25	1.74	7.24	
			60.12	15.19	64.40	10.17		15.00	45.76	150.66	83.58		444.87
			1.50	0.63	2.80	0.26		0.25	0.75	4.25	0.87		11.31
60-70	7.43	0.96	3.50	2.25	3.60	0.23	9.58	0.25	0.88	4.75	2.52	8.39	
			70.14	27.34	82.80	8.99		7.50	53.38	168.39	120.89		539.44
			1.75	1.13	3.60	0.23		0.13	0.88	4.75	1.26		13.71
70-80	7.53	1.24	4.88	2.88	4.40	0.22	12.37	0.25	0.63	6.50	4.20	11.57	
			97.70	34.93	101.20	8.60		7.50	38.13	230.43	201.49		719.97
			2.44	1.44	4.40	0.22		0.13	0.63	6.50	2.10		17.84
80-90	7.36	1.41	5.38	3.13	5.40	0.20	14.10	0.25	0.63	6.75	4.79	12.41	
			107.72	37.97	124.20	7.82		7.50	38.13	239.29	229.85		792.47
			2.69	1.56	5.40	0.20		0.13	0.63	6.75	2.39		19.74
90-100	7.39	1.24	4.63	2.13	5.40	0.15	12.30	0.25	0.63	6.50	3.64	11.01	
			92.69	25.82	124.20	5.87		7.50	38.13	230.43	174.62		699.25
			2.31	1.06	5.40	0.15		0.13	0.63	6.50	1.82		17.99
100-110	7.46	1.07	3.25	1.00	5.70	0.13	10.08	0.25	0.63	6.00	2.58	9.45	
			65.13	12.15	131.10	5.08		7.50	38.13	212.70	123.88		595.67
			1.63	0.50	5.70	0.13		0.13	0.63	6.00	1.29		15.99

Cuadro B-14. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P33 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P33 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.47	0.47	2.00	1.50	0.80	0.30	4.60	0.00	1.00	2.50	1.06	4.56	
			40.08	18.23	18.40	11.73		0.00	61.01	88.63	50.75		288.82
			1.00	0.75	0.80	0.30		0.00	1.00	2.50	0.53		6.88
10-20	7.31	0.18	0.88	0.50	0.30	0.13	1.81	0.00	0.50	0.75	0.38	1.63	
			17.54	6.08	6.90	5.08		0.00	30.51	26.59	18.39		111.08
			0.44	0.25	0.30	0.13		0.00	0.50	0.75	0.19		2.56
20-30	7.86	0.16	0.75	0.63	0.20	0.15	1.73	0.00	0.50	0.75	0.25	1.50	
			15.03	7.59	4.60	5.87		0.00	30.51	26.59	12.05		102.23
			0.38	0.31	0.20	0.15		0.00	0.50	0.75	0.13		2.41
30-40	7.72	0.11	0.63	0.38	0.10	0.14	1.24	0.00	0.38	0.63	0.24	1.24	
			12.53	4.56	2.30	5.47		0.00	22.88	22.16	11.49		81.38
			0.31	0.19	0.10	0.14		0.00	0.38	0.63	0.12		1.86
40-50	7.82	0.14	0.63	0.63	0.10	0.14	1.49	0.00	0.38	0.75	0.24	1.36	
			12.53	7.59	2.30	5.47		0.00	22.88	26.59	11.49		88.85
			0.31	0.31	0.10	0.14		0.00	0.38	0.75	0.12		2.11
50-60	7.81	0.25	1.00	0.63	0.60	0.21	2.44	0.00	0.63	0.75	1.05	2.43	
			20.04	7.59	13.80	8.21		0.00	38.13	26.59	50.57		164.94
			0.50	0.31	0.60	0.21		0.00	0.63	0.75	0.53		3.52
60-70	7.20	0.21	0.50	0.75	0.60	0.20	2.05	0.00	0.50	0.88	0.67	2.05	
			10.02	9.11	13.80	7.82		0.00	30.51	31.02	32.18		134.46
			0.25	0.38	0.60	0.20		0.00	0.50	0.88	0.34		3.14
70-80	7.12	0.27	0.75	0.88	0.90	0.15	2.68	0.00	0.50	1.25	0.96	2.71	
			15.03	10.63	20.70	5.87		0.00	30.51	44.31	45.98		173.02
			0.38	0.44	0.90	0.15		0.00	0.50	1.25	0.48		4.09
80-90	7.65	0.21	0.75	0.50	0.70	0.12	2.07	0.00	0.50	0.75	1.20	2.45	
			15.03	6.08	16.10	4.69		0.00	30.51	26.59	57.47		156.46
			0.38	0.25	0.70	0.12		0.00	0.50	0.75	0.60		3.29
90-100	7.47	0.44	1.00	0.88	2.10	0.17	4.15	0.00	0.50	2.25	1.36	4.11	
			20.04	10.63	48.30	6.65		0.00	30.51	79.76	65.52		261.40
			0.50	0.44	2.10	0.17		0.00	0.50	2.25	0.68		6.64

Cuadro B-15. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P36 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P36 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	8.58	0.79	3.50	2.25	1.20	1.04	7.99	1.50	1.25	2.75	1.86	7.36	
			70.14	27.34	27.60	40.66		45.00	76.26	97.49	89.55		474.04
			1.75	1.13	1.20	1.04		0.75	1.25	2.75	0.93		10.80
10-20	8.25	0.47	2.00	1.25	0.85	0.60	4.70	1.00	0.75	1.50	1.46	4.71	
			40.08	15.19	19.55	23.46		30.00	45.76	53.18	70.15		297.36
			1.00	0.63	0.85	0.60		0.50	0.75	1.50	0.73		6.56
20-30	8.27	0.36	1.50	0.88	0.80	0.37	3.55	1.00	0.13	1.25	1.18	3.56	
			30.06	10.63	18.40	14.47		30.00	7.63	44.31	56.72		212.21
			0.75	0.44	0.80	0.37		0.50	0.13	1.25	0.59		4.82
30-40	7.76	0.25	1.00	0.63	0.65	0.19	2.47	0.00	0.63	1.00	0.89	2.51	
			20.04	7.59	14.95	7.43		0.00	38.13	35.45	42.53		166.12
			0.50	0.31	0.65	0.19		0.00	0.63	1.00	0.44		3.72
40-50	7.93	0.23	0.88	0.75	0.35	0.12	2.10	0.00	0.50	1.00	0.72	2.22	
			17.54	9.11	8.05	4.69		0.00	30.51	35.45	34.48		139.83
			0.44	0.38	0.35	0.12		0.00	0.50	1.00	0.36		3.14
50-60	7.86	0.18	0.88	0.63	0.25	0.10	1.85	0.00	0.50	0.75	0.72	1.97	
			17.54	7.59	5.75	3.91		0.00	30.51	26.59	34.48		126.36
			0.44	0.31	0.25	0.10		0.00	0.50	0.75	0.36		2.71
60-70	7.95	0.20	0.88	0.75	0.35	0.08	2.06	0.00	0.63	0.75	0.72	2.09	
			17.54	9.11	8.05	3.13		0.00	38.13	26.59	34.48		137.03
			0.44	0.38	0.35	0.08		0.00	0.63	0.75	0.36		2.98
70-80	7.86	0.17	0.88	0.38	0.35	0.06	1.66	0.00	0.50	0.75	0.69	1.94	
			17.54	4.56	8.05	2.35		0.00	30.51	26.59	33.33		122.91
			0.44	0.19	0.35	0.06		0.00	0.50	0.75	0.35		2.63
80-90	7.96	0.19	0.63	0.88	0.35	0.10	1.95	0.00	0.50	0.75	0.72	1.97	
			12.53	10.63	8.05	3.91		0.00	30.51	26.59	34.48		126.69
			0.31	0.44	0.35	0.10		0.00	0.50	0.75	0.36		2.81
90-100	7.41	0.16	0.75	0.50	0.15	0.05	1.45	0.00	0.25	0.63	0.69	1.57	
			15.03	6.08	3.45	1.96		0.00	15.25	22.16	33.33		97.25
			0.38	0.25	0.15	0.05		0.00	0.25	0.63	0.35		2.05

Cuadro B-16. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P38 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P38 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.51	1.41	2.50	2.00	9.00	0.78	14.28	0.50	2.00	7.00	3.73	13.23	
			50.10	24.30	207.00	30.50		15.00	122.02	248.15	179.10		876.17
			1.25	1.00	9.00	0.78		0.25	2.00	7.00	1.86		23.14
10-20	7.61	1.24	1.50	0.88	9.70	0.36	12.44	0.50	1.50	6.63	3.39	12.01	
			30.06	10.63	223.10	14.08		15.00	91.52	234.86	162.68		781.92
			0.75	0.44	9.70	0.36		0.25	1.50	6.63	1.69		21.32
20-30	7.93	1.35	1.50	0.50	11.30	0.20	13.50	0.50	1.25	7.75	3.42	12.92	
			30.06	6.08	259.90	7.82		15.00	76.26	274.74	164.18		834.03
			0.75	0.25	11.30	0.20		0.25	1.25	7.75	1.71		23.46
30-40	8.25	1.41	1.50	0.63	11.70	0.13	13.96	0.50	1.13	8.25	3.11	12.98	
			30.06	7.59	269.10	5.08		15.00	68.64	292.46	149.25		837.19
			0.75	0.31	11.70	0.13		0.25	1.13	8.25	1.55		24.07
40-50	8.19	1.35	0.88	0.63	11.70	0.07	13.27	0.50	0.88	8.50	3.14	13.01	
			17.54	7.59	269.10	2.74		15.00	53.38	301.33	150.74		817.42
			0.44	0.31	11.70	0.07		0.25	0.88	8.50	1.57		23.71
50-60	8.37	1.41	0.88	0.50	12.60	0.05	14.03	0.50	0.75	9.00	3.14	13.39	
			17.54	6.08	289.80	1.96		15.00	45.76	319.05	150.74		845.92
			0.44	0.25	12.60	0.05		0.25	0.75	9.00	1.57		24.91
60-70	8.51	1.35	0.50	0.50	12.50	0.05	13.55	0.75	0.63	8.25	3.11	12.73	
			10.02	6.08	287.50	1.96		22.50	38.13	292.46	149.25		807.89
			0.25	0.25	12.50	0.05		0.38	0.63	8.25	1.55		23.85
70-80	8.41	1.35	0.75	0.25	12.60	0.04	13.64	0.75	0.88	8.00	2.80	12.42	
			15.03	3.04	289.80	1.56		22.50	53.38	283.60	134.33		803.24
			0.38	0.13	12.60	0.04		0.38	0.88	8.00	1.40		23.79
80-90	8.45	1.30	0.50	0.50	11.90	0.08	12.98	1.00	0.75	8.00	2.80	12.55	
			10.02	6.08	273.70	3.13		30.00	45.76	283.60	134.33		786.61
			0.25	0.25	11.90	0.08		0.50	0.75	8.00	1.40		23.13
90-100	8.46	1.30	0.38	0.63	12.00	0.07	13.07	1.25	0.88	7.50	3.17	12.79	
			7.52	7.59	276.00	2.74		37.50	53.38	265.88	152.24		802.84
			0.19	0.31	12.00	0.07		0.63	0.88	7.50	1.58		23.15

Cuadro B-17. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P39 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.18	8.14	45.00	11.25	24.10	1.35	81.70	0.50	1.13	52.25	27.97	81.84	
			901.80	136.69	554.30	52.79		15.00	68.64	1852.26	1343.2		4924.73
			22.50	5.63	24.10	1.35		0.25	1.13	52.25	13.98		121.18
10-20	7.41	5.57	22.50	15.00	21.50	0.88	59.88	0.25	1.38	24.13	34.18	59.93	
			450.90	182.25	494.50	34.41		7.50	83.89	855.23	1641.7		3750.44
			11.25	7.50	21.50	0.88		0.13	1.38	24.13	17.09		83.85
20-30	8.10	5.04	19.38	10.63	25.50	0.44	55.94	0.25	1.13	19.00	33.41	53.78	
			388.28	129.09	586.50	17.20		7.50	68.64	673.55	1604.4		3475.21
			9.69	5.31	25.50	0.44		0.13	1.13	19.00	16.70		77.89
30-40	7.56	5.01	16.25	9.38	26.10	0.21	51.94	0.25	0.88	16.50	33.02	50.64	
			325.65	113.91	600.30	8.21		7.50	53.38	584.93	1585.8		3279.67
			8.13	4.69	26.10	0.21		0.13	0.88	16.50	16.51		73.13
40-50	7.71	5.08	15.00	8.13	31.60	0.07	54.80	0.25	0.50	18.25	36.28	55.28	
			300.60	98.72	726.80	2.74		7.50	30.51	646.96	1742.5		3556.33
			7.50	4.06	31.60	0.07		0.13	0.50	18.25	18.14		80.25
50-60	7.51	5.42	15.00	7.50	34.60	0.04	57.14	0.25	0.50	19.50	36.82	57.07	
			300.60	91.13	795.80	1.56		7.50	30.51	691.28	1768.6		3687.00
			7.50	3.75	34.60	0.04		0.13	0.50	19.50	18.41		84.43
60-70	8.00	5.21	14.38	6.25	33.80	0.03	54.46	0.25	0.63	18.25	37.29	56.41	
			288.08	75.94	777.40	1.17		7.50	38.13	646.96	1791.0		3626.19
			7.19	3.13	33.80	0.03		0.13	0.63	18.25	18.64		81.79
70-80	7.89	5.08	13.13	4.37	35.10	0.06	52.66	0.25	0.38	17.75	34.65	53.02	
			263.03	53.16	807.30	2.35		7.50	22.88	629.24	1664.1		3449.59
			6.56	2.19	35.10	0.06		0.13	0.38	17.75	17.32		79.48
80-90	7.55	5.00	13.13	3.12	33.80	0.08	50.13	0.25	0.38	18.00	30.54	49.17	
			263.03	37.97	777.40	3.13		7.50	22.88	638.10	1466.8		3216.84
			6.56	1.56	33.80	0.08		0.13	0.38	18.00	15.27		75.78
90-100	7.57	4.90	12.50	3.75	33.30	0.11	49.66	0.25	0.38	17.50	32.63	50.75	
			250.50	45.56	765.90	4.30		7.50	22.88	620.38	1567.1		3284.16
			6.25	1.88	33.30	0.11		0.13	0.38	17.50	16.31		75.85
100-110	7.58	4.41	10.00	3.75	31.00	0.13	44.88	0.25	0.38	16.50	26.10	43.23	
			200.40	45.56	713.00	5.08		7.50	22.88	584.93	1253.7		2833.06
			5.00	1.88	31.00	0.13		0.13	0.38	16.50	13.05		68.06
110-120	8.15	3.82	7.50	3.75	28.20	0.13	39.58	0.25	0.38	14.00	21.75	36.38	
			150.30	45.56	648.60	5.08		7.50	22.88	496.30	1044.7		2420.98
			3.75	1.88	28.20	0.13		0.13	0.38	14.00	10.88		59.33
120-130	8.11	4.11	7.50	4.38	25.00	0.14	37.02	0.25	0.38	15.50	20.90	37.02	
			150.30	53.16	575.00	5.47		7.50	22.88	549.48	1003.7		2367.50
			3.75	2.19	25.00	0.14		0.13	0.38	15.50	10.45		57.53
130-140	8.11	4.41	10.00	1.25	33.00	0.14	44.39	0.25	0.38	15.75	27.97	44.34	
			200.40	15.19	759.00	5.47		7.50	22.88	558.34	1343.2		2912.04
			5.00	0.63	33.00	0.14		0.13	0.38	15.75	13.98		69.00
140-150	8.03	4.11	7.50	3.75	25.20	0.12	36.57	0.25	0.38	15.50	19.19	35.31	
			150.30	45.56	579.60	4.69		7.50	22.88	549.48	921.63		2281.63
			3.75	1.88	25.20	0.12		0.13	0.38	15.50	9.59		56.54

Cuadro B-17. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											
150-160	7.88	2.82	5.63	2.50	20.50	0.07	28.70	0.25	0.63	13.00	10.64	24.52	
			112.73	30.38	471.50	2.74		7.50	38.13	460.85	511.19		1635.00
			2.81	1.25	20.50	0.07		0.13	0.63	13.00	5.32		43.70
160-170	7.72	3.53	5.63	1.88	27.90	0.09	35.49	0.25	0.63	13.38	19.50	33.75	
			112.73	22.78	641.70	3.52		7.50	38.13	474.14	936.55		2237.05
			2.81	0.94	27.90	0.09		0.13	0.63	13.38	9.75		55.61
170-180	8.04	2.94	3.75	1.25	24.10	0.11	29.21	0.25	0.63	12.13	11.73	24.73	
			75.15	15.19	554.30	4.30		7.50	38.13	429.83	563.24		1687.64
			1.88	0.63	24.10	0.11		0.13	0.63	12.13	5.86		45.45
180-190	7.78	2.82	3.13	1.88	23.20	0.07	28.27	0.25	0.75	11.25	10.64	22.89	
			62.63	22.78	533.60	2.74		7.50	45.76	398.81	511.19		1585.00
			1.56	0.94	23.20	0.07		0.13	0.75	11.25	5.32		43.22
190-200	8.15	2.47	3.13	1.88	19.60	0.06	24.66	0.25	0.50	9.75	14.14	24.64	
			62.63	22.78	450.80	2.35		7.50	30.51	345.64	679.09		1601.29
			1.56	0.94	19.60	0.06		0.13	0.50	9.75	7.07		39.60
200-210	8.28	3.23	4.38	1.88	25.70	0.07	32.02	0.50	0.75	13.25	16.70	31.20	
			87.68	22.78	591.10	2.74		15.00	45.76	469.71	802.23		2036.99
			2.19	0.94	25.70	0.07		0.25	0.75	13.25	8.35		51.50
210-220	7.88	2.35	3.13	1.88	18.70	0.05	23.75	0.25	0.88	10.25	11.19	22.56	
			62.63	22.78	430.10	1.96		7.50	53.38	363.36	537.30		1479.01
			1.56	0.94	18.70	0.05		0.13	0.88	10.25	5.59		38.09
220-230	8.18	2.47	3.75	1.25	19.80	0.07	24.87	0.25	0.75	10.25	10.88	22.13	
			75.15	15.19	455.40	2.74		7.50	45.76	363.36	522.38		1487.47
			1.88	0.63	19.80	0.07		0.13	0.75	10.25	5.44		38.93
230-240	7.91	2.47	3.13	1.88	19.70	0.05	24.75	0.25	0.63	10.00	12.51	23.38	
			62.63	22.78	453.10	1.96		7.50	38.13	354.50	600.74		1541.33
			1.56	0.94	19.70	0.05		0.13	0.63	10.00	6.25		39.25
240-250	7.22	2.23	2.50	2.50	17.50	0.08	22.58	0.25	0.63	9.25	10.10	20.22	
			50.10	30.38	402.50	3.13		7.50	38.13	327.91	485.07		1344.71
			1.25	1.25	17.50	0.08		0.13	0.63	9.25	5.05		35.13
250-270	7.95	2.82	3.13	1.88	23.30	0.07	28.37	0.25	0.63	13.00	12.43	26.30	
			62.63	22.78	535.90	2.74		7.50	38.13	460.85	597.00		1727.53
			1.56	0.94	23.30	0.07		0.13	0.63	13.00	6.21		45.83
270-280	7.50	1.94	1.88	1.88	15.50	0.12	19.37	0.25	0.63	9.00	7.07	16.94	
			37.58	22.78	356.50	4.69		7.50	38.13	319.05	339.55		1125.78
			0.94	0.94	15.50	0.12		0.13	0.63	9.00	3.53		30.78
280-300	8.27	2.12	0.81	2.94	17.60	0.06	21.41	0.25	0.63	7.75	8.55	17.17	
			16.28	35.69	404.80	2.35		7.50	38.13	274.74	410.44		1189.93
			0.41	1.47	17.60	0.06		0.13	0.63	7.75	4.27		32.31

Cuadro B-18. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P40 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.02	0.47	2.50	1.13	0.50	0.46	4.59	0.50	0.88	1.50	1.68	4.55	
			50.10	13.67	11.50	17.99		15.00	53.38	53.18	80.60		295.41
			1.25	0.56	0.50	0.46		0.25	0.88	1.50	0.84		6.24
10-20	7.39	0.43	1.88	1.50	0.40	0.44	4.22	0.00	0.50	1.50	2.27	4.27	
			37.58	18.23	9.20	17.20		0.00	30.51	53.18	108.95		274.84
			0.94	0.75	0.40	0.44		0.00	0.50	1.50	1.13		5.66
20-30	7.15	0.52	2.13	1.63	0.85	0.35	4.95	0.00	1.00	1.50	1.86	4.36	
			42.59	19.74	19.55	13.69		0.00	61.01	53.18	89.55		299.30
			1.06	0.81	0.85	0.35		0.00	1.00	1.50	0.93		6.51
30-40	7.45	0.23	1.13	0.63	0.20	0.13	2.08	0.00	0.50	1.00	0.48	1.98	
			22.55	7.59	4.60	5.08		0.00	30.51	35.45	22.99		128.76
			0.56	0.31	0.20	0.13		0.00	0.50	1.00	0.24		2.94
40-50	7.30	0.20	1.13	0.25	0.35	0.14	1.87	0.00	0.50	1.00	0.36	1.86	
			22.55	3.04	8.05	5.47		0.00	30.51	35.45	17.24		122.30
			0.56	0.13	0.35	0.14		0.00	0.50	1.00	0.18		2.86
50-60	7.22	0.23	1.00	0.50	0.30	0.17	1.97	0.00	0.38	1.00	0.48	1.85	
			20.04	6.08	6.90	6.65		0.00	22.88	35.45	22.99		120.98
			0.50	0.25	0.30	0.17		0.00	0.38	1.00	0.24		2.83
60-70	7.30	0.14	0.63	0.75	0.00	0.09	1.47	0.00	0.25	0.75	0.48	1.48	
			12.53	9.11	0.00	3.52		0.00	15.25	26.59	22.99		89.98
			0.31	0.38	0.00	0.09		0.00	0.25	0.75	0.24		2.02
70-80	7.22	0.10	0.63	0.38	0.00	0.07	1.07	0.00	0.25	0.75	0.14	1.14	
			12.53	4.56	0.00	2.74		0.00	15.25	26.59	6.90		68.55
			0.31	0.19	0.00	0.07		0.00	0.25	0.75	0.07		1.64
80-90	7.16	0.14	0.75	0.50	0.00	0.06	1.31	0.00	0.25	0.88	0.19	1.32	
			15.03	6.08	0.00	2.35		0.00	15.25	31.02	9.20		78.92
			0.38	0.25	0.00	0.06		0.00	0.25	0.88	0.10		1.91
90-100	7.13	0.14	0.75	0.25	0.00	0.05	1.05	0.00	0.25	0.75	0.14	1.14	
			15.03	3.04	0.00	1.96		0.00	15.25	26.59	6.90		68.76
			0.38	0.13	0.00	0.05		0.00	0.25	0.75	0.07		1.62
100-110	7.31	0.10	0.88	0.13	0.00	0.03	1.03	0.00	0.25	0.75	0.12	1.12	
			17.54	1.52	0.00	1.17		0.00	15.25	26.59	5.75		67.81
			0.44	0.06	0.00	0.03		0.00	0.25	0.75	0.06		1.59
110-120	7.33	0.10	0.75	0.25	0.00	0.03	1.03	0.00	0.25	0.63	0.17	1.04	
			15.03	3.04	0.00	1.17		0.00	15.25	22.16	8.05		64.70
			0.38	0.13	0.00	0.03		0.00	0.25	0.63	0.08		1.49
120-130	7.52	0.11	0.63	0.38	0.00	0.04	1.04	0.00	0.25	0.63	0.19	1.07	
			12.53	4.56	0.00	1.56		0.00	15.25	22.16	9.20		65.25
			0.31	0.19	0.00	0.04		0.00	0.25	0.63	0.10		1.51
130-140	7.56	0.14	0.63	0.50	0.15	0.05	1.33	0.00	0.25	0.75	0.36	1.36	
			12.53	6.08	3.45	1.96		0.00	15.25	26.59	17.24		83.09
			0.31	0.25	0.15	0.05		0.00	0.25	0.75	0.18		1.94
140-150	7.25	0.09	0.63	0.25	0.00	0.02	0.90	0.00	0.25	0.50	0.38	1.13	
			12.53	3.04	0.00	0.78		0.00	15.25	17.73	18.39		67.71
			0.31	0.13	0.00	0.02		0.00	0.25	0.50	0.19		1.40

Cuadro B-18. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.51	0.23	0.88	0.75	0.50	0.05	2.18	0.00	0.38	0.88	0.69	1.94	
			17.54	9.11	11.50	1.96		0.00	22.88	31.02	33.33		127.33
			0.44	0.38	0.50	0.05		0.00	0.38	0.88	0.35		2.96
160-170	7.57	0.20	0.75	0.88	0.30	0.06	1.99	0.00	0.25	0.75	0.74	1.74	
			15.03	10.63	6.90	2.35		0.00	15.25	26.59	35.63		112.38
			0.38	0.44	0.30	0.06		0.00	0.25	0.75	0.37		2.54
170-180	7.60	0.16	0.88	0.50	0.20	0.03	1.61	0.00	0.25	0.75	0.69	1.69	
			17.54	6.08	4.60	1.17		0.00	15.25	26.59	33.33		104.56
			0.44	0.25	0.20	0.03		0.00	0.25	0.75	0.35		2.26
180-190	7.61	0.18	1.00	0.38	0.30	0.05	1.73	0.00	0.25	0.88	0.57	1.70	
			20.04	4.56	6.90	1.96		0.00	15.25	31.02	27.59		107.31
			0.50	0.19	0.30	0.05		0.00	0.25	0.88	0.29		2.45
190-200	7.53	0.16	1.00	0.25	0.25	0.04	1.54	0.00	0.25	0.63	0.67	1.55	
			20.04	3.04	5.75	1.56		0.00	15.25	22.16	32.18		99.98
			0.50	0.13	0.25	0.04		0.00	0.25	0.63	0.34		2.13
200-210	7.40	0.11	0.63	0.50	0.00	0.04	1.17	0.00	0.25	0.50	0.57	1.32	
			12.53	6.08	0.00	1.56		0.00	15.25	17.73	27.59		80.73
			0.31	0.25	0.00	0.04		0.00	0.25	0.50	0.29		1.64
210-220	7.39	0.16	0.75	0.50	0.25	0.05	1.55	0.00	0.25	0.75	0.60	1.60	
			15.03	6.08	5.75	1.96		0.00	15.25	26.59	28.74		99.39
			0.38	0.25	0.25	0.05		0.00	0.25	0.75	0.30		2.22
220-230	7.63	0.20	0.88	0.63	0.25	0.07	1.82	0.00	0.25	1.00	0.57	1.82	
			17.54	7.59	5.75	2.74		0.00	15.25	35.45	27.59		111.90
			0.44	0.31	0.25	0.07		0.00	0.25	1.00	0.29		2.61
230-240	7.59	0.16	0.75	0.50	0.25	0.05	1.55	0.00	0.25	0.50	0.57	1.32	
			15.03	6.08	5.75	1.96		0.00	15.25	17.73	27.59		89.37
			0.38	0.25	0.25	0.05		0.00	0.25	0.50	0.29		1.96
240-250	7.62	0.16	0.75	0.50	0.30	0.04	1.59	0.00	0.50	0.50	0.57	1.57	
			15.03	6.08	6.90	1.56		0.00	30.51	17.73	27.59		105.38
			0.38	0.25	0.30	0.04		0.00	0.50	0.50	0.29		2.25
250-260	7.64	0.15	0.88	0.25	0.25	0.05	1.43	0.00	0.38	0.50	0.62	1.50	
			17.54	3.04	5.75	1.96		0.00	22.88	17.73	29.88		98.77
			0.44	0.13	0.25	0.05		0.00	0.38	0.50	0.31		2.05
260-270	7.54	0.18	0.75	0.38	0.45	0.04	1.62	0.00	0.50	0.50	0.62	1.62	
			15.03	4.56	10.35	1.56		0.00	30.51	17.73	29.88		109.61
			0.38	0.19	0.45	0.04		0.00	0.50	0.50	0.31		2.36
270-280	7.91	0.23	0.88	0.38	0.55	0.05	1.85	0.00	0.50	0.63	0.77	1.89	
			17.54	4.56	12.65	1.96		0.00	30.51	22.16	36.78		126.14
			0.44	0.19	0.55	0.05		0.00	0.50	0.63	0.38		2.73
280-290	7.66	0.15	0.75	0.38	0.35	0.02	1.50	0.00	0.25	0.50	0.72	1.47	
			15.03	4.56	8.05	0.78		0.00	15.25	17.73	34.48		95.88
			0.38	0.19	0.35	0.02		0.00	0.25	0.50	0.36		2.04
290-300	7.61	0.15	0.63	0.38	0.35	0.05	1.40	0.00	0.25	0.50	0.72	1.47	
			12.53	4.56	8.05	1.96		0.00	15.25	17.73	34.48		94.55
			0.31	0.19	0.35	0.05		0.00	0.25	0.50	0.36		2.01

Cuadro B-19. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P41 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	8.17	9.74	15.00	17.50	64.70	1.27	98.47	0.50	1.00	52.75	43.50	97.75	
			300.60	212.63	1488.1	49.66		15.00	61.01	1869.99	2089.5		6086.50
			7.50	8.75	64.70	1.27		0.25	1.00	52.75	21.75		157.97
10-20	7.92	5.11	8.75	3.75	38.60	0.49	51.59	0.50	1.00	28.25	20.04	49.79	
			175.35	45.56	887.80	19.16		15.00	61.01	1001.46	962.67		3168.01
			4.38	1.88	38.60	0.49		0.25	1.00	28.25	10.02		84.86
20-30	8.26	3.82	5.00	2.50	31.10	0.25	38.85	0.50	0.75	20.75	13.21	35.21	
			100.20	30.38	715.30	9.78		15.00	45.76	735.59	634.32		2286.31
			2.50	1.25	31.10	0.25		0.25	0.75	20.75	6.60		63.45
30-40	7.78	3.82	5.00	2.50	31.00	0.11	38.61	0.25	0.63	21.50	15.69	38.07	
			100.20	30.38	713.00	4.30		7.50	38.13	762.18	753.72		2409.40
			2.50	1.25	31.00	0.11		0.13	0.63	21.50	7.85		64.96
40-50	7.66	3.82	3.75	3.75	31.00	0.11	38.61	0.25	0.38	21.00	13.52	35.14	
			75.15	45.56	713.00	4.30		7.50	22.88	744.45	649.24		2262.09
			1.88	1.88	31.00	0.11		0.13	0.38	21.00	6.76		63.12
50-60	7.65	2.94	3.13	2.50	23.80	0.05	29.48	0.00	0.50	15.75	10.72	26.97	
			62.63	30.38	547.40	1.96		0.00	30.51	558.34	514.92		1746.11
			1.56	1.25	23.80	0.05		0.00	0.50	15.75	5.36		48.27
60-70	7.56	2.00	3.13	0.00	17.30	0.04	20.47	0.25	0.38	10.25	7.77	18.64	
			62.63	0.00	397.90	1.56		7.50	22.88	363.36	373.13		1228.96
			1.56	0.00	17.30	0.04		0.13	0.38	10.25	3.88		33.54
70-80	7.62	2.00	1.88	1.25	17.35	0.03	20.51	0.25	0.38	10.38	7.77	18.77	
			37.58	15.19	399.05	1.17		7.50	22.88	367.79	373.13		1224.29
			0.94	0.63	17.35	0.03		0.13	0.38	10.38	3.88		33.70
80-90	7.56	1.88	1.25	1.25	16.30	0.04	18.84	0.25	0.38	9.13	7.77	17.52	
			25.05	15.19	374.90	1.56		7.50	22.88	323.48	373.13		1143.69
			0.63	0.63	16.30	0.04		0.13	0.38	9.13	3.88		31.10
90-100	7.72	1.65	1.25	1.25	13.90	0.05	16.45	0.25	0.63	7.50	7.77	16.14	
			25.05	15.19	319.70	1.96		7.50	38.13	265.88	373.13		1046.53
			0.63	0.63	13.90	0.05		0.13	0.63	7.50	3.88		27.33
100-110	7.61	2.00	1.25	1.88	16.90	0.05	20.08	0.25	0.63	9.00	7.92	17.80	
			25.05	22.78	388.70	1.96		7.50	38.13	319.05	380.59		1183.76
			0.63	0.94	16.90	0.05		0.13	0.63	9.00	3.96		32.22
110-120	7.69	2.35	1.88	1.25	20.30	0.04	23.47	0.25	0.50	10.50	10.57	21.82	
			37.58	15.19	466.90	1.56		7.50	30.51	372.23	507.45		1438.91
			0.94	0.63	20.30	0.04		0.13	0.50	10.50	5.28		38.31
120-130	7.88	2.12	1.88	0.63	18.60	0.04	21.14	0.25	0.50	10.25	8.15	19.15	
			37.58	7.59	427.80	1.56		7.50	30.51	363.36	391.56		1267.46
			0.94	0.31	18.60	0.04		0.13	0.50	10.25	4.08		34.84
130-140	8.09	2.47	1.88	1.88	21.00	0.03	24.78	0.25	0.50	10.00	14.29	25.04	
			37.58	22.78	483.00	1.17		7.50	30.51	354.50	686.56		1623.59
			0.94	0.94	21.00	0.03		0.13	0.50	10.00	7.15		40.68
140-150	7.99	2.12	1.88	0.63	18.70	0.04	21.24	0.25	0.75	8.50	11.65	21.15	
			37.58	7.59	430.10	1.56		7.50	45.76	301.33	559.69		1391.11
			0.94	0.31	18.70	0.04		0.13	0.75	8.50	5.83		35.19

Cuadro B-19. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	8.13	1.88	2.50	0.00	15.60	0.07	18.17	0.25	0.75	8.00	8.78	17.78	
			50.10	0.00	358.80	2.74		7.50	45.76	283.60	421.63		1170.13
			1.25	0.00	15.60	0.07		0.13	0.75	8.00	4.39		30.18
160-170	8.04	1.59	1.25	1.25	13.10	0.05	15.65	0.25	0.63	6.75	7.92	15.55	
			25.05	15.19	301.30	1.96		7.50	38.13	239.29	380.59		1009.00
			0.63	0.63	13.10	0.05		0.13	0.63	6.75	3.96		25.86
170-180	8.24	2.41	3.13	0.63	18.40	0.06	22.21	1.00	0.88	9.00	9.94	20.82	
			62.63	7.59	423.20	2.35		30.00	53.38	319.05	477.60		1375.80
			1.56	0.31	18.40	0.06		0.50	0.88	9.00	4.97		35.68
180-190	8.29	1.76	2.50	0.63	13.60	0.04	16.77	0.25	1.13	8.00	4.66	14.04	
			50.10	7.59	312.80	1.56		7.50	68.64	283.60	223.88		955.67
			1.25	0.31	13.60	0.04		0.13	1.13	8.00	2.33		26.78
190-200	7.80	1.94	2.50	0.63	14.10	0.13	17.36	0.25	0.88	8.00	7.90	17.03	
			50.10	7.59	324.30	5.08		7.50	53.38	283.60	379.51		1111.07
			1.25	0.31	14.10	0.13		0.13	0.88	8.00	3.95		28.74
200-210	7.79	2.00	3.13	0.63	14.50	0.12	18.37	0.25	0.63	7.75	9.79	18.41	
			62.63	7.59	333.50	4.69		7.50	38.13	274.74	470.14		1198.92
			1.56	0.31	14.50	0.12		0.13	0.63	7.75	4.89		29.89
210-220	7.87	1.94	3.13	0.63	14.10	0.02	17.87	0.25	0.88	7.50	7.90	16.53	
			62.63	7.59	324.30	0.78		7.50	53.38	265.88	379.51		1101.57
			1.56	0.31	14.10	0.02		0.13	0.88	7.50	3.95		28.45
220-230	7.82	2.00	3.13	0.63	16.20	0.09	20.04	0.25	0.88	7.50	10.95	19.58	
			62.63	7.59	372.60	3.52		7.50	53.38	265.88	526.11		1299.21
			1.56	0.31	16.20	0.09		0.13	0.88	7.50	5.48		32.14
230-240	8.11	2.47	3.13	0.63	18.90	0.00	22.65	0.25	0.63	8.00	14.29	23.17	
			62.63	7.59	434.70	0.00		7.50	38.13	283.60	686.56		1520.71
			1.56	0.31	18.90	0.00		0.13	0.63	8.00	7.15		36.67
240-250	7.84	2.23	4.38	0.63	16.70	0.04	21.74	0.25	0.63	7.50	11.96	20.34	
			87.68	7.59	384.10	1.56		7.50	38.13	265.88	574.62		1367.06
			2.19	0.31	16.70	0.04		0.13	0.63	7.50	5.98		33.47
250-260	7.95	2.64	4.38	0.63	19.30	0.01	24.31	0.25	0.63	7.50	14.05	22.42	
			87.68	7.59	443.90	0.39		7.50	38.13	265.88	674.69		1525.75
			2.19	0.31	19.30	0.01		0.13	0.63	7.50	7.02		37.08
260-270	8.02	2.82	5.63	0.62	20.10	0.00	26.35	0.25	0.63	7.50	17.87	26.24	
			112.73	7.59	462.30	0.00		7.50	38.13	265.88	858.19		1752.32
			2.81	0.31	20.10	0.00		0.13	0.63	7.50	8.93		40.41
270-280	7.86	2.94	6.25	1.88	21.80	0.01	29.94	0.25	0.50	6.50	23.31	30.56	
			125.25	22.78	501.40	0.39		7.50	30.51	230.43	1119.3		2037.64
			3.13	0.94	21.80	0.01		0.13	0.50	6.50	11.65		44.65
280-290	8.05	3.53	7.50	1.25	26.10	0.02	34.87	0.25	0.63	7.00	25.96	33.84	
			150.30	15.19	600.30	0.78		7.50	38.13	248.15	1246.9		2307.32
			3.75	0.62	26.10	0.02		0.13	0.63	7.00	12.98		51.23
290-300	7.67	5.46	15.00	2.50	37.20	0.04	54.74	0.25	0.63	6.75	50.04	57.67	
			300.60	30.38	855.60	1.56		7.50	38.13	239.29	2403.5		3876.63
			7.50	1.25	37.20	0.04		0.13	0.63	6.75	25.02		78.51

Cuadro B-20. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P42 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.99	0.96	3.38	2.63	1.70	1.29	8.99	0.50	1.25	2.00	4.38	8.13	
			67.64	31.89	39.10	50.44		15.00	76.26	70.90	210.44		561.67
			1.69	1.31	1.70	1.29		0.25	1.25	2.00	2.19		11.68
10-20	7.96	0.47	2.25	0.75	1.00	0.45	4.45	0.50	0.50	1.00	2.23	4.23	
			45.09	9.11	23.00	17.60		15.00	30.51	35.45	106.89		282.65
			1.13	0.38	1.00	0.45		0.25	0.50	1.00	1.11		5.81
20-30	7.71	0.38	1.75	0.75	0.90	0.27	3.67	0.25	0.63	1.00	1.68	3.55	
			35.07	9.11	20.70	10.56		7.50	38.13	35.45	80.46		236.98
			0.88	0.38	0.90	0.27		0.13	0.63	1.00	0.84		5.01
30-40	7.94	0.36	1.50	1.00	0.90	0.22	3.62	0.25	0.38	1.00	1.68	3.30	
			30.06	12.15	20.70	8.60		7.50	22.88	35.45	80.46		217.80
			0.75	0.50	0.90	0.22		0.13	0.38	1.00	0.84		4.71
40-50	7.98	0.36	1.63	0.88	0.90	0.14	3.54	0.25	0.38	0.75	1.91	3.29	
			32.57	10.63	20.70	5.47		7.50	22.88	26.59	91.95		218.29
			0.81	0.44	0.90	0.14		0.13	0.38	0.75	0.96		4.50
50-60	7.39	0.34	1.63	0.88	0.90	0.12	3.52	0.25	0.38	1.00	1.94	3.56	
			32.57	10.63	20.70	4.69		7.50	22.88	35.45	93.10		227.52
			0.81	0.44	0.90	0.12		0.13	0.38	1.00	0.97		4.74
60-70	7.59	0.29	1.00	0.75	0.90	0.09	2.74	0.00	0.50	1.00	1.48	2.98	
			20.04	9.11	20.70	3.52		0.00	30.51	35.45	71.26		190.59
			0.50	0.38	0.90	0.09		0.00	0.50	1.00	0.74		4.11
70-80	7.25	0.26	1.00	0.63	0.60	0.09	2.32	0.00	0.38	0.75	1.39	2.51	
			20.04	7.59	13.80	3.52		0.00	22.88	26.59	66.67		161.08
			0.50	0.31	0.60	0.09		0.00	0.38	0.75	0.69		3.32
80-90	7.63	0.28	1.00	0.88	0.60	0.10	2.58	0.00	0.38	0.75	1.44	2.56	
			20.04	10.63	13.80	3.91		0.00	22.88	26.59	68.96		166.81
			0.50	0.44	0.60	0.10		0.00	0.38	0.75	0.72		3.48
90-100	7.56	0.28	1.00	1.13	0.50	0.11	2.74	0.00	0.38	0.75	1.56	2.68	
			20.04	13.67	11.50	4.30		0.00	22.88	26.59	74.71		173.69
			0.50	0.56	0.50	0.11		0.00	0.38	0.75	0.78		3.58
100-110	7.66	0.27	1.00	0.88	0.50	0.11	2.49	0.00	0.38	0.75	1.44	2.56	
			20.04	10.63	11.50	4.30		0.00	22.88	26.59	68.96		164.90
			0.50	0.44	0.50	0.11		0.00	0.38	0.75	0.72		3.39
110-120	7.56	0.27	1.25	0.75	0.40	0.12	2.52	0.00	0.38	0.75	1.44	2.56	
			25.05	9.11	9.20	4.69		0.00	22.88	26.59	68.96		166.49
			0.63	0.38	0.40	0.12		0.00	0.38	0.75	0.72		3.36
120-130	7.67	0.41	1.50	1.25	0.80	0.13	3.68	0.00	0.38	1.25	1.79	3.42	
			30.06	15.19	18.40	5.08		0.00	22.88	44.31	86.21		222.13
			0.75	0.63	0.80	0.13		0.00	0.38	1.25	0.90		4.83
130-140	7.60	0.39	1.25	1.25	0.60	0.11	3.21	0.00	0.38	1.00	1.79	3.17	
			25.05	15.19	13.80	4.30		0.00	22.88	35.45	86.21		202.87
			0.63	0.63	0.60	0.11		0.00	0.38	1.00	0.90		4.23
140-150	7.38	0.36	1.50	1.38	0.50	0.13	3.51	0.00	0.38	1.25	1.75	3.37	
			30.06	16.71	11.50	5.08		0.00	22.88	44.31	83.91		214.45
			0.75	0.69	0.50	0.13		0.00	0.38	1.25	0.87		4.57

Cuadro B-20. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.14	0.29	1.25	1.13	0.30	0.09	2.77	0.00	0.25	1.00	1.48	2.73	
			25.05	13.67	6.90	3.52			0.00	15.25	35.45	71.26	171.10
			0.63	0.56	0.30	0.09			0.00	0.25	1.00	0.74	3.57
160-170	7.00	0.27	1.25	0.75	0.80	0.10	2.90	0.00	0.25	1.00	1.51	2.76	
			25.05	9.11	18.40	3.91			0.00	15.25	35.45	72.41	179.59
			0.63	0.38	0.80	0.10			0.00	0.25	1.00	0.75	3.90
170-180	7.26	0.36	1.25	1.00	0.60	0.07	2.92	0.00	0.25	1.00	1.63	2.88	
			25.05	12.15	13.80	2.74			0.00	15.25	35.45	78.16	182.60
			0.63	0.50	0.60	0.07			0.00	0.25	1.00	0.81	3.86
180-190	7.36	0.27	1.00	1.00	0.40	0.08	2.48	0.00	0.38	1.00	1.32	2.69	
			20.04	12.15	9.20	3.13			0.00	22.88	35.45	63.22	166.06
			0.50	0.50	0.40	0.08			0.00	0.38	1.00	0.66	3.51
190-200	7.47	0.25	1.00	1.00	0.30	0.07	2.37	0.00	0.38	0.88	1.32	2.57	
			20.04	12.15	6.90	2.74			0.00	22.88	31.02	63.22	158.94
			0.50	0.50	0.30	0.07			0.00	0.38	0.88	0.66	3.28
200-210	7.66	0.29	1.00	1.50	0.40	0.05	2.95	0.00	0.38	1.00	1.51	2.88	
			20.04	18.23	9.20	1.96			0.00	22.88	35.45	72.41	180.16
			0.50	0.75	0.40	0.05			0.00	0.38	1.00	0.75	3.83
210-220	7.49	0.25	0.75	1.63	0.20	0.06	2.64	0.00	0.25	1.00	1.39	2.64	
			15.03	19.74	4.60	2.35			0.00	15.25	35.45	66.67	159.09
			0.38	0.81	0.20	0.06			0.00	0.25	1.00	0.69	3.39
220-230	7.63	0.24	0.75	1.38	0.20	0.05	2.38	0.00	0.25	1.00	1.20	2.45	
			15.03	16.71	4.60	1.96			0.00	15.25	35.45	57.47	146.46
			0.38	0.69	0.20	0.05			0.00	0.25	1.00	0.60	3.16
230-240	7.53	0.24	0.75	1.13	0.30	0.05	2.23	0.00	0.38	0.75	1.27	2.39	
			15.03	13.67	6.90	1.96			0.00	22.88	26.59	60.92	147.94
			0.38	0.56	0.30	0.05			0.00	0.38	0.75	0.63	3.05
240-250	7.56	0.25	0.75	1.25	0.40	0.03	2.43	0.00	0.38	1.00	1.17	2.55	
			15.03	15.19	9.20	1.17			0.00	22.88	35.45	56.32	155.24
			0.38	0.63	0.40	0.03			0.00	0.38	1.00	0.59	3.39
250-260	7.81	0.27	0.50	1.75	0.50	0.05	2.80	0.00	0.50	0.75	1.58	2.83	
			10.02	21.26	11.50	1.96			0.00	30.51	26.59	75.86	177.69
			0.25	0.88	0.50	0.05			0.00	0.50	0.75	0.79	3.71
260-270	7.61	0.29	0.75	0.88	0.70	0.03	2.36	0.00	0.38	0.75	1.39	2.51	
			15.03	10.63	16.10	1.17			0.00	22.88	26.59	66.67	159.07
			0.38	0.44	0.70	0.03			0.00	0.38	0.75	0.69	3.36
270-280	7.49	0.34	1.00	0.75	1.00	0.04	2.79	0.00	0.38	1.13	1.32	2.82	
			20.04	9.11	23.00	1.56			0.00	22.88	39.88	63.22	179.69
			0.50	0.38	1.00	0.04			0.00	0.38	1.13	0.66	4.07
280-290	7.85	0.32	0.50	1.25	1.00	0.04	2.79	0.00	0.38	1.13	1.41	2.91	
			10.02	15.19	23.00	1.56			0.00	22.88	39.88	67.81	180.35
			0.25	0.63	1.00	0.04			0.00	0.38	1.13	0.71	4.12
290-300	7.63	0.32	0.88	0.88	1.00	0.05	2.80	0.00	0.50	1.00	1.39	2.89	
			17.54	10.63	23.00	1.96			0.00	30.51	35.45	66.67	185.74
			0.44	0.44	1.00	0.05			0.00	0.50	1.00	0.69	4.12

Cuadro B-21. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 0.30 m de profundidad (primer muestreo).

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P2	4.74	0.09	0.25	0.20	0.28	0.16	0.89	0.00	0.30	0.35	0.20	0.85	
			5.01	2.43	6.50	6.22		0.00	18.30	12.41	9.55		60.42
			0.13	0.10	0.28	0.16		0.00	0.30	0.35	0.10		1.42
P3	4.90	0.06	0.20	0.10	0.17	0.15	0.62	0.00	0.20	0.25	0.12	0.57	
			4.01	1.22	3.90	5.74		0.00	12.20	8.86	5.86		41.79
			0.10	0.05	0.17	0.15		0.00	0.20	0.25	0.06		0.98
P5	4.64	0.04	0.15	0.05	0.17	0.04	0.41	0.00	0.15	0.10	0.12	0.37	
			3.01	0.61	3.90	1.43		0.00	9.15	3.55	5.86		27.51
			0.08	0.03	0.17	0.04		0.00	0.15	0.10	0.06		0.62
P6	5.63	0.11	0.40	0.20	0.23	0.28	1.11	0.00	0.50	0.40	0.16	1.06	
			8.02	2.43	5.20	11.00		0.00	30.51	14.18	7.61		78.94
			0.20	0.10	0.23	0.28		0.00	0.50	0.40	0.08		1.79
P7	5.50	0.11	0.45	0.20	0.23	0.22	1.10	0.00	0.35	0.60	0.12	1.07	
			9.02	2.43	5.20	8.61		0.00	21.35	21.27	5.82		73.70
			0.23	0.10	0.23	0.22		0.00	0.35	0.60	0.06		1.78
P8	5.78	0.17	0.40	0.25	1.02	0.06	1.73	0.00	0.50	0.60	0.59	1.69	
			8.02	3.04	23.40	2.39		0.00	30.51	21.27	28.21		116.83
			0.20	0.13	1.02	0.06		0.00	0.50	0.60	0.29		2.80
P9	4.78	0.11	0.40	0.30	0.23	0.21	1.13	0.00	0.30	0.55	0.19	1.04	
			8.02	3.65	5.20	8.13		0.00	18.30	19.50	9.10		71.90
			0.20	0.15	0.23	0.21		0.00	0.30	0.55	0.09		1.73
P10	5.27	0.05	0.20	0.10	0.17	0.04	0.51	0.00	0.20	0.10	0.19	0.49	
			4.01	1.22	3.90	1.43		0.00	12.20	3.55	9.25		35.56
			0.10	0.05	0.17	0.04		0.00	0.20	0.10	0.10		0.75
P11	5.49	0.09	0.30	0.25	0.28	0.10	0.93	0.00	0.40	0.35	0.13	0.88	
			6.01	3.04	6.50	3.83		0.00	24.40	12.41	6.14		62.33
			0.15	0.13	0.28	0.10		0.00	0.40	0.35	0.06		1.47
P12	5.61	0.06	0.15	0.10	0.28	0.07	0.61	0.00	0.20	0.25	0.13	0.58	
			3.01	1.22	6.50	2.87		0.00	12.20	8.86	6.14		40.80
			0.08	0.05	0.28	0.07		0.00	0.20	0.25	0.06		0.99
P13	5.50	0.06	0.20	0.10	0.23	0.09	0.61	0.00	0.25	0.20	0.13	0.58	
			4.01	1.22	5.20	3.35		0.00	15.25	7.09	6.14		42.26
			0.10	0.05	0.23	0.09		0.00	0.25	0.20	0.06		0.98
P14	5.89	0.11	0.25	0.15	0.57	0.18	1.15	0.00	0.40	0.35	0.37	1.12	
			5.01	1.82	13.00	7.17		0.00	24.40	12.41	17.61		81.43
			0.13	0.08	0.57	0.18		0.00	0.40	0.35	0.18		1.88
P16	5.98	0.10	0.25	0.20	0.28	0.28	1.01	0.00	0.45	0.30	0.17	0.92	
			5.01	2.43	6.50	11.00		0.00	27.45	10.64	8.36		71.39
			0.13	0.10	0.28	0.28		0.00	0.45	0.30	0.09		1.63
P17	6.25	0.14	0.30	0.35	0.57	0.18	1.40	0.00	0.55	0.35	0.44	1.34	
			6.01	4.25	13.00	7.17		0.00	33.56	12.41	20.90		97.30
			0.15	0.18	0.57	0.18		0.00	0.55	0.35	0.22		2.19
P18	6.06	0.10	0.25	0.20	0.34	0.23	1.02	0.00	0.40	0.38	0.18	0.95	
			5.01	2.43	7.80	9.09		0.00	24.40	13.29	8.51		70.53
			0.13	0.10	0.34	0.23		0.00	0.40	0.38	0.09		1.66

Cuadro B-21. Continuación.

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P19	6.73	2.85	1.85	2.10	24.30	0.22	28.47	0.00	1.20	22.20	4.62	28.02	
			37.07	25.52	558.91	8.61		0.00	73.21	786.99	221.68		1712.00
			0.93	1.05	24.30	0.22		0.00	1.20	22.20	2.31		52.20
P20	6.93	0.35	0.55	0.45	2.37	0.12	3.50	0.00	0.95	1.80	0.68	3.43	
			11.02	5.47	54.59	4.78		0.00	57.96	63.81	32.84		230.47
			0.28	0.23	2.37	0.12		0.00	0.95	1.80	0.34		6.09
P22	6.56	0.12	0.30	0.25	0.45	0.21	1.21	0.00	0.55	0.40	0.24	1.19	
			6.01	3.04	10.40	8.13		0.00	33.56	14.18	11.49		86.81
			0.15	0.13	0.45	0.21		0.00	0.55	0.40	0.12		2.00
P23	6.24	0.09	0.25	0.30	0.28	0.10	0.93	0.00	0.40	0.30	0.18	0.88	
			5.01	3.65	6.50	3.83		0.00	24.40	10.64	8.81		62.83
			0.13	0.15	0.28	0.10		0.00	0.40	0.30	0.09		1.45
P25	5.94	0.11	0.30	0.40	0.28	0.12	1.10	0.00	0.45	0.55	0.05	1.05	
			6.01	4.86	6.50	4.78		0.00	27.45	19.50	2.28		71.39
			0.15	0.20	0.28	0.12		0.00	0.45	0.55	0.02		1.78
P26	6.48	0.19	0.60	0.55	0.68	0.11	1.94	0.00	0.65	0.50	0.72	1.87	
			12.02	6.68	15.60	4.30		0.00	39.66	17.73	34.48		130.47
			0.30	0.28	0.68	0.11		0.00	0.65	0.50	0.36		2.87
P27	5.90	0.37	1.00	0.80	1.70	0.23	3.73	0.00	0.60	1.70	1.39	3.69	
			20.04	9.72	38.99	9.09		0.00	36.61	60.27	66.78		241.49
			0.50	0.40	1.70	0.23		0.00	0.60	1.70	0.70		5.82
P28	6.28	0.24	0.80	0.45	1.02	0.17	2.44	0.00	0.70	0.80	0.91	2.41	
			16.03	5.47	23.40	6.70		0.00	42.71	28.36	43.58		166.24
			0.40	0.23	1.02	0.17		0.00	0.70	0.80	0.45		3.77
P29	6.42	0.11	0.35	0.25	0.28	0.22	1.10	0.00	0.45	0.40	0.20	1.05	
			7.01	3.04	6.50	8.61		0.00	27.45	14.18	9.40		76.20
			0.18	0.13	0.28	0.22		0.00	0.45	0.40	0.10		1.75
P30	6.08	0.08	0.30	0.20	0.23	0.07	0.80	0.00	0.30	0.40	0.04	0.74	
			6.01	2.43	5.20	2.87		0.00	18.30	14.18	1.72		50.72
			0.15	0.10	0.23	0.07		0.00	0.30	0.40	0.02		1.27
P31	6.30	0.11	0.35	0.35	0.28	0.12	1.10	0.00	0.45	0.40	0.19	1.04	
			7.01	4.25	6.50	4.78		0.00	27.45	14.18	9.25		73.44
			0.18	0.18	0.28	0.12		0.00	0.45	0.40	0.10		1.70
P32	6.02	0.11	0.40	0.40	0.23	0.09	1.11	0.00	0.40	0.45	0.19	1.04	
			8.02	4.86	5.20	3.35		0.00	24.40	15.95	9.25		71.03
			0.20	0.20	0.23	0.09		0.00	0.40	0.45	0.10		1.66
P34	6.14	0.09	0.30	0.20	0.28	0.12	0.90	0.00	0.30	0.35	0.22	0.87	
			6.01	2.43	6.50	4.78		0.00	18.30	12.41	10.45		60.88
			0.15	0.10	0.28	0.12		0.00	0.30	0.35	0.11		1.41
P35	6.43	0.19	0.50	0.60	0.51	0.31	1.91	0.00	0.85	0.60	0.39	1.84	
			10.02	7.29	11.70	11.96		0.00	51.86	21.27	18.51		132.60
			0.25	0.30	0.51	0.31		0.00	0.85	0.60	0.19		3.01
P37	6.46	0.11	0.30	0.20	0.40	0.22	1.12	0.00	0.45	0.38	0.23	1.05	
			6.01	2.43	9.10	8.61		0.00	27.45	13.29	11.04		77.94
			0.15	0.10	0.40	0.22		0.00	0.45	0.38	0.11		1.81

Cuadro B-22. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P1 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P1 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	5.90	0.14	0.40	0.30	0.57	0.15	1.41	0.00	0.55	0.60	0.23	1.38	
			8.02	3.65	13.00	5.74		0.00	33.56	21.27	11.04		96.27
			0.20	0.15	0.57	0.15		0.00	0.55	0.60	0.11		2.33
10-20	5.95	0.08	0.30	0.20	0.23	0.10	0.82	0.00	0.30	0.30	0.16	0.76	
			6.01	2.43	5.20	3.83		0.00	18.30	10.64	7.70		54.11
			0.15	0.10	0.23	0.10		0.00	0.30	0.30	0.08		1.25
20-30	6.10	0.08	0.25	0.15	0.34	0.06	0.80	0.00	0.30	0.25	0.23	0.78	
			5.01	1.82	7.80	2.39		0.00	18.30	8.86	10.90		55.08
			0.13	0.08	0.34	0.06		0.00	0.30	0.25	0.11		1.26
30-40	6.29	0.07	0.20	0.10	0.40	0.02	0.72	0.00	0.20	0.25	0.23	0.68	
			4.01	1.22	9.10	0.96		0.00	12.20	8.86	11.04		47.39
			0.10	0.05	0.40	0.02		0.00	0.20	0.25	0.11		1.14
40-50	6.29	0.07	0.20	0.10	0.40	0.02	0.72	0.00	0.25	0.20	0.23	0.68	
			4.01	1.22	9.10	0.96		0.00	15.25	7.09	11.04		48.67
			0.10	0.05	0.40	0.02		0.00	0.25	0.20	0.11		1.14
50-60	6.45	0.06	0.10	0.05	0.45	0.04	0.64	0.00	0.20	0.20	0.19	0.59	
			2.00	0.61	10.40	1.43		0.00	12.20	7.09	9.10		42.84
			0.05	0.03	0.45	0.04		0.00	0.20	0.20	0.09		1.06
60-70	6.38	0.07	0.15	0.10	0.45	0.01	0.71	0.00	0.20	0.25	0.21	0.66	
			3.01	1.22	10.40	0.48		0.00	12.20	8.86	10.15		46.31
			0.08	0.05	0.45	0.01		0.00	0.20	0.25	0.11		1.14
70-80	6.55	0.10	0.20	0.15	0.68	0.02	1.05	0.00	0.35	0.40	0.26	1.01	
			4.01	1.82	15.60	0.96		0.00	21.35	14.18	12.41		70.33
			0.10	0.08	0.68	0.02		0.00	0.35	0.40	0.13		1.76
80-90	6.48	0.10	0.20	0.10	0.73	0.02	1.06	0.00	0.40	0.35	0.25	1.00	
			4.01	1.22	16.90	0.96		0.00	24.40	12.41	11.81		71.70
			0.10	0.05	0.73	0.02		0.00	0.40	0.35	0.12		1.78
90-100	6.52	0.11	0.10	0.15	0.85	0.04	1.13	0.00	0.40	0.40	0.27	1.07	
			2.00	1.82	19.50	1.43		0.00	24.40	14.18	13.13		76.48
			0.05	0.08	0.85	0.04		0.00	0.40	0.40	0.14		1.95

Cuadro B-23. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P4 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P4 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.20	0.13	0.50	0.35	0.34	0.13	1.32	0.00	0.50	0.45	0.34	1.29	
			10.02	4.25	7.80	5.26		0.00	30.51	15.95	16.12		89.91
			0.25	0.18	0.34	0.13		0.00	0.50	0.45	0.17		2.02
10-20	6.20	0.10	0.40	0.30	0.23	0.09	1.01	0.00	0.40	0.35	0.20	0.95	
			8.02	3.65	5.20	3.35		0.00	24.40	12.41	9.77		66.79
			0.20	0.15	0.23	0.09		0.00	0.40	0.35	0.10		1.51
20-30	6.22	0.08	0.40	0.20	0.11	0.09	0.80	0.00	0.30	0.20	0.26	0.76	
			8.02	2.43	2.60	3.35		0.00	18.30	7.09	12.54		54.32
			0.20	0.10	0.11	0.09		0.00	0.30	0.20	0.13		1.13
30-40	6.15	0.08	0.35	0.30	0.11	0.06	0.82	0.00	0.35	0.25	0.18	0.78	
			7.01	3.65	2.60	2.39		0.00	21.35	8.86	8.85		54.72
			0.18	0.15	0.11	0.06		0.00	0.35	0.25	0.09		1.19
40-50	6.26	0.07	0.30	0.25	0.11	0.04	0.70	0.00	0.20	0.25	0.18	0.63	
			6.01	3.04	2.60	1.43		0.00	12.20	8.86	8.85		43.00
			0.15	0.13	0.11	0.04		0.00	0.20	0.25	0.09		0.97
50-60	6.23	0.06	0.30	0.15	0.11	0.05	0.61	0.00	0.15	0.20	0.21	0.56	
			6.01	1.82	2.60	1.91		0.00	9.15	7.09	9.88		38.47
			0.15	0.08	0.11	0.05		0.00	0.15	0.20	0.10		0.84
60-70	6.36	0.07	0.25	0.20	0.17	0.05	0.67	0.00	0.20	0.20	0.21	0.61	
			5.01	2.43	3.90	1.91		0.00	12.20	7.09	10.00		42.54
			0.13	0.10	0.17	0.05		0.00	0.20	0.20	0.10		0.95
70-80	6.34	0.08	0.30	0.20	0.23	0.07	0.80	0.00	0.30	0.20	0.27	0.77	
			6.01	2.43	5.20	2.87		0.00	18.30	7.09	13.13		55.04
			0.15	0.10	0.23	0.07		0.00	0.30	0.20	0.14		1.19
80-90	6.40	0.10	0.40	0.25	0.23	0.10	0.97	0.00	0.35	0.25	0.31	0.91	
			8.02	3.04	5.20	3.83		0.00	21.35	8.86	14.94		65.24
			0.20	0.13	0.23	0.10		0.00	0.35	0.25	0.16		1.40
90-100	6.26	0.07	0.30	0.25	0.11	0.06	0.72	0.00	0.40	0.25	0.04	0.69	
			6.01	3.04	2.60	2.39		0.00	24.40	8.86	1.95		49.26
			0.15	0.13	0.11	0.06		0.00	0.40	0.25	0.02		1.12

Cuadro B-24. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P15 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P15 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.84	0.31	0.35	0.20	2.49	0.07	3.11	0.00	1.40	1.00	0.67	3.07	
			7.01	2.43	57.19	2.87		0.00	85.41	35.45	32.39		222.76
			0.18	0.10	2.49	0.07		0.00	1.40	1.00	0.34		5.57
10-20	7.03	0.30	0.35	0.20	2.37	0.06	2.98	0.00	1.55	0.85	0.55	2.95	
			7.01	2.43	54.59	2.39		0.00	94.57	30.13	26.42		217.54
			0.18	0.10	2.37	0.06		0.00	1.55	0.85	0.28		5.38
20-30	7.23	0.26	0.30	0.10	2.15	0.05	2.60	0.00	1.65	0.85	0.05	2.55	
			6.01	1.22	49.39	1.91		0.00	100.67	30.13	2.54		191.87
			0.15	0.05	2.15	0.05		0.00	1.65	0.85	0.03		4.92
30-40	7.03	0.21	0.30	0.20	1.58	0.04	2.12	0.00	1.30	0.70	0.08	2.08	
			6.01	2.43	36.39	1.43		0.00	79.31	24.82	4.03		154.43
			0.15	0.10	1.58	0.04		0.00	1.30	0.70	0.04		3.91
40-50	7.10	0.22	0.30	0.20	1.70	0.02	2.22	0.00	1.25	0.75	0.18	2.18	
			6.01	2.43	38.99	0.96		0.00	76.26	26.59	8.51		159.75
			0.15	0.10	1.70	0.02		0.00	1.25	0.75	0.09		4.06
50-60	7.05	0.19	0.25	0.15	1.47	0.04	1.91	0.00	1.10	0.60	0.18	1.88	
			5.01	1.82	33.79	1.43		0.00	67.11	21.27	8.51		138.95
			0.13	0.08	1.47	0.04		0.00	1.10	0.60	0.09		3.49
60-70	6.91	0.21	0.20	0.10	1.81	0.06	2.17	0.00	1.20	0.70	0.21	2.11	
			4.01	1.22	41.59	2.39		0.00	73.21	24.82	10.00		157.24
			0.10	0.05	1.81	0.06		0.00	1.20	0.70	0.10		4.02
70-80	6.99	0.19	0.20	0.08	1.58	0.06	1.92	0.00	1.20	0.60	0.05	1.85	
			4.01	0.91	36.39	2.39		0.00	73.21	21.27	2.54		140.72
			0.10	0.04	1.58	0.06		0.00	1.20	0.60	0.03		3.61
80-90	7.16	0.24	0.30	0.30	1.70	0.13	2.43	0.00	1.10	0.65	0.64	2.39	
			6.01	3.65	38.99	5.26		0.00	67.11	23.04	30.90		174.96
			0.15	0.15	1.70	0.13		0.00	1.10	0.65	0.32		4.20
90-100	7.05	0.23	0.25	0.20	1.81	0.05	2.31	0.00	1.30	0.80	0.15	2.25	
			5.01	2.43	41.59	1.91		0.00	79.31	28.36	7.01		165.63
			0.13	0.10	1.81	0.05		0.00	1.30	0.80	0.07		4.26

Cuadro B-25. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P21 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P21 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.89	9.62	15.55	7.35	72.34	0.67	95.91	0.00	1.00	87.20	6.94	95.14	
			311.62	89.30	1663.7	26.31		0.00	61.01	3091.24	333.33		5576.56
			7.78	3.68	72.34	0.67		0.00	1.00	87.20	3.47		176.13
10-20	7.31	1.83	0.80	0.40	16.95	0.17	18.33	0.00	0.80	14.10	3.39	18.29	
			16.03	4.86	389.94	6.70		0.00	48.81	499.85	162.68		1128.87
			0.40	0.20	16.95	0.17		0.00	0.80	14.10	1.69		34.32
20-30	7.10	1.21	0.40	0.30	11.30	0.10	12.10	0.00	0.70	7.65	3.70	12.05	
			8.02	3.65	259.96	3.83		0.00	42.71	271.19	177.61		766.96
			0.20	0.15	11.30	0.10		0.00	0.70	7.65	1.85		21.95
30-40	6.77	1.32	0.40	0.30	12.43	0.10	13.23	0.00	0.60	8.75	3.82	13.17	
			8.02	3.65	285.96	3.83		0.00	36.61	310.19	183.58		831.82
			0.20	0.15	12.43	0.10		0.00	0.60	8.75	1.91		24.14
40-50	6.65	1.32	0.40	0.30	12.43	0.07	13.21	0.00	0.50	9.95	2.70	13.15	
			8.02	3.65	285.96	2.87		0.00	30.51	352.73	129.88		813.60
			0.20	0.15	12.43	0.07		0.00	0.50	9.95	1.35		24.66
50-60	6.67	1.48	0.60	0.55	13.56	0.07	14.79	0.00	0.50	11.55	2.68	14.73	
			12.02	6.68	311.95	2.87		0.00	30.51	409.45	128.73		902.21
			0.30	0.28	13.56	0.07		0.00	0.50	11.55	1.34		27.60
60-70	6.54	1.52	0.80	0.75	13.56	0.09	15.20	0.00	0.40	12.05	2.68	15.13	
			16.03	9.11	311.95	3.35		0.00	24.40	427.17	128.73		920.76
			0.40	0.38	13.56	0.09		0.00	0.40	12.05	1.34		28.21
70-80	6.64	1.70	1.25	0.95	14.69	0.10	16.99	0.00	0.50	13.70	2.68	16.88	
			25.05	11.54	337.95	3.83		0.00	30.51	485.67	128.73		1023.27
			0.63	0.48	14.69	0.10		0.00	0.50	13.70	1.34		31.43
80-90	6.65	1.67	1.20	0.70	14.69	0.10	16.69	0.00	0.50	13.40	2.68	16.58	
			24.05	8.51	337.95	3.83		0.00	30.51	475.03	128.73		1008.60
			0.60	0.35	14.69	0.10		0.00	0.50	13.40	1.34		30.98
90-100	6.62	1.91	1.70	1.50	15.82	0.10	19.12	0.00	0.50	15.80	2.68	18.98	
			34.07	18.23	363.94	3.83		0.00	30.51	560.11	128.73		1139.41
			0.85	0.75	15.82	0.10		0.00	0.50	15.80	1.34		35.16

Cuadro B-26. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P24 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P24 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.03	0.15	0.50	0.35	0.45	0.22	1.52	0.00	0.40	0.45	0.62	1.47	
			10.02	4.25	10.40	8.61		0.00	24.40	15.95	29.85		103.49
			0.25	0.18	0.45	0.22		0.00	0.40	0.45	0.31		2.26
10-20	6.06	0.13	0.35	0.30	0.45	0.18	1.29	0.00	0.45	0.30	0.49	1.24	
			7.01	3.65	10.40	7.17		0.00	27.45	10.64	23.43		89.75
			0.18	0.15	0.45	0.18		0.00	0.45	0.30	0.24		1.95
20-30	6.15	0.12	0.30	0.25	0.51	0.16	1.22	0.00	0.40	0.40	0.39	1.19	
			6.01	3.04	11.70	6.22		0.00	24.40	14.18	18.81		84.36
			0.15	0.13	0.51	0.16		0.00	0.40	0.40	0.20		1.94
30-40	6.11	0.13	0.35	0.30	0.51	0.16	1.32	0.00	0.45	0.35	0.46	1.26	
			7.01	3.65	11.70	6.22		0.00	27.45	12.41	21.94		90.38
			0.18	0.15	0.51	0.16		0.00	0.45	0.35	0.23		2.02
40-50	6.25	0.12	0.30	0.20	0.57	0.13	1.20	0.00	0.40	0.35	0.39	1.14	
			6.01	2.43	13.00	5.26		0.00	24.40	12.41	18.66		82.17
			0.15	0.10	0.57	0.13		0.00	0.40	0.35	0.19		1.89
50-60	6.17	0.13	0.30	0.30	0.62	0.11	1.33	0.00	0.40	0.50	0.37	1.27	
			6.01	3.65	14.30	4.30		0.00	24.40	17.73	17.61		88.00
			0.15	0.15	0.62	0.11		0.00	0.40	0.50	0.18		2.12
60-70	6.15	0.17	0.50	0.35	0.73	0.12	1.71	0.00	0.45	0.55	0.65	1.65	
			10.02	4.25	16.90	4.78		0.00	27.45	19.50	31.34		114.25
			0.25	0.18	0.73	0.12		0.00	0.45	0.55	0.33		2.61
70-80	6.25	0.21	0.50	0.30	1.19	0.13	2.12	0.00	0.60	0.65	0.79	2.04	
			10.02	3.65	27.30	5.02		0.00	36.61	23.04	37.91		143.54
			0.25	0.15	1.19	0.13		0.00	0.60	0.65	0.39		3.36
80-90	6.32	0.25	0.60	0.45	1.36	0.10	2.50	0.00	0.60	0.70	1.13	2.43	
			12.02	5.47	31.20	3.83		0.00	36.61	24.82	54.33		168.26
			0.30	0.23	1.36	0.10		0.00	0.60	0.70	0.57		3.84
90-100	6.43	0.19	0.45	0.20	1.24	0.04	1.93	0.00	0.55	0.75	0.57	1.87	
			9.02	2.43	28.60	1.43		0.00	33.56	26.59	27.16		128.79
			0.23	0.10	1.24	0.04		0.00	0.55	0.75	0.28		3.19
100-110	6.46	0.17	0.25	0.15	1.30	0.02	1.72	0.00	0.50	0.65	0.49	1.64	
			5.01	1.82	29.90	0.96		0.00	30.51	23.04	23.43		114.66
			0.13	0.08	1.30	0.02		0.00	0.50	0.65	0.24		2.92

Cuadro B-27. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P33 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P33 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.67	0.10	0.40	0.25	0.23	0.12	1.00	0.00	0.55	0.40	0.02	0.97	
			8.02	3.04	5.20	4.78		0.00	33.56	14.18	1.04		69.82
			0.20	0.13	0.23	0.12		0.00	0.55	0.40	0.01		1.63
10-20	6.11	0.06	0.25	0.15	0.11	0.09	0.60	0.00	0.30	0.25	0.02	0.57	
			5.01	1.82	2.60	3.35		0.00	18.30	8.86	0.80		40.75
			0.13	0.08	0.11	0.09		0.00	0.30	0.25	0.01		0.96
20-30	6.18	0.06	0.25	0.15	0.11	0.10	0.61	0.00	0.30	0.25	0.02	0.57	
			5.01	1.82	2.60	3.83		0.00	18.30	8.86	0.84		41.27
			0.13	0.08	0.11	0.10		0.00	0.30	0.25	0.01		0.97
30-40	6.56	0.06	0.30	0.10	0.11	0.09	0.60	0.00	0.30	0.25	0.02	0.57	
			6.01	1.22	2.60	3.35		0.00	18.30	8.86	0.80		41.14
			0.15	0.05	0.11	0.09		0.00	0.30	0.25	0.01		0.96
40-50	6.17	0.05	0.20	0.10	0.11	0.10	0.51	0.00	0.25	0.20	0.00	0.45	
			4.01	1.22	2.60	3.83		0.00	15.25	7.09	0.11		34.11
			0.10	0.05	0.11	0.10		0.00	0.25	0.20	0.00		0.81
50-60	6.28	0.06	0.25	0.10	0.17	0.12	0.64	0.00	0.30	0.30	0.01	0.61	
			5.01	1.22	3.90	4.78		0.00	18.30	10.64	0.46		44.31
			0.13	0.05	0.17	0.12		0.00	0.30	0.30	0.00		1.07
60-70	6.16	0.05	0.20	0.10	0.11	0.09	0.50	0.00	0.25	0.20	0.01	0.46	
			4.01	1.22	2.60	3.35		0.00	15.25	7.09	0.46		33.97
			0.10	0.05	0.11	0.09		0.00	0.25	0.20	0.00		0.80
70-80	6.19	0.05	0.20	0.15	0.11	0.07	0.54	0.00	0.25	0.20	0.03	0.48	
			4.01	1.82	2.60	2.87		0.00	15.25	7.09	1.38		35.02
			0.10	0.08	0.11	0.07		0.00	0.25	0.20	0.01		0.83
80-90	6.53	0.05	0.25	0.10	0.11	0.04	0.50	0.00	0.25	0.20	0.01	0.46	
			5.01	1.22	2.60	1.43		0.00	15.25	7.09	0.57		33.18
			0.13	0.05	0.11	0.04		0.00	0.25	0.20	0.01		0.78
90-100	6.20	0.05	0.20	0.15	0.11	0.01	0.48	0.00	0.20	0.20	0.05	0.45	
			4.01	1.82	2.60	0.48		0.00	12.20	7.09	2.30		30.50
			0.10	0.08	0.11	0.01		0.00	0.20	0.20	0.02		0.72

Cuadro B-28. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P36 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P36 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.51	0.16	0.40	0.35	0.57	0.31	1.62	0.00	1.00	0.50	0.08	1.58	
			8.02	4.25	13.00	11.96		0.00	61.01	17.73	3.88	119.84	
			0.20	0.18	0.57	0.31		0.00	1.00	0.50	0.04	2.79	
10-20	6.18	0.11	0.30	0.25	0.34	0.24	1.13	0.00	0.60	0.40	0.08	1.08	
			6.01	3.04	7.80	9.57		0.00	36.61	14.18	4.03	81.23	
			0.15	0.13	0.34	0.24		0.00	0.60	0.40	0.04	1.90	
20-30	6.46	0.09	0.30	0.20	0.23	0.21	0.93	0.00	0.50	0.30	0.07	0.87	
			6.01	2.43	5.20	8.13		0.00	30.51	10.64	3.28	66.20	
			0.15	0.10	0.23	0.21		0.00	0.50	0.30	0.03	1.52	
30-40	6.28	0.09	0.30	0.20	0.28	0.11	0.89	0.00	0.35	0.25	0.28	0.88	
			6.01	2.43	6.50	4.30		0.00	21.35	8.86	13.33	62.79	
			0.15	0.10	0.28	0.11		0.00	0.35	0.25	0.14	1.38	
40-50	6.36	0.07	0.25	0.25	0.17	0.07	0.74	0.00	0.40	0.30	0.02	0.72	
			5.01	3.04	3.90	2.87		0.00	24.40	10.64	1.03	50.89	
			0.13	0.13	0.17	0.07		0.00	0.40	0.30	0.01	1.20	
50-60	6.34	0.06	0.20	0.20	0.17	0.06	0.63	0.00	0.25	0.25	0.08	0.58	
			4.01	2.43	3.90	2.39		0.00	15.25	8.86	3.91	40.75	
			0.10	0.10	0.17	0.06		0.00	0.25	0.25	0.04	0.97	
60-70	6.27	0.06	0.25	0.20	0.11	0.05	0.61	0.00	0.25	0.25	0.08	0.58	
			5.01	2.43	2.60	1.91		0.00	15.25	8.86	3.79	39.86	
			0.13	0.10	0.11	0.05		0.00	0.25	0.25	0.04	0.93	
70-80	6.53	0.07	0.25	0.30	0.11	0.05	0.71	0.00	0.40	0.20	0.08	0.68	
			5.01	3.65	2.60	1.91		0.00	24.40	7.09	3.91	48.57	
			0.13	0.15	0.11	0.05		0.00	0.40	0.20	0.04	1.08	
80-90	6.32	0.09	0.25	0.33	0.28	0.06	0.92	0.00	0.40	0.25	0.21	0.86	
			5.01	3.95	6.50	2.39		0.00	24.40	8.86	10.00	61.12	
			0.13	0.16	0.28	0.06		0.00	0.40	0.25	0.10	1.39	
90-100	5.97	0.04	0.15	0.15	0.11	0.02	0.44	0.00	0.25	0.10	0.03	0.38	
			3.01	1.82	2.60	0.96		0.00	15.25	3.55	1.49	28.68	
			0.08	0.08	0.11	0.02		0.00	0.25	0.10	0.02	0.65	

Cuadro B-29. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P38 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P38 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.50	0.20	0.30	0.10	1.47	0.18	2.05	0.00	0.90	0.80	0.28	1.98	
			6.01	1.22	33.79	7.17		0.00	54.91	28.36	13.28		144.75
			0.15	0.05	1.47	0.18		0.00	0.90	0.80	0.14		3.69
10-20	6.72	0.18	0.20	0.15	1.36	0.11	1.82	0.00	0.80	0.75	0.21	1.76	
			4.01	1.82	31.20	4.30		0.00	48.81	26.59	10.00		126.73
			0.10	0.08	1.36	0.11		0.00	0.80	0.75	0.10		3.30
20-30	6.70	0.19	0.20	0.30	1.30	0.09	1.89	0.00	0.65	0.60	0.60	1.85	
			4.01	3.65	29.90	3.35		0.00	39.66	21.27	28.81		130.63
			0.10	0.15	1.30	0.09		0.00	0.65	0.60	0.30		3.19
30-40	6.76	0.19	0.20	0.20	1.47	0.05	1.92	0.00	0.60	1.00	0.29	1.89	
			4.01	2.43	33.79	1.91		0.00	36.61	35.45	13.88		128.08
			0.10	0.10	1.47	0.05		0.00	0.60	1.00	0.14		3.46
40-50	6.66	0.20	0.20	0.15	1.64	0.04	2.03	0.00	0.60	1.00	0.41	2.01	
			4.01	1.82	37.69	1.43		0.00	36.61	35.45	19.55		136.57
			0.10	0.08	1.64	0.04		0.00	0.60	1.00	0.20		3.65
50-60	6.72	0.19	0.15	0.15	1.58	0.04	1.92	0.00	0.60	0.95	0.33	1.88	
			3.01	1.82	36.39	1.43		0.00	36.61	33.68	15.82		128.76
			0.08	0.08	1.58	0.04		0.00	0.60	0.95	0.16		3.48
60-70	7.15	0.21	0.15	0.20	1.70	0.04	2.08	0.00	0.60	1.00	0.46	2.06	
			3.01	2.43	38.99	1.43		0.00	36.61	35.45	22.09		140.01
			0.08	0.10	1.70	0.04		0.00	0.60	1.00	0.23		3.74
70-80	8.35	0.31	0.20	0.20	2.71	0.04	3.15	0.30	1.25	1.00	0.54	3.09	
			4.01	2.43	62.39	1.43		9.00	76.26	35.45	26.12		217.09
			0.10	0.10	2.71	0.04		0.15	1.25	1.00	0.27		5.62
80-90	8.51	0.32	0.20	0.25	2.71	0.04	3.20	0.30	1.35	1.15	0.35	3.15	
			4.01	3.04	62.39	1.43		9.00	82.36	40.77	17.01		220.02
			0.10	0.13	2.71	0.04		0.15	1.35	1.15	0.18		5.80
90-100	8.21	0.34	0.30	0.20	2.83	0.06	3.39	0.40	1.40	0.85	0.71	3.36	
			6.01	2.43	64.99	2.39		12.00	85.41	30.13	34.18		237.55
			0.15	0.10	2.83	0.06		0.20	1.40	0.85	0.36		5.94

Cuadro B-30. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P39 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.20	1.32	5.65	2.15	4.86	0.58	13.24	0.00	0.60	5.75	6.87	13.22	
			113.23	26.12	111.78	22.72		0.00	36.61	203.84	329.85		844.14
			2.83	1.08	4.86	0.58		0.00	0.60	5.75	3.43		19.12
10-20	6.46	0.87	2.80	1.20	4.29	0.37	8.66	0.00	0.60	2.85	5.16	8.61	
			56.11	14.58	98.78	14.35		0.00	36.61	101.03	247.76		569.22
			1.40	0.60	4.29	0.37		0.00	0.60	2.85	2.58		12.69
20-30	6.51	0.69	1.60	0.45	4.63	0.17	6.86	0.00	0.60	2.40	3.79	6.79	
			32.06	5.47	106.58	6.70		0.00	36.61	85.08	182.09		454.58
			0.80	0.23	4.63	0.17		0.00	0.60	2.40	1.90		10.73
30-40	6.85	0.69	1.25	0.75	4.75	0.09	6.83	0.00	0.60	2.10	4.04	6.74	
			25.05	9.11	109.18	3.35		0.00	36.61	74.45	194.03		451.77
			0.63	0.38	4.75	0.09		0.00	0.60	2.10	2.02		10.55
40-50	6.71	0.71	1.10	0.65	5.31	0.05	7.11	0.00	0.60	2.40	4.07	7.07	
			22.04	7.90	122.18	1.91		0.00	36.61	85.08	195.52		471.24
			0.55	0.33	5.31	0.05		0.00	0.60	2.40	2.04		11.27
50-60	6.72	0.87	1.10	1.50	5.99	0.05	8.64	0.00	0.50	2.60	5.47	8.57	
			22.04	18.23	137.78	1.91		0.00	30.51	92.17	262.68		565.32
			0.55	0.75	5.99	0.05		0.00	0.50	2.60	2.73		13.17
60-70	6.84	0.85	1.05	1.35	5.99	0.04	8.43	0.00	0.50	2.40	5.50	8.40	
			21.04	16.40	137.78	1.43		0.00	30.51	85.08	264.17		556.42
			0.53	0.68	5.99	0.04		0.00	0.50	2.40	2.75		12.88
70-80	6.87	0.74	0.60	1.00	5.76	0.04	7.40	0.00	0.60	2.40	4.35	7.35	
			12.02	12.15	132.58	1.43		0.00	36.61	85.08	208.95		488.83
			0.30	0.50	5.76	0.04		0.00	0.60	2.40	2.18		11.78
80-90	6.74	0.84	0.80	1.40	6.10	0.05	8.35	0.00	0.60	2.40	5.31	8.31	
			16.03	17.01	140.38	1.91		0.00	36.61	85.08	255.22		552.24
			0.40	0.70	6.10	0.05		0.00	0.60	2.40	2.66		12.91
90-100	6.79	0.76	0.70	0.50	6.33	0.06	7.59	0.00	0.55	2.35	4.63	7.53	
			14.03	6.08	145.58	2.39		0.00	33.56	83.31	222.38		507.32
			0.35	0.25	6.33	0.06		0.00	0.55	2.35	2.32		12.21
100-110	6.76	0.69	0.45	0.95	5.43	0.06	6.89	0.00	0.60	2.00	4.26	6.86	
			9.02	11.54	124.78	2.39		0.00	36.61	70.90	204.47		459.71
			0.23	0.48	5.43	0.06		0.00	0.60	2.00	2.13		10.92
110-120	7.15	0.56	0.45	0.05	5.09	0.07	5.66	0.00	0.70	1.80	3.11	5.61	
			9.02	0.61	116.98	2.87		0.00	42.71	63.81	149.25		385.25
			0.23	0.03	5.09	0.07		0.00	0.70	1.80	1.55		9.46
120-130	7.31	0.57	0.40	0.30	4.97	0.05	5.72	0.00	0.80	1.70	3.20	5.70	
			8.02	3.65	114.38	1.91		0.00	48.81	60.27	153.73		390.76
			0.20	0.15	4.97	0.05		0.00	0.80	1.70	1.60		9.47
130-140	7.68	0.57	0.35	0.25	5.09	0.05	5.74	0.00	0.70	1.60	3.42	5.72	
			7.01	3.04	116.98	1.91		0.00	42.71	56.72	164.18		392.55
			0.18	0.13	5.09	0.05		0.00	0.70	1.60	1.71		9.44
140-150	7.55	0.49	0.30	0.35	4.18	0.04	4.87	0.00	0.70	1.40	2.70	4.80	
			6.01	4.25	96.19	1.43		0.00	42.71	49.63	129.85		330.07
			0.15	0.18	4.18	0.04		0.00	0.70	1.40	1.35		8.00

Cuadro B-30. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.85	0.39	0.30	0.20	3.39	0.04	3.93	0.00	0.80	1.30	1.77	3.87	
			6.01	2.43	77.99	1.43		0.00	48.81	46.09	85.07		267.83
			0.15	0.10	3.39	0.04		0.00	0.80	1.30	0.89		6.66
160-170	7.43	0.46	0.20	0.50	3.84	0.04	4.58	0.00	1.00	1.45	2.08	4.53	
			4.01	6.08	88.39	1.43		0.00	61.01	51.40	100.00		312.32
			0.10	0.25	3.84	0.04		0.00	1.00	1.45	1.04		7.72
170-180	7.72	0.38	0.30	0.10	3.39	0.04	3.83	0.00	0.95	1.20	1.62	3.77	
			6.01	1.22	77.99	1.43		0.00	57.96	42.54	77.61		264.76
			0.15	0.05	3.39	0.04		0.00	0.95	1.20	0.81		6.59
180-190	7.48	0.37	0.25	0.10	3.39	0.04	3.78	0.00	0.85	1.25	1.62	3.72	
			5.01	1.22	77.99	1.43		0.00	51.86	44.31	77.61		259.43
			0.13	0.05	3.39	0.04		0.00	0.85	1.25	0.81		6.51
190-200	7.49	0.34	0.15	0.20	3.05	0.04	3.44	0.00	0.80	1.15	1.43	3.38	
			3.01	2.43	70.19	1.43		0.00	48.81	40.77	68.66		235.29
			0.08	0.10	3.05	0.04		0.00	0.80	1.15	0.71		5.93
200-210	7.59	0.36	0.20	0.20	3.16	0.04	3.60	0.00	0.70	1.25	1.62	3.57	
			4.01	2.43	72.79	1.43		0.00	42.71	44.31	77.61		245.29
			0.10	0.10	3.16	0.04		0.00	0.70	1.25	0.81		6.16
210-220	7.40	0.37	0.15	0.15	3.39	0.02	3.72	0.00	0.75	1.20	1.71	3.66	
			3.01	1.82	77.99	0.96		0.00	45.76	42.54	82.09		254.16
			0.08	0.08	3.39	0.02		0.00	0.75	1.20	0.85		6.37
220-230	7.49	0.36	0.10	0.30	3.16	0.04	3.60	0.00	0.70	1.10	1.74	3.54	
			2.00	3.65	72.79	1.43		0.00	42.71	39.00	83.58		245.16
			0.05	0.15	3.16	0.04		0.00	0.70	1.10	0.87		6.07
230-240	7.59	0.36	0.10	0.30	3.16	0.04	3.60	0.00	0.70	1.10	1.71	3.51	
			2.00	3.65	72.79	1.43		0.00	42.71	39.00	82.09		243.66
			0.05	0.15	3.16	0.04		0.00	0.70	1.10	0.85		6.06
240-250	7.35	0.28	0.10	0.25	2.43	0.04	2.82	0.00	0.55	1.00	1.21	2.76	
			2.00	3.04	55.89	1.43		0.00	33.56	35.45	58.21		189.58
			0.05	0.13	2.43	0.04		0.00	0.55	1.00	0.61		4.80
250-270	7.54	0.38	0.10	0.25	3.39	0.04	3.78	0.00	0.90	1.20	1.62	3.72	
			2.00	3.04	77.99	1.43		0.00	54.91	42.54	77.61		259.52
			0.05	0.13	3.39	0.04		0.00	0.90	1.20	0.81		6.51
270-280	7.57	0.26	0.10	0.20	2.26	0.04	2.60	0.00	0.40	0.90	1.27	2.57	
			2.00	2.43	51.99	1.43		0.00	24.40	31.91	61.19		175.36
			0.05	0.10	2.26	0.04		0.00	0.40	0.90	0.64		4.38
280-300	7.45	0.28	0.10	0.20	2.49	0.04	2.82	0.00	0.55	0.80	1.43	2.78	
			2.00	2.43	57.19	1.43		0.00	33.56	28.36	68.66		193.63
			0.05	0.10	2.49	0.04		0.00	0.55	0.80	0.71		4.74

Cuadro B-31. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P40 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.75	0.11	0.40	0.25	0.28	0.18	1.12	0.00	0.50	0.50	0.10	1.10	
			8.02	3.04	6.50	7.17		0.00	30.51	17.73	4.93	77.88	
			0.20	0.13	0.28	0.18		0.00	0.50	0.50	0.05	1.84	
10-20	6.82	0.11	0.35	0.25	0.40	0.17	1.17	0.00	0.65	0.40	0.07	1.12	
			7.01	3.04	9.10	6.70		0.00	39.66	14.18	3.28	82.97	
			0.18	0.13	0.40	0.17		0.00	0.65	0.40	0.03	1.95	
20-30	6.72	0.10	0.30	0.20	0.40	0.12	1.02	0.00	0.45	0.40	0.10	0.95	
			6.01	2.43	9.10	4.78		0.00	27.45	14.18	4.63	68.59	
			0.15	0.10	0.40	0.12		0.00	0.45	0.40	0.05	1.67	
30-40	7.21	0.08	0.20	0.25	0.28	0.10	0.83	0.00	0.40	0.35	0.04	0.79	
			4.01	3.04	6.50	3.83		0.00	24.40	12.41	1.72	55.91	
			0.10	0.13	0.28	0.10		0.00	0.40	0.35	0.02	1.37	
40-50	6.93	0.06	0.25	0.15	0.17	0.09	0.66	0.00	0.35	0.25	0.02	0.62	
			5.01	1.82	3.90	3.35		0.00	21.35	8.86	1.15	45.45	
			0.13	0.08	0.17	0.09		0.00	0.35	0.25	0.01	1.07	
50-60	6.90	0.06	0.25	0.15	0.17	0.07	0.64	0.00	0.35	0.20	0.02	0.57	
			5.01	1.82	3.90	2.87		0.00	21.35	7.09	1.15	43.19	
			0.13	0.08	0.17	0.07		0.00	0.35	0.20	0.01	1.00	
60-70	6.81	0.05	0.20	0.10	0.17	0.07	0.54	0.00	0.25	0.20	0.04	0.49	
			4.01	1.22	3.90	2.87		0.00	15.25	7.09	1.95	36.29	
			0.10	0.05	0.17	0.07		0.00	0.25	0.20	0.02	0.86	
70-80	6.95	0.05	0.15	0.15	0.17	0.06	0.53	0.00	0.25	0.20	0.06	0.51	
			3.01	1.82	3.90	2.39		0.00	15.25	7.09	2.64	36.11	
			0.08	0.08	0.17	0.06		0.00	0.25	0.20	0.03	0.86	
80-90	6.73	0.05	0.10	0.20	0.17	0.05	0.52	0.00	0.20	0.20	0.07	0.47	
			2.00	2.43	3.90	1.91		0.00	12.20	7.09	3.56	33.10	
			0.05	0.10	0.17	0.05		0.00	0.20	0.20	0.04	0.81	
90-100	7.25	0.05	0.10	0.25	0.11	0.04	0.50	0.00	0.20	0.20	0.04	0.44	
			2.00	3.04	2.60	1.43		0.00	12.20	7.09	1.84	30.21	
			0.05	0.13	0.11	0.04		0.00	0.20	0.20	0.02	0.74	
100-110	6.82	0.04	0.20	0.10	0.11	0.04	0.45	0.00	0.20	0.15	0.06	0.41	
			4.01	1.22	2.60	1.43		0.00	12.20	5.32	2.99	29.77	
			0.10	0.05	0.11	0.04		0.00	0.20	0.15	0.03	0.68	
110-120	6.71	0.05	0.15	0.15	0.17	0.04	0.51	0.00	0.25	0.15	0.06	0.46	
			3.01	1.82	3.90	1.43		0.00	15.25	5.32	2.99	33.72	
			0.08	0.08	0.17	0.04		0.00	0.25	0.15	0.03	0.79	
120-130	7.02	0.06	0.15	0.25	0.17	0.04	0.61	0.00	0.35	0.15	0.06	0.56	
			3.01	3.04	3.90	1.43		0.00	21.35	5.32	3.10	41.15	
			0.08	0.13	0.17	0.04		0.00	0.35	0.15	0.03	0.94	
130-140	6.86	0.05	0.15	0.20	0.17	0.02	0.54	0.00	0.30	0.20	0.02	0.52	
			3.01	2.43	3.90	0.96		0.00	18.30	7.09	1.03	36.72	
			0.08	0.10	0.17	0.02		0.00	0.30	0.20	0.01	0.88	
140-150	6.85	0.04	0.10	0.20	0.11	0.02	0.44	0.00	0.25	0.15	0.02	0.42	
			2.00	2.43	2.60	0.96		0.00	15.25	5.32	1.03	29.59	
			0.05	0.10	0.11	0.02		0.00	0.25	0.15	0.01	0.70	

Cuadro B-31. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	6.87	0.06	0.10	0.20	0.28	0.02	0.61	0.00	0.30	0.20	0.06	0.56	
			2.00	2.43	6.50	0.96		0.00	18.30	7.09	2.64		39.93
			0.05	0.10	0.28	0.02		0.00	0.30	0.20	0.03		0.98
160-170	6.76	0.05	0.10	0.20	0.17	0.05	0.52	0.00	0.25	0.20	0.04	0.49	
			2.00	2.43	3.90	1.91		0.00	15.25	7.09	2.03		34.62
			0.05	0.10	0.17	0.05		0.00	0.25	0.20	0.02		0.84
170-180	6.80	0.05	0.10	0.20	0.17	0.04	0.51	0.00	0.20	0.20	0.06	0.46	
			2.00	2.43	3.90	1.43		0.00	12.20	7.09	2.87		31.93
			0.05	0.10	0.17	0.04		0.00	0.20	0.20	0.03		0.79
180-190	7.03	0.05	0.10	0.20	0.17	0.04	0.51	0.00	0.25	0.20	0.02	0.47	
			2.00	2.43	3.90	1.43		0.00	15.25	7.09	0.92		33.03
			0.05	0.10	0.17	0.04		0.00	0.25	0.20	0.01		0.82
190-200	6.79	0.04	0.10	0.10	0.17	0.04	0.41	0.00	0.20	0.15	0.03	0.38	
			2.00	1.22	3.90	1.43		0.00	12.20	5.32	1.61		27.68
			0.05	0.05	0.17	0.04		0.00	0.20	0.15	0.02		0.67
200-210	7.05	0.04	0.10	0.10	0.17	0.04	0.41	0.00	0.20	0.15	0.02	0.37	
			2.00	1.22	3.90	1.43		0.00	12.20	5.32	0.92		26.99
			0.05	0.05	0.17	0.04		0.00	0.20	0.15	0.01		0.67
210-220	7.09	0.05	0.10	0.20	0.17	0.04	0.51	0.00	0.20	0.20	0.06	0.46	
			2.00	2.43	3.90	1.43		0.00	12.20	7.09	3.10		32.16
			0.05	0.10	0.17	0.04		0.00	0.20	0.20	0.03		0.79
220-230	7.08	0.07	0.15	0.25	0.28	0.06	0.74	0.00	0.40	0.25	0.06	0.71	
			3.01	3.04	6.50	2.39		0.00	24.40	8.86	3.10		51.30
			0.08	0.13	0.28	0.06		0.00	0.40	0.25	0.03		1.23
230-240	7.75	0.07	0.10	0.30	0.28	0.05	0.73	0.00	0.40	0.20	0.08	0.68	
			2.00	3.65	6.50	1.91		0.00	24.40	7.09	3.79		49.35
			0.05	0.15	0.28	0.05		0.00	0.40	0.20	0.04		1.17
240-250	7.25	0.07	0.10	0.30	0.28	0.05	0.73	0.00	0.45	0.20	0.05	0.70	
			2.00	3.65	6.50	1.91		0.00	27.45	7.09	2.18		50.79
			0.05	0.15	0.28	0.05		0.00	0.45	0.20	0.02		1.20
250-260	7.01	0.05	0.10	0.10	0.28	0.04	0.52	0.00	0.25	0.20	0.05	0.50	
			2.00	1.22	6.50	1.43		0.00	15.25	7.09	2.41		35.91
			0.05	0.05	0.28	0.04		0.00	0.25	0.20	0.03		0.89
260-270	6.86	0.06	0.10	0.20	0.28	0.05	0.63	0.00	0.30	0.20	0.08	0.58	
			2.00	2.43	6.50	1.91		0.00	18.30	7.09	4.02		42.26
			0.05	0.10	0.28	0.05		0.00	0.30	0.20	0.04		1.02
270-280	6.93	0.06	0.10	0.20	0.28	0.05	0.63	0.00	0.35	0.20	0.05	0.60	
			2.00	2.43	6.50	1.91		0.00	21.35	7.09	2.41		43.70
			0.05	0.10	0.28	0.05		0.00	0.35	0.20	0.03		1.06
280-290	6.95	0.05	0.10	0.10	0.28	0.04	0.52	0.00	0.25	0.20	0.03	0.48	
			2.00	1.22	6.50	1.43		0.00	15.25	7.09	1.61		35.10
			0.05	0.05	0.28	0.04		0.00	0.25	0.20	0.02		0.89
290-300	6.97	0.05	0.10	0.10	0.34	0.04	0.58	0.00	0.35	0.15	0.03	0.53	
			2.00	1.22	7.80	1.43		0.00	21.35	5.32	1.61		40.73
			0.05	0.05	0.34	0.04		0.00	0.35	0.15	0.02		0.99

Cuadro B-32. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P41 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.35	1.22	1.20	1.00	9.72	0.27	12.19	0.00	1.25	5.20	5.69	12.14	
			24.05	12.15	223.57	10.52			0.00	76.26	184.34	273.13	804.02
			0.60	0.50	9.72	0.27			0.00	1.25	5.20	2.84	20.38
10-20	7.61	0.68	0.30	0.40	5.99	0.12	6.81	0.00	1.00	2.80	2.92	6.72	
			6.01	4.86	137.78	4.78			0.00	61.01	99.26	140.30	454.00
			0.15	0.20	5.99	0.12			0.00	1.00	2.80	1.46	11.72
20-30	7.61	0.50	0.25	0.25	4.52	0.06	5.08	0.00	0.90	1.90	2.24	5.04	
			5.01	3.04	103.98	2.39			0.00	54.91	67.36	107.46	344.15
			0.13	0.13	4.52	0.06			0.00	0.90	1.90	1.12	8.75
30-40	7.50	0.50	0.25	0.15	4.63	0.06	5.10	0.00	0.80	2.00	2.24	5.04	
			5.01	1.82	106.58	2.39			0.00	48.81	70.90	107.46	342.98
			0.13	0.08	4.63	0.06			0.00	0.80	2.00	1.12	8.81
40-50	7.42	0.55	0.25	0.25	4.97	0.05	5.52	0.00	1.00	2.25	2.21	5.46	
			5.01	3.04	114.38	1.91			0.00	61.01	79.76	105.97	371.08
			0.13	0.13	4.97	0.05			0.00	1.00	2.25	1.10	9.63
50-60	7.52	0.42	0.20	0.15	3.84	0.04	4.23	0.00	0.80	1.70	1.68	4.18	
			4.01	1.82	88.39	1.43			0.00	48.81	60.27	80.60	285.32
			0.10	0.08	3.84	0.04			0.00	0.80	1.70	0.84	7.39
60-70	7.66	0.33	0.10	0.20	3.00	0.02	3.32	0.00	0.90	1.20	1.18	3.28	
			2.00	2.43	68.89	0.96			0.00	54.91	42.54	56.72	228.44
			0.05	0.10	3.00	0.02			0.00	0.90	1.20	0.59	5.86
70-80	7.86	0.31	0.10	0.30	2.71	0.04	3.15	0.00	0.90	1.20	1.03	3.13	
			2.00	3.65	62.39	1.43			0.00	54.91	42.54	49.25	216.18
			0.05	0.15	2.71	0.04			0.00	0.90	1.20	0.51	5.56
80-90	7.52	0.27	0.10	0.20	2.37	0.02	2.70	0.00	0.90	1.00	0.71	2.61	
			2.00	2.43	54.59	0.96			0.00	54.91	35.45	34.33	184.67
			0.05	0.10	2.37	0.02			0.00	0.90	1.00	0.36	4.81
90-100	7.95	0.29	0.10	0.30	2.49	0.02	2.91	0.00	0.80	0.95	1.12	2.87	
			2.00	3.65	57.19	0.96			0.00	48.81	33.68	53.73	200.01
			0.05	0.15	2.49	0.02			0.00	0.80	0.95	0.56	5.02
100-110	8.15	0.33	0.10	0.25	2.94	0.04	3.33	0.00	0.90	1.20	1.15	3.25	
			2.00	3.04	67.59	1.43			0.00	54.91	42.54	55.22	226.74
			0.05	0.13	2.94	0.04			0.00	0.90	1.20	0.57	5.83
110-120	7.75	0.35	0.10	0.30	3.05	0.02	3.48	0.00	0.80	1.25	1.40	3.45	
			2.00	3.65	70.19	0.96			0.00	48.81	44.31	67.16	237.08
			0.05	0.15	3.05	0.02			0.00	0.80	1.25	0.70	6.03
120-130	8.03	0.34	0.10	0.20	3.05	0.04	3.39	0.00	0.95	1.10	1.28	3.33	
			2.00	2.43	70.19	1.43			0.00	57.96	39.00	61.44	234.46
			0.05	0.10	3.05	0.04			0.00	0.95	1.10	0.64	5.93
130-140	7.79	0.38	0.10	0.15	3.50	0.04	3.79	0.00	0.85	1.00	1.90	3.75	
			2.00	1.82	80.59	1.43			0.00	51.86	35.45	91.04	264.20
			0.05	0.08	3.50	0.04			0.00	0.85	1.00	0.95	6.46
140-150	7.80	0.34	0.10	0.20	3.11	0.04	3.44	0.00	1.00	0.85	1.52	3.37	
			2.00	2.43	71.49	1.43			0.00	61.01	30.13	73.13	241.63
			0.05	0.10	3.11	0.04			0.00	1.00	0.85	0.76	5.91

Cuadro B-32. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.74	0.29	0.10	0.20	2.60	0.04	2.94	0.00	0.90	0.75	1.24	2.89	
			2.00	2.43	59.79	1.43		0.00	54.91	26.59	59.70		206.86
			0.05	0.10	2.60	0.04		0.00	0.90	0.75	0.62		5.06
160-170	7.63	0.29	0.10	0.20	2.60	0.02	2.92	0.00	0.85	0.70	1.31	2.86	
			2.00	2.43	59.79	0.96		0.00	51.86	24.82	62.69		204.54
			0.05	0.10	2.60	0.02		0.00	0.85	0.70	0.65		4.98
170-180	7.88	0.32	0.10	0.25	2.83	0.04	3.21	0.00	1.30	0.90	0.93	3.13	
			2.00	3.04	64.99	1.43		0.00	79.31	31.91	44.78		227.46
			0.05	0.13	2.83	0.04		0.00	1.30	0.90	0.47		5.70
180-190	7.92	0.32	0.10	0.25	2.83	0.02	3.20	0.00	1.25	0.80	1.09	3.14	
			2.00	3.04	64.99	0.96		0.00	76.26	28.36	52.24		227.85
			0.05	0.13	2.83	0.02		0.00	1.25	0.80	0.54		5.62
190-200	7.72	0.31	0.10	0.20	2.83	0.02	3.15	0.00	1.00	0.80	1.30	3.10	
			2.00	2.43	64.99	0.96		0.00	61.01	28.36	62.65		222.40
			0.05	0.10	2.83	0.02		0.00	1.00	0.80	0.65		5.45
200-210	8.02	0.31	0.10	0.20	2.83	0.02	3.15	0.00	0.80	0.80	1.49	3.09	
			2.00	2.43	64.99	0.96		0.00	48.81	28.36	71.64		219.19
			0.05	0.10	2.83	0.02		0.00	0.80	0.80	0.75		5.35
210-220	7.65	0.28	0.10	0.20	2.49	0.04	2.82	0.00	0.80	0.75	1.18	2.73	
			2.00	2.43	57.19	1.43		0.00	48.81	26.59	56.63		195.08
			0.05	0.10	2.49	0.04		0.00	0.80	0.75	0.59		4.81
220-230	7.63	0.30	0.10	0.20	2.71	0.04	3.05	0.00	0.70	0.80	1.49	2.99	
			2.00	2.43	62.39	1.43		0.00	42.71	28.36	71.64		210.97
			0.05	0.10	2.71	0.04		0.00	0.70	0.80	0.75		5.15
230-240	7.36	0.32	0.10	0.30	2.77	0.04	3.21	0.00	0.60	0.80	1.77	3.17	
			2.00	3.65	63.69	1.43		0.00	36.61	28.36	85.07		220.81
			0.05	0.15	2.77	0.04		0.00	0.60	0.80	0.89		5.29
240-250	7.47	0.34	0.10	0.40	2.88	0.04	3.42	0.00	0.65	0.90	1.80	3.35	
			2.00	4.86	66.29	1.43		0.00	39.66	31.91	86.57		232.72
			0.05	0.20	2.88	0.04		0.00	0.65	0.90	0.90		5.62
250-260	7.34	0.41	0.20	0.40	3.50	0.04	4.14	0.00	0.70	0.90	2.48	4.08	
			4.01	4.86	80.59	1.43		0.00	42.71	31.91	119.28		284.78
			0.10	0.20	3.50	0.04		0.00	0.70	0.90	1.24		6.68
260-270	7.45	0.48	0.30	0.40	4.07	0.04	4.81	0.00	0.70	1.10	2.95	4.75	
			6.01	4.86	93.59	1.43		0.00	42.71	39.00	141.79		329.38
			0.15	0.20	4.07	0.04		0.00	0.70	1.10	1.48		7.73
270-280	7.52	0.55	0.20	0.40	4.86	0.03	5.49	0.00	0.70	0.90	3.85	5.45	
			4.01	4.86	111.78	1.20		0.00	42.71	31.91	185.07		381.53
			0.10	0.20	4.86	0.03		0.00	0.70	0.90	1.93		8.72
280-290	7.50	0.69	0.30	0.50	6.10	0.04	6.94	0.00	0.75	1.00	5.12	6.87	
			6.01	6.08	140.38	1.43		0.00	45.76	35.45	245.78		480.89
			0.15	0.25	6.10	0.04		0.00	0.75	1.00	2.56		10.85
290-300	7.40	1.14	1.20	1.00	9.16	0.05	11.40	0.00	0.65	1.20	9.48	11.33	
			24.05	12.15	210.57	1.91		0.00	39.66	42.54	455.41		786.29
			0.60	0.50	9.16	0.05		0.00	0.65	1.20	4.74		16.89

Cuadro B-33. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P42 (primer muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.74	0.19	0.40	0.20	0.73	0.55	1.89	0.00	0.90	0.50	0.43	1.83	
			8.02	2.43	16.90	21.52		0.00	54.91	17.73	20.45	141.95	
			0.20	0.10	0.73	0.55		0.00	0.90	0.50	0.21	3.20	
10-20	6.61	0.12	0.30	0.20	0.45	0.27	1.22	0.00	0.60	0.30	0.29	1.19	
			6.01	2.43	10.40	10.52		0.00	36.61	10.64	13.79	90.40	
			0.15	0.10	0.45	0.27		0.00	0.60	0.30	0.14	2.01	
20-30	6.65	0.09	0.25	0.15	0.34	0.17	0.91	0.00	0.40	0.30	0.17	0.87	
			5.01	1.82	7.80	6.70		0.00	24.40	10.64	8.16	64.53	
			0.13	0.08	0.34	0.17		0.00	0.40	0.30	0.08	1.50	
30-40	6.49	0.08	0.20	0.15	0.34	0.15	0.84	0.00	0.40	0.30	0.11	0.81	
			4.01	1.82	7.80	5.74		0.00	24.40	10.64	5.06	59.47	
			0.10	0.08	0.34	0.15		0.00	0.40	0.30	0.05	1.41	
40-50	6.39	0.07	0.10	0.20	0.34	0.10	0.74	0.00	0.30	0.20	0.18	0.68	
			2.00	2.43	7.80	3.83		0.00	18.30	7.09	8.74	50.19	
			0.05	0.10	0.34	0.10		0.00	0.30	0.20	0.09	1.18	
50-60	6.55	0.07	0.10	0.20	0.34	0.07	0.71	0.00	0.35	0.20	0.12	0.67	
			2.00	2.43	7.80	2.87		0.00	21.35	7.09	5.63	49.18	
			0.05	0.10	0.34	0.07		0.00	0.35	0.20	0.06	1.17	
60-70	6.52	0.07	0.10	0.20	0.34	0.06	0.70	0.00	0.35	0.20	0.12	0.67	
			2.00	2.43	7.80	2.39		0.00	21.35	7.09	5.63	48.70	
			0.05	0.10	0.34	0.06		0.00	0.35	0.20	0.06	1.16	
70-80	6.65	0.07	0.10	0.25	0.28	0.06	0.69	0.00	0.30	0.15	0.20	0.65	
			2.00	3.04	6.50	2.39		0.00	18.30	5.32	9.66	47.21	
			0.05	0.13	0.28	0.06		0.00	0.30	0.15	0.10	1.07	
80-90	6.53	0.06	0.10	0.20	0.28	0.05	0.63	0.00	0.30	0.15	0.11	0.56	
			2.00	2.43	6.50	1.91		0.00	18.30	5.32	5.17	41.64	
			0.05	0.10	0.28	0.05		0.00	0.30	0.15	0.05	0.99	
90-100	6.72	0.07	0.10	0.25	0.28	0.09	0.72	0.00	0.35	0.15	0.19	0.69	
			2.00	3.04	6.50	3.35		0.00	21.35	5.32	9.08	50.64	
			0.05	0.13	0.28	0.09		0.00	0.35	0.15	0.09	1.14	
100-110	6.72	0.07	0.10	0.25	0.28	0.10	0.73	0.00	0.30	0.15	0.23	0.68	
			2.00	3.04	6.50	3.83		0.00	18.30	5.32	10.92	49.91	
			0.05	0.13	0.28	0.10		0.00	0.30	0.15	0.11	1.12	
110-120	6.95	0.07	0.10	0.20	0.28	0.12	0.70	0.00	0.30	0.15	0.21	0.66	
			2.00	2.43	6.50	4.78		0.00	18.30	5.32	10.11	49.45	
			0.05	0.10	0.28	0.12		0.00	0.30	0.15	0.11	1.11	
120-130	6.80	0.08	0.15	0.25	0.28	0.11	0.79	0.00	0.30	0.30	0.14	0.74	
			3.01	3.04	6.50	4.30		0.00	18.30	10.64	6.67	52.45	
			0.08	0.13	0.28	0.11		0.00	0.30	0.30	0.07	1.26	
130-140	6.77	0.08	0.15	0.25	0.28	0.11	0.79	0.00	0.30	0.30	0.12	0.72	
			3.01	3.04	6.50	4.30		0.00	18.30	10.64	5.86	51.65	
			0.08	0.13	0.28	0.11		0.00	0.30	0.30	0.06	1.25	
140-150	6.62	0.08	0.15	0.35	0.23	0.10	0.82	0.00	0.30	0.35	0.12	0.77	
			3.01	4.25	5.20	3.83		0.00	18.30	12.41	5.86	52.86	
			0.08	0.18	0.23	0.10		0.00	0.30	0.35	0.06	1.28	

Cuadro B-33. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	6.69	0.06	0.10	0.25	0.17	0.09	0.61	0.00	0.30	0.20	0.07	0.57	
			2.00	3.04	3.90	3.35		0.00	18.30	7.09	3.45		41.13
			0.05	0.13	0.17	0.09		0.00	0.30	0.20	0.04		0.97
160-170	6.65	0.07	0.10	0.30	0.23	0.07	0.70	0.00	0.30	0.25	0.08	0.63	
			2.00	3.65	5.20	2.87		0.00	18.30	8.86	3.91		44.79
			0.05	0.15	0.23	0.07		0.00	0.30	0.25	0.04		1.09
170-180	6.95	0.06	0.10	0.35	0.11	0.05	0.61	0.00	0.30	0.20	0.05	0.55	
			2.00	4.25	2.60	1.91		0.00	18.30	7.09	2.18		38.35
			0.05	0.18	0.11	0.05		0.00	0.30	0.20	0.02		0.91
180-190	6.75	0.07	0.10	0.30	0.23	0.07	0.70	0.00	0.30	0.25	0.06	0.61	
			2.00	3.65	5.20	2.87		0.00	18.30	8.86	2.76		43.64
			0.05	0.15	0.23	0.07		0.00	0.30	0.25	0.03		1.08
190-200	6.75	0.07	0.10	0.30	0.23	0.09	0.71	0.00	0.35	0.25	0.06	0.66	
			2.00	3.65	5.20	3.35		0.00	21.35	8.86	2.76		47.17
			0.05	0.15	0.23	0.09		0.00	0.35	0.25	0.03		1.14
200-210	6.67	0.05	0.10	0.25	0.11	0.06	0.52	0.00	0.20	0.20	0.06	0.46	
			2.00	3.04	2.60	2.39		0.00	12.20	7.09	2.87		32.20
			0.05	0.13	0.11	0.06		0.00	0.20	0.20	0.03		0.78
210-220	6.93	0.07	0.10	0.30	0.23	0.06	0.69	0.00	0.35	0.25	0.06	0.66	
			2.00	3.65	5.20	2.39		0.00	21.35	8.86	2.87		46.33
			0.05	0.15	0.23	0.06		0.00	0.35	0.25	0.03		1.12
220-230	6.78	0.06	0.10	0.30	0.17	0.06	0.63	0.00	0.35	0.20	0.06	0.61	
			2.00	3.65	3.90	2.39		0.00	21.35	7.09	2.99		43.37
			0.05	0.15	0.17	0.06		0.00	0.35	0.20	0.03		1.01
230-240	6.79	0.06	0.10	0.30	0.17	0.05	0.62	0.00	0.30	0.20	0.08	0.58	
			2.00	3.65	3.90	1.91		0.00	18.30	7.09	4.02		40.88
			0.05	0.15	0.17	0.05		0.00	0.30	0.20	0.04		0.96
240-250	6.92	0.06	0.10	0.30	0.17	0.04	0.61	0.00	0.30	0.20	0.08	0.58	
			2.00	3.65	3.90	1.43		0.00	18.30	7.09	3.91		40.28
			0.05	0.15	0.17	0.04		0.00	0.30	0.20	0.04		0.95
250-260	6.78	0.07	0.10	0.35	0.23	0.05	0.72	0.00	0.30	0.25	0.11	0.66	
			2.00	4.25	5.20	1.91		0.00	18.30	8.86	5.40		45.94
			0.05	0.18	0.23	0.05		0.00	0.30	0.25	0.06		1.11
260-270	7.10	0.07	0.10	0.25	0.34	0.04	0.73	0.00	0.30	0.35	0.06	0.71	
			2.00	3.04	7.80	1.43		0.00	18.30	12.41	3.10		48.09
			0.05	0.13	0.34	0.04		0.00	0.30	0.35	0.03		1.23
270-280	7.08	0.07	0.10	0.30	0.34	0.02	0.76	0.00	0.35	0.30	0.07	0.72	
			2.00	3.65	7.80	0.96		0.00	21.35	10.64	3.45		49.84
			0.05	0.15	0.34	0.02		0.00	0.35	0.30	0.04		1.25
280-290	6.96	0.07	0.10	0.30	0.28	0.04	0.72	0.00	0.30	0.25	0.10	0.65	
			2.00	3.65	6.50	1.43		0.00	18.30	8.86	4.60		45.35
			0.05	0.15	0.28	0.04		0.00	0.30	0.25	0.05		1.12
290-300	7.03	0.07	0.10	0.25	0.34	0.04	0.73	0.00	0.35	0.25	0.08	0.68	
			2.00	3.04	7.80	1.43		0.00	21.35	8.86	3.79		48.28
			0.05	0.13	0.34	0.04		0.00	0.35	0.25	0.04		1.19

Cuadro B-34. Análisis químico de los extractos a saturación a 0.30 m de profundidad (segundo muestreo).

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P1A	4.81	0.63	2.50	1.75	1.13	0.94	6.32	0.00	1.50	4.38	0.37	6.25	
			50.10	21.26	26.09	36.69		0.00	91.52	155.09	17.92		398.68
			1.25	0.88	1.13	0.94		0.00	1.50	4.38	0.19		10.26
P1B	7.77	1.98	7.75	5.25	6.13	0.60	19.73	0.25	5.00	11.75	2.70	19.70	
			155.31	63.79	140.90	23.59		7.50	305.05	416.54	129.48		1242.15
			3.88	2.63	6.13	0.60		0.13	5.00	11.75	1.35		31.45
P4A	7.04	0.24	0.50	1.13	0.68	0.18	2.48	0.00	1.50	0.50	0.46	2.46	
			10.02	13.67	15.66	6.99		0.00	91.52	17.73	21.95		177.53
			0.25	0.56	0.68	0.18		0.00	1.50	0.50	0.23		3.90
P4B	6.63	0.86	3.25	1.25	3.40	0.74	8.64	0.00	2.50	4.38	1.68	8.55	
			65.13	15.19	78.28	28.83		0.00	152.53	155.09	80.65		575.69
			1.63	0.63	3.40	0.74		0.00	2.50	4.38	0.84		14.11
P4C	7.28	0.21	0.50	0.75	0.91	0.18	2.34	0.00	1.38	0.63	0.28	2.28	
			10.02	9.11	20.87	6.99		0.00	83.89	22.16	13.44		166.48
			0.25	0.38	0.91	0.18		0.00	1.38	0.63	0.14		3.85
P8	7.06	0.28	0.38	0.75	1.59	0.11	2.82	0.00	1.50	0.94	0.34	2.77	
			7.52	9.11	36.53	4.37		0.00	91.52	33.23	16.13		198.40
			0.19	0.38	1.59	0.11		0.00	1.50	0.94	0.17		4.87
P9	7.65	0.39	1.00	1.00	1.36	0.60	3.96	0.00	2.25	1.06	0.59	3.90	
			20.04	12.15	31.31	23.59		0.00	137.27	37.67	28.23		290.25
			0.50	0.50	1.36	0.60		0.00	2.25	1.06	0.29		6.57
P10	6.45	0.17	0.50	0.63	0.45	0.13	1.71	0.00	0.75	0.63	0.32	1.69	
			10.02	7.59	10.44	5.24		0.00	45.76	22.16	15.23		116.44
			0.25	0.31	0.45	0.13		0.00	0.75	0.63	0.16		2.68
P11	7.49	0.17	0.50	0.50	0.45	0.22	1.68	0.00	0.88	0.38	0.40	1.65	
			10.02	6.08	10.44	8.74		0.00	53.38	13.29	19.27		121.21
			0.25	0.25	0.45	0.22		0.00	0.88	0.38	0.20		2.63
P12	7.28	0.18	0.63	0.50	0.68	0.18	1.98	0.00	1.00	0.44	0.48	1.91	
			12.53	6.08	15.66	6.99		0.00	61.01	15.51	22.85		140.61
			0.31	0.25	0.68	0.18		0.00	1.00	0.44	0.24		3.10
P13	7.52	0.21	0.50	0.75	0.68	0.36	2.29	0.00	1.38	0.50	0.39	2.27	
			10.02	9.11	15.66	13.98		0.00	83.89	17.73	18.82		169.20
			0.25	0.38	0.68	0.36		0.00	1.38	0.50	0.20		3.73
P14	7.76	0.22	0.50	0.75	0.68	0.29	2.22	0.00	1.38	0.44	0.37	2.19	
			10.02	9.11	15.66	11.36		0.00	83.89	15.51	17.92		163.46
			0.25	0.38	0.68	0.29		0.00	1.38	0.44	0.19		3.60
P16	7.80	0.53	1.13	0.88	2.72	0.63	5.35	0.50	3.38	0.88	0.58	5.33	
			22.55	10.63	62.62	24.46		15.00	205.91	31.02	27.78		399.97
			0.56	0.44	2.72	0.63		0.25	3.38	0.88	0.29		9.14
P17	7.71	0.67	2.25	0.50	3.63	0.36	6.74	0.00	5.13	0.75	0.86	6.73	
			45.09	6.08	83.50	13.98		0.00	312.68	26.59	41.22		529.12
			1.13	0.25	3.63	0.36		0.00	5.13	0.75	0.43		11.67
P18	7.67	0.32	0.75	1.25	0.57	0.58	3.15	0.00	1.88	0.69	0.54	3.10	
			15.03	15.19	13.05	22.71		0.00	114.39	24.37	25.99		230.73
			0.38	0.63	0.57	0.58		0.00	1.88	0.69	0.27		4.98

Cuadro B-34. Continuación.

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P19	8.50	0.61	0.50	1.25	4.31	0.20	6.26	0.50	3.75	1.00	0.93	6.18	
			10.02	15.19	99.15	7.86		15.00	228.79	35.45	44.80		456.26
			0.25	0.63	4.31	0.20		0.25	3.75	1.00	0.47		10.85
P19A	7.78	1.04	3.13	3.88	2.72	1.12	10.84	0.00	5.38	4.75	0.65	10.78	
			62.63	47.08	62.62	43.68		0.00	327.93	168.39	31.36		743.69
			1.56	1.94	2.72	1.12		0.00	5.38	4.75	0.33		17.79
P20	7.56	5.56	26.50	6.50	21.78	1.01	55.79	0.00	6.63	38.75	10.33	55.70	
			531.06	78.98	500.98	39.31		0.00	404.19	1373.69	495.97		3424.17
			13.25	3.25	21.78	1.01		0.00	6.63	38.75	5.16		89.83
P22A	8.35	0.60	2.63	2.38	1.13	0.65	6.78	0.00	5.63	1.00	0.10	6.73	
			52.61	28.86	26.09	25.34		0.00	343.18	35.45	4.93		516.45
			1.31	1.19	1.13	0.65		0.00	5.63	1.00	0.05		10.96
P23	8.41	0.69	2.00	3.25	1.36	0.31	6.92	0.00	5.00	1.25	0.65	6.90	
			40.08	39.49	31.31	12.23		0.00	305.05	44.31	31.36		503.83
			1.00	1.63	1.36	0.31		0.00	5.00	1.25	0.33		10.88
P24A	7.78	4.85	6.63	29.38	11.80	1.30	49.09	0.00	7.00	31.75	10.26	49.01	
			132.77	356.91	271.36	50.67		0.00	427.07	1125.54	492.83		2857.14
			3.31	14.69	11.80	1.30		0.00	7.00	31.75	5.13		74.97
P25	7.89	0.57	1.50	3.00	1.36	0.34	6.20	0.00	5.13	0.88	0.12	6.12	
			30.06	36.45	31.31	13.10		0.00	312.68	31.02	5.82		460.44
			0.75	1.50	1.36	0.34		0.00	5.13	0.88	0.06		10.01
P26	7.36	0.81	2.13	4.63	0.91	0.36	8.02	0.00	6.75	0.56	0.67	7.98	
			42.59	56.19	20.87	13.98		0.00	411.82	19.94	32.26		597.65
			1.06	2.31	0.91	0.36		0.00	6.75	0.56	0.34		12.29
P27	7.04	3.82	5.13	25.13	6.81	0.89	37.95	0.00	1.50	34.38	1.97	37.84	
			102.71	305.27	156.55	34.95		0.00	91.52	1218.59	94.53		2004.12
			2.56	12.56	6.81	0.89		0.00	1.50	34.38	0.98		59.68
P27A	7.80	1.34	5.00	2.00	5.45	0.85	13.29	0.00	10.25	2.56	0.47	13.28	
			100.20	24.30	125.24	33.20		0.00	625.35	90.84	22.40		1021.54
			2.50	1.00	5.45	0.85		0.00	10.25	2.56	0.23		22.84
P28	7.58	1.13	4.25	2.75	3.40	0.67	11.07	0.00	7.88	2.63	0.52	11.02	
			85.17	33.41	78.28	26.21		0.00	480.45	93.06	25.09		821.67
			2.13	1.38	3.40	0.67		0.00	7.88	2.63	0.26		18.33
P28A	7.80	1.83	6.50	6.75	4.08	1.07	18.41	0.00	9.50	5.75	3.08	18.33	
			130.26	82.01	93.93	41.93		0.00	579.60	203.84	147.85		1279.42
			3.25	3.38	4.08	1.07		0.00	9.50	5.75	1.54		28.57
P28B	7.96	0.61	3.38	1.63	0.91	0.45	6.35	0.00	5.13	0.69	0.52	6.33	
			67.64	19.74	20.87	17.47		0.00	312.68	24.37	25.09		487.86
			1.69	0.81	0.91	0.45		0.00	5.13	0.69	0.26		9.93
P29	7.64	0.34	1.50	0.75	0.68	0.41	3.34	0.00	2.38	0.69	0.25	3.31	
			30.06	9.11	15.66	15.90		0.00	144.90	24.37	12.10		252.10
			0.75	0.38	0.68	0.41		0.00	2.38	0.69	0.13		5.40
P30	7.70	0.48	2.00	1.00	0.45	1.28	4.74	0.00	3.38	1.06	0.29	4.73	
			40.08	12.15	10.44	50.15		0.00	205.91	37.67	13.89		370.28
			1.00	0.50	0.45	1.28		0.00	3.38	1.06	0.14		7.82

Cuadro B-34. Continuación.

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
													mmol L ⁻¹
P31	7.63	0.34	1.38	1.13	0.68	0.31	3.49	0.00	2.13	1.00	0.32	3.44	
			27.56	13.67	15.66	12.23		0.00	129.65	35.45	15.23		249.44
			0.69	0.56	0.68	0.31		0.00	2.13	1.00	0.16		5.53
P32	7.17	0.35	2.25	0.50	0.57	0.36	3.67	0.00	1.75	1.50	0.36	3.61	
			45.09	6.08	13.05	13.98		0.00	106.77	53.18	17.47		255.60
			1.13	0.25	0.57	0.36		0.00	1.75	1.50	0.18		5.73
P34	7.37	0.60	2.38	1.63	1.59	0.58	6.17	0.00	3.25	2.63	0.23	6.11	
			47.60	19.74	36.53	22.71		0.00	198.28	93.06	11.20		429.12
			1.19	0.81	1.59	0.58		0.00	3.25	2.63	0.12		10.16
P35	7.59	0.43	2.00	0.75	1.25	0.50	4.50	0.00	3.25	1.13	0.10	4.48	
			40.08	9.11	28.70	19.57		0.00	198.28	39.88	4.93		340.56
			1.00	0.38	1.25	0.50		0.00	3.25	1.13	0.05		7.55
P36	7.94	0.39	1.50	1.00	0.91	0.67	4.08	0.00	3.00	0.75	0.21	3.96	
			30.06	12.15	20.87	26.21		0.00	183.03	26.59	9.86		308.77
			0.75	0.50	0.91	0.67		0.00	3.00	0.75	0.10		6.68
P37	7.96	0.45	2.00	1.00	1.13	0.69	4.82	0.00	3.50	0.94	0.31	4.75	
			40.08	12.15	26.09	26.91		0.00	213.54	33.23	14.78		366.78
			1.00	0.50	1.13	0.69		0.00	3.50	0.94	0.15		7.91
Chila	7.23	0.25	0.88	0.88	0.57	0.23	2.55	0.00	1.13	1.13	0.28	2.53	
			17.54	10.63	13.05	8.91		0.00	68.64	39.88	13.44		172.08
			0.44	0.44	0.57	0.23		0.00	1.13	1.13	0.14		4.06

Cuadro B-35. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P1 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P1 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.30	0.50	1.88	1.63	0.91	0.63	5.03	0.00	3.63	0.88	0.47	4.97	
			37.58	19.74	20.87	24.46		0.00	221.16	31.02	22.40		377.24
			0.94	0.81	0.91	0.63		0.00	3.63	0.88	0.23		8.02
10-20	7.21	0.22	1.00	0.63	0.45	0.18	2.26	0.00	1.38	0.50	0.35	2.23	
			20.04	7.59	10.44	7.16		0.00	83.89	17.73	17.03		163.87
			0.50	0.31	0.45	0.18		0.00	1.38	0.50	0.18		3.50
20-30	7.32	0.18	0.88	0.38	0.45	0.13	1.84	0.00	1.13	0.50	0.19	1.81	
			17.54	4.56	10.44	5.24		0.00	68.64	17.73	8.96		133.09
			0.44	0.19	0.45	0.13		0.00	1.13	0.50	0.09		2.93
30-40	7.63	0.16	0.63	0.38	0.45	0.17	1.63	0.00	1.00	0.38	0.21	1.59	
			12.53	4.56	10.44	6.81		0.00	61.01	13.29	10.30		118.94
			0.31	0.19	0.45	0.17		0.00	1.00	0.38	0.11		2.61
40-50	7.42	0.14	0.50	0.25	0.45	0.17	1.37	0.00	0.88	0.38	0.11	1.36	
			10.02	3.04	10.44	6.64		0.00	53.38	13.29	5.38		102.19
			0.25	0.13	0.45	0.17		0.00	0.88	0.38	0.06		2.30
50-60	7.60	0.16	0.63	0.25	0.57	0.22	1.67	0.00	1.13	0.38	0.12	1.62	
			12.53	3.04	13.05	8.74		0.00	68.64	13.29	5.82		125.10
			0.31	0.13	0.57	0.22		0.00	1.13	0.38	0.06		2.79
60-70	7.66	0.16	0.50	0.38	0.45	0.24	1.57	0.00	1.13	0.31	0.12	1.56	
			10.02	4.56	10.44	9.26		0.00	68.64	11.08	5.82		119.81
			0.25	0.19	0.45	0.24		0.00	1.13	0.31	0.06		2.63
70-80	7.53	0.13	0.38	0.25	0.45	0.19	1.27	0.00	0.88	0.25	0.13	1.26	
			7.52	3.04	10.44	7.51		0.00	53.38	8.86	6.27		97.02
			0.19	0.13	0.45	0.19		0.00	0.88	0.25	0.07		2.15
80-90	7.36	0.14	0.50	0.25	0.57	0.13	1.45	0.00	0.88	0.31	0.22	1.41	
			10.02	3.04	13.05	5.07		0.00	53.38	11.08	10.75		106.39
			0.25	0.13	0.57	0.13		0.00	0.88	0.31	0.11		2.37
90-100	7.37	0.15	0.38	0.50	0.57	0.09	1.54	0.00	1.00	0.38	0.11	1.49	
			7.52	6.08	13.05	3.67		0.00	61.01	13.29	5.38		109.99
			0.19	0.25	0.57	0.09		0.00	1.00	0.38	0.06		2.53

Cuadro B-36. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P4 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P4 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.22	0.48	1.75	1.25	1.13	0.67	4.80	0.00	3.75	0.81	0.19	4.75	
			35.07	15.19	26.09	26.21		0.00	228.79	28.80	8.96		369.11
			0.88	0.63	1.13	0.67		0.00	3.75	0.81	0.09		7.96
10-20	7.14	0.29	1.00	0.88	0.68	0.36	2.91	0.00	2.25	0.50	0.12	2.87	
			20.04	10.63	15.66	13.98		0.00	137.27	17.73	5.82		221.13
			0.50	0.44	0.68	0.36		0.00	2.25	0.50	0.06		4.79
20-30	7.10	0.20	0.75	0.50	0.57	0.21	2.03	0.00	1.38	0.38	0.23	1.98	
			15.03	6.08	13.05	8.39		0.00	83.89	13.29	11.20		150.92
			0.38	0.25	0.57	0.21		0.00	1.38	0.38	0.12		3.27
30-40	7.41	0.15	0.63	0.25	0.45	0.15	1.48	0.00	1.00	0.31	0.12	1.43	
			12.53	3.04	10.44	5.77		0.00	61.01	11.08	5.82		109.68
			0.31	0.13	0.45	0.15		0.00	1.00	0.31	0.06		2.41
40-50	7.42	0.11	0.38	0.25	0.45	0.08	1.16	0.00	0.63	0.44	0.08	1.15	
			7.52	3.04	10.44	3.15		0.00	38.13	15.51	4.03		81.81
			0.19	0.13	0.45	0.08		0.00	0.63	0.44	0.04		1.95
50-60	7.46	0.08	0.38	0.13	0.23	0.04	0.77	0.00	0.50	0.22	0.01	0.73	
			7.52	1.52	5.22	1.75		0.00	30.51	7.75	0.72		54.98
			0.19	0.06	0.23	0.04		0.00	0.50	0.22	0.01		1.25
60-70	7.12	0.09	0.31	0.19	0.34	0.05	0.89	0.00	0.63	0.22	0.01	0.85	
			6.26	2.28	7.83	2.10		0.00	38.13	7.75	0.54		64.89
			0.16	0.09	0.34	0.05		0.00	0.63	0.22	0.01		1.49
70-80	6.99	0.10	0.38	0.25	0.34	0.07	1.03	0.00	0.75	0.25	0.02	1.02	
			7.52	3.04	7.83	2.62		0.00	45.76	8.86	0.90		76.52
			0.19	0.13	0.34	0.07		0.00	0.75	0.25	0.01		1.73

Cuadro B-37. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P15 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P15 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.27	0.20	0.63	0.38	0.79	0.24	2.03	0.00	1.50	0.38	0.10	1.98	
			12.53	4.56	18.26	9.26		0.00	91.52	13.29	5.02		154.43
			0.31	0.19	0.79	0.24		0.00	1.50	0.38	0.05		3.46
10-20	7.17	0.11	0.25	0.50	0.34	0.09	1.18	0.00	0.88	0.25	0.04	1.16	
			5.01	6.08	7.83	3.49		0.00	53.38	8.86	1.79		86.45
			0.13	0.25	0.34	0.09		0.00	0.88	0.25	0.02		1.95
20-30	7.29	0.10	0.19	0.31	0.45	0.07	1.02	0.00	0.63	0.22	0.13	0.98	
			3.76	3.80	10.44	2.62		0.00	38.13	7.75	6.45		72.95
			0.09	0.16	0.45	0.07		0.00	0.63	0.22	0.07		1.68
30-40	7.49	0.11	0.25	0.38	0.45	0.07	1.15	0.00	0.75	0.28	0.09	1.12	
			5.01	4.56	10.44	2.62		0.00	45.76	9.97	4.30		82.65
			0.13	0.19	0.45	0.07		0.00	0.75	0.28	0.04		1.91
40-50	7.70	0.12	0.19	0.44	0.57	0.07	1.26	0.00	0.81	0.38	0.04	1.22	
			3.76	5.32	13.05	2.62		0.00	49.57	13.29	1.79		89.40
			0.09	0.22	0.57	0.07		0.00	0.81	0.38	0.02		2.15
50-60	7.67	0.11	0.19	0.44	0.45	0.08	1.16	0.00	0.75	0.31	0.04	1.10	
			3.76	5.32	10.44	3.15		0.00	45.76	11.08	1.79		81.28
			0.09	0.22	0.45	0.08		0.00	0.75	0.31	0.02		1.93
60-70	7.75	0.11	0.25	0.38	0.45	0.06	1.14	0.00	0.75	0.31	0.03	1.09	
			5.01	4.56	10.44	2.45		0.00	45.76	11.08	1.43		80.72
			0.13	0.19	0.45	0.06		0.00	0.75	0.31	0.01		1.91
70-80	7.56	0.10	0.19	0.44	0.34	0.05	1.02	0.00	0.63	0.28	0.10	1.01	
			3.76	5.32	7.83	2.10		0.00	38.13	9.97	5.02		72.12
			0.09	0.22	0.34	0.05		0.00	0.63	0.28	0.05		1.66
80-90	7.37	0.08	0.13	0.38	0.23	0.04	0.77	0.00	0.44	0.22	0.07	0.73	
			2.51	4.56	5.22	1.57		0.00	26.69	7.75	3.58		51.88
			0.06	0.19	0.23	0.04		0.00	0.44	0.22	0.04		1.21
90-100	7.39	0.09	0.19	0.38	0.34	0.04	0.95	0.00	0.50	0.38	0.04	0.92	
			3.76	4.56	7.83	1.75		0.00	30.51	13.29	2.15		63.84
			0.09	0.19	0.34	0.04		0.00	0.50	0.38	0.02		1.56

Cuadro B-38. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P21 (segundo muestreo).

ID	Ph	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P21 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.55	1.01	3.00	1.38	5.22	0.54	10.13	0.00	5.38	4.25	0.47	10.10	
			60.12	16.71	120.03	21.14		0.00	327.93	150.66	22.58		719.17
			1.50	0.69	5.22	0.54		0.00	5.38	4.25	0.24		17.81
10-20	7.81	0.79	1.75	0.75	5.22	0.22	7.94	0.00	4.00	3.50	0.39	7.89	
			35.07	9.11	120.03	8.74		0.00	244.04	124.08	18.64		559.70
			0.88	0.38	5.22	0.22		0.00	4.00	3.50	0.19		14.39
20-30	7.74	0.76	1.63	0.75	4.99	0.14	7.51	0.00	3.13	3.81	0.49	7.43	
			32.57	9.11	114.81	5.59		0.00	190.66	135.15	23.66		511.54
			0.81	0.38	4.99	0.14		0.00	3.13	3.81	0.25		13.51
30-40	7.74	0.77	1.63	0.50	5.45	0.11	7.68	0.00	2.25	4.81	0.54	7.61	
			32.57	6.08	125.24	4.37		0.00	137.27	170.60	26.16		502.29
			0.81	0.25	5.45	0.11		0.00	2.25	4.81	0.27		13.95
40-50	8.00	0.65	1.25	0.25	4.99	0.04	6.54	0.00	1.75	4.38	0.39	6.51	
			25.05	3.04	114.81	1.75		0.00	106.77	155.09	18.64		425.14
			0.63	0.13	4.99	0.04		0.00	1.75	4.38	0.19		12.11
50-60	7.69	0.54	0.75	0.38	4.08	0.31	5.52	0.00	2.00	3.38	0.13	5.51	
			15.03	4.56	93.93	12.23		0.00	122.02	119.64	6.45		373.87
			0.38	0.19	4.08	0.31		0.00	2.00	3.38	0.07		10.40
60-70	7.32	0.37	0.75	0.25	2.72	0.03	3.75	0.00	1.25	2.25	0.18	3.68	
			15.03	3.04	62.62	1.05		0.00	76.26	79.76	8.60		246.36
			0.38	0.13	2.72	0.03		0.00	1.25	2.25	0.09		6.84
70-80	7.46	0.48	0.75	0.63	3.40	0.02	4.80	0.00	1.25	3.31	0.18	4.74	
			15.03	7.59	78.28	0.70		0.00	76.26	117.43	8.60		303.89
			0.38	0.31	3.40	0.02		0.00	1.25	3.31	0.09		8.76
80-90	7.58	0.66	0.88	0.50	5.22	0.05	6.64	0.00	1.63	4.81	0.19	6.62	
			17.54	6.08	120.03	1.92		0.00	99.14	170.60	8.96		424.26
			0.44	0.25	5.22	0.05		0.00	1.63	4.81	0.09		12.49
90-100	7.62	0.74	1.13	0.75	5.45	0.04	7.37	0.00	1.50	5.63	0.19	7.31	
			22.55	9.11	125.24	1.75		0.00	91.52	199.41	8.96		458.53
			0.56	0.38	5.45	0.04		0.00	1.50	5.63	0.09		13.65

Cuadro B-39. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P24 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P24 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.22	2.95	14.63	9.75	4.31	0.85	29.53	0.00	4.00	17.00	8.02	29.02	
			293.09	118.46	99.15	33.20		0.00	244.04	602.65	385.30		1775.89
			7.31	4.88	4.31	0.85		0.00	4.00	17.00	4.01		42.36
10-20	7.65	2.45	13.38	5.50	4.99	0.58	24.45	0.00	3.00	14.50	6.79	24.29	
			268.04	66.83	114.81	22.71		0.00	183.03	514.03	325.99		1495.42
			6.69	2.75	4.99	0.58		0.00	3.00	14.50	3.39		35.90
20-30	7.54	2.92	15.75	6.38	6.58	0.48	29.18	0.00	4.00	16.75	8.21	28.96	
			315.63	77.46	151.34	18.70		0.00	244.04	593.79	394.27		1795.21
			7.88	3.19	6.58	0.48		0.00	4.00	16.75	4.10		42.97
30-40	7.41	3.25	16.00	6.00	9.98	0.38	32.36	0.00	4.00	19.38	8.43	31.81	
			320.64	72.90	229.61	14.85		0.00	244.04	686.84	405.02		1973.91
			8.00	3.00	9.98	0.38		0.00	4.00	19.38	4.22		48.95
40-50	7.32	3.69	22.38	2.50	11.57	0.36	36.80	0.00	4.00	23.50	8.71	36.21	
			448.40	30.38	266.14	13.98		0.00	244.04	833.08	418.28		2254.29
			11.19	1.25	11.57	0.36		0.00	4.00	23.50	4.35		56.22
50-60	7.39	4.10	24.38	3.63	12.71	0.20	40.90	0.00	4.50	27.50	8.66	40.66	
			488.48	44.04	292.24	7.69		0.00	274.55	974.88	415.77		2497.63
			12.19	1.81	12.71	0.20		0.00	4.50	27.50	4.33		63.23
60-70	7.55	4.36	26.75	3.50	13.16	0.17	43.58	0.00	4.25	30.00	8.97	43.22	
			536.07	42.53	302.67	6.46		0.00	259.29	1063.50	431.00		2641.53
			13.38	1.75	13.16	0.17		0.00	4.25	30.00	4.49		67.19
70-80	7.79	4.61	25.50	1.38	19.29	0.08	46.25	0.00	4.50	31.50	9.44	45.44	
			511.02	16.71	443.57	3.32		0.00	274.55	1116.68	453.58		2819.42
			12.75	0.69	19.29	0.08		0.00	4.50	31.50	4.72		73.53
80-90	7.94	4.68	24.75	2.75	19.29	0.08	46.87	0.25	3.88	32.50	9.41	46.03	
			495.99	33.41	443.57	3.15		7.50	236.41	1152.13	451.79		2823.95
			12.38	1.38	19.29	0.08		0.13	3.88	32.50	4.70		74.32
90-100	7.16	4.75	23.50	4.50	19.29	0.08	47.37	0.00	4.25	33.50	9.48	47.23	
			470.94	54.68	443.57	3.32		0.00	259.29	1187.58	455.20		2874.57
			11.75	2.25	19.29	0.08		0.00	4.25	33.50	4.74		75.86

Cuadro B-40. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P33 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P33 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	8.06	0.63	2.25	1.88	1.59	0.59	6.30	0.50	2.25	2.25	1.22	6.22	
			45.09	22.78	36.53	22.89		15.00	137.27	79.76	58.78		418.11
			1.13	0.94	1.59	0.59		0.25	2.25	2.25	0.61		9.60
10-20	7.66	0.38	1.63	1.00	0.68	0.52	3.82	0.25	1.38	1.25	0.82	3.70	
			32.57	12.15	15.66	20.27		7.50	83.89	44.31	39.43		255.77
			0.81	0.50	0.68	0.52		0.13	1.38	1.25	0.41		5.67
20-30	7.67	0.36	1.38	1.13	0.57	0.46	3.53	0.00	1.13	1.25	1.04	3.42	
			27.56	13.67	13.05	18.17		0.00	68.64	44.31	50.18		235.57
			0.69	0.56	0.57	0.46		0.00	1.13	1.25	0.52		5.18
30-40	7.31	0.37	1.63	1.00	0.57	0.48	3.67	0.00	1.25	1.19	1.13	3.56	
			32.57	12.15	13.05	18.87		0.00	76.26	42.10	54.12		249.11
			0.81	0.50	0.57	0.48		0.00	1.25	1.19	0.56		5.36
40-50	7.28	0.57	2.75	1.25	0.91	0.73	5.64	0.00	2.00	1.63	1.96	5.59	
			55.11	15.19	20.87	28.65		0.00	122.02	57.61	94.27		393.72
			1.38	0.63	0.91	0.73		0.00	2.00	1.63	0.98		8.25
50-60	7.18	0.39	1.75	1.00	0.68	0.52	3.95	0.00	1.50	1.06	1.36	3.92	
			35.07	12.15	15.66	20.44		0.00	91.52	37.67	65.23		277.73
			0.88	0.50	0.68	0.52		0.00	1.50	1.06	0.68		5.82
60-70	6.72	0.31	1.25	0.75	0.57	0.43	3.00	0.00	1.00	0.88	1.12	2.99	
			25.05	9.11	13.05	16.95		0.00	61.01	31.02	53.76		209.95
			0.63	0.38	0.57	0.43		0.00	1.00	0.88	0.56		4.44
70-80	7.55	0.29	0.75	1.00	0.79	0.38	2.92	0.00	0.88	0.88	1.13	2.88	
			15.03	12.15	18.26	14.85		0.00	53.38	31.02	54.12		198.82
			0.38	0.50	0.79	0.38		0.00	0.88	0.88	0.56		4.36
80-90	7.78	0.26	0.63	1.00	0.57	0.37	2.56	0.00	0.88	0.63	1.01	2.51	
			12.53	12.15	13.05	14.33		0.00	53.38	22.16	48.75		176.33
			0.31	0.50	0.57	0.37		0.00	0.88	0.63	0.51		3.75
90-100	7.29	0.23	0.50	1.00	0.57	0.29	2.36	0.00	0.75	0.63	0.93	2.30	
			10.02	12.15	13.05	11.53		0.00	45.76	22.16	44.44		159.11
			0.25	0.50	0.57	0.29		0.00	0.75	0.63	0.46		3.45

Cuadro B-41. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P38 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P38 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.72	1.13	5.25	3.88	0.91	1.29	11.32	0.00	4.00	7.00	0.25	11.25	
			105.21	47.08	20.87	50.50		0.00	244.04	248.15	11.83		727.68
			2.63	1.94	0.91	1.29		0.00	4.00	7.00	0.12		17.88
10-20	7.52	0.41	1.63	1.63	0.45	0.42	4.13	0.00	1.00	3.00	0.04	4.04	
			32.57	19.74	10.44	16.60		0.00	61.01	106.35	1.79		248.50
			0.81	0.81	0.45	0.42		0.00	1.00	3.00	0.02		6.52
20-30	7.33	0.27	0.75	1.00	0.68	0.26	2.69	0.00	0.88	1.63	0.06	2.56	
			15.03	12.15	15.66	10.13		0.00	53.38	57.61	3.05		167.01
			0.38	0.50	0.68	0.26		0.00	0.88	1.63	0.03		4.35
30-40	7.73	0.18	0.50	0.75	0.45	0.13	1.83	0.00	0.75	0.94	0.07	1.76	
			10.02	9.11	10.44	4.89		0.00	45.76	33.23	3.58		117.04
			0.25	0.38	0.45	0.13		0.00	0.75	0.94	0.04		2.93
40-50	7.25	0.17	0.50	0.50	0.57	0.13	1.70	0.00	0.75	0.88	0.04	1.66	
			10.02	6.08	13.05	5.24		0.00	45.76	31.02	1.79		112.95
			0.25	0.25	0.57	0.13		0.00	0.75	0.88	0.02		2.84
50-60	7.42	0.18	0.75	0.38	0.57	0.11	1.80	0.00	0.88	0.81	0.07	1.75	
			15.03	4.56	13.05	4.37		0.00	53.38	28.80	3.23		122.41
			0.38	0.19	0.57	0.11		0.00	0.88	0.81	0.03		2.96
60-70	7.27	0.17	0.63	0.50	0.45	0.10	1.68	0.00	0.50	1.06	0.04	1.61	
			12.53	6.08	10.44	4.02		0.00	30.51	37.67	2.15		103.38
			0.31	0.25	0.45	0.10		0.00	0.50	1.06	0.02		2.70
70-80	7.53	0.15	0.50	0.50	0.34	0.10	1.44	0.00	0.50	0.88	0.06	1.43	
			10.02	6.08	7.83	4.02		0.00	30.51	31.02	2.87		92.33
			0.25	0.25	0.34	0.10		0.00	0.50	0.88	0.03		2.35
80-90	7.43	0.16	0.50	0.50	0.45	0.12	1.57	0.00	0.75	0.75	0.04	1.54	
			10.02	6.08	10.44	4.72		0.00	45.76	26.59	1.79		105.39
			0.25	0.25	0.45	0.12		0.00	0.75	0.75	0.02		2.59
90-100	7.56	0.19	0.75	0.50	0.57	0.09	1.91	0.00	0.88	0.94	0.02	1.83	
			15.03	6.08	13.05	3.67		0.00	53.38	33.23	1.08		125.51
			0.38	0.25	0.57	0.09		0.00	0.88	0.94	0.01		3.11

Cuadro B-42. Análisis químico de los extractos a saturación a 1 m de profundidad del sitio P38A (segundo muestreo).

ID P38A (cm)	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
0-10	7.83	0.65	2.75	1.75	1.13	0.94	6.57	0.50	4.00	1.75	0.25	6.50	
			55.11	21.26	26.09	36.69		15.00	244.04	62.04	12.19		472.42
			1.38	0.88	1.13	0.94		0.25	4.00	1.75	0.13		10.45
10-20	7.75	0.26	1.13	0.50	0.68	0.34	2.64	0.25	1.56	0.69	0.08	2.58	
			22.55	6.07	15.66	13.10		7.50	95.33	24.37	3.76		188.34
			0.56	0.25	0.68	0.34		0.13	1.56	0.69	0.04		4.24
20-30	7.55	0.17	0.63	0.25	0.68	0.20	1.76	0.00	1.13	0.56	0.04	1.73	
			12.53	3.04	15.66	7.86		0.00	68.64	19.94	1.97		129.63
			0.31	0.13	0.68	0.20		0.00	1.13	0.56	0.02		3.03
30-40	7.69	0.14	0.63	0.13	0.57	0.16	1.48	0.00	0.88	0.56	0.03	1.47	
			12.53	1.52	13.05	6.29		0.00	53.38	19.94	1.61		108.32
			0.31	0.06	0.57	0.16		0.00	0.88	0.56	0.02		2.56
40-50	7.60	0.12	0.38	0.13	0.57	0.13	1.20	0.00	0.63	0.50	0.04	1.16	
			7.52	1.52	13.05	5.07		0.00	38.13	17.73	1.79		84.80
			0.19	0.06	0.57	0.13		0.00	0.63	0.50	0.02		2.09
50-60	7.49	0.13	0.38	0.13	0.68	0.15	1.33	0.00	0.75	0.53	0.03	1.31	
			7.52	1.52	15.66	5.77		0.00	45.76	18.83	1.43		96.48
			0.19	0.06	0.68	0.15		0.00	0.75	0.53	0.01		2.37
60-70	7.67	0.13	0.38	0.13	0.68	0.13	1.31	0.00	0.75	0.44	0.08	1.27	
			7.52	1.52	15.66	5.07		0.00	45.76	15.51	3.76		94.79
			0.19	0.06	0.68	0.13		0.00	0.75	0.44	0.04		2.29
70-80	7.62	0.14	0.25	0.25	0.79	0.15	1.44	0.00	0.88	0.50	0.05	1.43	
			5.01	3.04	18.26	5.77		0.00	53.38	17.73	2.51		105.70
			0.13	0.13	0.79	0.15		0.00	0.88	0.50	0.03		2.59
80-90	7.52	0.16	0.38	0.31	0.79	0.14	1.62	0.00	1.00	0.50	0.07	1.57	
			7.52	3.80	18.26	5.59		0.00	61.01	17.73	3.58		117.49
			0.19	0.16	0.79	0.14		0.00	1.00	0.50	0.04		2.82
90-100	7.53	0.15	0.50	0.13	0.79	0.11	1.53	0.00	1.00	0.50	0.02	1.52	
			10.02	1.52	18.26	4.37		0.00	61.01	17.73	1.08		113.98
			0.25	0.06	0.79	0.11		0.00	1.00	0.50	0.01		2.73

Cuadro B-43. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P39 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.31	0.60	2.50	1.25	1.25	1.09	6.08	0.00	2.50	3.25	0.26	6.01	
			50.10	15.19	28.70	42.46		0.00	152.53	115.21	12.54		416.73
			1.25	0.63	1.25	1.09		0.00	2.50	3.25	0.13		10.09
10-20	7.58	0.32	1.50	0.25	0.91	0.58	3.24	0.00	1.50	1.56	0.14	3.20	
			30.06	3.04	20.87	22.71		0.00	91.52	55.39	6.81		230.40
			0.75	0.13	0.91	0.58		0.00	1.50	1.56	0.07		5.50
20-30	7.75	0.23	1.00	0.25	0.68	0.36	2.29	0.00	1.00	1.13	0.13	2.26	
			20.04	3.04	15.66	13.98		0.00	61.01	39.88	6.45		160.05
			0.50	0.13	0.68	0.36		0.00	1.00	1.13	0.07		3.86
30-40	7.49	0.24	1.13	0.38	0.68	0.27	2.45	0.00	0.75	1.44	0.22	2.41	
			22.55	4.56	15.66	10.48		0.00	45.76	50.96	10.75		160.71
			0.56	0.19	0.68	0.27		0.00	0.75	1.44	0.11		4.00
40-50	7.60	0.59	2.88	1.13	1.13	0.71	5.84	0.00	0.50	5.06	0.21	5.77	
			57.62	13.67	26.09	27.61		0.00	30.51	179.47	10.04		344.99
			1.44	0.56	1.13	0.71		0.00	0.50	5.06	0.10		9.51
50-60	7.12	1.10	6.50	1.63	2.04	0.80	10.97	0.00	1.00	9.31	0.58	10.89	
			130.26	19.74	46.97	31.45		0.00	61.01	330.13	27.96		647.52
			3.25	0.81	2.04	0.80		0.00	1.00	9.31	0.29		17.51
60-70	7.76	2.02	11.75	4.00	3.63	0.85	20.23	0.25	1.88	16.63	1.39	20.14	
			235.47	48.60	83.50	33.20		7.50	114.39	589.36	66.67		1178.68
			5.88	2.00	3.63	0.85		0.13	1.88	16.63	0.69		31.67
70-80	7.62	1.21	5.63	2.00	3.86	0.63	12.11	0.25	1.38	9.06	1.36	12.05	
			112.73	24.30	88.71	24.46		7.50	83.89	321.27	65.23		728.09
			2.81	1.00	3.86	0.63		0.13	1.38	9.06	0.68		19.54
80-90	7.80	1.14	4.75	1.25	4.99	0.48	11.47	0.25	1.25	8.56	1.29	11.35	
			95.19	15.19	114.81	18.70		7.50	76.26	303.54	62.01		693.19
			2.38	0.63	4.99	0.48		0.13	1.25	8.56	0.65		19.05
90-100	7.60	1.12	4.38	1.38	5.22	0.27	11.24	0.25	1.25	8.50	1.12	11.12	
			87.68	16.71	120.03	10.48		7.50	76.26	301.33	53.76		673.74
			2.19	0.69	5.22	0.27		0.13	1.25	8.50	0.56		18.80
100-110	7.76	0.73	2.25	0.75	4.08	0.19	7.28	0.25	0.88	5.38	0.68	7.18	
			45.09	9.11	93.93	7.51		7.50	53.38	190.54	32.62		439.69
			1.13	0.38	4.08	0.19		0.13	0.88	5.38	0.34		12.49
110-120	7.59	0.82	2.38	0.88	4.76	0.19	8.21	0.00	1.25	6.06	0.82	8.13	
			47.60	10.63	109.59	7.51		0.00	76.26	214.92	39.43		505.93
			1.19	0.44	4.76	0.19		0.00	1.25	6.06	0.41		14.30
120-130	7.40	0.91	2.38	1.50	4.99	0.25	9.12	0.00	1.50	6.56	0.97	9.03	
			47.60	18.23	114.81	9.96		0.00	91.52	232.64	46.59		561.34
			1.19	0.75	4.99	0.25		0.00	1.50	6.56	0.49		15.73
130-140	7.78	1.00	3.00	1.63	5.22	0.23	10.08	0.00	1.63	7.19	1.14	9.95	
			60.12	19.74	120.03	9.09		0.00	99.14	254.80	54.84		617.75
			1.50	0.81	5.22	0.23		0.00	1.63	7.19	0.57		17.15
140-150	7.72	1.03	3.50	1.25	5.33	0.25	10.33	0.00	1.63	7.63	0.94	10.19	
			70.14	15.19	122.63	9.61		0.00	99.14	270.31	45.16		632.18
			1.75	0.63	5.33	0.25		0.00	1.63	7.63	0.47		17.67

Cuadro B-43. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.36	1.03	3.50	1.25	5.33	0.23	10.31	0.00	1.63	7.69	0.90	10.21	
			70.14	15.19	122.63	9.09			0.00	99.14	272.52	43.01	631.72
			1.75	0.63	5.33	0.23			0.00	1.63	7.69	0.45	17.70
160-170	7.26	1.16	4.00	1.75	5.67	0.23	11.65	0.00	1.75	8.69	1.06	11.50	
			80.16	21.26	130.46	8.91			0.00	106.77	307.97	50.90	706.43
			2.00	0.88	5.67	0.23			0.00	1.75	8.69	0.53	19.74
170-180	7.50	1.27	5.00	1.63	5.90	0.19	12.71	0.00	1.75	9.25	1.58	12.58	
			100.20	19.74	135.68	7.34			0.00	106.77	327.91	75.99	773.63
			2.50	0.81	5.90	0.19			0.00	1.75	9.25	0.79	21.19
180-190	7.96	1.27	4.00	2.75	5.67	0.24	12.66	0.00	1.63	9.50	1.44	12.57	
			80.16	33.41	130.46	9.44			0.00	99.14	336.78	69.18	758.56
			2.00	1.38	5.67	0.24			0.00	1.63	9.50	0.72	21.13
190-200	7.74	1.10	3.50	2.13	5.22	0.17	11.02	0.00	1.50	8.63	0.86	10.98	
			70.14	25.82	120.03	6.81			0.00	91.52	305.76	41.22	661.29
			1.75	1.06	5.22	0.17			0.00	1.50	8.63	0.43	18.76
200-210	7.59	1.08	3.50	2.00	5.22	0.16	10.88	0.00	1.50	8.56	0.72	10.78	
			70.14	24.30	120.03	6.29			0.00	91.52	303.54	34.41	650.22
			1.75	1.00	5.22	0.16			0.00	1.50	8.56	0.36	18.55
210-220	7.45	0.94	3.00	1.25	4.99	0.17	9.41	0.00	1.50	7.31	0.54	9.36	
			60.12	15.19	114.81	6.64			0.00	91.52	259.23	26.16	573.66
			1.50	0.63	4.99	0.17			0.00	1.50	7.31	0.27	16.37
220-230	7.76	0.91	3.00	1.25	4.76	0.17	9.18	0.00	1.50	6.88	0.69	9.07	
			60.12	15.19	109.59	6.64			0.00	91.52	243.72	33.33	560.10
			1.50	0.63	4.76	0.17			0.00	1.50	6.88	0.35	15.78
230-240	7.77	1.05	3.50	1.50	5.22	0.21	10.43	0.25	1.50	7.75	0.81	10.31	
			70.14	18.23	120.03	8.39			7.50	91.52	274.74	38.71	629.24
			1.75	0.75	5.22	0.21			0.13	1.50	7.75	0.40	17.71
240-250	7.38	0.85	2.25	1.25	4.76	0.21	8.47	0.25	1.13	6.31	0.72	8.40	
			45.09	15.19	109.59	8.04			7.50	68.64	223.78	34.41	512.23
			1.13	0.63	4.76	0.21			0.13	1.13	6.31	0.36	14.64
250-260	7.80	0.91	2.50	1.50	4.88	0.22	9.10	0.25	1.38	6.69	0.71	9.02	
			50.10	18.23	112.20	8.56			7.50	83.89	237.07	34.05	551.60
			1.25	0.75	4.88	0.22			0.13	1.38	6.69	0.35	15.64
260-270	7.64	0.87	2.75	1.25	4.54	0.21	8.75	0.25	1.25	6.25	0.87	8.62	
			55.11	15.19	104.37	8.21			7.50	76.26	221.56	41.58	529.78
			1.38	0.63	4.54	0.21			0.13	1.25	6.25	0.43	14.81
270-280	7.40	0.73	1.63	1.13	4.31	0.21	7.27	0.25	1.00	5.44	0.56	7.25	
			32.57	13.67	99.15	8.21			7.50	61.01	192.76	26.88	441.75
			0.81	0.56	4.31	0.21			0.13	1.00	5.44	0.28	12.74
280-290	7.38	0.78	1.75	1.25	4.54	0.23	7.77	0.25	1.13	5.63	0.61	7.61	
			35.07	15.19	104.37	8.91			7.50	68.64	199.41	29.39	468.47
			0.88	0.63	4.54	0.23			0.13	1.13	5.63	0.31	13.45
290-300	7.55	0.71	1.50	1.00	4.31	0.31	7.12	0.25	1.00	5.19	0.61	7.05	
			30.06	12.15	99.15	12.23			7.50	61.01	183.90	29.39	435.39
			0.75	0.50	4.31	0.31			0.13	1.00	5.19	0.31	12.49

Cuadro B-44. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P40 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.71	1.12	3.75	1.88	4.54	0.99	11.15	1.00	7.13	2.25	0.70	11.08	
			75.15	22.78	104.37	38.61		30.00	434.70	79.76	33.69		819.07
			1.88	0.94	4.54	0.99		0.50	7.13	2.25	0.35		18.56
10-20	7.79	0.63	1.75	0.50	3.63	0.45	6.33	1.00	3.13	1.75	0.43	6.31	
			35.07	6.08	83.50	17.47		30.00	190.66	62.04	20.79		445.60
			0.88	0.25	3.63	0.45		0.50	3.13	1.75	0.22		10.79
20-30	7.65	0.43	1.00	0.13	2.95	0.26	4.34	0.50	2.00	1.25	0.56	4.31	
			20.04	1.52	67.84	10.31		15.00	122.02	44.31	26.88		307.92
			0.50	0.06	2.95	0.26		0.25	2.00	1.25	0.28		7.56
30-40	7.66	0.44	0.88	0.25	3.18	0.16	4.46	0.50	1.88	1.50	0.54	4.41	
			17.54	3.04	73.06	6.29		15.00	114.39	53.18	25.81		308.30
			0.44	0.13	3.18	0.16		0.25	1.88	1.50	0.27		7.79
40-50	7.80	0.51	1.25	0.13	3.63	0.12	5.12	0.50	2.13	1.75	0.73	5.11	
			25.05	1.52	83.50	4.54		15.00	129.65	62.04	35.13		356.42
			0.63	0.06	3.63	0.12		0.25	2.13	1.75	0.37		8.92
50-60	7.84	0.61	1.38	0.25	4.31	0.10	6.04	0.38	2.31	2.50	0.78	5.96	
			27.56	3.04	99.15	4.02		11.25	141.09	88.63	37.28		412.00
			0.69	0.13	4.31	0.10		0.19	2.31	2.50	0.39		10.61
60-70	8.16	0.61	1.00	0.50	4.54	0.09	6.13	0.25	2.38	2.75	0.66	6.03	
			20.04	6.08	104.37	3.49		7.50	144.90	97.49	31.54		415.41
			0.50	0.25	4.54	0.09		0.13	2.38	2.75	0.33		10.96
70-80	8.03	0.75	1.25	0.50	5.67	0.09	7.52	0.25	2.38	3.75	1.05	7.43	
			25.05	6.08	130.46	3.67		7.50	144.90	132.94	50.54		501.13
			0.63	0.25	5.67	0.09		0.13	2.38	3.75	0.53		13.42
80-90	7.50	1.02	2.00	0.75	7.26	0.17	10.18	0.50	2.63	5.25	1.64	10.02	
			40.08	9.11	166.99	6.46		15.00	160.15	186.11	78.85		662.77
			1.00	0.38	7.26	0.17		0.25	2.63	5.25	0.82		17.75
90-100	7.70	1.33	3.25	1.50	8.39	0.10	13.24	0.50	4.00	6.50	2.16	13.16	
			65.13	18.23	193.08	3.84		15.00	244.04	230.43	103.94		873.69
			1.63	0.75	8.39	0.10		0.25	4.00	6.50	1.08		22.70
100-110	7.47	1.49	4.38	1.75	8.62	0.09	14.84	0.00	3.50	8.00	3.28	14.78	
			87.68	21.26	198.30	3.67		0.00	213.54	283.60	157.35		965.39
			2.19	0.88	8.62	0.09		0.00	3.50	8.00	1.64		24.92
110-120	7.77	1.75	5.50	2.50	9.30	0.09	17.39	0.00	4.13	9.50	3.69	17.32	
			110.22	30.38	213.96	3.49		0.00	251.67	336.78	177.42		1123.91
			2.75	1.25	9.30	0.09		0.00	4.13	9.50	1.85		28.86
120-130	7.68	1.59	5.50	1.50	8.85	0.09	15.94	0.00	3.75	9.25	2.88	15.88	
			110.22	18.23	203.52	3.67		0.00	228.79	327.91	138.35		1030.69
			2.75	0.75	8.85	0.09		0.00	3.75	9.25	1.44		26.88
130-140	7.82	1.53	5.13	1.25	8.85	0.08	15.31	0.00	3.63	9.00	2.65	15.27	
			102.71	15.19	203.52	3.32		0.00	221.16	319.05	127.24		992.19
			2.56	0.63	8.85	0.08		0.00	3.63	9.00	1.32		26.07
140-150	7.72	1.85	6.63	2.00	9.76	0.09	18.48	0.00	4.75	9.38	4.31	18.43	
			132.77	24.30	224.40	3.67		0.00	289.80	332.34	206.81		1214.08
			3.31	1.00	9.76	0.09		0.00	4.75	9.38	2.15		30.44

Cuadro B-44. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.53	1.76	6.13	1.88	9.53	0.10	17.63	0.00	4.13	10.38	3.07	17.57	
			122.75	22.78	219.18	3.84		0.00	251.67	367.79	147.67		1135.68
			3.06	0.94	9.53	0.10		0.00	4.13	10.38	1.54		29.67
160-170	7.91	1.58	5.63	1.25	8.85	0.10	15.83	0.25	2.88	9.63	3.01	15.76	
			112.73	15.19	203.52	4.02		7.50	175.40	341.21	144.80		1004.37
			2.81	0.63	8.85	0.10		0.13	2.88	9.63	1.51		26.52
170-180	7.52	1.72	6.00	2.00	9.08	0.10	17.18	0.00	3.50	10.00	3.56	17.06	
			120.24	24.30	208.74	4.02		0.00	213.54	354.50	170.97		1096.30
			3.00	1.00	9.08	0.10		0.00	3.50	10.00	1.78		28.46
180-190	7.75	1.33	5.00	0.87	7.26	0.11	13.25	0.00	2.13	8.38	2.69	13.19	
			100.20	10.63	166.99	4.37		0.00	129.65	296.89	129.03		837.76
			2.50	0.44	7.26	0.11		0.00	2.13	8.38	1.34		22.15
190-200	7.73	1.38	4.63	1.00	8.05	0.11	13.79	0.00	2.75	8.50	2.46	13.71	
			92.69	12.15	185.26	4.37		0.00	167.78	301.33	118.28		881.84
			2.31	0.50	8.05	0.11		0.00	2.75	8.50	1.23		23.46
200-210	7.40	1.14	2.75	1.00	7.49	0.18	11.42	0.00	1.50	7.63	2.19	11.32	
			55.11	12.15	172.21	6.99		0.00	91.52	270.31	105.38		713.66
			1.38	0.50	7.49	0.18		0.00	1.50	7.63	1.10		19.76
210-220	7.37	1.20	3.00	2.00	6.81	0.26	12.07	0.00	1.50	7.88	1.92	11.29	
			60.12	24.30	156.55	10.13		0.00	91.52	279.17	92.11		713.91
			1.50	1.00	6.81	0.26		0.00	1.50	7.88	0.96		19.90
220-230	7.78	1.25	3.88	1.75	6.58	0.29	12.50	0.00	1.63	8.13	2.56	12.31	
			77.66	21.26	151.34	11.53		0.00	99.14	288.03	122.94		771.90
			1.94	0.88	6.58	0.29		0.00	1.63	8.13	1.28		20.72
230-240	7.30	1.24	3.75	1.75	6.58	0.32	12.40	0.00	1.75	8.13	2.46	12.34	
			75.15	21.26	151.34	12.58		0.00	106.77	288.03	118.28		773.41
			1.88	0.88	6.58	0.32		0.00	1.75	8.13	1.23		20.76
240-250	7.11	1.00	2.63	1.25	5.90	0.22	10.00	0.00	1.25	7.25	1.42	9.92	
			52.61	15.19	135.68	8.74		0.00	76.26	257.01	68.10		613.59
			1.31	0.63	5.90	0.22		0.00	1.25	7.25	0.71		17.27
250-260	7.67	1.06	2.88	1.38	6.13	0.28	10.66	0.00	1.50	7.38	1.62	10.49	
			57.62	16.71	140.90	11.01		0.00	91.52	261.44	77.78		656.96
			1.44	0.69	6.13	0.28		0.00	1.50	7.38	0.81		18.22
260-270	7.39	1.06	2.25	1.75	6.35	0.32	10.67	0.00	2.00	7.38	1.19	10.57	
			45.09	21.26	146.12	12.58		0.00	122.02	261.44	57.35		665.86
			1.13	0.88	6.35	0.32		0.00	2.00	7.38	0.60		18.65
270-280	7.37	1.09	2.38	1.88	6.35	0.33	10.93	0.00	1.88	7.50	1.49	10.87	
			47.60	22.78	146.12	12.75		0.00	114.39	265.88	71.68		681.20
			1.19	0.94	6.35	0.33		0.00	1.88	7.50	0.75		18.93
280-290	7.24	1.26	4.25	1.50	6.58	0.28	12.61	0.00	2.00	7.63	2.93	12.55	
			85.17	18.23	151.34	11.01		0.00	122.02	270.31	140.50		798.57
			2.13	0.75	6.58	0.28		0.00	2.00	7.63	1.46		20.82
290-300	7.18	1.11	3.13	1.50	6.13	0.33	11.08	0.00	1.50	7.25	2.16	10.91	
			62.63	18.23	140.90	12.75		0.00	91.52	257.01	103.58		686.62
			1.56	0.75	6.13	0.33		0.00	1.50	7.25	1.08		18.59

Cuadro B-45. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P41 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	7.24	0.62	2.25	1.63	1.59	0.71	6.18	0.00	2.50	3.25	0.40	6.15	
			45.09	19.74	36.53	27.96			0.00	152.53	115.21	19.00	416.05
			1.13	0.81	1.59	0.71			0.00	2.50	3.25	0.20	10.19
10-20	7.67	0.31	1.00	0.88	0.91	0.37	3.15	0.00	1.88	1.06	0.17	3.11	
			20.04	10.63	20.87	14.50			0.00	114.39	37.67	8.24	226.35
			0.50	0.44	0.91	0.37			0.00	1.88	1.06	0.09	5.24
20-30	7.45	0.23	0.63	1.00	0.45	0.29	2.36	0.00	1.38	0.81	0.13	2.31	
			12.53	12.15	10.44	11.18			0.00	83.89	28.80	6.09	165.08
			0.31	0.50	0.45	0.29			0.00	1.38	0.81	0.06	3.80
30-40	7.16	0.20	1.00	0.50	0.23	0.24	1.96	0.00	1.13	0.63	0.13	1.88	
			20.04	6.08	5.22	9.26			0.00	68.64	22.16	6.09	137.48
			0.50	0.25	0.23	0.24			0.00	1.13	0.63	0.06	3.03
40-50	7.22	0.14	0.75	0.38	0.23	0.13	1.49	0.00	0.88	0.50	0.09	1.46	
			15.03	4.56	5.22	5.24			0.00	53.38	17.73	4.30	105.46
			0.38	0.19	0.23	0.13			0.00	0.88	0.50	0.04	2.34
50-60	7.51	0.13	0.75	0.25	0.23	0.09	1.32	0.00	0.50	0.50	0.30	1.30	
			15.03	3.04	5.22	3.49			0.00	30.51	17.73	14.34	89.35
			0.38	0.13	0.23	0.09			0.00	0.50	0.50	0.15	1.97
60-70	7.51	0.13	0.50	0.25	0.45	0.08	1.28	0.00	0.50	0.50	0.27	1.27	
			10.02	3.04	10.44	2.97			0.00	30.51	17.73	12.90	87.60
			0.25	0.13	0.45	0.08			0.00	0.50	0.50	0.13	2.04
70-80	7.34	0.10	0.50	0.25	0.23	0.08	1.05	0.00	0.50	0.31	0.22	1.04	
			10.02	3.04	5.22	2.97			0.00	30.51	11.08	10.75	73.58
			0.25	0.13	0.23	0.08			0.00	0.50	0.31	0.11	1.60
80-90	7.42	0.10	0.50	0.13	0.34	0.07	1.03	0.00	0.50	0.31	0.19	1.01	
			10.02	1.52	7.83	2.62			0.00	30.51	11.08	9.32	72.89
			0.25	0.06	0.34	0.07			0.00	0.50	0.31	0.10	1.63
90-100	7.23	0.09	0.50	0.13	0.23	0.06	0.91	0.00	0.50	0.25	0.16	0.91	
			10.02	1.52	5.22	2.45			0.00	30.51	8.86	7.53	66.10
			0.25	0.06	0.23	0.06			0.00	0.50	0.25	0.08	1.43
100-110	6.55	0.10	0.50	0.13	0.34	0.10	1.06	0.00	0.38	0.31	0.34	1.03	
			10.02	1.52	7.83	3.84			0.00	22.88	11.08	16.49	73.65
			0.25	0.06	0.34	0.10			0.00	0.38	0.31	0.17	1.61
110-120	7.07	0.11	0.50	0.13	0.45	0.06	1.14	0.00	0.50	0.38	0.22	1.09	
			10.02	1.52	10.44	2.45			0.00	30.51	13.29	10.39	78.61
			0.25	0.06	0.45	0.06			0.00	0.50	0.38	0.11	1.81
120-130	6.91	0.12	0.63	0.13	0.45	0.06	1.27	0.00	0.50	0.50	0.26	1.26	
			12.53	1.52	10.44	2.45			0.00	30.51	17.73	12.54	87.70
			0.31	0.06	0.45	0.06			0.00	0.50	0.50	0.13	2.02
130-140	7.18	0.16	0.75	0.25	0.57	0.08	1.65	0.00	0.75	0.63	0.23	1.61	
			15.03	3.04	13.05	3.32			0.00	45.76	22.16	11.11	113.46
			0.38	0.13	0.57	0.08			0.00	0.75	0.63	0.12	2.64
140-150	7.11	0.14	0.63	0.25	0.45	0.08	1.41	0.00	0.63	0.50	0.28	1.41	
			12.53	3.04	10.44	3.15			0.00	38.13	17.73	13.62	98.62
			0.31	0.13	0.45	0.08			0.00	0.63	0.50	0.14	2.24

Cuadro B-45. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	6.84	0.10	0.38	0.25	0.34	0.07	1.03	0.00	0.38	0.38	0.27	1.02	
			7.52	3.04	7.83	2.62		0.00	22.88	13.29	12.90		70.08
			0.19	0.13	0.34	0.07		0.00	0.38	0.38	0.13		1.60
160-170	7.14	0.13	0.50	0.38	0.34	0.08	1.29	0.00	0.63	0.50	0.16	1.29	
			10.02	4.56	7.83	2.97		0.00	38.13	17.73	7.89		89.12
			0.25	0.19	0.34	0.08		0.00	0.63	0.50	0.08		2.06
170-180	7.49	0.19	0.75	0.38	0.68	0.13	1.94	0.00	1.00	0.75	0.18	1.93	
			15.03	4.56	15.66	5.07		0.00	61.01	26.59	8.60		136.51
			0.38	0.19	0.68	0.13		0.00	1.00	0.75	0.09		3.21
180-190	7.35	0.16	0.63	0.38	0.57	0.08	1.65	0.00	0.75	0.69	0.18	1.62	
			12.53	4.56	13.05	3.32		0.00	45.76	24.37	8.60		112.18
			0.31	0.19	0.57	0.08		0.00	0.75	0.69	0.09		2.68
190-200	7.58	0.17	0.75	0.38	0.57	0.10	1.79	0.00	0.88	0.69	0.19	1.76	
			15.03	4.56	13.05	3.84		0.00	53.38	24.37	9.32		123.55
			0.38	0.19	0.57	0.10		0.00	0.88	0.69	0.10		2.89
200-210	7.54	0.21	1.00	0.38	0.57	0.13	2.07	0.00	1.00	0.75	0.19	1.94	
			20.04	4.56	13.05	5.07		0.00	61.01	26.59	9.32		139.63
			0.50	0.19	0.57	0.13		0.00	1.00	0.75	0.10		3.23
210-220	7.42	0.15	0.75	0.25	0.45	0.08	1.53	0.00	0.75	0.50	0.22	1.47	
			15.03	3.04	10.44	3.15		0.00	45.76	17.73	10.75		105.88
			0.38	0.13	0.45	0.08		0.00	0.75	0.50	0.11		2.40
220-230	7.44	0.12	0.63	0.25	0.23	0.06	1.16	0.00	0.50	0.38	0.27	1.14	
			12.53	3.04	5.22	2.45		0.00	30.51	13.29	12.90		79.93
			0.31	0.13	0.23	0.06		0.00	0.50	0.38	0.13		1.74
230-240	7.42	0.13	0.63	0.25	0.34	0.07	1.29	0.00	0.63	0.38	0.22	1.22	
			12.53	3.04	7.83	2.80		0.00	38.13	13.29	10.75		88.36
			0.31	0.13	0.34	0.07		0.00	0.63	0.38	0.11		1.96
240-250	7.29	0.13	0.50	0.25	0.45	0.06	1.27	0.00	0.63	0.38	0.24	1.24	
			10.02	3.04	10.44	2.45		0.00	38.13	13.29	11.47		88.84
			0.25	0.13	0.45	0.06		0.00	0.63	0.38	0.12		2.01
250-260	7.33	0.15	0.75	0.25	0.45	0.06	1.52	0.00	0.75	0.44	0.28	1.46	
			15.03	3.04	10.44	2.45		0.00	45.76	15.51	13.26		105.48
			0.38	0.13	0.45	0.06		0.00	0.75	0.44	0.14		2.34
260-270	7.19	0.14	0.50	0.19	0.68	0.06	1.43	0.00	0.63	0.38	0.39	1.39	
			10.02	2.28	15.66	2.27		0.00	38.13	13.29	18.64		100.29
			0.25	0.09	0.68	0.06		0.00	0.63	0.38	0.19		2.28
270-280	7.07	0.12	0.63	0.13	0.45	0.05	1.25	0.00	0.50	0.38	0.34	1.22	
			12.53	1.52	10.44	1.92		0.00	30.51	13.29	16.49		86.69
			0.31	0.06	0.45	0.05		0.00	0.50	0.38	0.17		1.92
280-290	7.10	0.13	0.50	0.19	0.57	0.05	1.31	0.00	0.50	0.44	0.32	1.26	
			10.02	2.28	13.05	2.10		0.00	30.51	15.51	15.41		88.87
			0.25	0.09	0.57	0.05		0.00	0.50	0.44	0.16		2.06
290-300	7.08	0.14	0.63	0.25	0.45	0.05	1.38	0.00	0.63	0.44	0.30	1.36	
			12.53	3.04	10.44	1.92		0.00	38.13	15.51	14.34		95.90
			0.31	0.13	0.45	0.05		0.00	0.63	0.44	0.15		2.15

Cuadro B-46. Análisis químico de los extractos a saturación a 3 m de profundidad del sitio P42 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	8.23	0.69	2.50	1.00	2.27	1.12	6.89	0.00	5.88	0.63	0.38	6.88	
			50.10	12.15	52.18	43.68		0.00	358.43	22.16	18.28		556.99
			1.25	0.50	2.27	1.12		0.00	5.88	0.63	0.19		11.83
10-20	8.06	0.36	1.00	0.50	1.59	0.45	3.54	0.00	2.63	0.50	0.36	3.48	
			20.04	6.08	36.53	17.47		0.00	160.15	17.73	17.20		275.20
			0.50	0.25	1.59	0.45		0.00	2.63	0.50	0.18		6.09
20-30	7.88	0.26	0.75	0.25	1.36	0.27	2.63	0.00	1.88	0.38	0.33	2.58	
			15.03	3.04	31.31	10.48		0.00	114.39	13.29	15.77		203.32
			0.38	0.13	1.36	0.27		0.00	1.88	0.38	0.16		4.54
30-40	7.87	0.21	0.63	0.25	1.02	0.24	2.14	0.00	1.38	0.31	0.45	2.14	
			12.53	3.04	23.48	9.44		0.00	83.89	11.08	21.51		164.95
			0.31	0.13	1.02	0.24		0.00	1.38	0.31	0.22		3.61
40-50	7.62	0.12	0.25	0.25	0.57	0.13	1.20	0.00	0.56	0.25	0.35	1.16	
			5.01	3.04	13.05	5.07		0.00	34.32	8.86	16.85		86.19
			0.13	0.13	0.57	0.13		0.00	0.56	0.25	0.18		1.93
50-60	7.53	0.15	0.50	0.13	0.79	0.13	1.55	0.00	0.75	0.38	0.39	1.51	
			10.02	1.52	18.26	5.24		0.00	45.76	13.29	18.64		112.73
			0.25	0.06	0.79	0.13		0.00	0.75	0.38	0.19		2.56
60-70	7.69	0.14	0.38	0.25	0.68	0.11	1.42	0.00	0.75	0.25	0.40	1.40	
			7.52	3.04	15.66	4.37		0.00	45.76	8.86	19.35		104.55
			0.19	0.13	0.68	0.11		0.00	0.75	0.25	0.20		2.31
70-80	7.46	0.14	0.38	0.13	0.79	0.14	1.44	0.00	0.75	0.25	0.43	1.43	
			7.52	1.52	18.26	5.59		0.00	45.76	8.86	20.43		107.94
			0.19	0.06	0.79	0.14		0.00	0.75	0.25	0.21		2.40
80-90	7.40	0.18	0.50	0.25	0.79	0.21	1.76	0.00	0.88	0.38	0.46	1.71	
			10.02	3.04	18.26	8.39		0.00	53.38	13.29	22.22		128.61
			0.25	0.13	0.79	0.21		0.00	0.88	0.38	0.23		2.86
90-100	7.49	0.15	0.38	0.25	0.68	0.18	1.48	0.00	0.63	0.25	0.55	1.43	
			7.52	3.04	15.66	6.99		0.00	38.13	8.86	26.52		106.71
			0.19	0.13	0.68	0.18		0.00	0.63	0.25	0.28		2.32
100-110	7.39	0.12	0.38	0.13	0.57	0.13	1.20	0.00	0.38	0.25	0.54	1.17	
			7.52	1.52	13.05	5.24		0.00	22.88	8.86	26.16		85.23
			0.19	0.06	0.57	0.13		0.00	0.38	0.25	0.27		1.85
110-120	7.33	0.13	0.50	0.25	0.45	0.13	1.34	0.00	0.50	0.31	0.47	1.28	
			10.02	3.04	10.44	5.24		0.00	30.51	11.08	22.58		92.90
			0.25	0.13	0.45	0.13		0.00	0.50	0.31	0.24		2.01
120-130	7.45	0.13	0.50	0.25	0.45	0.13	1.34	0.00	0.63	0.25	0.45	1.32	
			10.02	3.04	10.44	5.24		0.00	38.13	8.86	21.51		97.24
			0.25	0.13	0.45	0.13		0.00	0.63	0.25	0.22		2.06
130-140	7.44	0.15	0.50	0.38	0.45	0.18	1.51	0.00	0.63	0.31	0.54	1.48	
			10.02	4.56	10.44	7.16		0.00	38.13	11.08	26.16		107.55
			0.25	0.19	0.45	0.18		0.00	0.63	0.31	0.27		2.28
140-150	7.42	0.19	0.63	0.63	0.45	0.21	1.92	0.00	0.75	0.50	0.59	1.84	
			12.53	7.59	10.44	8.39		0.00	45.76	17.73	28.32		130.74
			0.31	0.31	0.45	0.21		0.00	0.75	0.50	0.29		2.84

Cuadro B-46. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	7.53	0.21	0.88	0.50	0.45	0.22	2.05	0.00	0.88	0.50	0.60	1.98	
			17.54	6.08	10.44	8.74		0.00	53.38	17.73	29.03		142.92
			0.44	0.25	0.45	0.22		0.00	0.88	0.50	0.30		3.04
160-170	7.76	0.17	0.75	0.31	0.45	0.20	1.72	0.00	0.75	0.31	0.60	1.66	
			15.03	3.80	10.44	7.86		0.00	45.76	11.08	28.67		122.64
			0.38	0.16	0.45	0.20		0.00	0.75	0.31	0.30		2.55
170-180	7.73	0.15	0.50	0.50	0.34	0.17	1.51	0.00	0.50	0.38	0.60	1.47	
			10.02	6.08	7.83	6.81		0.00	30.51	13.29	28.67		103.21
			0.25	0.25	0.34	0.17		0.00	0.50	0.38	0.30		2.19
180-190	7.76	0.16	0.50	0.56	0.34	0.17	1.58	0.00	0.50	0.44	0.60	1.54	
			10.02	6.83	7.83	6.81		0.00	30.51	15.51	29.03		106.54
			0.25	0.28	0.34	0.17		0.00	0.50	0.44	0.30		2.29
190-200	7.75	0.13	0.56	0.38	0.23	0.15	1.31	0.00	0.50	0.31	0.48	1.29	
			11.27	4.56	5.22	5.77		0.00	30.51	11.08	22.94		91.34
			0.28	0.19	0.23	0.15		0.00	0.50	0.31	0.24		1.89
200-210	7.68	0.13	0.56	0.38	0.23	0.14	1.31	0.00	0.50	0.25	0.51	1.26	
			11.27	4.56	5.22	5.59		0.00	30.51	8.86	24.37		90.38
			0.28	0.19	0.23	0.14		0.00	0.50	0.25	0.25		1.84
210-220	7.72	0.16	0.44	0.56	0.45	0.16	1.61	0.00	0.63	0.44	0.50	1.56	
			8.77	6.83	10.44	6.12		0.00	38.13	15.51	24.01		109.81
			0.22	0.28	0.45	0.16		0.00	0.63	0.44	0.25		2.42
220-230	7.56	0.15	0.38	0.56	0.45	0.14	1.53	0.00	0.63	0.38	0.52	1.52	
			7.52	6.83	10.44	5.42		0.00	38.13	13.29	25.09		106.72
			0.19	0.28	0.45	0.14		0.00	0.63	0.38	0.26		2.32
230-240	7.50	0.16	0.50	0.50	0.45	0.16	1.61	0.00	0.50	0.50	0.54	1.54	
			10.02	6.08	10.44	6.12		0.00	30.51	17.73	26.16		107.04
			0.25	0.25	0.45	0.16		0.00	0.50	0.50	0.27		2.38
240-250	7.60	0.15	0.25	0.50	0.68	0.13	1.56	0.00	0.50	0.44	0.58	1.52	
			5.01	6.08	15.66	5.07		0.00	30.51	15.51	27.96		105.78
			0.13	0.25	0.68	0.13		0.00	0.50	0.44	0.29		2.41
250-260	7.70	0.15	0.25	0.50	0.68	0.12	1.55	0.00	0.50	0.50	0.54	1.54	
			5.01	6.08	15.66	4.54		0.00	30.51	17.73	26.16		105.68
			0.13	0.25	0.68	0.12		0.00	0.50	0.50	0.27		2.44
260-270	7.63	0.18	0.38	0.63	0.68	0.12	1.80	0.00	0.63	0.50	0.58	1.71	
			7.52	7.59	15.66	4.54		0.00	38.13	17.73	27.96		119.12
			0.19	0.31	0.68	0.12		0.00	0.63	0.50	0.29		2.71
270-280	7.84	0.17	0.25	0.75	0.62	0.09	1.71	0.00	0.50	0.56	0.60	1.66	
			5.01	9.11	14.35	3.49		0.00	30.51	19.94	28.67		111.09
			0.13	0.38	0.62	0.09		0.00	0.50	0.56	0.30		2.57
280-290	7.94	0.18	0.38	0.63	0.68	0.10	1.78	0.00	0.69	0.56	0.49	1.74	
			7.52	7.59	15.66	3.84		0.00	41.94	19.94	23.66		120.15
			0.19	0.31	0.68	0.10		0.00	0.69	0.56	0.25		2.78
290-300	7.81	0.15	0.25	0.50	0.68	0.09	1.52	0.00	0.50	0.44	0.54	1.48	
			5.01	6.08	15.66	3.49		0.00	30.51	15.51	26.16		102.41
			0.13	0.25	0.68	0.09		0.00	0.50	0.44	0.27		2.35

Cuadro B-47. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 0.30 m de profundidad (segundo muestreo).

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P1A	4.43	0.10	0.25	0.20	0.38	0.21	1.04	0.00	0.50	0.40	0.10	1.00	
			5.01	2.43	8.80	8.14		0.00	30.51	14.18	4.80		73.86
			0.13	0.10	0.38	0.21		0.00	0.50	0.40	0.05		1.77
P1B	5.63	0.28	0.83	0.33	1.53	0.14	2.82	0.00	1.00	1.10	0.64	2.74	
			16.53	3.95	35.20	5.61		0.00	61.01	39.00	30.92		192.22
			0.41	0.16	1.53	0.14		0.00	1.00	1.10	0.32		4.67
P4A	5.05	0.05	0.18	0.08	0.19	0.07	0.51	0.00	0.20	0.15	0.10	0.45	
			3.51	0.91	4.40	2.67		0.00	12.20	5.32	4.90		33.90
			0.09	0.04	0.19	0.07		0.00	0.20	0.15	0.05		0.79
P4B	5.10	0.17	0.25	0.20	1.05	0.22	1.72	0.00	0.70	0.50	0.48	1.68	
			5.01	2.43	24.20	8.56		0.00	42.71	17.73	23.16		123.79
			0.13	0.10	1.05	0.22		0.00	0.70	0.50	0.24		2.94
P4C	5.06	0.06	0.05	0.10	0.38	0.08	0.61	0.00	0.25	0.20	0.13	0.58	
			1.00	1.22	8.80	3.09		0.00	15.25	7.09	6.22		42.67
			0.03	0.05	0.38	0.08		0.00	0.25	0.20	0.06		1.05
P8	5.22	0.07	0.06	0.06	0.57	0.03	0.73	0.00	0.30	0.20	0.16	0.66	
			1.25	0.76	13.20	1.26		0.00	18.30	7.09	7.55		49.42
			0.03	0.03	0.57	0.03		0.00	0.30	0.20	0.08		1.25
P9	5.45	0.08	0.15	0.10	0.33	0.22	0.80	0.00	0.40	0.25	0.09	0.74	
			3.01	1.22	7.70	8.42		0.00	24.40	8.86	4.39		57.99
			0.08	0.05	0.33	0.22		0.00	0.40	0.25	0.05		1.37
P10	4.92	0.06	0.18	0.13	0.24	0.08	0.61	0.00	0.25	0.20	0.10	0.55	
			3.51	1.52	5.50	2.95		0.00	15.25	7.09	4.90		40.71
			0.09	0.06	0.24	0.08		0.00	0.25	0.20	0.05		0.97
P11	4.98	0.06	0.13	0.08	0.29	0.14	0.62	0.00	0.35	0.15	0.10	0.60	
			2.51	0.91	6.60	5.33		0.00	21.35	5.32	4.90		46.92
			0.06	0.04	0.29	0.14		0.00	0.35	0.15	0.05		1.07
P12	5.13	0.06	0.13	0.18	0.24	0.10	0.64	0.00	0.30	0.15	0.12	0.57	
			2.51	2.13	5.50	3.93		0.00	18.30	5.32	5.92		43.60
			0.06	0.09	0.24	0.10		0.00	0.30	0.15	0.06		1.00
P13	5.04	0.07	0.13	0.10	0.29	0.18	0.69	0.00	0.30	0.20	0.10	0.60	
			2.51	1.22	6.60	7.01		0.00	18.30	7.09	4.80		47.52
			0.06	0.05	0.29	0.18		0.00	0.30	0.20	0.05		1.13
P14	5.14	0.05	0.18	0.10	0.29	0.09	0.66	0.00	0.35	0.15	0.10	0.60	
			3.51	1.22	6.60	3.65		0.00	21.35	5.32	4.69		46.33
			0.09	0.05	0.29	0.09		0.00	0.35	0.15	0.05		1.07
P16	5.64	0.10	0.15	0.10	0.62	0.21	1.08	0.00	0.55	0.35	0.10	1.00	
			3.01	1.22	14.30	8.28		0.00	33.56	12.41	4.59		77.35
			0.08	0.05	0.62	0.21		0.00	0.55	0.35	0.05		1.91
P17	5.72	0.14	0.13	0.05	1.15	0.14	1.46	0.00	0.65	0.40	0.35	1.40	
			2.51	0.61	26.40	5.33		0.00	39.66	14.18	16.94		105.62
			0.06	0.03	1.15	0.14		0.00	0.65	0.40	0.18		2.60
P18	5.34	0.10	0.23	0.23	0.29	0.29	1.02	0.00	0.50	0.35	0.10	0.95	
			4.51	2.73	6.60	11.22		0.00	30.51	12.41	4.90		72.87
			0.11	0.11	0.29	0.29		0.00	0.50	0.35	0.05		1.70

Cuadro B-47. Continuación.

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P19	5.52	0.10	0.05	0.03	0.96	0.04	1.07	0.00	0.40	0.20	0.40	1.00	
			1.00	0.30	22.00	1.40		0.00	24.40	7.09	19.08		75.29
			0.03	0.01	0.96	0.04		0.00	0.40	0.20	0.20		1.83
P19A	5.67	0.20	0.45	0.35	0.77	0.47	2.03	0.00	0.80	1.00	0.14	1.94	
			9.02	4.25	17.60	18.23		0.00	48.81	35.45	6.53		139.89
			0.23	0.18	0.77	0.47		0.00	0.80	1.00	0.07		3.50
P20	6.34	0.91	2.15	0.85	5.74	0.34	9.08	0.00	1.65	4.85	2.53	9.03	
			43.09	10.33	132.01	13.47		0.00	100.67	171.93	121.43		592.91
			1.08	0.43	5.74	0.34		0.00	1.65	4.85	1.26		15.35
P22A	5.84	0.11	0.30	0.23	0.33	0.25	1.11	0.00	0.50	0.40	0.14	1.04	
			6.01	2.73	7.70	9.82		0.00	30.51	14.18	6.84		77.79
			0.15	0.11	0.33	0.25		0.00	0.50	0.40	0.07		1.82
P23	5.72	0.13	0.35	0.23	0.62	0.15	1.34	0.00	0.55	0.40	0.33	1.28	
			7.01	2.73	14.30	5.75		0.00	33.56	14.18	15.82		93.35
			0.18	0.11	0.62	0.15		0.00	0.55	0.40	0.16		2.17
P24A	6.22	0.84	3.05	0.83	3.92	0.61	8.40	0.00	1.40	4.10	2.83	8.33	
			61.12	10.02	90.20	23.70		0.00	85.41	145.35	135.71		551.53
			1.53	0.41	3.92	0.61		0.00	1.40	4.10	1.41		13.38
P25	5.97	0.08	0.23	0.18	0.33	0.09	0.82	0.00	0.30	0.20	0.28	0.78	
			4.51	2.13	7.70	3.51		0.00	18.30	7.09	13.57		56.81
			0.11	0.09	0.33	0.09		0.00	0.30	0.20	0.14		1.27
P26	5.97	0.19	0.85	0.45	0.48	0.15	1.93	0.00	0.90	0.55	0.43	1.88	
			17.03	5.47	11.00	5.89		0.00	54.91	19.50	20.51		134.31
			0.43	0.23	0.48	0.15		0.00	0.90	0.55	0.21		2.94
P27	5.48	0.70	2.48	1.08	3.06	0.40	7.01	0.00	0.70	5.00	1.23	6.93	
			49.60	13.06	70.40	15.71		0.00	42.71	177.25	59.18		427.91
			1.24	0.54	3.06	0.40		0.00	0.70	5.00	0.62		11.55
P27A	6.47	0.21	0.33	0.18	1.39	0.25	2.14	0.00	1.00	0.50	0.61	2.11	
			6.51	2.13	31.90	9.82		0.00	61.01	17.73	29.08		158.18
			0.16	0.09	1.39	0.25		0.00	1.00	0.50	0.30		3.69
P28	5.82	0.12	0.20	0.10	0.67	0.25	1.22	0.00	0.40	0.35	0.44	1.19	
			4.01	1.22	15.40	9.68		0.00	24.40	12.41	21.22		88.34
			0.10	0.05	0.67	0.25		0.00	0.40	0.35	0.22		2.04
P28A	6.18	0.24	0.63	0.38	1.05	0.36	2.41	0.00	0.70	0.70	0.95	2.35	
			12.53	4.56	24.20	13.89		0.00	42.71	24.82	45.61		168.30
			0.31	0.19	1.05	0.36		0.00	0.70	0.70	0.47		3.78
P28B	6.11	0.09	0.23	0.18	0.38	0.18	0.96	0.00	0.40	0.20	0.30	0.90	
			4.51	2.13	8.80	6.87		0.00	24.40	7.09	14.49		68.29
			0.11	0.09	0.38	0.18		0.00	0.40	0.20	0.15		1.51
P29	6.13	0.08	0.25	0.18	0.24	0.14	0.81	0.00	0.40	0.20	0.15	0.75	
			5.01	2.13	5.50	5.61		0.00	24.40	7.09	7.04		56.78
			0.13	0.09	0.24	0.14		0.00	0.40	0.20	0.07		1.27
P30	6.18	0.10	0.25	0.20	0.14	0.42	1.02	0.00	0.50	0.30	0.18	0.98	
			5.01	2.43	3.30	16.55		0.00	30.51	10.64	8.57		77.00
			0.13	0.10	0.14	0.42		0.00	0.50	0.30	0.09		1.68

Cuadro B-47. Continuación.

ID	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
													mmol L ⁻¹
P31	5.58	0.07	0.25	0.15	0.19	0.11	0.70	0.00	0.25	0.15	0.26	0.66	
			5.01	1.82	4.40	4.21		0.00	15.25	5.32	12.55		48.56
			0.13	0.08	0.19	0.11		0.00	0.25	0.15	0.13		1.03
P32	5.74	0.08	0.28	0.23	0.14	0.13	0.78	0.00	0.30	0.25	0.17	0.72	
			5.51	2.73	3.30	5.19		0.00	18.30	8.86	8.27		52.17
			0.14	0.11	0.14	0.13		0.00	0.30	0.25	0.09		1.16
P34	6.11	0.10	0.30	0.15	0.43	0.18	1.06	0.00	0.55	0.30	0.16	1.01	
			6.01	1.82	9.90	6.87		0.00	33.56	10.64	7.45		76.25
			0.15	0.08	0.43	0.18		0.00	0.55	0.30	0.08		1.76
P35	6.11	0.08	0.15	0.28	0.24	0.14	0.80	0.00	0.40	0.20	0.16	0.76	
			3.01	3.34	5.50	5.47		0.00	24.40	7.09	7.45		56.26
			0.08	0.14	0.24	0.14		0.00	0.40	0.20	0.08		1.27
P36	5.93	0.06	0.15	0.10	0.19	0.17	0.61	0.00	0.20	0.20	0.15	0.55	
			3.01	1.22	4.40	6.45		0.00	12.20	7.09	7.35		41.71
			0.08	0.05	0.19	0.17		0.00	0.20	0.20	0.08		0.96
P37	6.12	0.10	0.28	0.18	0.33	0.25	1.03	0.00	0.60	0.20	0.16	0.96	
			5.51	2.13	7.70	9.68		0.00	36.61	7.09	7.86		76.57
			0.14	0.09	0.33	0.25		0.00	0.60	0.20	0.08		1.69
Chila	5.22	0.07	0.25	0.10	0.24	0.10	0.69	0.00	0.30	0.20	0.13	0.63	
			5.01	1.22	5.50	4.07		0.00	18.30	7.09	6.22		47.41
			0.13	0.05	0.24	0.10		0.00	0.30	0.20	0.06		1.08

Cuadro B-48. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P1 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P1 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	5.89	0.10	0.30	0.20	0.29	0.24	1.03	0.00	0.50	0.30	0.19	0.99	
			6.01	2.43	6.60	9.40		0.00	30.51	10.64	9.18		74.76
			0.15	0.10	0.29	0.24		0.00	0.50	0.30	0.10		1.67
10-20	5.77	0.05	0.15	0.10	0.19	0.06	0.50	0.00	0.15	0.15	0.17	0.47	
			3.01	1.22	4.40	2.24		0.00	9.15	5.32	8.16		33.50
			0.08	0.05	0.19	0.06		0.00	0.15	0.15	0.08		0.76
20-30	5.78	0.04	0.13	0.08	0.19	0.04	0.43	0.00	0.10	0.15	0.15	0.40	
			2.51	0.91	4.40	1.40		0.00	6.10	5.32	7.35		27.98
			0.06	0.04	0.19	0.04		0.00	0.10	0.15	0.08		0.65
30-40	5.72	0.04	0.10	0.08	0.19	0.05	0.41	0.00	0.10	0.15	0.15	0.40	
			2.00	0.91	4.40	1.82		0.00	6.10	5.32	7.35		27.90
			0.05	0.04	0.19	0.05		0.00	0.10	0.15	0.08		0.65
40-50	5.63	0.03	0.10	0.05	0.14	0.05	0.34	0.00	0.10	0.10	0.13	0.33	
			2.00	0.61	3.30	1.96		0.00	6.10	3.55	6.12		23.64
			0.05	0.03	0.14	0.05		0.00	0.10	0.10	0.06		0.53
50-60	5.78	0.04	0.10	0.05	0.19	0.08	0.42	0.00	0.10	0.15	0.15	0.40	
			2.00	0.61	4.40	3.23		0.00	6.10	5.32	7.35		29.00
			0.05	0.03	0.19	0.08		0.00	0.10	0.15	0.08		0.68
60-70	5.77	0.04	0.10	0.05	0.19	0.06	0.40	0.00	0.10	0.13	0.15	0.38	
			2.00	0.61	4.40	2.38		0.00	6.10	4.43	7.24		27.17
			0.05	0.03	0.19	0.06		0.00	0.10	0.13	0.08		0.63
70-80	5.67	0.04	0.13	0.05	0.14	0.07	0.39	0.00	0.10	0.15	0.13	0.38	
			2.51	0.61	3.30	2.81		0.00	6.10	5.32	6.43		27.07
			0.06	0.03	0.14	0.07		0.00	0.10	0.15	0.07		0.62
80-90	5.92	0.04	0.10	0.05	0.19	0.06	0.41	0.00	0.20	0.18	0.01	0.39	
			2.00	0.61	4.40	2.52		0.00	12.20	6.20	0.51		28.45
			0.05	0.03	0.19	0.06		0.00	0.20	0.18	0.01		0.71
90-100	5.86	0.03	0.05	0.03	0.19	0.04	0.31	0.00	0.15	0.10	0.04	0.29	
			1.00	0.30	4.40	1.68		0.00	9.15	3.55	1.84		21.92
			0.03	0.01	0.19	0.04		0.00	0.15	0.10	0.02		0.54

Cuadro B-49. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P4 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P4 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	5.71	0.08	0.20	0.10	0.33	0.18	0.81	0.00	0.50	0.20	0.09	0.79	
			5.01	2.43	8.80	8.14		0.00	30.51	14.18	4.80		73.86
			0.13	0.10	0.38	0.21		0.00	0.50	0.40	0.05		1.77
10-20	5.57	0.06	0.15	0.15	0.19	0.11	0.60	0.00	0.35	0.18	0.06	0.58	
			3.01	1.82	4.40	4.21		0.00	21.35	6.20	2.86		43.85
			0.08	0.08	0.19	0.11		0.00	0.35	0.18	0.03		1.00
20-30	5.67	0.04	0.10	0.08	0.19	0.06	0.43	0.00	0.25	0.10	0.06	0.41	
			2.00	0.91	4.40	2.38		0.00	15.25	3.55	2.96		31.46
			0.05	0.04	0.19	0.06		0.00	0.25	0.10	0.03		0.72
30-40	5.66	0.04	0.13	0.05	0.19	0.04	0.40	0.00	0.25	0.10	0.04	0.39	
			2.51	0.61	4.40	1.40		0.00	15.25	3.55	2.04		29.75
			0.06	0.03	0.19	0.04		0.00	0.25	0.10	0.02		0.69
40-50	5.55	0.03	0.10	0.08	0.10	0.03	0.30	0.00	0.18	0.08	0.04	0.29	
			2.00	0.91	2.20	0.98		0.00	10.68	2.66	2.04		21.47
			0.05	0.04	0.10	0.03		0.00	0.18	0.08	0.02		0.48
50-60	5.34	0.02	0.06	0.06	0.10	0.01	0.23	0.00	0.13	0.05	0.04	0.22	
			1.25	0.76	2.20	0.42		0.00	7.63	1.77	2.04		16.07
			0.03	0.03	0.10	0.01		0.00	0.13	0.05	0.02		0.37
60-70	5.56	0.02	0.09	0.05	0.05	0.01	0.20	0.00	0.10	0.05	0.03	0.18	
			1.75	0.61	1.10	0.42		0.00	6.10	1.77	1.22		12.98
			0.04	0.03	0.05	0.01		0.00	0.10	0.05	0.01		0.29
70-80	5.92	0.02	0.10	0.05	0.05	0.01	0.21	0.00	0.13	0.05	0.03	0.20	
			2.00	0.61	1.10	0.28		0.00	7.63	1.77	1.22		14.62
			0.05	0.03	0.05	0.01		0.00	0.13	0.05	0.01		0.32

Cuadro B-50. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P15 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P15 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	5.66	0.06	0.13	0.08	0.33	0.08	0.61	0.00	0.40	0.10	0.07	0.57	
			2.51	0.91	7.70	3.09		0.00	24.40	3.55	3.16		45.31
			0.06	0.04	0.33	0.08		0.00	0.40	0.10	0.03		1.05
10-20	5.64	0.04	0.13	0.05	0.19	0.06	0.42	0.00	0.23	0.10	0.07	0.39	
			2.51	0.61	4.40	2.24		0.00	13.73	3.55	3.16		30.19
			0.06	0.03	0.19	0.06		0.00	0.23	0.10	0.03		0.69
20-30	5.62	0.04	0.10	0.08	0.19	0.05	0.41	0.00	0.23	0.10	0.07	0.39	
			2.00	0.91	4.40	1.82		0.00	13.73	3.55	3.16		29.57
			0.05	0.04	0.19	0.05		0.00	0.23	0.10	0.03		0.68
30-40	5.77	0.04	0.13	0.05	0.19	0.04	0.41	0.00	0.25	0.08	0.06	0.38	
			2.51	0.61	4.40	1.68		0.00	15.25	2.66	2.65		29.76
			0.06	0.03	0.19	0.04		0.00	0.25	0.08	0.03		0.67
40-50	5.76	0.03	0.06	0.04	0.19	0.04	0.33	0.00	0.20	0.08	0.03	0.31	
			1.25	0.46	4.40	1.40		0.00	12.20	2.66	1.63		24.00
			0.03	0.02	0.19	0.04		0.00	0.20	0.08	0.02		0.57
50-60	5.88	0.05	0.13	0.08	0.29	0.04	0.53	0.00	0.30	0.10	0.05	0.45	
			2.51	0.91	6.60	1.54		0.00	18.30	3.55	2.24		35.65
			0.06	0.04	0.29	0.04		0.00	0.30	0.10	0.02		0.85
60-70	5.93	0.03	0.08	0.05	0.19	0.03	0.34	0.00	0.20	0.08	0.03	0.31	
			1.50	0.61	4.40	1.05		0.00	12.20	2.66	1.63		24.06
			0.04	0.03	0.19	0.03		0.00	0.20	0.08	0.02		0.57
70-80	6.17	0.05	0.10	0.08	0.33	0.03	0.54	0.00	0.38	0.10	0.03	0.51	
			2.00	0.91	7.70	1.12		0.00	22.88	3.55	1.53		39.69
			0.05	0.04	0.33	0.03		0.00	0.38	0.10	0.02		0.94
80-90	5.63	0.03	0.10	0.03	0.19	0.03	0.34	0.00	0.20	0.08	0.05	0.33	
			2.00	0.30	4.40	1.05		0.00	12.20	2.66	2.45		25.07
			0.05	0.01	0.19	0.03		0.00	0.20	0.08	0.03		0.58
90-100	5.80	0.03	0.08	0.03	0.19	0.03	0.32	0.00	0.18	0.08	0.03	0.28	
			1.50	0.30	4.40	0.98		0.00	10.68	2.66	1.43		21.95
			0.04	0.01	0.19	0.03		0.00	0.18	0.08	0.01		0.53

Cuadro B-51. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P21 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P21 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.22	0.16	0.10	0.20	1.24	0.11	1.65	0.00	0.85	0.60	0.13	1.58	
			2.00	2.43	28.60	4.21		0.00	51.86	21.27	6.33	116.70	
			0.05	0.10	1.24	0.11		0.00	0.85	0.60	0.07	3.02	
10-20	6.32	0.14	0.08	0.13	1.15	0.06	1.41	0.00	0.75	0.50	0.12	1.37	
			1.50	1.52	26.40	2.24		0.00	45.76	17.73	5.82	100.97	
			0.04	0.06	1.15	0.06		0.00	0.75	0.50	0.06	2.62	
20-30	6.28	0.13	0.08	0.13	1.10	0.04	1.34	0.00	0.65	0.45	0.14	1.24	
			1.50	1.52	25.30	1.68		0.00	39.66	15.95	6.53	92.15	
			0.04	0.06	1.10	0.04		0.00	0.65	0.45	0.07	2.41	
30-40	6.25	0.13	0.08	0.13	1.10	0.03	1.33	0.00	0.63	0.48	0.14	1.24	
			1.50	1.52	25.30	0.98		0.00	38.13	16.84	6.53	90.81	
			0.04	0.06	1.10	0.03		0.00	0.63	0.48	0.07	2.39	
40-50	6.13	0.11	0.08	0.13	0.91	0.02	1.13	0.00	0.50	0.45	0.13	1.08	
			1.50	1.52	20.90	0.84		0.00	30.51	15.95	6.43	77.65	
			0.04	0.06	0.91	0.02		0.00	0.50	0.45	0.07	2.05	
50-60	6.36	0.11	0.05	0.20	0.81	0.03	1.10	0.00	0.45	0.45	0.10	1.00	
			1.00	2.43	18.70	1.26		0.00	27.45	15.95	4.69	71.50	
			0.03	0.10	0.81	0.03		0.00	0.45	0.45	0.05	1.92	
60-70	6.10	0.07	0.05	0.06	0.57	0.01	0.70	0.00	0.28	0.30	0.06	0.64	
			1.00	0.76	13.20	0.56		0.00	16.78	10.64	3.06	46.00	
			0.03	0.03	0.57	0.01		0.00	0.28	0.30	0.03	1.25	
70-80	5.98	0.08	0.05	0.05	0.67	0.02	0.79	0.00	0.30	0.35	0.07	0.72	
			1.00	0.61	15.40	0.70		0.00	18.30	12.41	3.57	51.99	
			0.03	0.03	0.67	0.02		0.00	0.30	0.35	0.04	1.42	
80-90	6.22	0.12	0.15	0.10	0.96	0.03	1.23	0.00	0.50	0.60	0.07	1.17	
			3.01	1.22	22.00	0.98		0.00	30.51	21.27	3.57	82.55	
			0.08	0.05	0.96	0.03		0.00	0.50	0.60	0.04	2.24	
90-100	6.20	0.11	0.13	0.08	0.86	0.03	1.09	0.00	0.48	0.50	0.07	1.05	
			2.51	0.91	19.80	1.26		0.00	28.98	17.73	3.47	74.65	
			0.06	0.04	0.86	0.03		0.00	0.48	0.50	0.04	2.00	

Cuadro B-52. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P24 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P24 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	5.63	0.59	2.85	1.15	1.53	0.40	5.93	0.00	1.05	2.08	2.72	5.84	
			57.11	13.97	35.20	15.71		0.00	64.06	73.56	130.61		390.23
			1.43	0.58	1.53	0.40		0.00	1.05	2.08	1.36		8.42
10-20	6.14	0.49	2.30	0.55	1.82	0.29	4.96	0.00	1.00	1.95	1.91	4.86	
			46.09	6.68	41.80	11.36		0.00	61.01	69.13	91.84		327.91
			1.15	0.28	1.82	0.29		0.00	1.00	1.95	0.96		7.44
20-30	6.30	0.49	2.10	0.50	2.10	0.20	4.90	0.00	1.05	1.75	2.06	4.86	
			42.08	6.08	48.40	7.71		0.00	64.06	62.04	98.98		329.35
			1.05	0.25	2.10	0.20		0.00	1.05	1.75	1.03		7.43
30-40	6.21	0.57	2.30	0.45	2.87	0.13	5.75	0.00	0.70	1.80	3.21	5.71	
			46.09	5.47	66.00	4.91		0.00	42.71	63.81	154.08		383.07
			1.15	0.23	2.87	0.13		0.00	0.70	1.80	1.60		8.47
40-50	6.20	0.65	2.30	0.50	3.63	0.09	6.52	0.00	0.75	1.95	3.78	6.48	
			46.09	6.08	83.60	3.37		0.00	45.76	69.13	181.63		435.66
			1.15	0.25	3.63	0.09		0.00	0.75	1.95	1.89		9.71
50-60	6.60	0.88	2.25	1.25	5.26	0.07	8.83	0.00	1.33	2.75	4.70	8.77	
			45.09	15.19	121.01	2.81		0.00	80.84	97.49	225.51		587.93
			1.13	0.63	5.26	0.07		0.00	1.33	2.75	2.35		13.51
60-70	6.63	1.00	3.00	1.30	5.64	0.05	10.00	0.00	1.45	2.95	5.55	9.95	
			60.12	15.80	129.81	2.10		0.00	88.46	104.58	266.33		667.19
			1.50	0.65	5.64	0.05		0.00	1.45	2.95	2.77		15.02
70-80	6.76	1.23	4.20	1.60	6.41	0.05	12.26	0.00	1.05	2.75	8.43	12.23	
			84.17	19.44	147.41	1.82		0.00	64.06	97.49	405.10		819.49
			2.10	0.80	6.41	0.05		0.00	1.05	2.75	4.22		17.37
80-90	6.81	1.33	4.70	1.70	6.79	0.04	13.23	0.00	0.95	2.85	9.35	13.15	
			94.19	20.66	156.21	1.54		0.00	57.96	101.03	448.98		880.57
			2.35	0.85	6.79	0.04		0.00	0.95	2.85	4.67		18.51
90-100	6.77	1.25	4.10	1.75	6.60	0.04	12.49	0.00	0.80	2.73	8.92	12.45	
			82.16	21.26	151.81	1.40		0.00	48.81	96.60	428.57		830.62
			2.05	0.88	6.60	0.04		0.00	0.80	2.73	4.46		17.55

Cuadro B-53. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P33 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P33 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.59	0.10	0.38	0.23	0.29	0.19	1.07	0.00	0.58	0.40	0.07	1.05	
			7.52	2.73	6.60	7.29		0.00	35.08	14.18	3.47	76.87	
			0.19	0.11	0.29	0.19		0.00	0.58	0.40	0.04	1.78	
10-20	6.37	0.09	0.33	0.15	0.29	0.19	0.95	0.00	0.53	0.30	0.09	0.91	
			6.51	1.82	6.60	7.43		0.00	32.03	10.64	4.18	69.22	
			0.16	0.08	0.29	0.19		0.00	0.53	0.30	0.04	1.58	
20-30	6.28	0.08	0.20	0.25	0.19	0.18	0.82	0.00	0.40	0.25	0.10	0.75	
			4.01	3.04	4.40	7.15		0.00	24.40	8.86	5.00	56.87	
			0.10	0.13	0.19	0.18		0.00	0.40	0.25	0.05	1.30	
30-40	6.37	0.09	0.23	0.23	0.24	0.22	0.90	0.00	0.40	0.23	0.22	0.84	
			4.51	2.73	5.50	8.42		0.00	24.40	7.98	10.51	64.05	
			0.11	0.11	0.24	0.22		0.00	0.40	0.23	0.11	1.41	
40-50	6.22	0.09	0.18	0.25	0.24	0.23	0.90	0.00	0.35	0.23	0.28	0.86	
			3.51	3.04	5.50	9.12		0.00	21.35	7.98	13.67	64.17	
			0.09	0.13	0.24	0.23		0.00	0.35	0.23	0.14	1.40	
50-60	6.35	0.08	0.20	0.20	0.19	0.20	0.79	0.00	0.35	0.18	0.22	0.75	
			4.01	2.43	4.40	7.85		0.00	21.35	6.20	10.61	56.86	
			0.10	0.10	0.19	0.20		0.00	0.35	0.18	0.11	1.23	
60-70	6.35	0.07	0.15	0.15	0.29	0.14	0.73	0.00	0.33	0.15	0.19	0.67	
			3.01	1.82	6.60	5.61		0.00	19.83	5.32	9.18	51.37	
			0.08	0.08	0.29	0.14		0.00	0.33	0.15	0.10	1.15	
70-80	6.38	0.06	0.10	0.10	0.29	0.15	0.63	0.00	0.33	0.15	0.07	0.55	
			2.00	1.22	6.60	5.75		0.00	19.83	5.32	3.57	44.29	
			0.05	0.05	0.29	0.15		0.00	0.33	0.15	0.04	1.05	
80-90	6.15	0.04	0.08	0.05	0.19	0.11	0.42	0.00	0.20	0.10	0.07	0.37	
			1.50	0.61	4.40	4.21		0.00	12.20	3.55	3.57	30.04	
			0.04	0.03	0.19	0.11		0.00	0.20	0.10	0.04	0.70	
90-100	6.41	0.05	0.10	0.10	0.19	0.09	0.48	0.00	0.28	0.10	0.07	0.45	
			2.00	1.22	4.40	3.65		0.00	16.78	3.55	3.47	35.06	
			0.05	0.05	0.19	0.09		0.00	0.28	0.10	0.04	0.80	

Cuadro B-54. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P38 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P38 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.26	0.18	0.65	0.35	0.29	0.49	1.77	0.00	1.10	0.55	0.10	1.75	
			13.03	4.25	6.60	19.08		0.00	67.11	19.50	4.69	134.26	
			0.33	0.18	0.29	0.49		0.00	1.10	0.55	0.05	2.97	
10-20	6.09	0.06	0.20	0.10	0.19	0.15	0.64	0.00	0.40	0.13	0.09	0.61	
			4.01	1.22	4.40	5.75		0.00	24.40	4.43	4.18	48.39	
			0.10	0.05	0.19	0.15		0.00	0.40	0.13	0.04	1.06	
20-30	6.09	0.05	0.15	0.10	0.19	0.08	0.52	0.00	0.30	0.10	0.10	0.50	
			3.01	1.22	4.40	2.95		0.00	18.30	3.55	4.80	38.21	
			0.08	0.05	0.19	0.08		0.00	0.30	0.10	0.05	0.84	
30-40	6.19	0.04	0.13	0.08	0.19	0.05	0.44	0.00	0.25	0.10	0.08	0.43	
			2.51	0.91	4.40	1.96		0.00	15.25	3.55	4.08	32.66	
			0.06	0.04	0.19	0.05		0.00	0.25	0.10	0.04	0.73	
40-50	5.75	0.04	0.13	0.08	0.19	0.04	0.43	0.00	0.20	0.08	0.14	0.41	
			2.51	0.91	4.40	1.68		0.00	12.20	2.66	6.53	30.89	
			0.06	0.04	0.19	0.04		0.00	0.20	0.08	0.07	0.68	
50-60	5.91	0.07	0.25	0.13	0.29	0.06	0.72	0.00	0.25	0.30	0.14	0.69	
			5.01	1.52	6.60	2.38		0.00	15.25	10.64	6.53	47.93	
			0.13	0.06	0.29	0.06		0.00	0.25	0.30	0.07	1.15	
60-70	5.98	0.05	0.20	0.10	0.19	0.05	0.54	0.00	0.20	0.10	0.21	0.51	
			4.01	1.22	4.40	1.96		0.00	12.20	3.55	10.20	37.54	
			0.10	0.05	0.19	0.05		0.00	0.20	0.10	0.11	0.80	
70-80	5.86	0.05	0.18	0.13	0.19	0.04	0.53	0.00	0.25	0.10	0.16	0.51	
			3.51	1.52	4.40	1.68		0.00	15.25	3.55	7.65	37.56	
			0.09	0.06	0.19	0.04		0.00	0.25	0.10	0.08	0.81	
80-90	6.02	0.05	0.09	0.11	0.29	0.05	0.53	0.00	0.25	0.10	0.16	0.51	
			1.75	1.37	6.60	1.82		0.00	15.25	3.55	7.65	37.99	
			0.04	0.06	0.29	0.05		0.00	0.25	0.10	0.08	0.86	
90-100	5.62	0.03	0.08	0.05	0.14	0.03	0.30	0.00	0.15	0.05	0.09	0.29	
			1.50	0.61	3.30	1.26		0.00	9.15	1.77	4.18	21.78	
			0.04	0.03	0.14	0.03		0.00	0.15	0.05	0.04	0.48	

Cuadro B-55. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 1 m de profundidad del sitio P38A (segundo muestreo).

ID P38A (cm)	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
0-10	6.42	0.17	0.53	0.33	0.43	0.43	1.71	0.00	1.00	0.50	0.14	1.64	
			10.52	3.95	9.90	16.69		0.00	61.01	17.73	6.84		126.63
			0.26	0.16	0.43	0.43		0.00	1.00	0.50	0.07		2.85
10-20	6.35	0.09	0.28	0.13	0.38	0.15	0.93	0.00	0.60	0.18	0.13	0.90	
			5.51	1.52	8.80	5.75		0.00	36.61	6.20	6.02		70.41
			0.14	0.06	0.38	0.15		0.00	0.60	0.18	0.06		1.57
20-30	6.28	0.07	0.15	0.15	0.33	0.10	0.73	0.00	0.50	0.10	0.10	0.70	
			3.01	1.82	7.70	3.79		0.00	30.51	3.55	5.00		55.37
			0.08	0.08	0.33	0.10		0.00	0.50	0.10	0.05		1.23
30-40	6.19	0.05	0.10	0.10	0.29	0.06	0.55	0.00	0.35	0.08	0.10	0.53	
			2.00	1.22	6.60	2.38		0.00	21.35	2.66	5.00		41.22
			0.05	0.05	0.29	0.06		0.00	0.35	0.08	0.05		0.93
40-50	6.05	0.04	0.05	0.05	0.29	0.05	0.44	0.00	0.28	0.05	0.10	0.43	
			1.00	0.61	6.60	2.10		0.00	16.78	1.77	4.90		33.76
			0.03	0.03	0.29	0.05		0.00	0.28	0.05	0.05		0.77
50-60	6.11	0.04	0.04	0.06	0.24	0.07	0.41	0.00	0.25	0.05	0.10	0.40	
			0.75	0.76	5.50	2.67		0.00	15.25	1.77	4.90		31.60
			0.02	0.03	0.24	0.07		0.00	0.25	0.05	0.05		0.71
60-70	6.00	0.04	0.08	0.03	0.24	0.06	0.40	0.00	0.20	0.05	0.13	0.38	
			1.50	0.30	5.50	2.24		0.00	12.20	1.77	6.02		29.55
			0.04	0.01	0.24	0.06		0.00	0.20	0.05	0.06		0.66
70-80	5.82	0.03	0.05	0.03	0.19	0.05	0.32	0.00	0.15	0.05	0.11	0.31	
			1.00	0.30	4.40	1.96		0.00	9.15	1.77	5.31		23.90
			0.03	0.01	0.19	0.05		0.00	0.15	0.05	0.06		0.53
80-90	5.96	0.04	0.06	0.04	0.24	0.05	0.39	0.00	0.20	0.05	0.11	0.36	
			1.25	0.46	5.50	1.96		0.00	12.20	1.77	5.31		28.45
			0.03	0.02	0.24	0.05		0.00	0.20	0.05	0.06		0.64
90-100	5.90	0.03	0.03	0.03	0.24	0.04	0.33	0.00	0.15	0.05	0.11	0.31	
			0.50	0.30	5.50	1.68		0.00	9.15	1.77	5.31		24.22
			0.01	0.01	0.24	0.04		0.00	0.15	0.05	0.06		0.56

Cuadro B-56. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P39 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	5.93	0.10	0.30	0.10	0.29	0.32	1.01	0.00	0.43	0.40	0.14	0.96	
			6.01	1.22	6.60	12.62		0.00	25.93	14.18	6.53		73.09
			0.15	0.05	0.29	0.32		0.00	0.43	0.40	0.07		1.70
10-20	5.83	0.06	0.15	0.10	0.19	0.18	0.62	0.00	0.25	0.20	0.14	0.59	
			3.01	1.22	4.40	7.01		0.00	15.25	7.09	6.53		44.51
			0.08	0.05	0.19	0.18		0.00	0.25	0.20	0.07		1.01
20-30	5.71	0.03	0.09	0.06	0.10	0.08	0.32	0.00	0.10	0.08	0.12	0.29	
			1.75	0.76	2.20	2.95		0.00	6.10	2.66	5.61		22.03
			0.04	0.03	0.10	0.08		0.00	0.10	0.08	0.06		0.48
30-40	5.82	0.04	0.13	0.08	0.14	0.07	0.41	0.00	0.15	0.13	0.12	0.39	
			2.51	0.91	3.30	2.67		0.00	9.15	4.43	5.61		28.58
			0.06	0.04	0.14	0.07		0.00	0.15	0.13	0.06		0.65
40-50	5.42	0.08	0.18	0.18	0.29	0.16	0.80	0.00	0.20	0.45	0.12	0.77	
			3.51	2.13	6.60	6.31		0.00	12.20	15.95	5.61		52.31
			0.09	0.09	0.29	0.16		0.00	0.20	0.45	0.06		1.33
50-60	6.10	0.16	0.50	0.30	0.53	0.27	1.60	0.00	0.20	1.10	0.25	1.55	
			10.02	3.65	12.10	10.52		0.00	12.20	39.00	11.94		99.42
			0.25	0.15	0.53	0.27		0.00	0.20	1.10	0.12		2.62
60-70	6.31	0.32	1.20	0.60	1.05	0.36	3.21	0.00	0.60	1.83	0.73	3.15	
			24.05	7.29	24.20	14.03		0.00	36.61	64.70	34.90		205.77
			0.60	0.30	1.05	0.36		0.00	0.60	1.83	0.36		5.10
70-80	6.42	0.20	0.55	0.30	0.96	0.22	2.02	0.00	0.40	1.00	0.58	1.98	
			11.02	3.65	22.00	8.42		0.00	24.40	35.45	27.86		132.80
			0.28	0.15	0.96	0.22		0.00	0.40	1.00	0.29		3.29
80-90	6.31	0.20	0.50	0.25	1.15	0.14	2.03	0.00	0.48	1.00	0.51	1.98	
			10.02	3.04	26.40	5.33		0.00	28.98	35.45	24.29		133.50
			0.25	0.13	1.15	0.14		0.00	0.48	1.00	0.25		3.39
90-100	6.52	0.19	0.40	0.20	1.24	0.09	1.93	0.00	0.45	0.90	0.52	1.87	
			8.02	2.43	28.60	3.51		0.00	27.45	31.91	25.10		127.02
			0.20	0.10	1.24	0.09		0.00	0.45	0.90	0.26		3.24
100-110	6.41	0.14	0.20	0.15	1.00	0.05	1.40	0.00	0.40	0.60	0.37	1.37	
			4.01	1.82	23.10	1.82		0.00	24.40	21.27	17.76		94.18
			0.10	0.08	1.00	0.05		0.00	0.40	0.60	0.18		2.41
110-120	6.45	0.15	0.20	0.15	1.10	0.04	1.49	0.00	0.40	0.70	0.34	1.44	
			4.01	1.82	25.30	1.68		0.00	24.40	24.82	16.12		98.16
			0.10	0.08	1.10	0.04		0.00	0.40	0.70	0.17		2.59
120-130	6.37	0.16	0.25	0.15	1.15	0.05	1.60	0.00	0.45	0.75	0.38	1.58	
			5.01	1.82	26.40	2.10		0.00	27.45	26.59	18.06		107.44
			0.13	0.08	1.15	0.05		0.00	0.45	0.75	0.19		2.79
130-140	6.23	0.16	0.25	0.15	1.15	0.05	1.60	0.00	0.40	0.73	0.45	1.57	
			5.01	1.82	26.40	1.96		0.00	24.40	25.70	21.43		106.73
			0.13	0.08	1.15	0.05		0.00	0.40	0.73	0.22		2.75
140-150	6.40	0.17	0.40	0.20	1.05	0.06	1.71	0.00	0.48	0.80	0.40	1.67	
			8.02	2.43	24.20	2.38		0.00	28.98	28.36	18.98		113.35
			0.20	0.10	1.05	0.06		0.00	0.48	0.80	0.20		2.89

Cuadro B-56. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P39 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	6.34	0.17	0.40	0.20	1.05	0.06	1.71	0.00	0.50	0.83	0.36	1.69	
			8.02	2.43	24.20	2.24		0.00	30.51	29.25	17.35		113.99
			0.20	0.10	1.05	0.06		0.00	0.50	0.83	0.18		2.92
160-170	6.15	0.18	0.50	0.20	1.05	0.05	1.81	0.00	0.50	0.90	0.37	1.77	
			10.02	2.43	24.20	2.10		0.00	30.51	31.91	17.76		118.92
			0.25	0.10	1.05	0.05		0.00	0.50	0.90	0.18		3.04
170-180	6.47	0.22	0.50	0.30	1.34	0.05	2.19	0.00	0.48	1.03	0.64	2.14	
			10.02	3.65	30.80	1.82		0.00	28.98	36.34	30.61		142.22
			0.25	0.15	1.34	0.05		0.00	0.48	1.03	0.32		3.60
180-190	6.70	0.23	0.65	0.25	1.34	0.06	2.30	0.00	0.65	1.13	0.48	2.26	
			13.03	3.04	30.80	2.52		0.00	39.66	39.88	23.16		152.09
			0.33	0.13	1.34	0.06		0.00	0.65	1.13	0.24		3.87
190-200	6.72	0.20	0.50	0.25	1.24	0.04	2.04	0.00	0.60	1.00	0.38	1.98	
			10.02	3.04	28.60	1.68		0.00	36.61	35.45	18.27		133.66
			0.25	0.13	1.24	0.04		0.00	0.60	1.00	0.19		3.45
200-210	6.65	0.20	0.50	0.25	1.24	0.05	2.04	0.00	0.60	1.00	0.36	1.96	
			10.02	3.04	28.60	1.96		0.00	36.61	35.45	17.35		133.03
			0.25	0.13	1.24	0.05		0.00	0.60	1.00	0.18		3.45
210-220	6.62	0.15	0.25	0.15	1.05	0.04	1.50	0.00	0.45	0.80	0.22	1.47	
			5.01	1.82	24.20	1.68		0.00	27.45	28.36	10.61		99.14
			0.13	0.08	1.05	0.04		0.00	0.45	0.80	0.11		2.66
220-230	6.53	0.15	0.25	0.15	1.05	0.04	1.50	0.00	0.45	0.83	0.20	1.47	
			5.01	1.82	24.20	1.68		0.00	27.45	29.25	9.59		99.01
			0.13	0.08	1.05	0.04		0.00	0.45	0.83	0.10		2.67
230-240	6.43	0.16	0.25	0.15	1.15	0.06	1.61	0.00	0.43	0.90	0.26	1.59	
			5.01	1.82	26.40	2.52		0.00	25.93	31.91	12.55		106.14
			0.13	0.08	1.15	0.06		0.00	0.43	0.90	0.13		2.87
240-250	6.37	0.14	0.30	0.10	0.96	0.06	1.41	0.00	0.40	0.73	0.26	1.38	
			6.01	1.22	22.00	2.24		0.00	24.40	25.70	12.45		94.03
			0.15	0.05	0.96	0.06		0.00	0.40	0.73	0.13		2.47
250-260	6.34	0.14	0.35	0.10	0.86	0.06	1.38	0.00	0.38	0.70	0.26	1.33	
			7.01	1.22	19.80	2.52		0.00	22.88	24.82	12.45		90.70
			0.18	0.05	0.86	0.06		0.00	0.38	0.70	0.13		2.36
260-270	6.26	0.12	0.25	0.13	0.77	0.06	1.20	0.00	0.30	0.65	0.23	1.18	
			5.01	1.52	17.60	2.24		0.00	18.30	23.04	11.02		78.74
			0.13	0.06	0.77	0.06		0.00	0.30	0.65	0.11		2.07
270-280	6.30	0.12	0.25	0.13	0.77	0.06	1.20	0.00	0.30	0.68	0.21	1.19	
			5.01	1.52	17.60	2.38		0.00	18.30	23.93	10.31		79.05
			0.13	0.06	0.77	0.06		0.00	0.30	0.68	0.11		2.10
280-290	6.14	0.12	0.25	0.10	0.77	0.08	1.20	0.00	0.30	0.68	0.20	1.18	
			5.01	1.22	17.60	3.23		0.00	18.30	23.93	9.80		79.08
			0.13	0.05	0.77	0.08		0.00	0.30	0.68	0.10		2.10
290-300	6.05	0.11	0.20	0.15	0.67	0.09	1.11	0.00	0.28	0.60	0.19	1.07	
			4.01	1.82	15.40	3.37		0.00	16.78	21.27	9.18		71.83
			0.10	0.08	0.67	0.09		0.00	0.28	0.60	0.10		1.90

Cuadro B-57. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P40 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.64	0.16	0.20	0.10	1.00	0.29	1.60	0.00	0.80	0.43	0.34	1.56	
			4.01	1.22	23.10	11.50		0.00	48.81	15.07	16.33		120.03
			0.10	0.05	1.00	0.29		0.00	0.80	0.43	0.17		2.84
10-20	6.50	0.10	0.13	0.08	0.72	0.11	1.03	0.00	0.50	0.28	0.24	1.01	
			2.51	0.91	16.50	4.35		0.00	30.51	9.75	11.43		75.95
			0.06	0.04	0.72	0.11		0.00	0.50	0.28	0.12		1.82
20-30	6.20	0.07	0.08	0.05	0.53	0.05	0.70	0.00	0.30	0.15	0.22	0.67	
			1.50	0.61	12.10	2.10		0.00	18.30	5.32	10.51		50.45
			0.04	0.03	0.53	0.05		0.00	0.30	0.15	0.11		1.20
30-40	6.25	0.08	0.08	0.03	0.67	0.04	0.81	0.00	0.30	0.25	0.23	0.78	
			1.50	0.30	15.40	1.68		0.00	18.30	8.86	11.02		57.08
			0.04	0.01	0.67	0.04		0.00	0.30	0.25	0.11		1.43
40-50	6.40	0.11	0.08	0.03	1.00	0.03	1.13	0.00	0.45	0.40	0.25	1.10	
			1.50	0.30	23.10	0.98		0.00	27.45	14.18	11.84		79.36
			0.04	0.01	1.00	0.03		0.00	0.45	0.40	0.12		2.05
50-60	6.60	0.15	0.10	0.10	1.29	0.03	1.52	0.00	0.60	0.55	0.30	1.45	
			2.00	1.22	29.70	1.12		0.00	36.61	19.50	14.39		104.53
			0.05	0.05	1.29	0.03		0.00	0.60	0.55	0.15		2.72
60-70	6.73	0.13	0.10	0.10	1.10	0.02	1.32	0.00	0.55	0.50	0.25	1.30	
			2.00	1.22	25.30	0.84		0.00	33.56	17.73	12.04		92.68
			0.05	0.05	1.10	0.02		0.00	0.55	0.50	0.13		2.40
70-80	6.81	0.17	0.08	0.08	1.53	0.02	1.70	0.00	0.68	0.60	0.39	1.67	
			1.50	0.91	35.20	0.70		0.00	41.18	21.27	18.88		119.65
			0.04	0.04	1.53	0.02		0.00	0.68	0.60	0.20		3.09
80-90	6.74	0.19	0.08	0.08	1.72	0.02	1.89	0.00	0.75	0.65	0.44	1.84	
			1.50	0.91	39.60	0.70		0.00	45.76	23.04	21.12		132.64
			0.04	0.04	1.72	0.02		0.00	0.75	0.65	0.22		3.43
90-100	7.21	0.26	0.18	0.13	2.30	0.01	2.61	0.00	0.90	0.85	0.79	2.54	
			3.51	1.52	52.80	0.42		0.00	54.91	30.13	37.86		181.15
			0.09	0.06	2.30	0.01		0.00	0.90	0.85	0.39		4.60
100-110	6.91	0.31	0.23	0.18	2.68	0.02	3.10	0.00	1.00	1.15	0.91	3.06	
			4.51	2.13	61.60	0.70		0.00	61.01	40.77	43.88		214.59
			0.11	0.09	2.68	0.02		0.00	1.00	1.15	0.46		5.50
110-120	6.87	0.37	0.30	0.30	3.06	0.04	3.70	0.00	1.25	1.50	0.93	3.68	
			6.01	3.65	70.40	1.40		0.00	76.26	53.18	44.90		255.80
			0.15	0.15	3.06	0.04		0.00	1.25	1.50	0.47		6.61
120-130	6.87	0.29	0.20	0.10	2.58	0.02	2.90	0.00	0.85	0.90	1.07	2.82	
			4.01	1.22	59.40	0.84		0.00	51.86	31.91	51.33		200.56
			0.10	0.05	2.58	0.02		0.00	0.85	0.90	0.53		5.04
130-140	6.77	0.27	0.18	0.13	2.39	0.01	2.70	0.00	0.85	0.90	0.88	2.63	
			3.51	1.52	55.00	0.42		0.00	51.86	31.91	42.14		186.36
			0.09	0.06	2.39	0.01		0.00	0.85	0.90	0.44		4.74
140-150	6.63	0.32	0.25	0.15	2.77	0.03	3.20	0.00	0.90	1.20	1.08	3.18	
			5.01	1.82	63.80	0.98		0.00	54.91	42.54	52.04		221.11
			0.13	0.08	2.77	0.03		0.00	0.90	1.20	0.54		5.64

Cuadro B-57. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P40 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	6.79	0.38	0.33	0.18	3.25	0.04	3.80	0.00	1.25	1.45	1.08	3.78	
			6.51	2.13	74.80	1.68		0.00	76.26	51.40	52.04		264.83
			0.16	0.09	3.25	0.04		0.00	1.25	1.45	0.54		6.79
160-170	6.91	0.31	0.20	0.10	2.77	0.02	3.10	0.00	0.95	1.05	1.08	3.08	
			4.01	1.22	63.80	0.84		0.00	57.96	37.22	51.73		216.78
			0.10	0.05	2.77	0.02		0.00	0.95	1.05	0.54		5.48
170-180	6.84	0.32	0.33	0.18	2.68	0.02	3.20	0.00	1.00	1.25	0.93	3.18	
			6.51	2.13	61.60	0.84		0.00	61.01	44.31	44.90		221.30
			0.16	0.09	2.68	0.02		0.00	1.00	1.25	0.47		5.67
180-190	6.70	0.28	0.25	0.15	2.39	0.03	2.82	0.00	0.80	0.95	1.01	2.76	
			5.01	1.82	55.00	0.98		0.00	48.81	33.68	48.37		193.67
			0.13	0.08	2.39	0.03		0.00	0.80	0.95	0.50		4.87
190-200	6.84	0.32	0.30	0.15	2.73	0.05	3.23	0.00	1.08	1.28	0.83	3.18	
			6.01	1.82	62.70	1.96		0.00	65.59	45.20	39.80		223.08
			0.15	0.08	2.73	0.05		0.00	1.08	1.28	0.41		5.77
200-210	6.71	0.25	0.23	0.13	2.10	0.04	2.49	0.00	0.70	0.90	0.87	2.47	
			4.51	1.52	48.40	1.54		0.00	42.71	31.91	41.73		172.32
			0.11	0.06	2.10	0.04		0.00	0.70	0.90	0.43		4.35
210-220	6.60	0.20	0.18	0.13	1.72	0.04	2.06	0.00	0.60	0.75	0.68	2.03	
			3.51	1.52	39.60	1.68		0.00	36.61	26.59	32.76		142.26
			0.09	0.06	1.72	0.04		0.00	0.60	0.75	0.34		3.61
220-230	6.48	0.20	0.18	0.13	1.67	0.05	2.02	0.00	0.43	0.70	0.86	1.99	
			3.51	1.52	38.50	1.96		0.00	25.93	24.82	41.33		137.56
			0.09	0.06	1.67	0.05		0.00	0.43	0.70	0.43		3.43
230-240	6.46	0.22	0.20	0.13	1.82	0.07	2.21	0.00	0.55	0.80	0.83	2.18	
			4.01	1.52	41.80	2.81		0.00	33.56	28.36	40.00		152.05
			0.10	0.06	1.82	0.07		0.00	0.55	0.80	0.42		3.82
240-250	6.37	0.20	0.18	0.18	1.63	0.04	2.02	0.00	0.58	0.80	0.62	1.99	
			3.51	2.13	37.40	1.68		0.00	35.08	28.36	29.69		137.85
			0.09	0.09	1.63	0.04		0.00	0.58	0.80	0.31		3.53
250-260	6.51	0.21	0.18	0.15	1.72	0.07	2.11	0.00	0.60	0.88	0.60	2.08	
			3.51	1.82	39.60	2.67		0.00	36.61	31.02	28.88		144.10
			0.09	0.08	1.72	0.07		0.00	0.60	0.88	0.30		3.73
260-270	6.71	0.23	0.15	0.20	1.87	0.10	2.31	0.00	0.70	0.95	0.62	2.27	
			3.01	2.43	42.90	3.79		0.00	42.71	33.68	29.90		158.41
			0.08	0.10	1.87	0.10		0.00	0.70	0.95	0.31		4.10
270-280	6.65	0.23	0.15	0.20	1.87	0.09	2.30	0.00	0.70	0.95	0.61	2.26	
			3.01	2.43	42.90	3.51		0.00	42.71	33.68	29.18		157.41
			0.08	0.10	1.87	0.09		0.00	0.70	0.95	0.30		4.08
280-290	6.61	0.24	0.20	0.13	2.01	0.07	2.40	0.00	0.65	0.80	0.91	2.36	
			4.01	1.52	46.20	2.67		0.00	39.66	28.36	43.57		165.98
			0.10	0.06	2.01	0.07		0.00	0.65	0.80	0.45		4.14
290-300	6.63	0.21	0.15	0.15	1.72	0.08	2.10	0.00	0.50	0.75	0.82	2.07	
			3.01	1.82	39.60	3.09		0.00	30.51	26.59	39.59		144.20
			0.08	0.08	1.72	0.08		0.00	0.50	0.75	0.41		3.61

Cuadro B-58. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P41 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.22	0.12	0.33	0.23	0.43	0.23	1.21	0.00	0.60	0.50	0.09	1.19	
			6.51	2.73	9.90	9.12		0.00	36.61	17.73	4.29	86.88	
			0.16	0.11	0.43	0.23		0.00	0.60	0.50	0.04	2.08	
10-20	6.08	0.06	0.15	0.10	0.24	0.12	0.61	0.00	0.33	0.20	0.06	0.59	
			3.01	1.22	5.50	4.63		0.00	19.83	7.09	2.96	44.23	
			0.08	0.05	0.24	0.12		0.00	0.33	0.20	0.03	1.04	
20-30	6.05	0.05	0.13	0.13	0.19	0.09	0.53	0.00	0.28	0.18	0.06	0.51	
			2.51	1.52	4.40	3.51		0.00	16.78	6.20	2.96	37.87	
			0.06	0.06	0.19	0.09		0.00	0.28	0.18	0.03	0.89	
30-40	6.07	0.04	0.13	0.08	0.14	0.07	0.41	0.00	0.20	0.13	0.06	0.39	
			2.51	0.91	3.30	2.67		0.00	12.20	4.43	3.06	29.08	
			0.06	0.04	0.14	0.07		0.00	0.20	0.13	0.03	0.67	
40-50	5.78	0.03	0.10	0.05	0.14	0.04	0.33	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			2.00	0.61	3.30	1.40		0.00	9.15	3.55	2.45	22.46	
			0.05	0.03	0.14	0.04		0.00	0.15	0.10	0.03	0.53	
50-60	5.91	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			2.00	0.61	3.30	1.12		0.00	9.15	3.55	2.55	22.28	
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.15	0.10	0.03	0.52	
60-70	5.75	0.03	0.10	0.08	0.10	0.03	0.30	0.00	0.13	0.10	0.05	0.28	
			2.00	0.91	2.20	1.12		0.00	7.63	3.55	2.55	19.96	
			0.05	0.04	0.10	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03	0.46	
70-80	5.90	0.03	0.08	0.08	0.14	0.03	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			1.50	0.91	3.30	0.98		0.00	9.15	3.55	2.45	21.84	
			0.04	0.04	0.14	0.03		0.00	0.15	0.10	0.03	0.52	
80-90	5.80	0.03	0.08	0.08	0.14	0.02	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			1.50	0.91	3.30	0.84		0.00	9.15	3.55	2.45	21.70	
			0.04	0.04	0.14	0.02		0.00	0.15	0.10	0.03	0.52	
90-100	5.93	0.03	0.06	0.09	0.14	0.03	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			1.25	1.06	3.30	0.98		0.00	9.15	3.55	2.45	21.74	
			0.03	0.04	0.14	0.03		0.00	0.15	0.10	0.03	0.52	
100-110	5.93	0.03	0.10	0.05	0.14	0.02	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			2.00	0.61	3.30	0.84		0.00	9.15	3.55	2.45	21.90	
			0.05	0.03	0.14	0.02		0.00	0.15	0.10	0.03	0.52	
110-120	5.83	0.03	0.10	0.05	0.14	0.02	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			2.00	0.61	3.30	0.84		0.00	9.15	3.55	2.45	21.90	
			0.05	0.03	0.14	0.02		0.00	0.15	0.10	0.03	0.52	
120-130	5.69	0.03	0.08	0.08	0.14	0.02	0.32	0.00	0.13	0.10	0.07	0.29	
			1.50	0.91	3.30	0.84		0.00	7.63	3.55	3.27	20.99	
			0.04	0.04	0.14	0.02		0.00	0.13	0.10	0.03	0.50	
130-140	5.73	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.07	0.29	
			2.00	0.61	3.30	1.12		0.00	7.63	3.55	3.16	21.37	
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03	0.51	
140-150	5.75	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.15	0.10	0.05	0.30	
			2.00	0.61	3.30	0.98		0.00	9.15	3.55	2.24	21.83	
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.15	0.10	0.02	0.52	

Cuadro B-58. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P41 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	5.52	0.02	0.08	0.03	0.10	0.02	0.21	0.00	0.05	0.05	0.08	0.18	
			1.50	0.30	2.20	0.70		0.00	3.05	1.77	3.98		13.51
			0.04	0.01	0.10	0.02		0.00	0.05	0.05	0.04		0.31
160-170	5.81	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.07	0.29	
			2.00	0.61	3.30	0.98		0.00	7.63	3.55	3.16		21.23
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03		0.50
170-180	6.00	0.04	0.10	0.08	0.19	0.04	0.41	0.00	0.18	0.15	0.07	0.39	
			2.00	0.91	4.40	1.68		0.00	10.68	5.32	3.27		28.26
			0.05	0.04	0.19	0.04		0.00	0.18	0.15	0.03		0.68
180-190	5.84	0.03	0.08	0.08	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.07	0.29	
			1.50	0.91	3.30	1.12		0.00	7.63	3.55	3.16		21.17
			0.04	0.04	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03		0.51
190-200	6.00	0.04	0.10	0.13	0.14	0.03	0.40	0.00	0.18	0.13	0.07	0.37	
			2.00	1.52	3.30	1.12		0.00	10.68	4.43	3.16		26.22
			0.05	0.06	0.14	0.03		0.00	0.18	0.13	0.03		0.62
200-210	5.94	0.05	0.13	0.15	0.19	0.05	0.52	0.00	0.25	0.18	0.06	0.49	
			2.51	1.82	4.40	2.10		0.00	15.25	6.20	3.06		35.35
			0.06	0.08	0.19	0.05		0.00	0.25	0.18	0.03		0.84
210-220	5.91	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.06	0.29	
			2.00	0.61	3.30	1.12		0.00	7.63	3.55	3.06		21.27
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03		0.50
220-230	6.02	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.06	0.29	
			2.00	0.61	3.30	0.98		0.00	7.63	3.55	3.06		21.13
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03		0.50
230-240	5.90	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.06	0.29	
			2.00	0.61	3.30	0.98		0.00	7.63	3.55	3.06		21.13
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03		0.50
240-250	5.93	0.03	0.10	0.05	0.14	0.03	0.32	0.00	0.13	0.10	0.06	0.29	
			2.00	0.61	3.30	1.12		0.00	7.63	3.55	3.06		21.27
			0.05	0.03	0.14	0.03		0.00	0.13	0.10	0.03		0.50
250-260	6.07	0.04	0.10	0.10	0.19	0.02	0.41	0.00	0.20	0.13	0.06	0.39	
			2.00	1.22	4.40	0.84		0.00	12.20	4.43	3.06		28.16
			0.05	0.05	0.19	0.02		0.00	0.20	0.13	0.03		0.67
260-270	5.98	0.03	0.10	0.05	0.14	0.02	0.32	0.00	0.13	0.10	0.06	0.29	
			2.00	0.61	3.30	0.84		0.00	7.63	3.55	3.06		20.99
			0.05	0.03	0.14	0.02		0.00	0.13	0.10	0.03		0.50
270-280	5.91	0.03	0.08	0.05	0.14	0.02	0.29	0.00	0.13	0.08	0.07	0.27	
			1.50	0.61	3.30	0.84		0.00	7.63	2.66	3.57		20.11
			0.04	0.03	0.14	0.02		0.00	0.13	0.08	0.04		0.46
280-290	6.11	0.03	0.10	0.03	0.14	0.02	0.29	0.00	0.13	0.08	0.07	0.27	
			2.00	0.30	3.30	0.84		0.00	7.63	2.66	3.47		20.20
			0.05	0.01	0.14	0.02		0.00	0.13	0.08	0.04		0.46
290-300	5.94	0.03	0.10	0.00	0.19	0.02	0.31	0.00	0.13	0.08	0.07	0.27	
			2.00	0.00	4.40	0.70		0.00	7.63	2.66	3.47		20.86
			0.05	0.00	0.19	0.02		0.00	0.13	0.08	0.04		0.50

Cuadro B-59. Análisis químico de los extractos en relación 1:5 a 3 m de profundidad del sitio P42 (segundo muestreo).

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
0-10	6.30	0.14	0.25	0.13	0.57	0.46	1.40	0.00	0.80	0.40	0.17	1.37	
			5.01	1.52	13.20	17.81		0.00	48.81	14.18	7.96	108.49	
			0.13	0.06	0.57	0.46		0.00	0.80	0.40	0.08	2.50	
10-20	6.15	0.08	0.10	0.08	0.48	0.16	0.81	0.00	0.50	0.15	0.14	0.79	
			2.00	0.91	11.00	6.17		0.00	30.51	5.32	6.73	62.64	
			0.05	0.04	0.48	0.16		0.00	0.50	0.15	0.07	1.44	
20-30	6.08	0.06	0.08	0.05	0.38	0.09	0.60	0.00	0.30	0.15	0.14	0.59	
			1.50	0.61	8.80	3.51		0.00	18.30	5.32	6.73	44.77	
			0.04	0.03	0.38	0.09		0.00	0.30	0.15	0.07	1.05	
30-40	6.07	0.05	0.08	0.08	0.29	0.08	0.52	0.00	0.23	0.13	0.14	0.49	
			1.50	0.91	6.60	3.09		0.00	13.73	4.43	6.73	36.99	
			0.04	0.04	0.29	0.08		0.00	0.23	0.13	0.07	0.86	
40-50	6.07	0.05	0.08	0.05	0.33	0.06	0.52	0.00	0.23	0.15	0.12	0.50	
			1.50	0.61	7.70	2.52		0.00	13.73	5.32	5.82	37.20	
			0.04	0.03	0.33	0.06		0.00	0.23	0.15	0.06	0.90	
50-60	5.86	0.04	0.08	0.03	0.24	0.06	0.40	0.00	0.15	0.10	0.12	0.37	
			1.50	0.30	5.50	2.24		0.00	9.15	3.55	5.82	28.06	
			0.04	0.01	0.24	0.06		0.00	0.15	0.10	0.06	0.66	
60-70	5.84	0.04	0.05	0.05	0.24	0.05	0.39	0.00	0.15	0.10	0.12	0.37	
			1.00	0.61	5.50	2.10		0.00	9.15	3.55	5.71	27.62	
			0.03	0.03	0.24	0.05		0.00	0.15	0.10	0.06	0.65	
70-80	5.88	0.04	0.05	0.05	0.24	0.06	0.40	0.00	0.13	0.15	0.10	0.37	
			1.00	0.61	5.50	2.38		0.00	7.63	5.32	4.69	27.13	
			0.03	0.03	0.24	0.06		0.00	0.13	0.15	0.05	0.67	
80-90	5.78	0.04	0.08	0.03	0.24	0.05	0.39	0.00	0.13	0.13	0.11	0.36	
			1.50	0.30	5.50	2.10		0.00	7.63	4.43	5.41	26.88	
			0.04	0.01	0.24	0.05		0.00	0.13	0.13	0.06	0.65	
90-100	5.95	0.03	0.05	0.03	0.19	0.06	0.32	0.00	0.10	0.10	0.11	0.31	
			1.00	0.30	4.40	2.24		0.00	6.10	3.55	5.31	22.90	
			0.03	0.01	0.19	0.06		0.00	0.10	0.10	0.06	0.54	
100-110	5.72	0.03	0.05	0.03	0.19	0.04	0.31	0.00	0.10	0.08	0.11	0.29	
			1.00	0.30	4.40	1.68		0.00	6.10	2.66	5.31	21.46	
			0.03	0.01	0.19	0.04		0.00	0.10	0.08	0.06	0.50	
110-120	6.58	0.04	0.10	0.05	0.19	0.07	0.41	0.00	0.18	0.10	0.11	0.38	
			2.00	0.61	4.40	2.67		0.00	10.68	3.55	5.20	29.10	
			0.05	0.03	0.19	0.07		0.00	0.18	0.10	0.05	0.66	
120-130	6.29	0.04	0.10	0.05	0.19	0.07	0.41	0.00	0.18	0.10	0.11	0.38	
			2.00	0.61	4.40	2.81		0.00	10.68	3.55	5.20	29.24	
			0.05	0.03	0.19	0.07		0.00	0.18	0.10	0.05	0.67	
130-140	5.87	0.03	0.08	0.05	0.14	0.06	0.33	0.00	0.13	0.08	0.10	0.30	
			1.50	0.61	3.30	2.38		0.00	7.63	2.66	4.59	22.67	
			0.04	0.03	0.14	0.06		0.00	0.13	0.08	0.05	0.51	
140-150	5.82	0.04	0.08	0.08	0.19	0.06	0.41	0.00	0.15	0.10	0.13	0.38	
			1.50	0.91	4.40	2.52		0.00	9.15	3.55	6.33	28.36	
			0.04	0.04	0.19	0.06		0.00	0.15	0.10	0.07	0.65	

Cuadro B-59. Continuación.

ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹
P42 (cm)		dS m ⁻¹											mmol L ⁻¹
150-160	5.80	0.04	0.10	0.05	0.19	0.07	0.41	0.00	0.15	0.13	0.11	0.38	
			2.00	0.61	4.40	2.67		0.00	9.15	4.43	5.20		28.46
			0.05	0.03	0.19	0.07		0.00	0.15	0.13	0.05		0.66
160-170	6.39	0.06	0.10	0.10	0.33	0.07	0.61	0.00	0.28	0.15	0.16	0.58	
			2.00	1.22	7.70	2.81		0.00	16.78	5.32	7.55		43.37
			0.05	0.05	0.33	0.07		0.00	0.28	0.15	0.08		1.01
170-180	5.95	0.03	0.08	0.05	0.14	0.06	0.33	0.00	0.10	0.10	0.10	0.30	
			1.50	0.61	3.30	2.52		0.00	6.10	3.55	4.90		22.48
			0.04	0.03	0.14	0.06		0.00	0.10	0.10	0.05		0.52
180-190	5.74	0.04	0.05	0.10	0.19	0.06	0.40	0.00	0.15	0.13	0.10	0.37	
			1.00	1.22	4.40	2.24		0.00	9.15	4.43	4.80		27.24
			0.03	0.05	0.19	0.06		0.00	0.15	0.13	0.05		0.65
190-200	6.08	0.03	0.08	0.03	0.14	0.05	0.30	0.00	0.10	0.08	0.10	0.28	
			1.50	0.30	3.30	2.10		0.00	6.10	2.66	4.90		20.87
			0.04	0.01	0.14	0.05		0.00	0.10	0.08	0.05		0.47
200-210	5.98	0.03	0.08	0.03	0.14	0.05	0.29	0.00	0.10	0.08	0.10	0.27	
			1.50	0.30	3.30	1.82		0.00	6.10	2.66	4.80		20.49
			0.04	0.01	0.14	0.05		0.00	0.10	0.08	0.05		0.47
210-220	6.13	0.04	0.10	0.05	0.19	0.06	0.40	0.00	0.18	0.10	0.10	0.38	
			2.00	0.61	4.40	2.24		0.00	10.68	3.55	4.90		28.38
			0.05	0.03	0.19	0.06		0.00	0.18	0.10	0.05		0.65
220-230	5.81	0.03	0.05	0.05	0.19	0.04	0.33	0.00	0.13	0.08	0.10	0.30	
			1.00	0.61	4.40	1.68		0.00	7.63	2.66	4.90		22.88
			0.03	0.03	0.19	0.04		0.00	0.13	0.08	0.05		0.54
230-240	5.71	0.03	0.05	0.03	0.19	0.04	0.30	0.00	0.13	0.05	0.10	0.28	
			1.00	0.30	4.40	1.40		0.00	7.63	1.77	4.90		21.41
			0.03	0.01	0.19	0.04		0.00	0.13	0.05	0.05		0.49
240-250	5.99	0.03	0.05	0.05	0.19	0.04	0.33	0.00	0.13	0.08	0.10	0.30	
			1.00	0.61	4.40	1.54		0.00	7.63	2.66	5.00		22.84
			0.03	0.03	0.19	0.04		0.00	0.13	0.08	0.05		0.53
250-260	5.83	0.03	0.05	0.03	0.19	0.04	0.30	0.00	0.13	0.05	0.10	0.28	
			1.00	0.30	4.40	1.40		0.00	7.63	1.77	5.00		21.51
			0.03	0.01	0.19	0.04		0.00	0.13	0.05	0.05		0.49
260-270	5.75	0.03	0.05	0.03	0.19	0.04	0.30	0.00	0.13	0.05	0.11	0.28	
			1.00	0.30	4.40	1.40		0.00	7.63	1.77	5.10		21.61
			0.03	0.01	0.19	0.04		0.00	0.13	0.05	0.05		0.49
270-280	5.85	0.03	0.05	0.05	0.14	0.04	0.28	0.00	0.10	0.05	0.11	0.26	
			1.00	0.61	3.30	1.54		0.00	6.10	1.77	5.10		19.43
			0.03	0.03	0.14	0.04		0.00	0.10	0.05	0.05		0.44
280-290	5.90	0.03	0.05	0.05	0.19	0.04	0.33	0.00	0.13	0.08	0.11	0.31	
			1.00	0.61	4.40	1.40		0.00	7.63	2.66	5.20		22.90
			0.03	0.03	0.19	0.04		0.00	0.13	0.08	0.05		0.53
290-300	5.90	0.03	0.05	0.05	0.14	0.03	0.28	0.00	0.10	0.05	0.11	0.26	
			1.00	0.61	3.30	1.26		0.00	6.10	1.77	5.20		19.25
			0.03	0.03	0.14	0.03		0.00	0.10	0.05	0.05		0.43

Cuadro B-60. Concentración de boro de los extractos a saturación a 0.30 m de profundidad.

Primer muestreo		Segundo muestreo	
ID	B mg L ⁻¹	ID	B mg L ⁻¹
P2	0.18	P1A	0.00
P3	0.16	P1B	0.18
P5	0.21	P4A	0.10
P6	0.22	P4B	0.22
P7	0.08	P4C	0.09
P8	0.24	P8	0.03
P9	0.16	P9	0.11
P10	0.15	P10	0.04
P11	0.07	P11	0.05
P12	0.13	P12	0.05
P13	0.07	P13	0.09
P14	0.10	P14	0.04
P16	0.18	P16	0.08
P17	0.26	P17	0.04
P18	0.26	P18	0.08
P19	1.23	P19	0.28
P20	0.26	P19A	0.20
P22	0.23	P20	0.43
P23	0.13	P22A	0.08
P25	0.13	P23	0.08
P26	0.09	P24A	0.11
P27	0.14	P25	0.07
P28	0.14	P26	0.20
P29	0.11	P27	0.06
P30	0.11	P27A	0.17
P31	0.16	P28	0.11
P32	0.08	P28A	0.20
P34	0.14	P28B	0.05
P35	0.28	P29	0.05
P37	0.14	P30	0.05
***	***	P31	0.04
***	***	P32	0.05
***	***	P34	0.13
***	***	P35	0.09
***	***	P36	0.09
***	***	P37	0.09
***	***	Chila	0.00

Cuadro B-61. Concentración de boro de los extractos a saturación a 1 m de profundidad (primer muestreo).

ID	P1	P4	P15	P21	P24	P33	P36	P38
cm	B mg L⁻¹							
0-10	0.10	0.09	0.25	0.45	0.10	0.14	0.30	0.14
10-20	0.14	0.09	0.29	0.26	0.20	0.14	0.06	0.35
20-30	0.06	0.05	0.18	0.26	0.09	0.00	0.06	0.34
30-40	0.07	0.10	0.21	0.20	0.00	0.03	0.05	0.34
40-50	0.10	0.10	0.21	0.26	0.00	0.00	0.02	0.30
50-60	0.07	0.10	0.21	0.20	0.00	0.00	0.03	0.26
60-70	0.12	0.07	0.14	0.23	0.00	0.16	0.20	0.27
70-80	0.09	0.10	0.14	0.18	0.09	0.21	0.15	0.37
80-90	0.39	0.09	0.11	0.19	0.03	0.05	0.20	0.37
90-100	0.00	0.05	0.11	0.18	0.31	0.24	0.24	0.37
100-110	***	***	***	***	0.14	***	***	***

Cuadro B-62. Concentración de boro de los extractos a saturación a 1 m de profundidad (segundo muestreo).

ID	P1	P4	P15	P21	P24	P33	P38	P38A
cm	B mg L⁻¹							
0-10	0.13	0.83	0.16	0.10	0.08	0.18	0.10	0.19
10-20	0.07	0.44	0.20	0.10	0.13	0.14	0.10	0.05
20-30	0.08	0.48	0.11	0.10	0.10	0.14	0.07	0.05
30-40	0.07	0.44	0.11	0.06	0.10	0.10	0.25	0.09
40-50	0.20	1.23	0.11	0.06	0.09	0.19	0.13	0.10
50-60	0.06	0.40	0.11	0.06	0.09	0.11	0.08	0.21
60-70	0.01	0.04	0.08	0.09	0.09	0.11	0.08	0.31
70-80	0.01	0.04	0.08	0.03	0.09	0.04	0.08	0.31
80-90	0.02	***	0.08	0.03	0.09	0.05	0.08	0.21
90-100	0.00	***	0.04	0.03	0.15	0.05	0.08	0.24

Cuadro B-63. Concentración de boro de los extractos a saturación a 3 m de profundidad.

ID cm	Primer muestreo				Segundo muestreo			
	P39	P40	P41	P42	P39	P40	P41	P42
B mg L ⁻¹								
0-10	0.43	0.25	0.45	0.37	0.16	0.23	0.40	0.42
10-20	0.23	0.21	0.45	0.45	0.17	0.14	0.34	0.36
20-30	0.22	0.24	0.50	0.28	0.17	0.08	0.35	0.36
30-40	0.31	0.20	0.43	0.34	0.12	0.12	0.35	0.36
40-50	0.30	0.16	0.40	0.26	0.09	0.12	0.29	0.35
50-60	0.30	0.12	0.34	0.31	0.09	0.12	0.35	0.27
60-70	0.30	0.26	0.41	0.37	0.19	0.12	0.35	0.33
70-80	0.30	0.09	0.33	0.31	0.29	0.16	0.34	0.30
80-90	0.41	0.03	0.37	0.25	0.32	0.21	0.31	0.23
90-100	0.37	0.18	0.43	0.28	0.32	0.22	0.31	0.26
100-110	0.30	0.07	0.37	0.28	0.32	0.21	0.39	0.26
110-120	0.51	0.07	0.28	0.28	0.29	0.21	0.28	0.30
120-130	0.39	0.07	0.27	0.29	0.20	0.22	0.35	0.30
130-140	0.51	0.18	0.24	0.29	0.20	0.33	0.32	0.26
140-150	0.46	0.10	0.23	0.30	0.20	0.33	0.35	0.33
150-160	0.45	0.10	0.24	0.29	0.13	0.21	0.43	0.33
160-170	0.45	0.13	0.20	0.26	0.14	0.22	0.29	0.28
170-180	0.45	0.07	0.28	0.26	0.13	0.47	0.31	0.28
180-190	0.45	0.14	0.12	0.26	0.13	0.42	0.31	0.28
190-200	0.63	0.10	0.22	0.22	0.13	0.41	0.31	0.31
200-210	0.45	0.10	0.16	0.21	0.16	0.42	0.35	0.31
210-220	0.45	0.10	0.15	0.10	0.16	0.51	0.35	0.28
220-230	0.39	0.16	0.16	0.27	0.16	0.40	0.35	0.29
230-240	0.43	0.12	0.16	0.22	0.16	0.47	0.34	0.28
240-250	0.43	0.32	0.47	0.22	0.12	0.43	0.34	0.26
250-260	0.43	0.16	0.39	0.22	0.12	0.43	0.33	0.30
260-270	***	0.16	0.38	0.27	0.12	0.43	0.34	0.30
270-280	0.39	0.15	0.30	0.28	0.11	0.43	0.34	0.34
280-290	0.39	0.09	0.37	0.28	0.06	0.40	0.34	0.29
290-300	***	0.09	0.37	0.22	0.09	0.40	0.34	0.29

Cuadro B-65. Contenido de carbonato de calcio (CaCO₃) en los perfiles de suelo de 3m de profundidad del segundo muestreo.

ID cm	P1	P2	P3	P4
	% CaCO ₃			
0-10	22.04	21.80	21.25	21.70
10-20	21.98	21.83	21.39	21.39
20-30	22.15	21.90	21.20	21.37
30-40	22.19	21.86	21.17	21.19
40-50	22.08	22.09	21.13	20.86
50-60	21.97	21.61	20.80	20.89
60-70	22.03	21.94	21.32	21.06
70-80	22.01	21.95	21.08	21.11
80-90	21.96	21.89	21.11	21.26
90-100	22.02	21.74	21.18	21.39
100-110	22.16	21.80	21.67	21.32
110-120	21.94	21.92	21.26	21.29
120-130	22.17	21.96	21.21	21.36
130-140	21.76	22.00	21.38	21.63
140-150	21.70	21.81	21.42	21.63
150-160	21.99	21.70	21.75	21.50
160-170	21.79	21.76	21.57	21.32
170-180	22.02	21.57	21.28	21.32
180-190	21.73	21.68	21.56	21.42
190-200	21.96	21.76	21.33	21.60
200-210	21.78	21.28	21.39	21.86
210-220	21.81	21.15	21.20	21.71
220-230	21.78	21.56	21.28	21.39
230-240	21.72	21.28	21.15	21.47
240-250	21.65	21.06	21.19	21.78
250-260	21.58	20.87	21.29	21.87
260-270	21.82	20.67	21.35	21.59
270-280	21.65	20.92	21.64	21.52
280-290	21.62	20.95	21.21	21.62
290-300	22.07	20.93	21.34	21.50

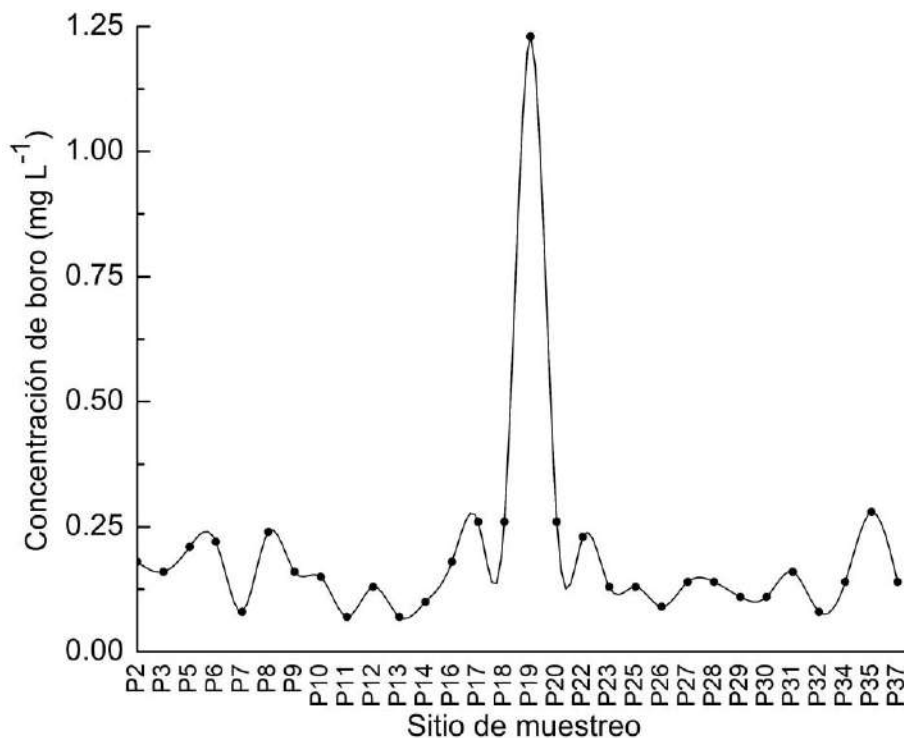


Figura B-1. Concentración de boro en los sitios de 30 cm de profundidad del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

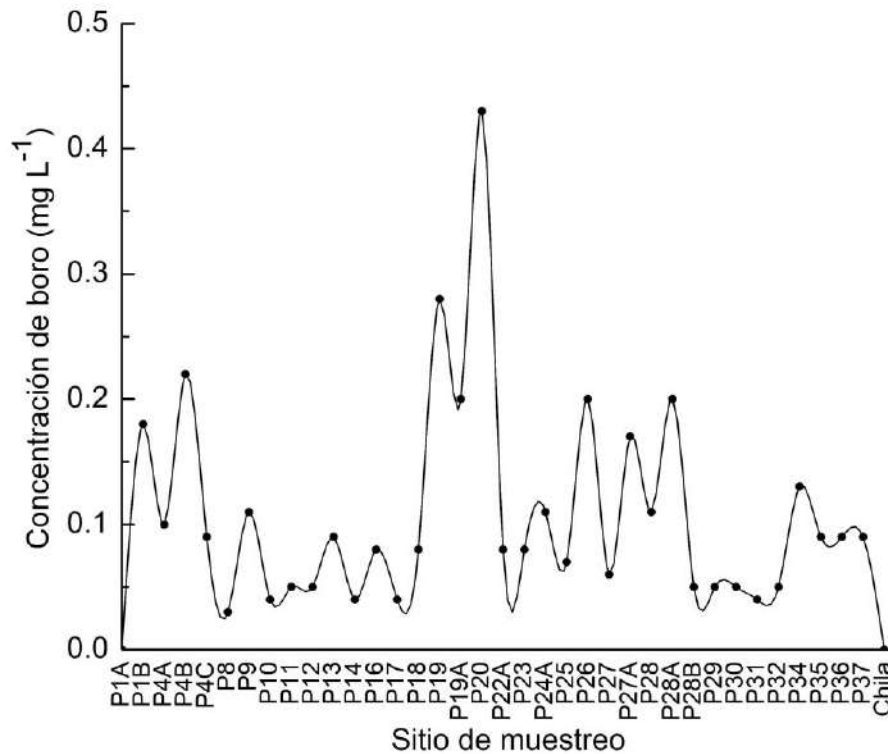


Figura B-2. Concentración de boro en los sitios de 30 cm de profundidad del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

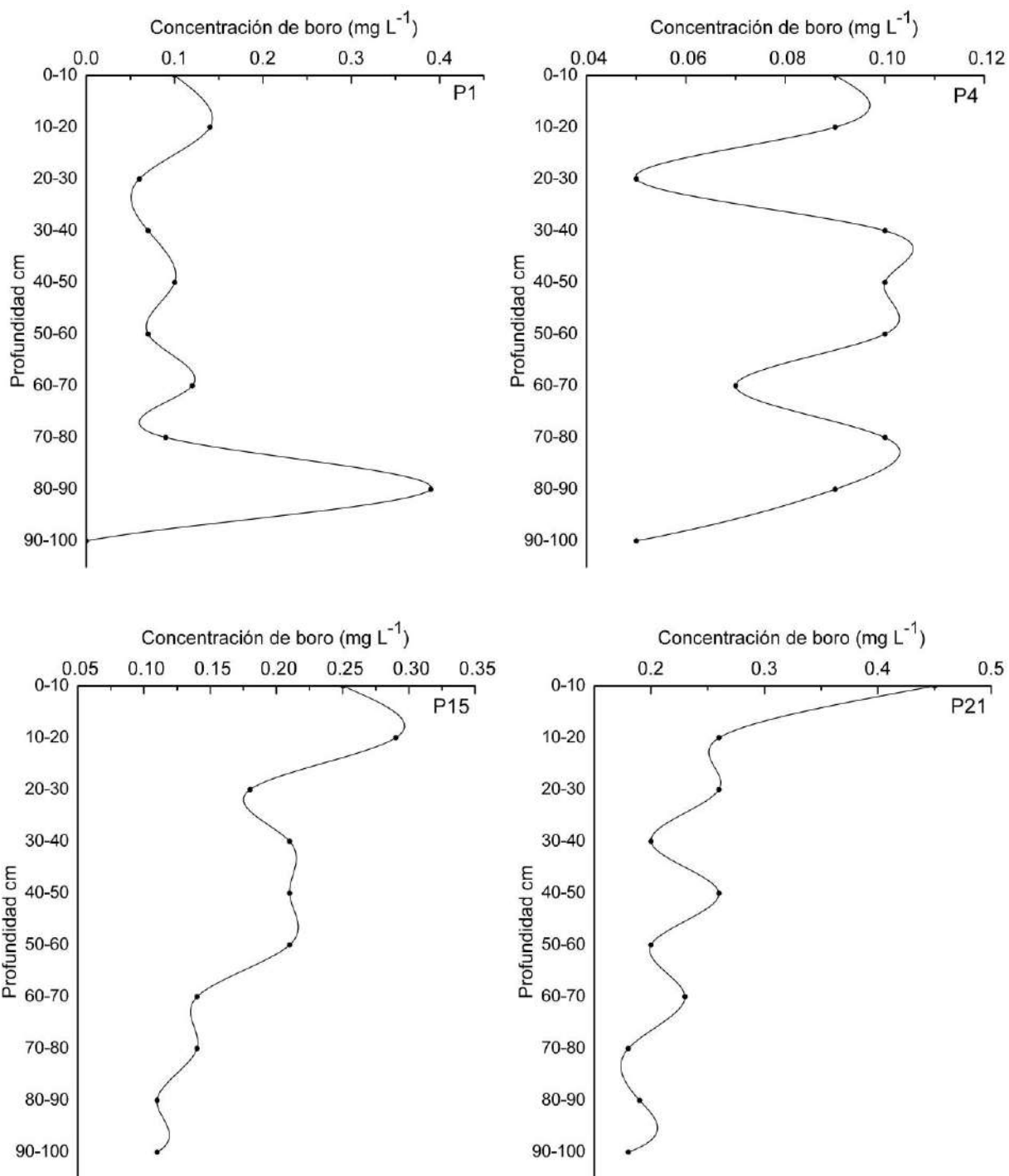


Figura B-3. Concentración de boro en los sitios P1, P4, P15 y P21 de 1 m de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

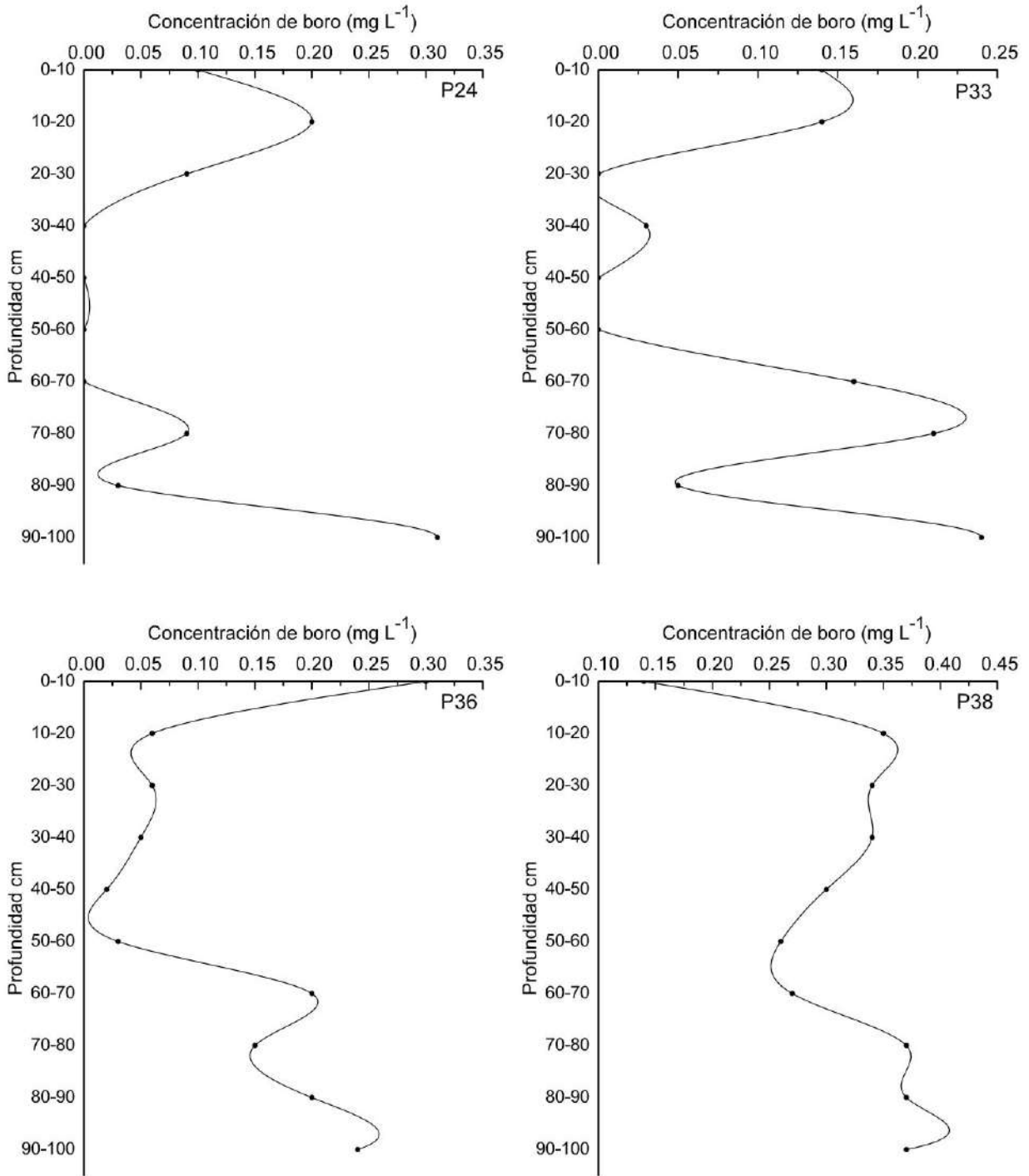


Figura B-4. Concentración de boro en los sitios P24, P33, P36 y P38 de 1 m de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

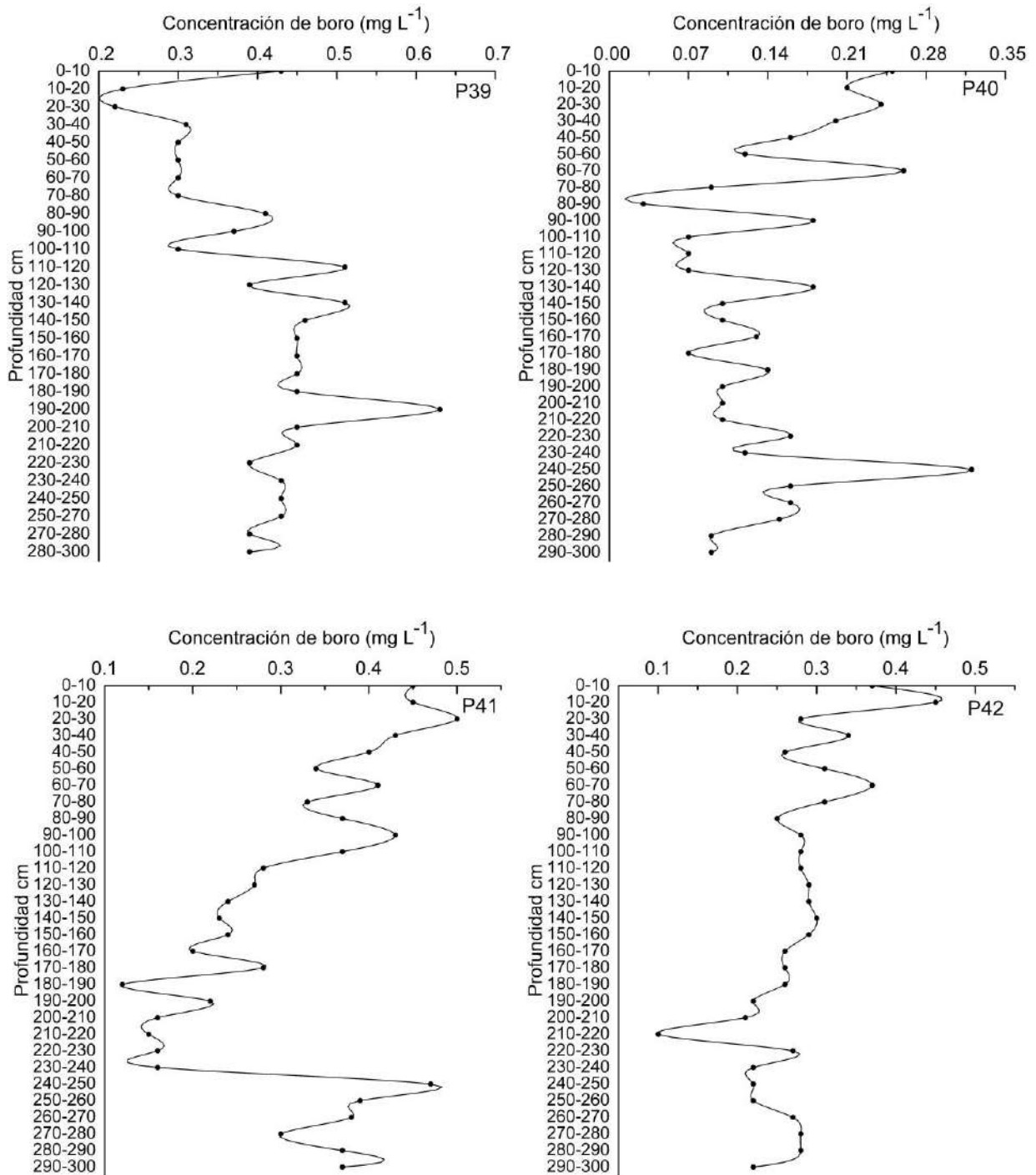


Figura B-5. Concentración de boro en los sitios P39, P40, P41 y P42 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

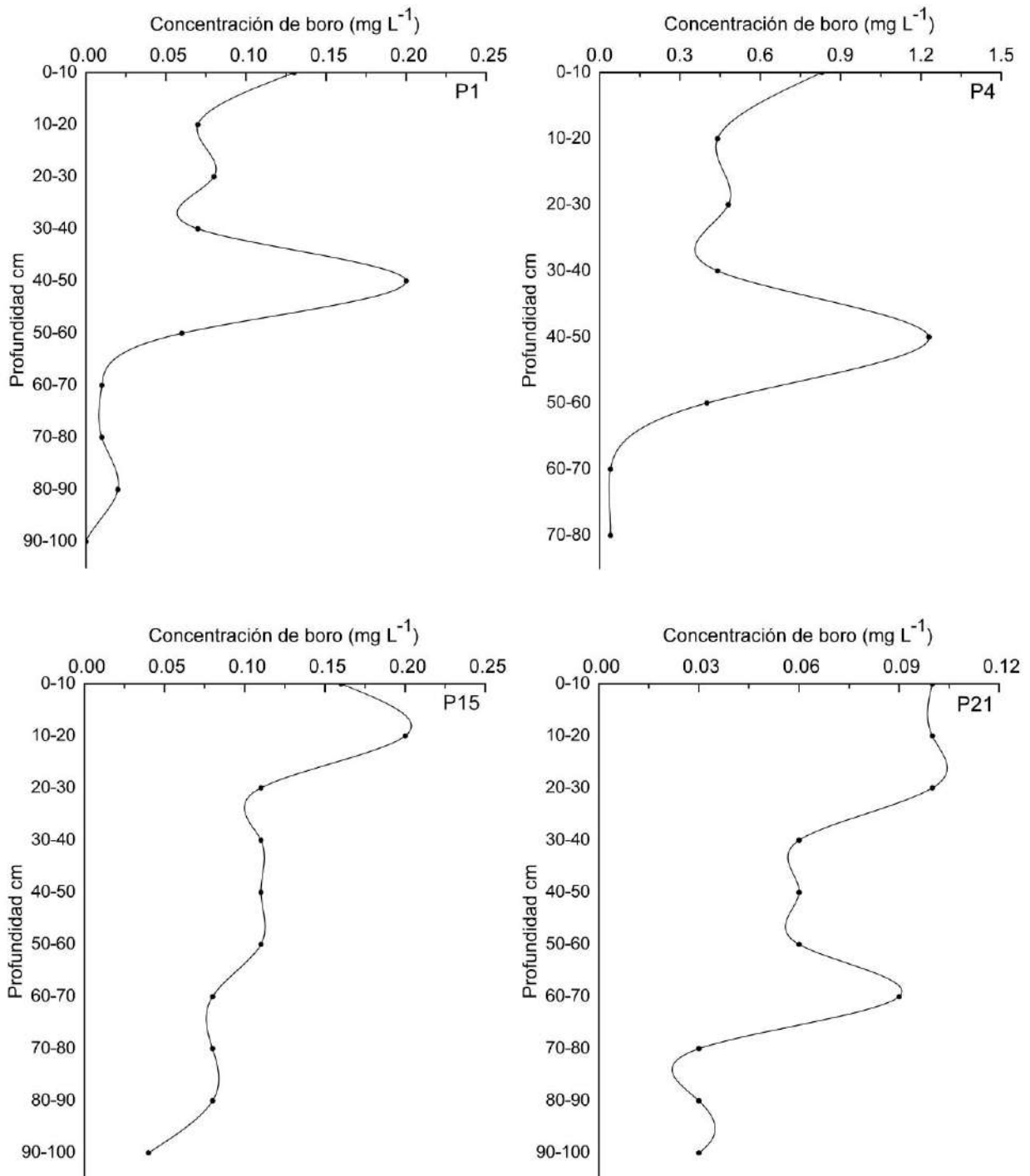


Figura B-6. Concentración de boro en los sitios P1, P4, P15 y P21 de 1 m de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

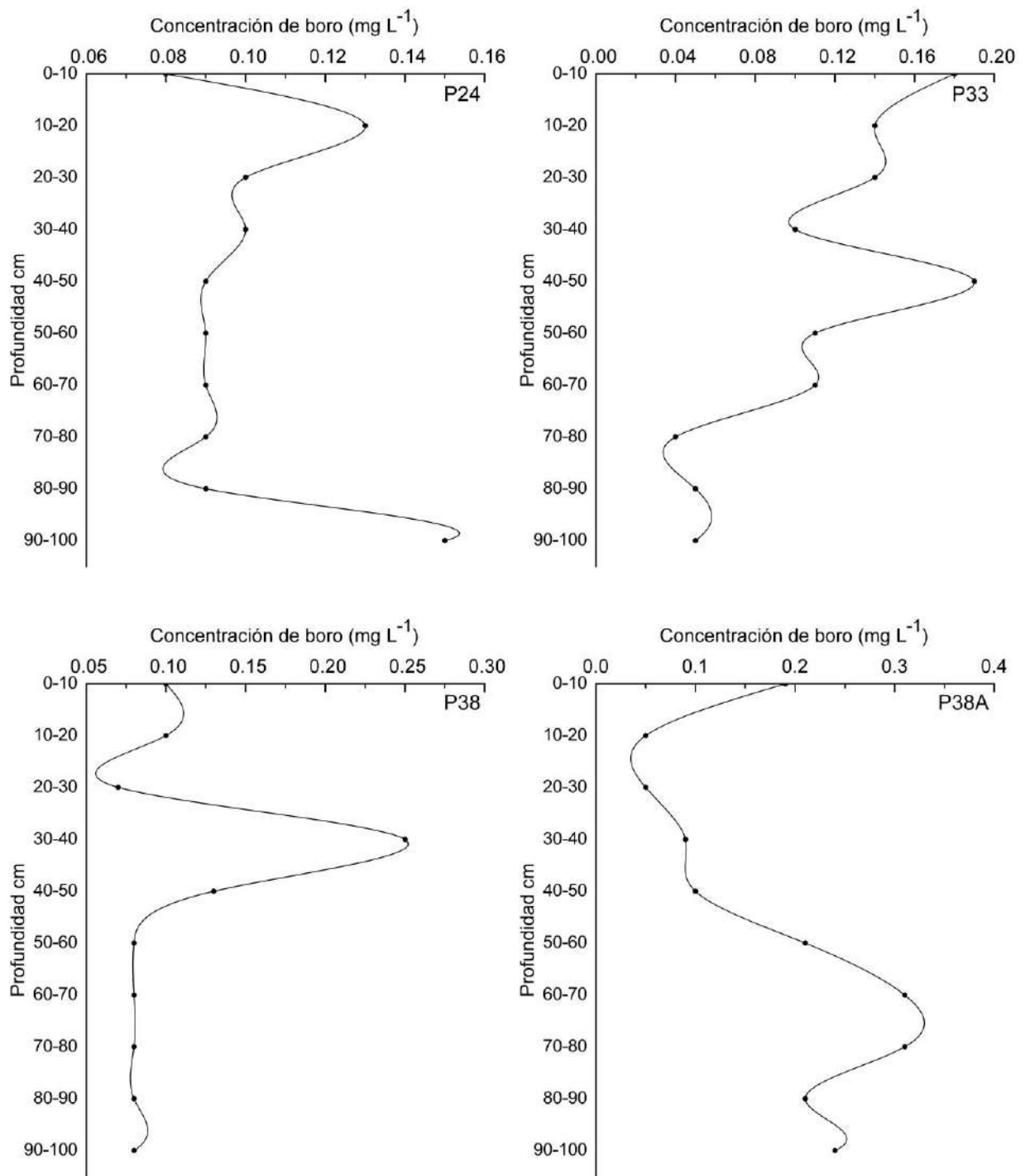


Figura B-7. Concentración de boro en los sitios P24, P33, P38 y P38A de 1 m de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

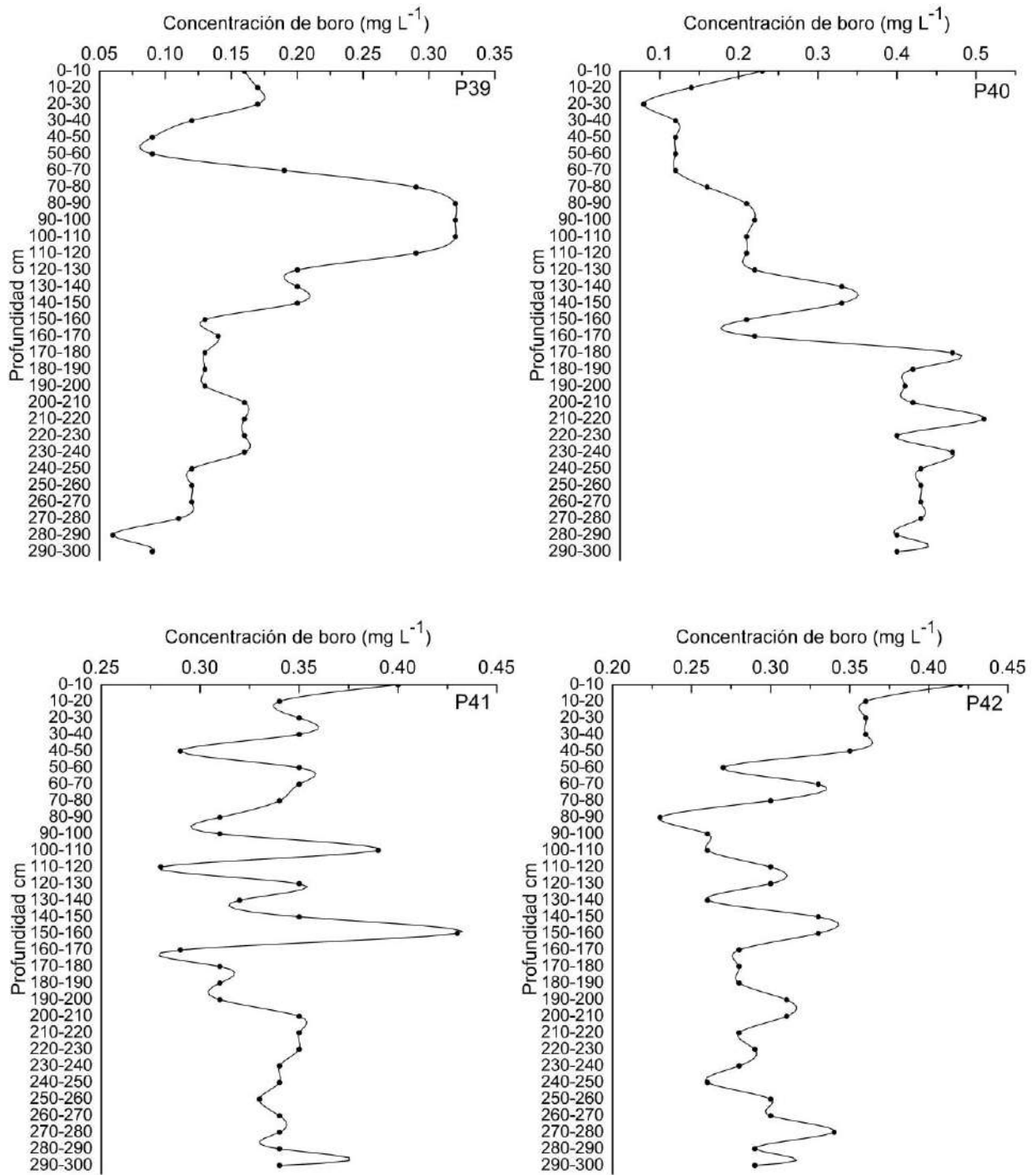


Figura B-8. Concentración de boro en los sitios P39, P40, P41 y P42 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

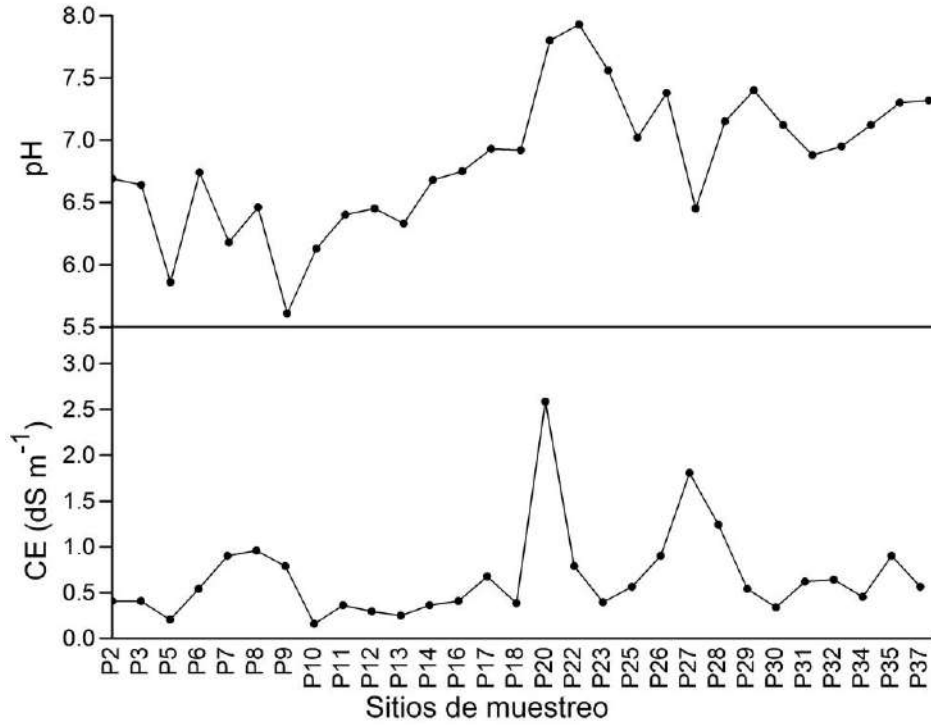


Figura B-9. pH y conductividad eléctrica de los extractos a saturación de los sitios de 30 cm de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P19, CE=15.27 dS m⁻¹).

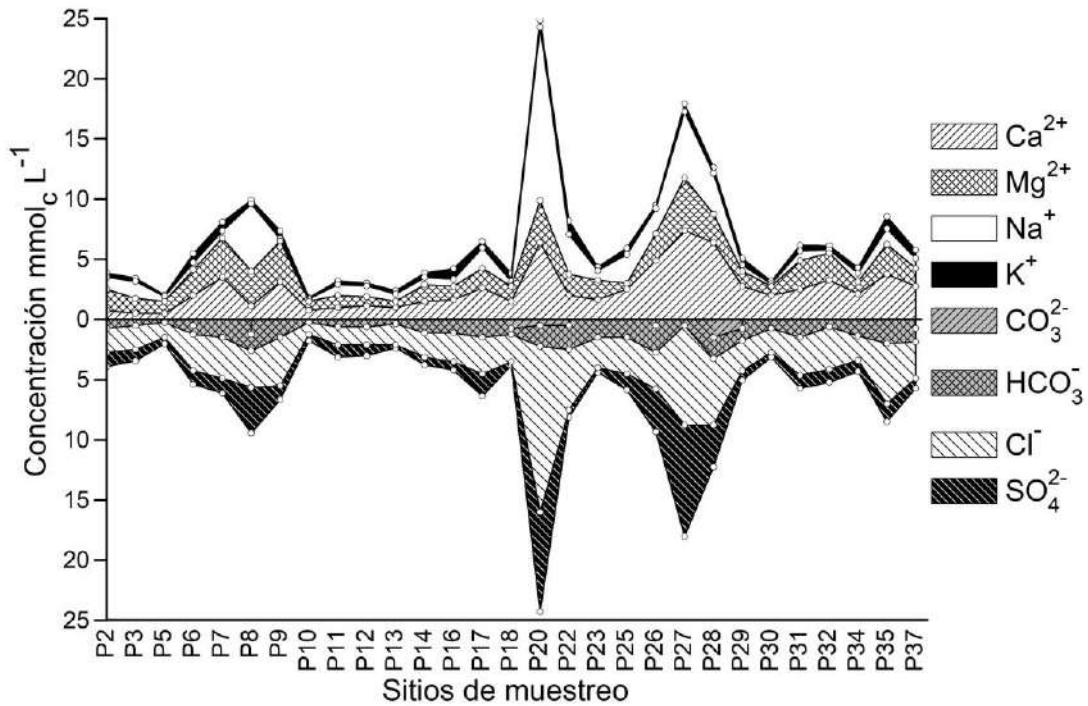


Figura B-10. Composición iónica de los extractos a saturación de los sitios de 30 cm de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P19, CE=15.27 dS m⁻¹).

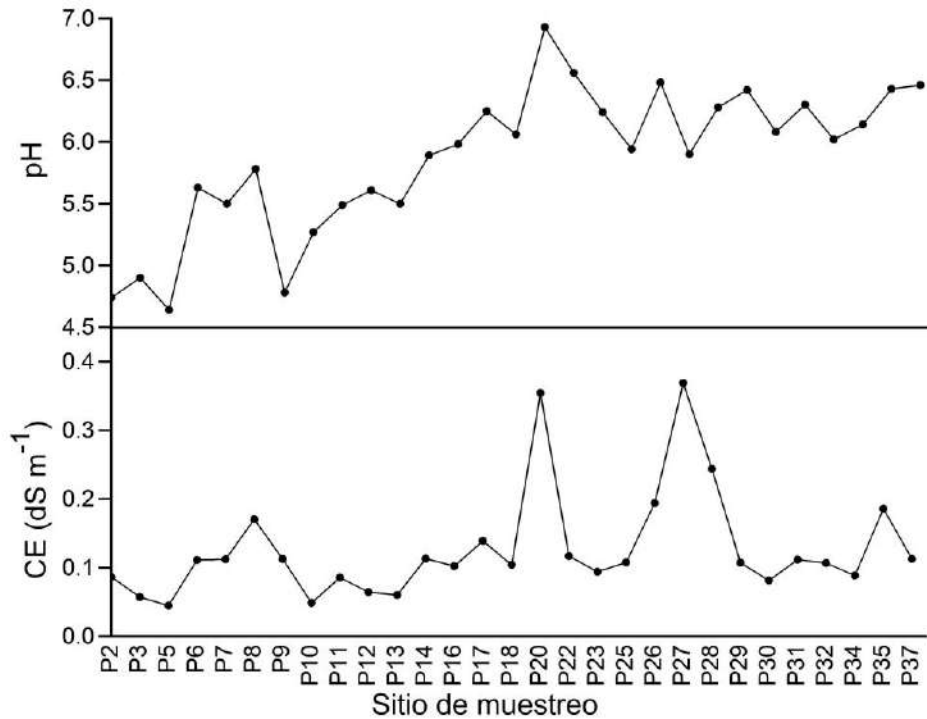


Figura B-11. pH y conductividad eléctrica de los extractos en relación 1:5 de los sitios de 30 cm de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P19; CE=2.85 dS m⁻¹).

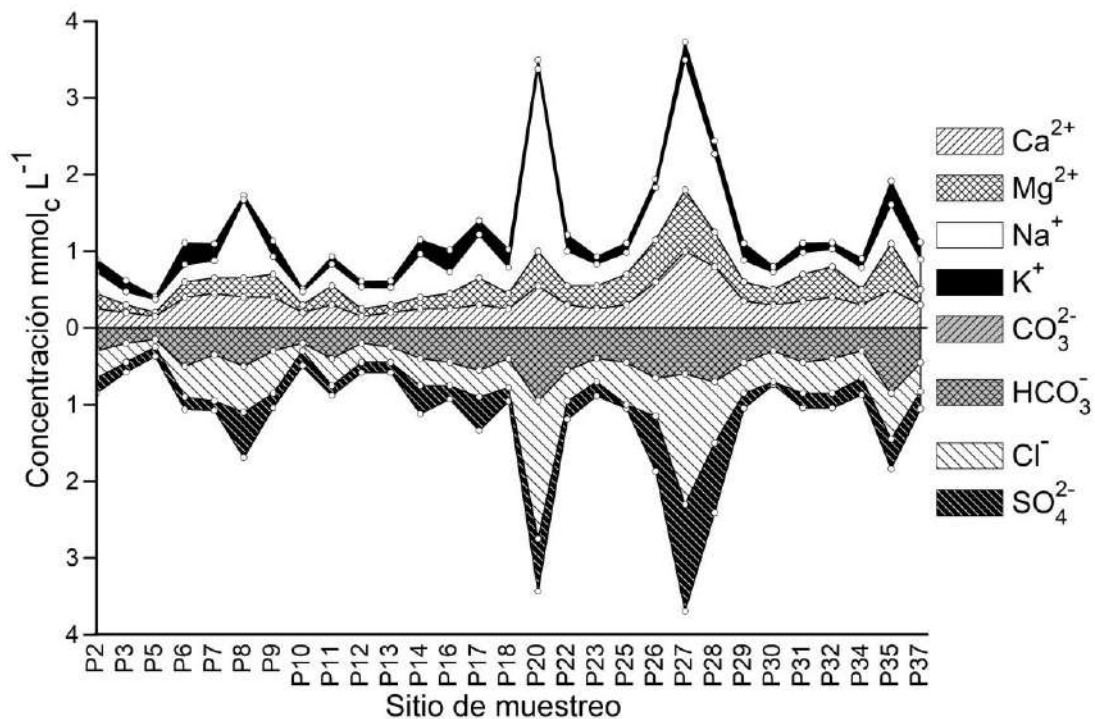


Figura B-12. Composición iónica de los extractos en relación 1:5 de los sitios de 30 cm de profundidad del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P19; CE=2.85 dS m⁻¹).

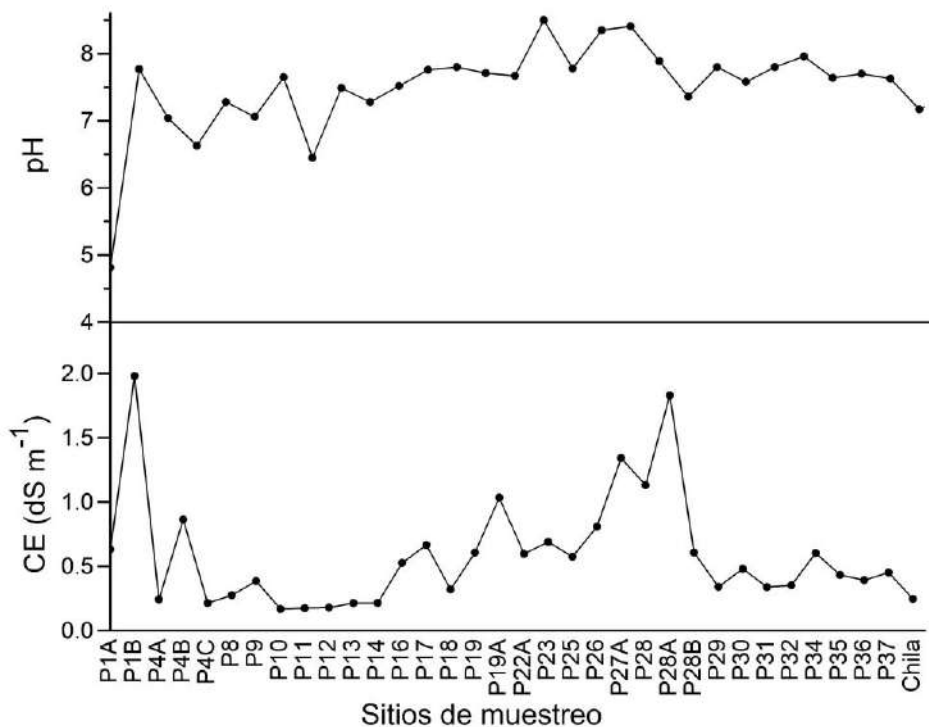


Figura B-13. pH y conductividad eléctrica de los extractos a saturación de los sitios de 30 cm de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P20, $\text{CE}=5.56 \text{ dS m}^{-1}$; P24A, $\text{CE}=4.85 \text{ dS m}^{-1}$; P27, $\text{CE}=3.82 \text{ dS m}^{-1}$).

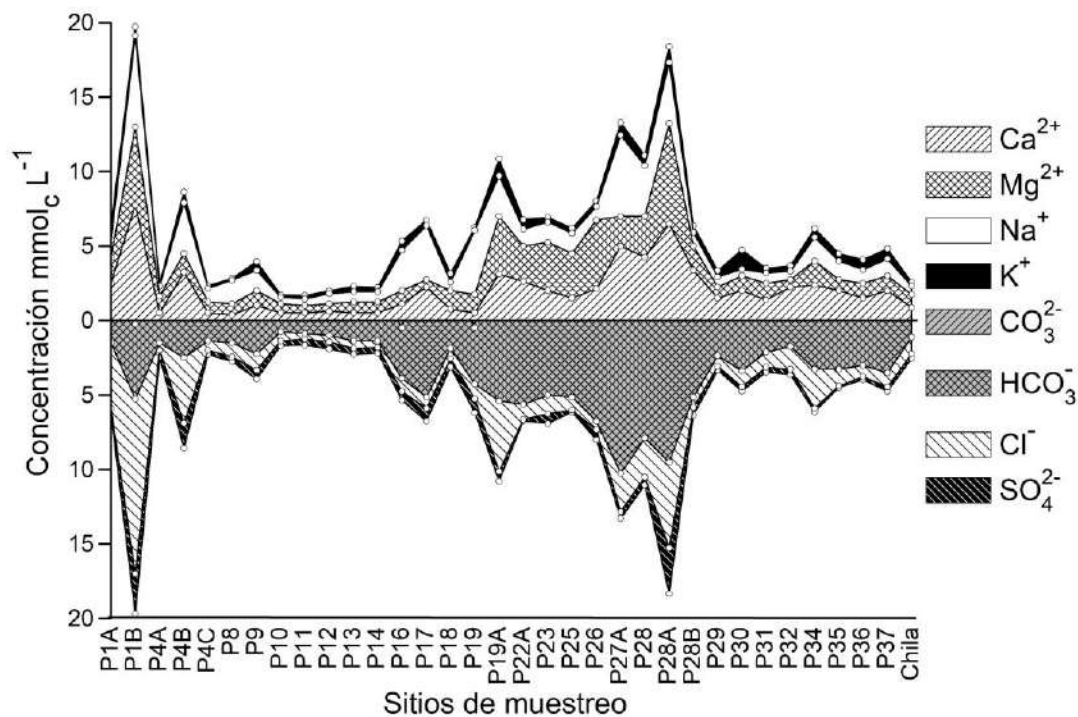


Figura B-14. Composición iónica de los extractos a saturación de los sitios de 30 cm de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P20, $\text{CE}=5.56 \text{ dS m}^{-1}$; P24A, $\text{CE}=4.85 \text{ dS m}^{-1}$; P27, $\text{CE}=3.82 \text{ dS m}^{-1}$).

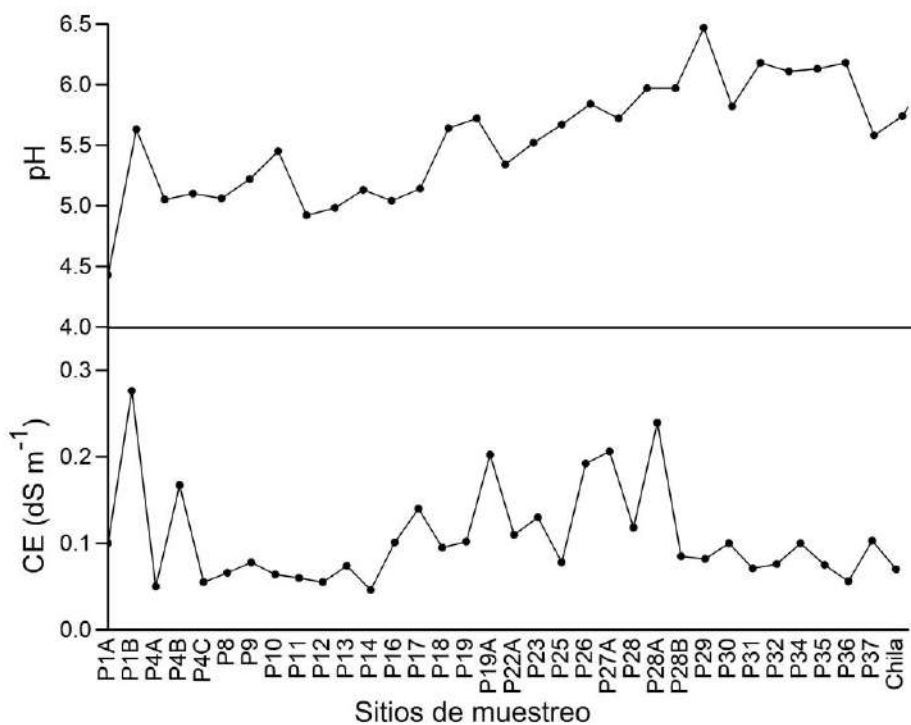


Figura B-15. pH y conductividad eléctrica de los extractos en relación 1:5 de los sitios de 30 cm de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P20, $\text{CE}=0.91 \text{ dS m}^{-1}$; P24A, $\text{CE}=0.84 \text{ dS m}^{-1}$; P27, $\text{CE}=0.70 \text{ dS m}^{-1}$).

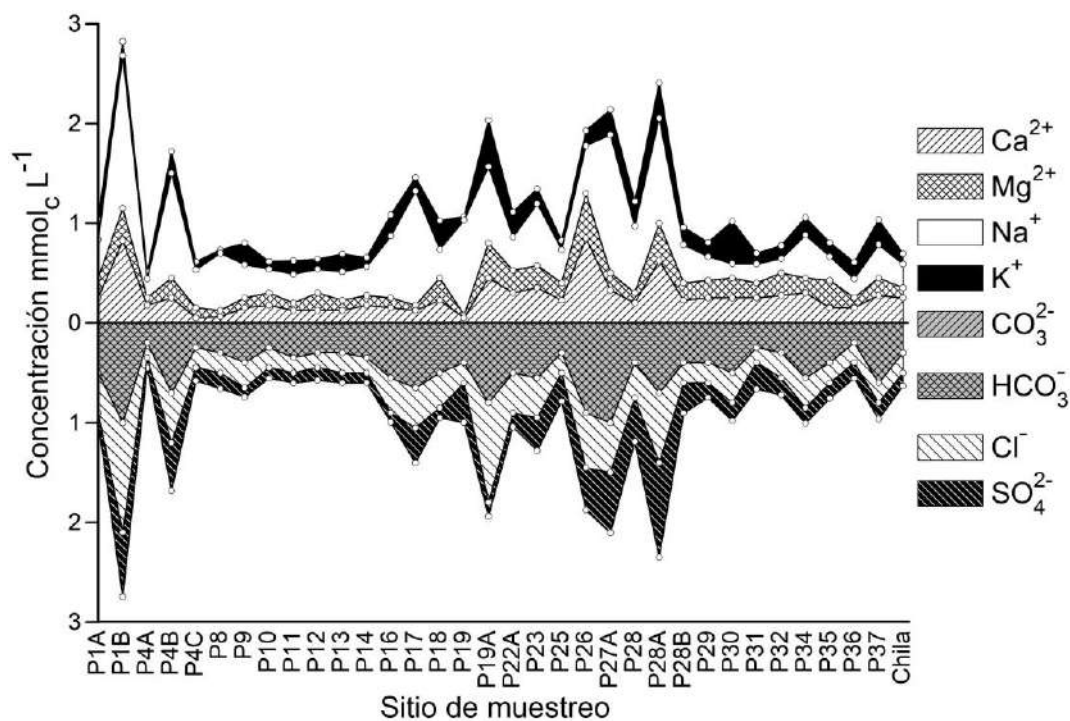


Figura B-16. Composición iónica de los extractos en relación 1:5 de los sitios de 30 cm de profundidad del segundo muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P20, $\text{CE}=0.91 \text{ dS m}^{-1}$; P24A, $\text{CE}=0.84 \text{ dS m}^{-1}$; P27, $\text{CE}=0.70 \text{ dS m}^{-1}$).

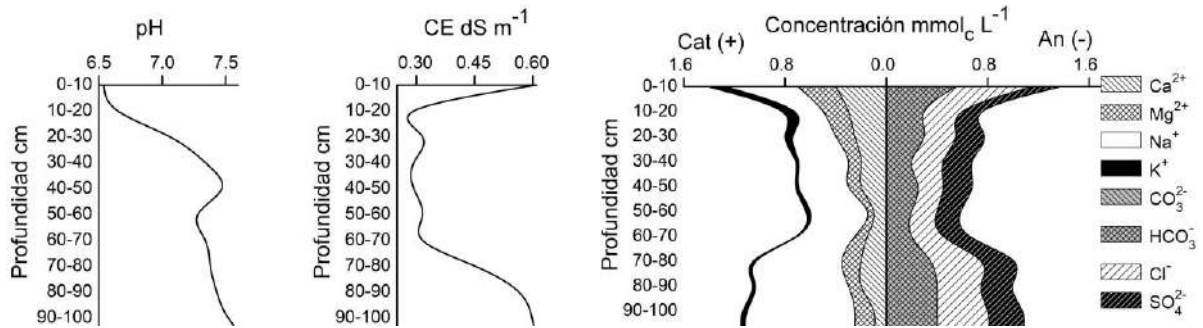


Figura B-17. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P1 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

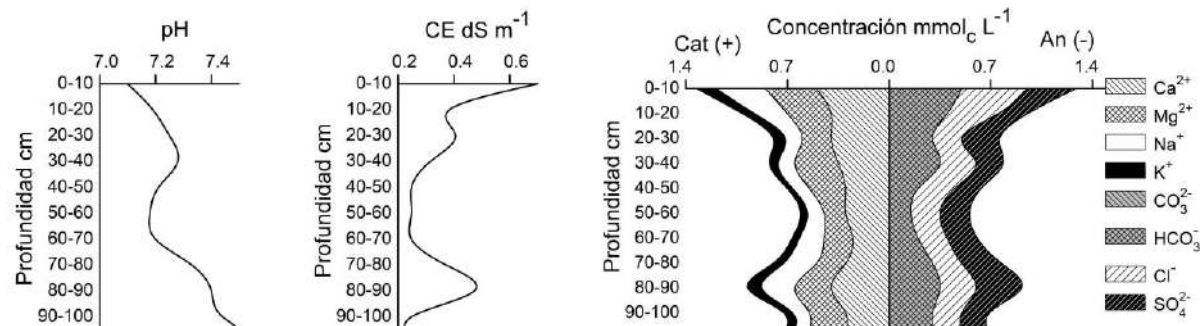


Figura B-18. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P4 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

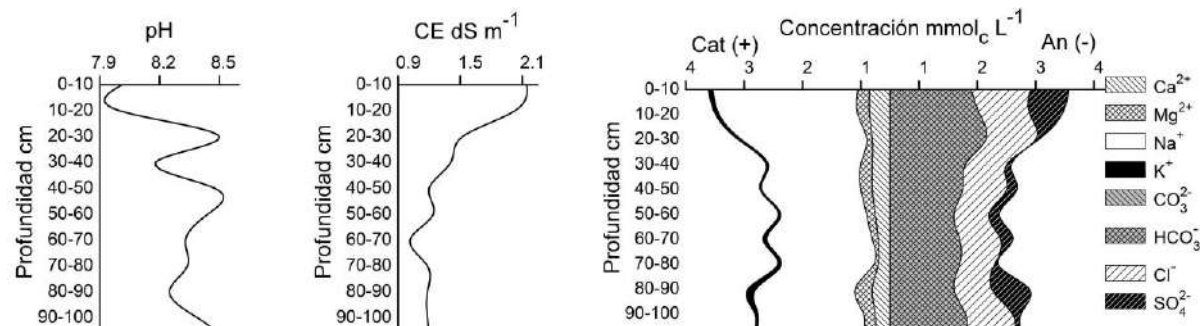


Figura B-19. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P15 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

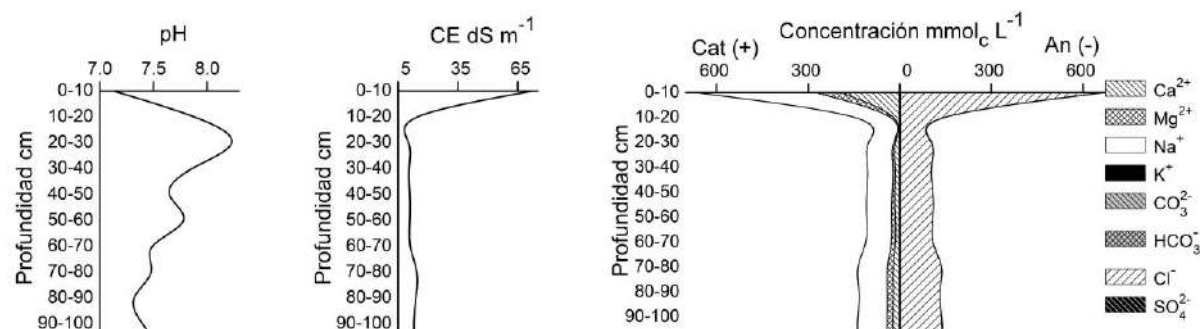


Figura B-20. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P21 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

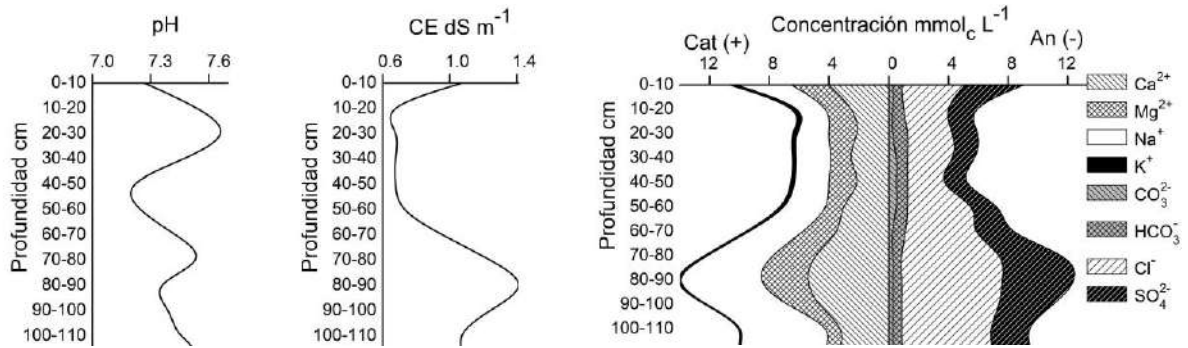


Figura B-21. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P24 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

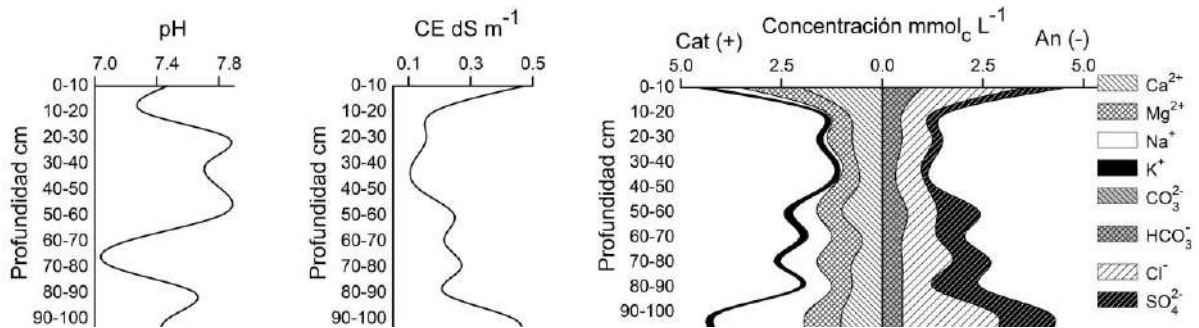


Figura B-22. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P33 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

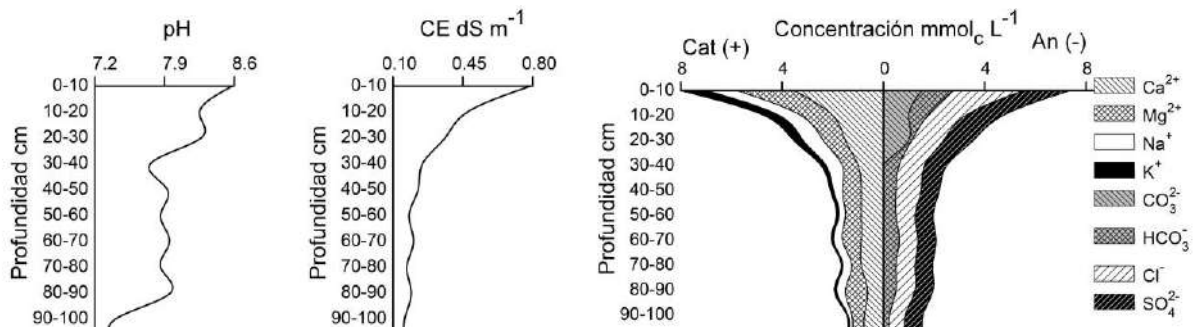


Figura B-23. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P36 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

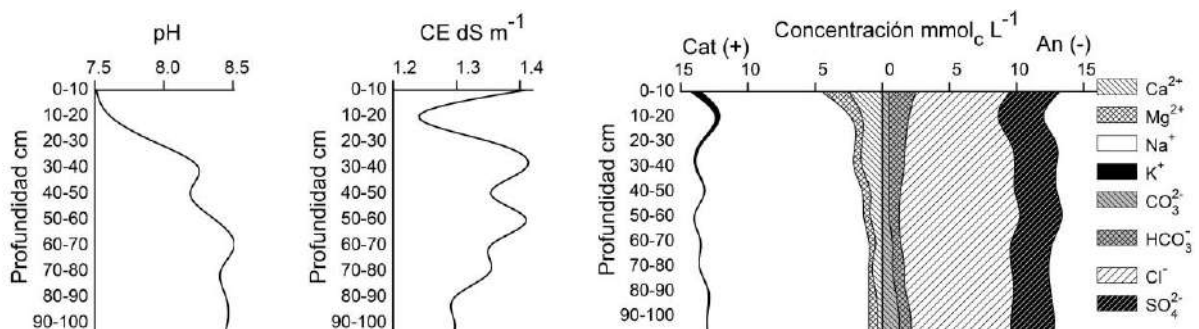


Figura B-24. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P38 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

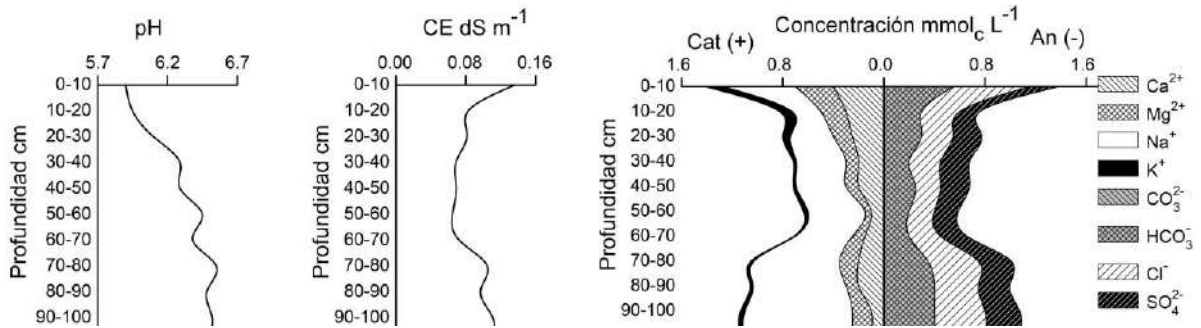


Figura B-25. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P1 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

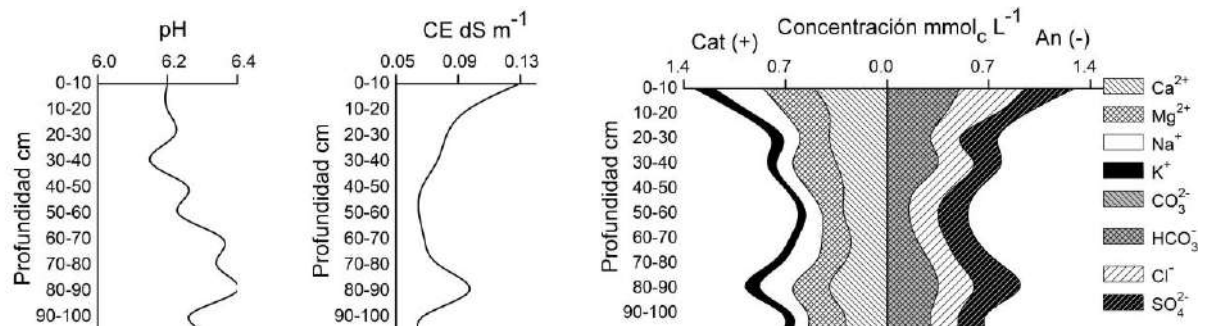


Figura B-26. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P4 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

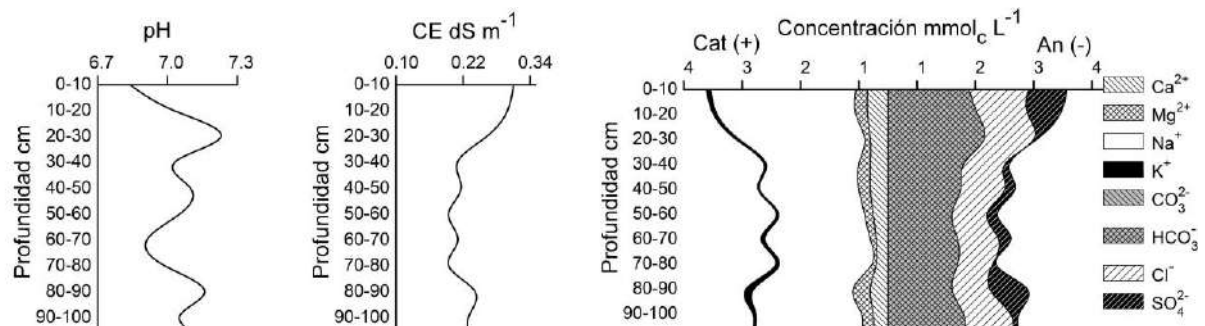


Figura B-27. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P15 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

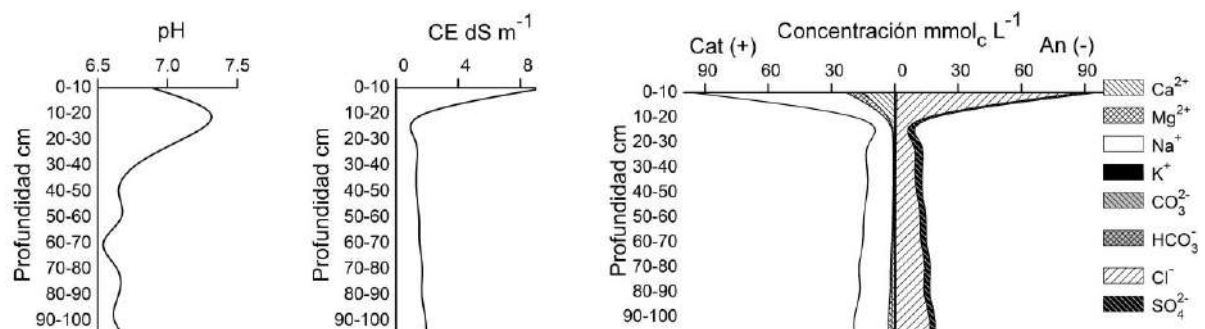


Figura B-28. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P21 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

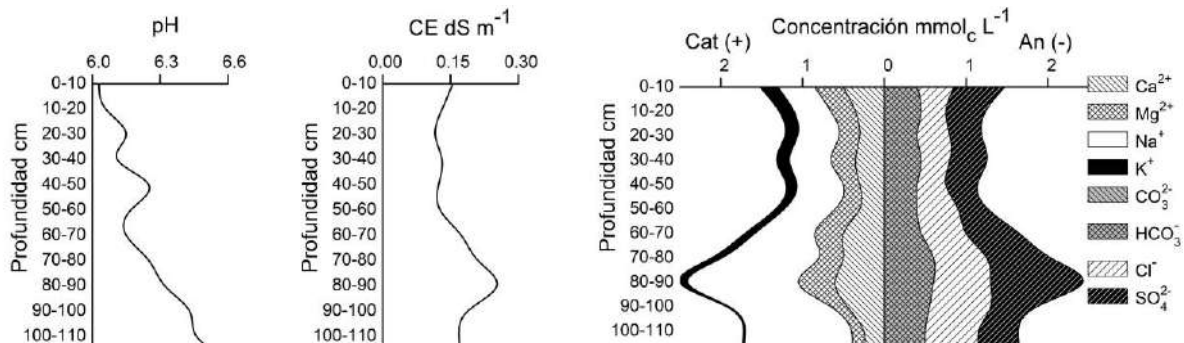


Figura B-29. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P24 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

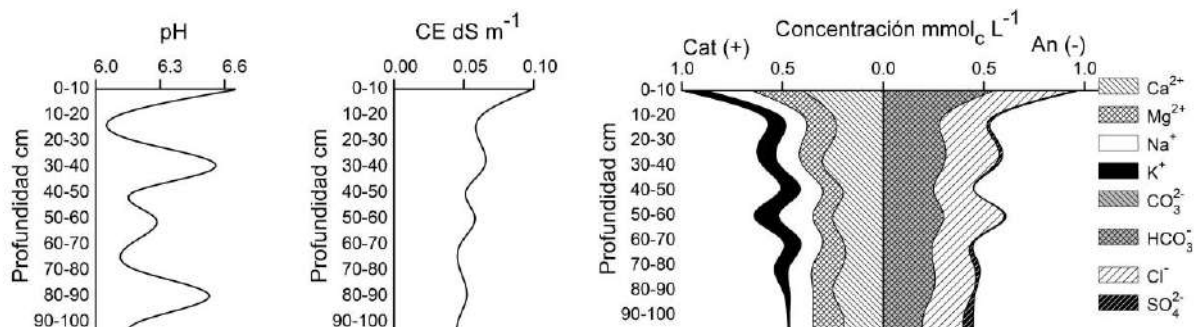


Figura B-30. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P33 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

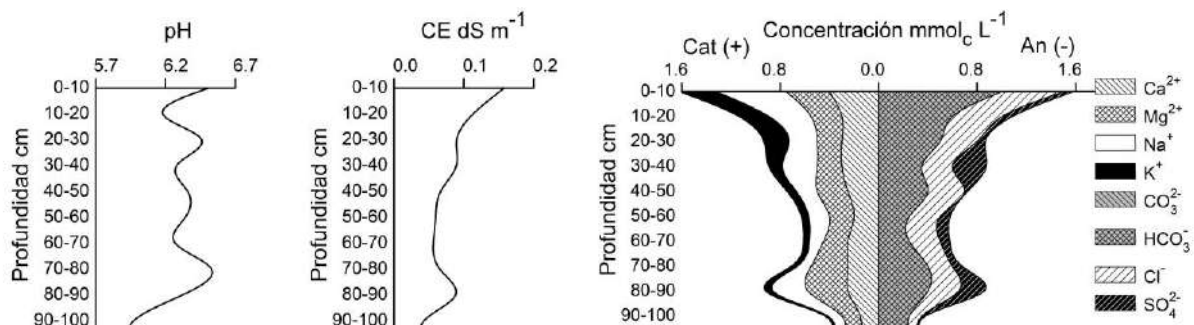


Figura B-31. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P36 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

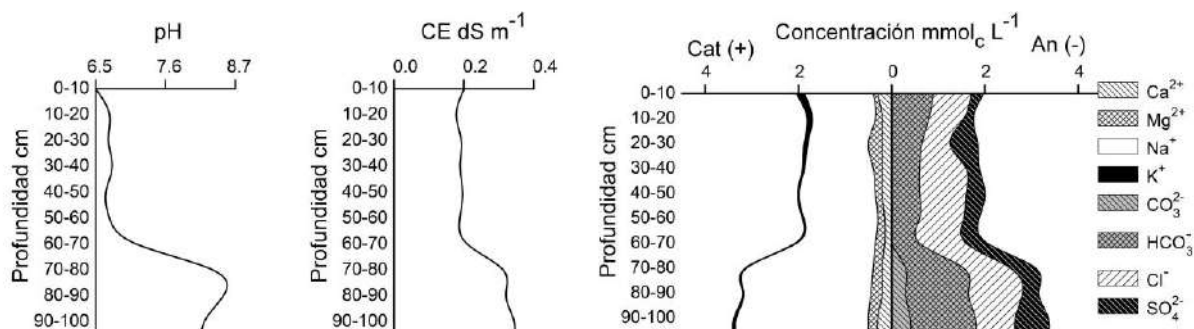


Figura B-32. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P38 del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

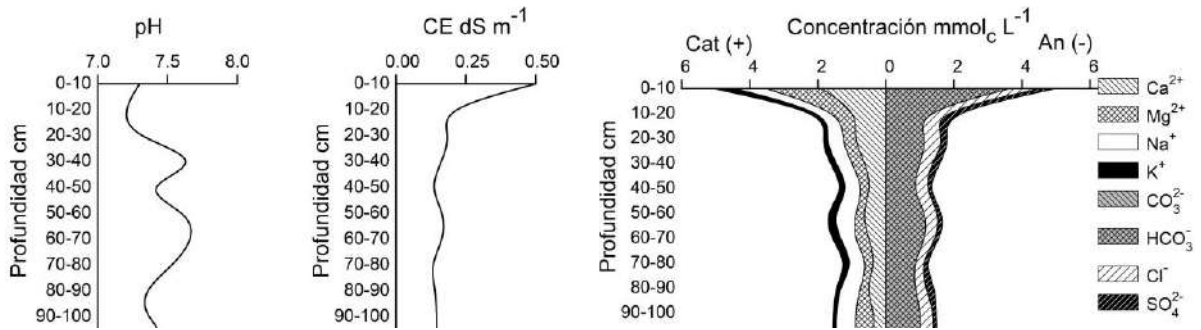


Figura B-33. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P1 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

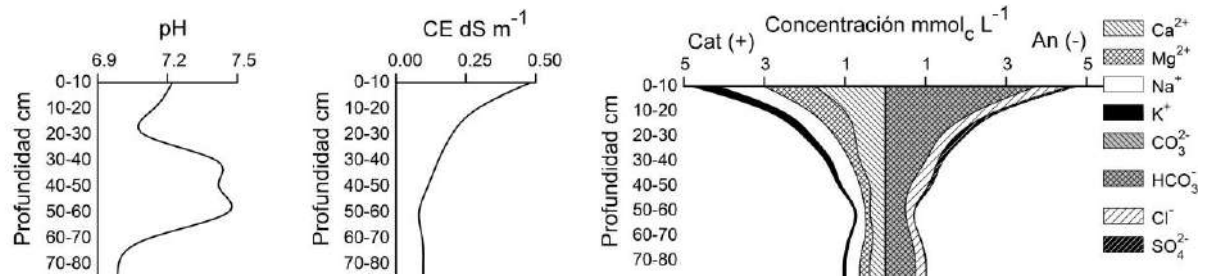


Figura B-34. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P4 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

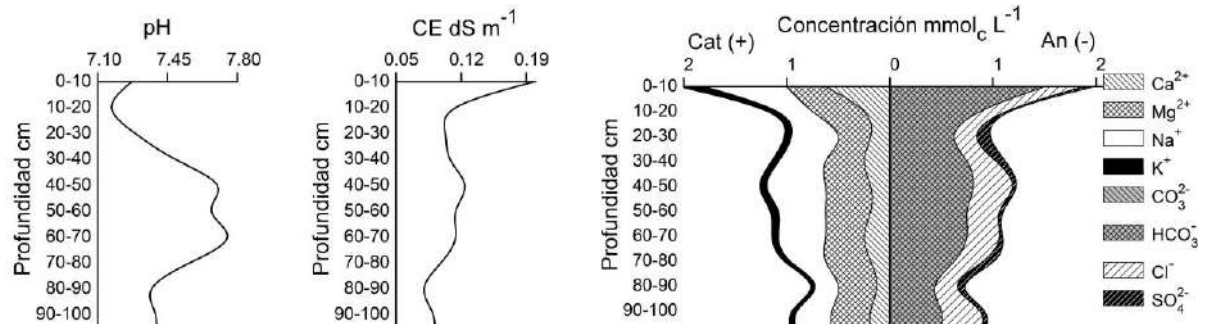


Figura B-35. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P15 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

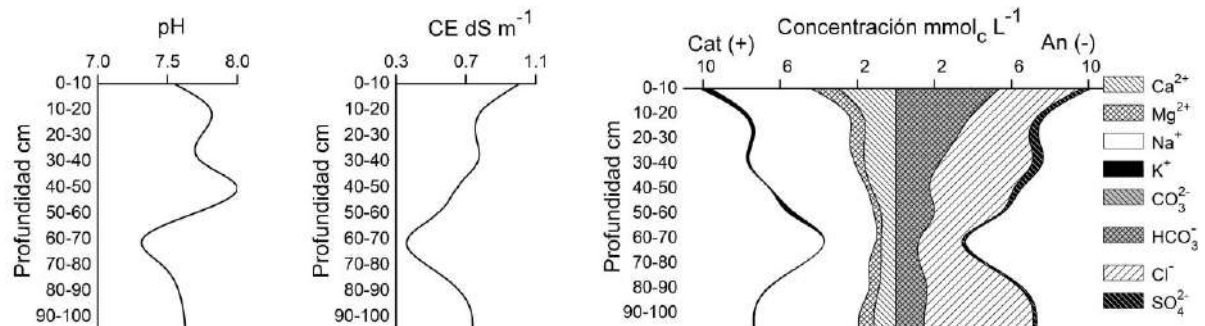


Figura B-36. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P21 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

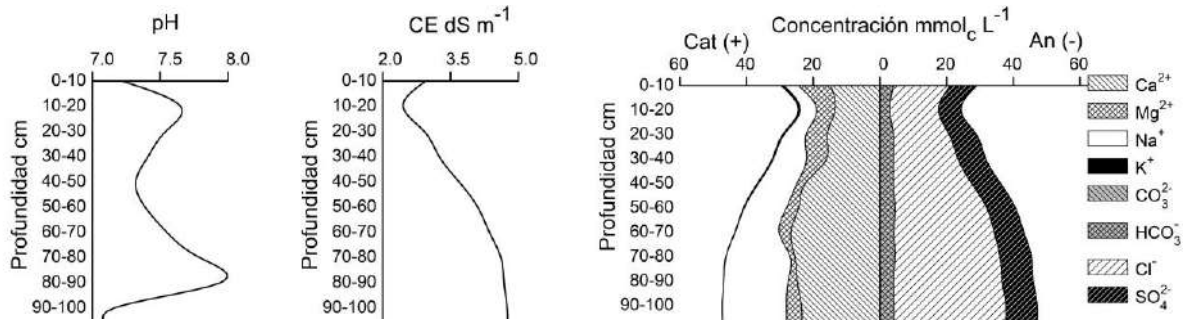


Figura B-37. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P24 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

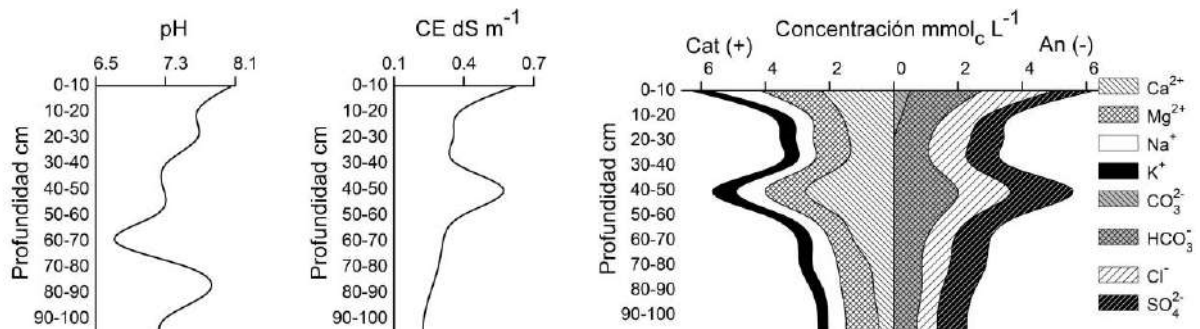


Figura B-38. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P33 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

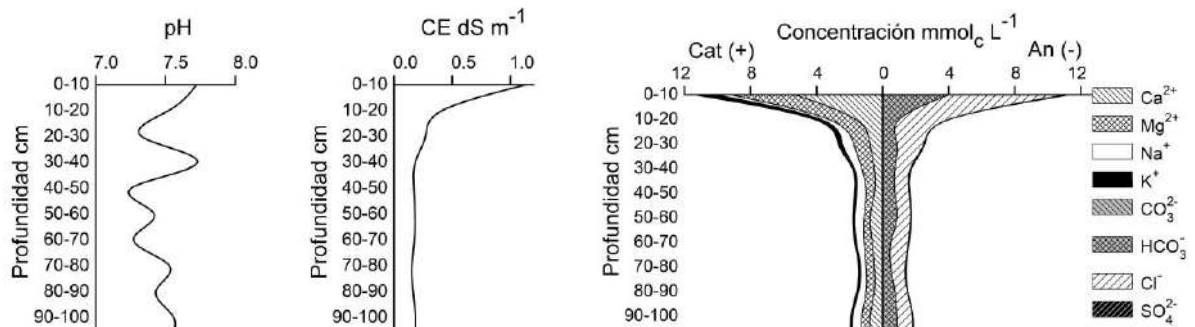


Figura B-39. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P38 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

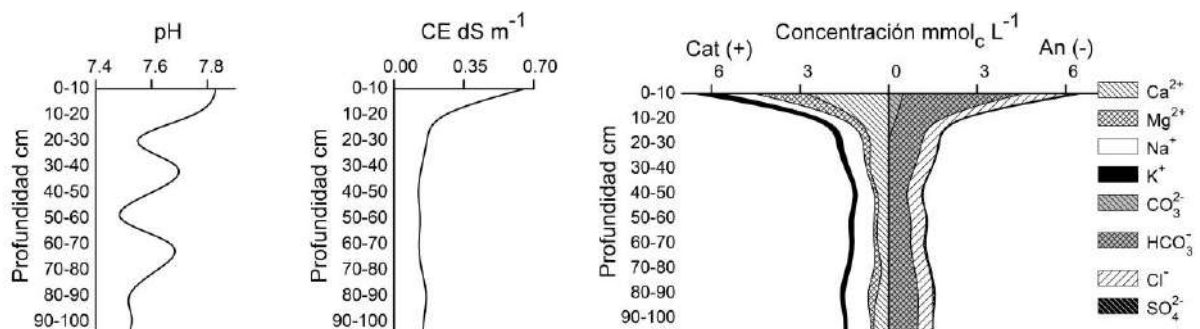


Figura B-40. pH, CE y composición iónica del extracto a saturación del sitio P38A del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

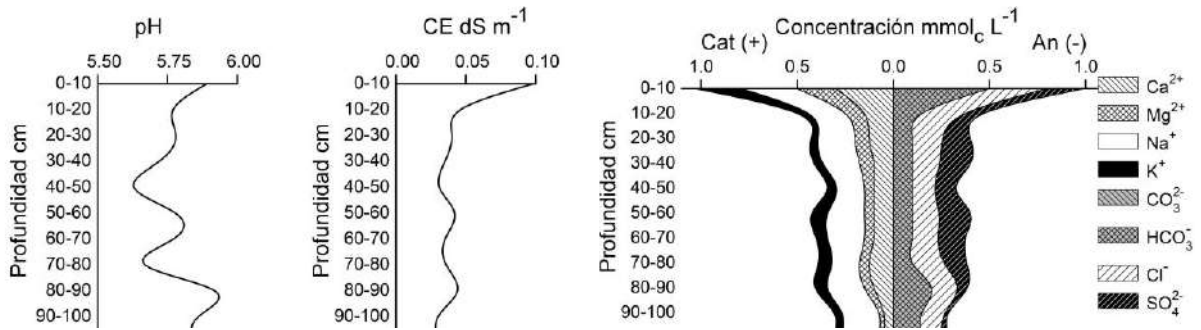


Figura B-41. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P1 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

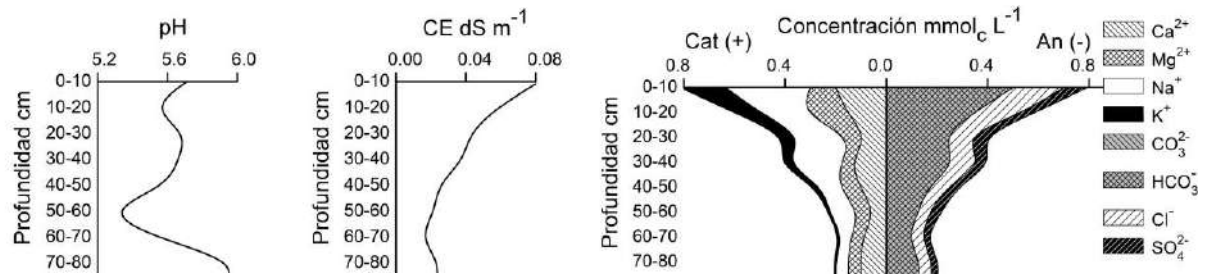


Figura B-42. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P4 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

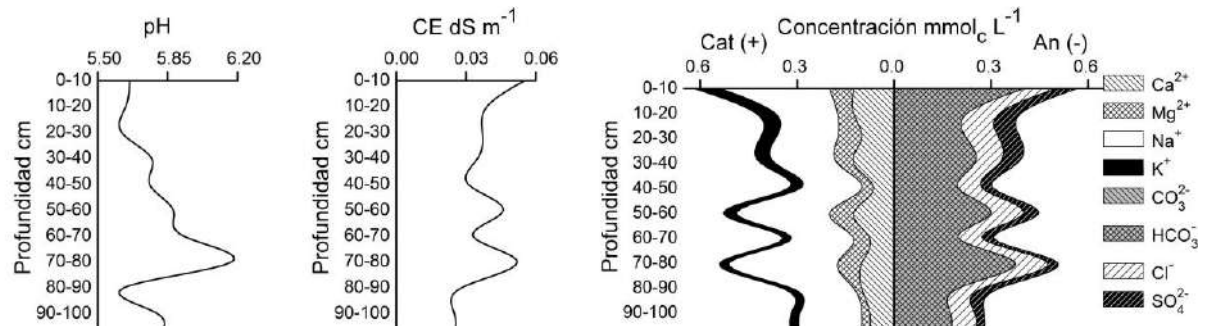


Figura B-43. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P15 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

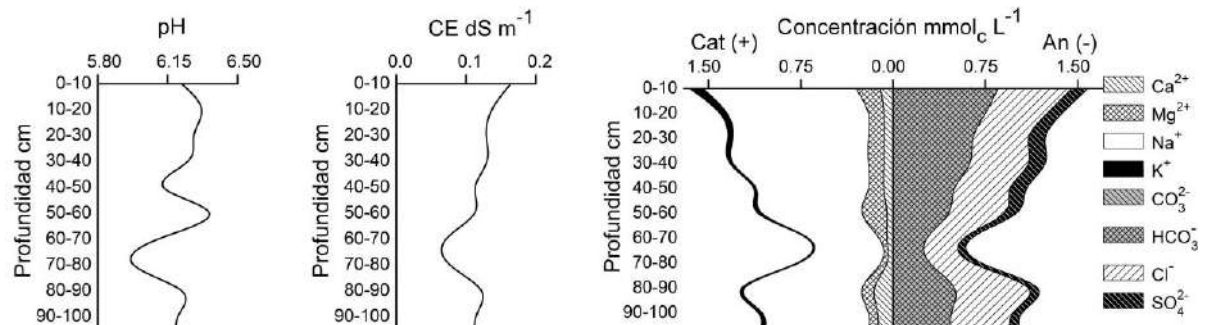


Figura B-44. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P21 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

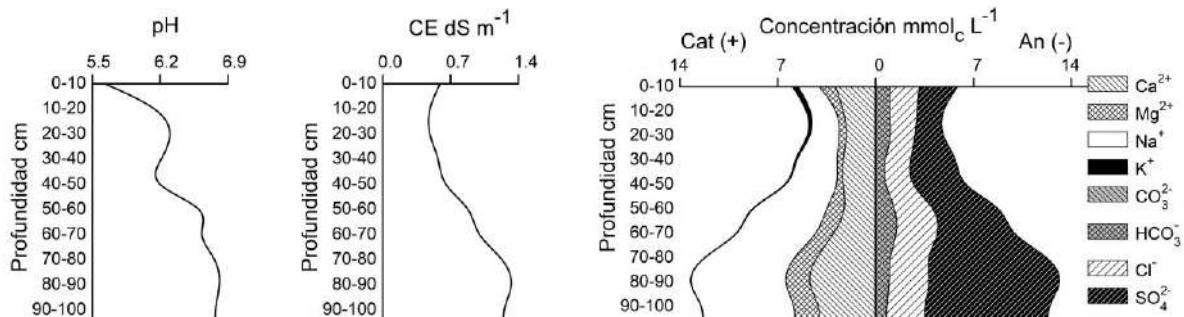


Figura B-45. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P24 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

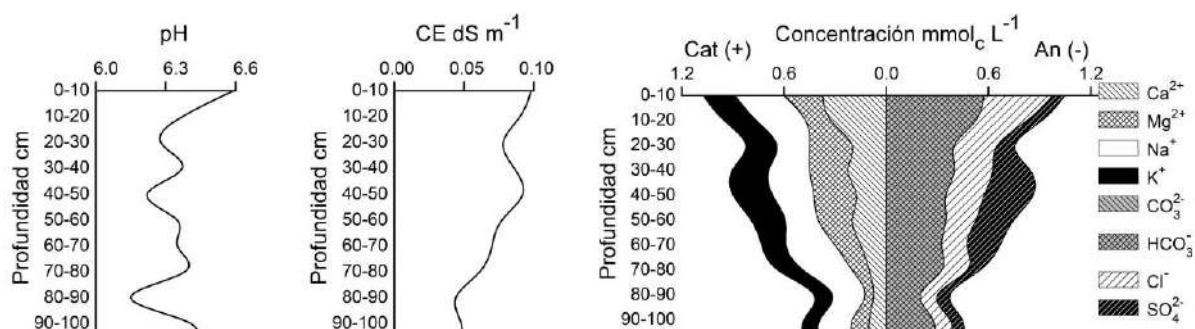


Figura B-46. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P33 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

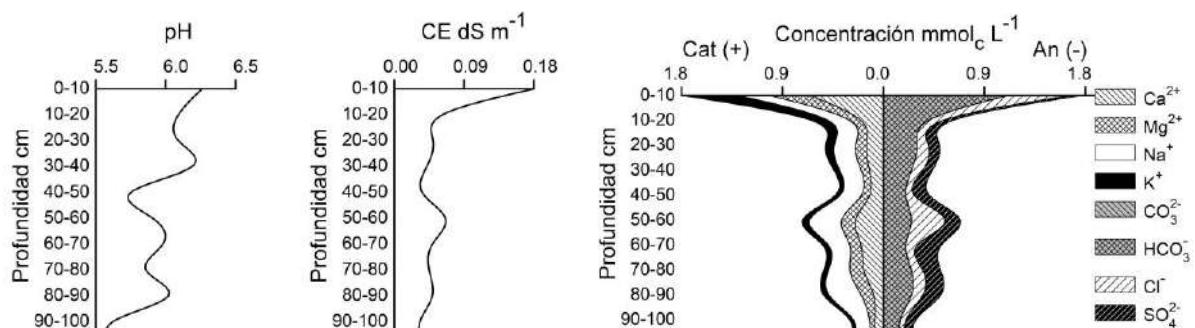


Figura B-47. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P38 del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

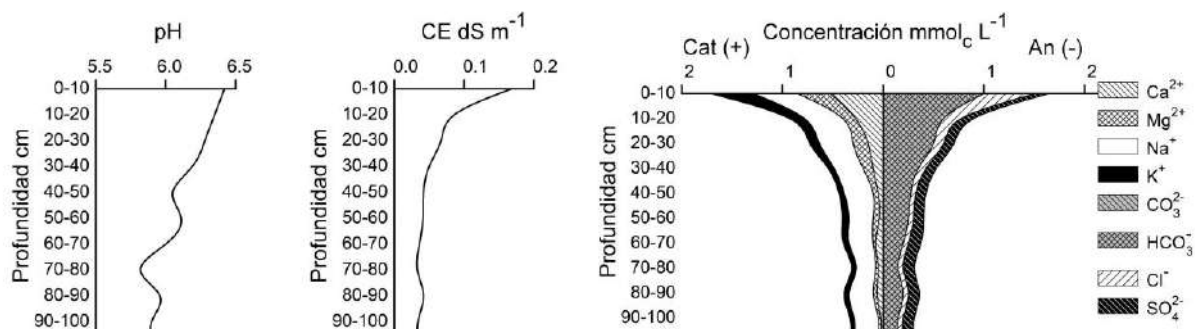


Figura B-48. pH, CE y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P38A del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

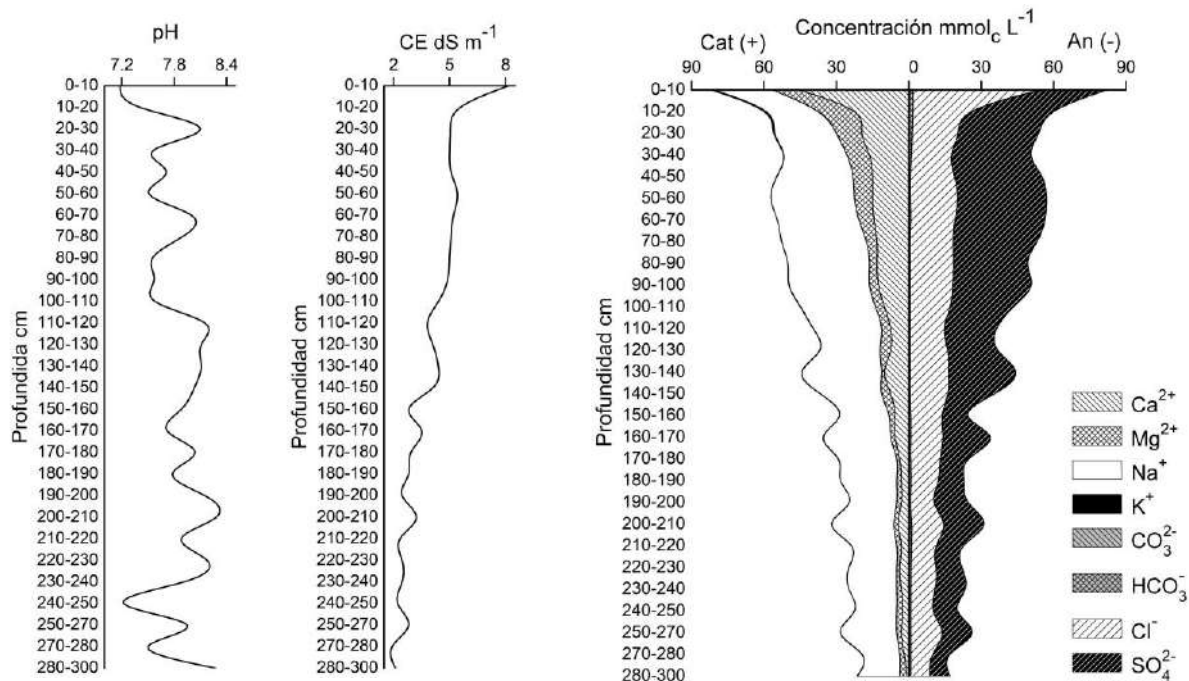


Figura B-49. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P39 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

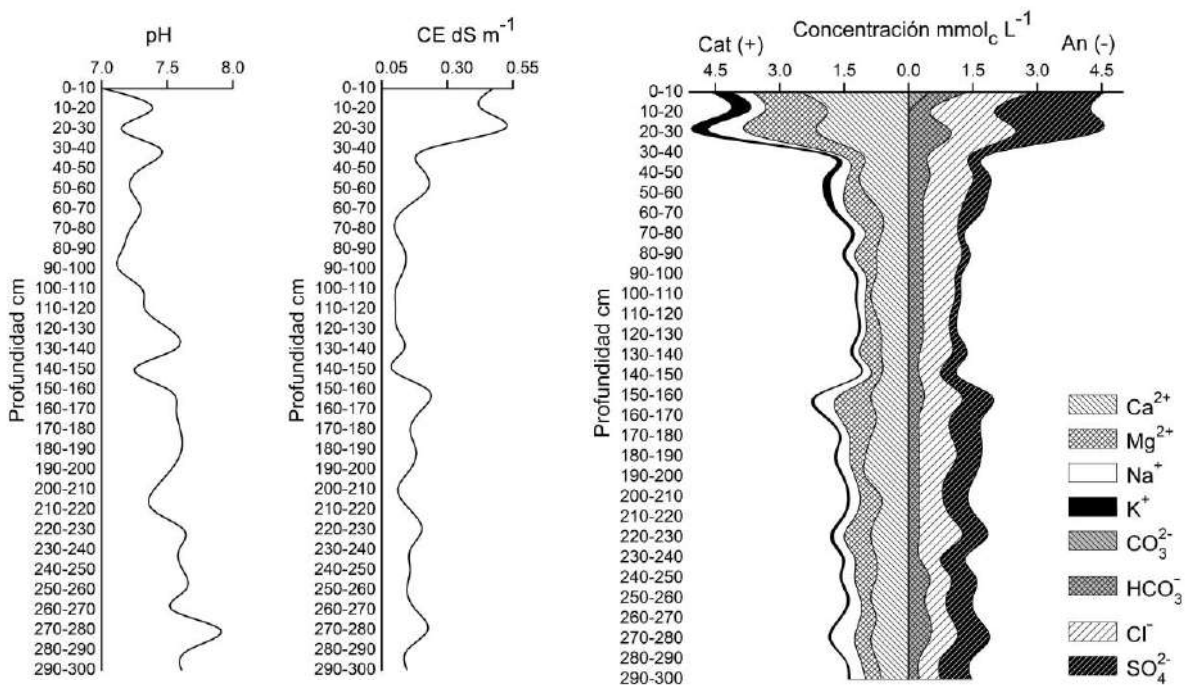


Figura B-50. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P40 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

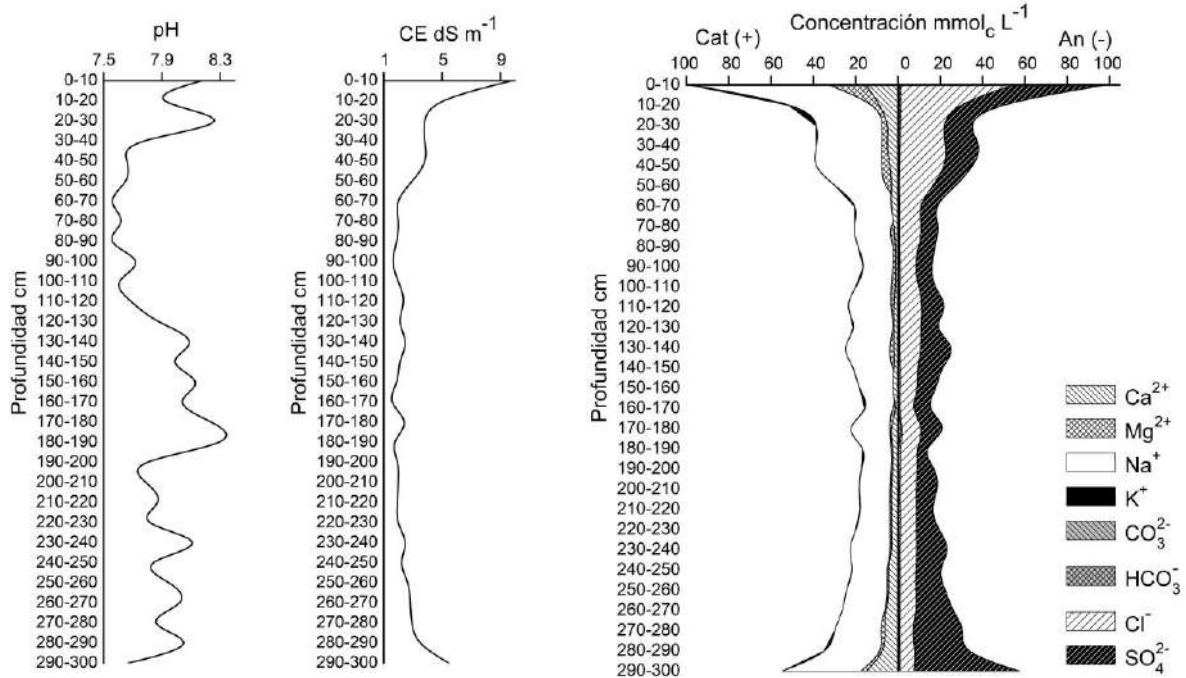


Figura B-51. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P41 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

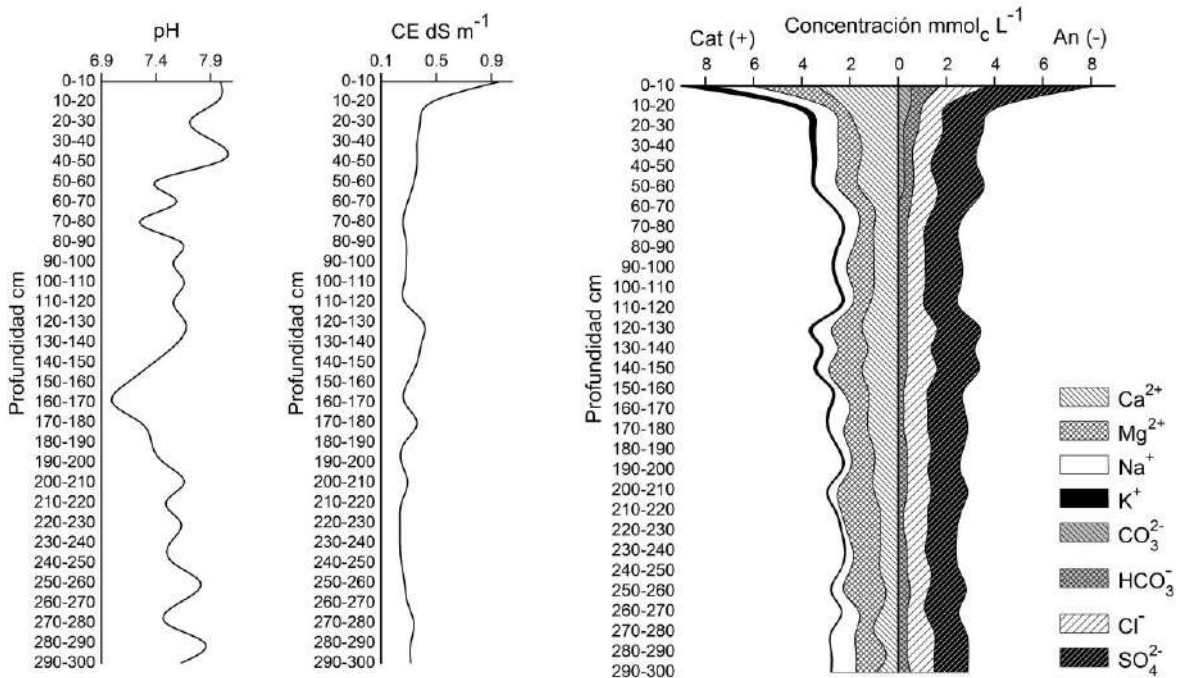


Figura B-52. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P42 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

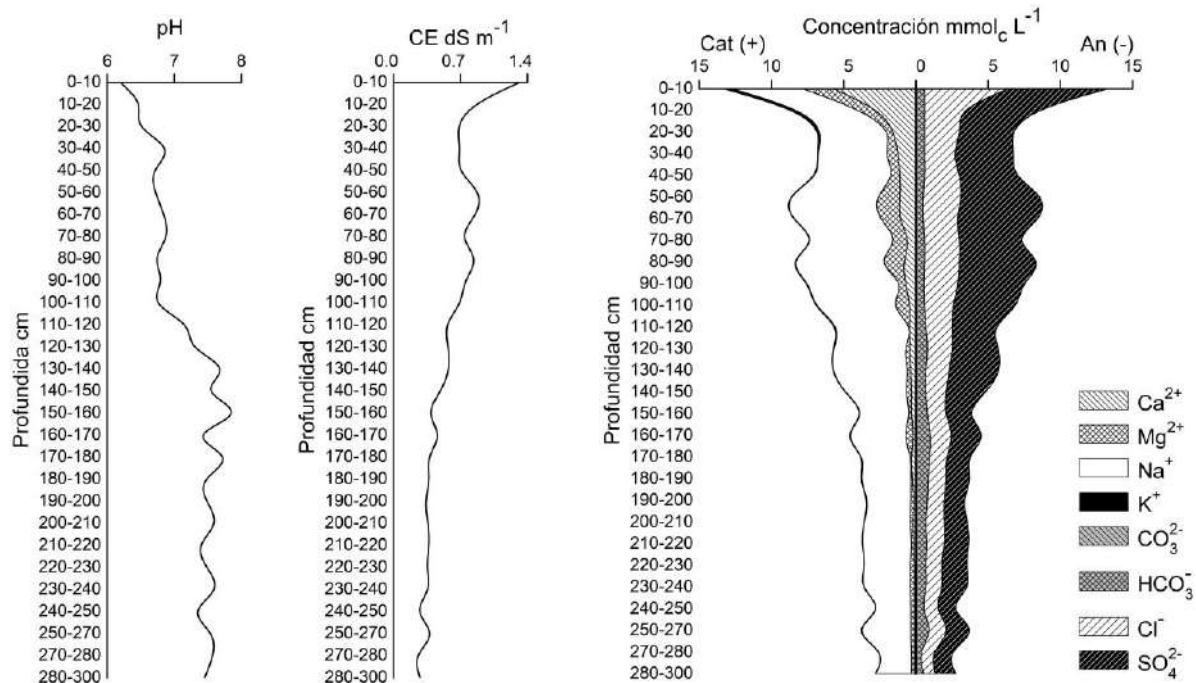


Figura B-53. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P39 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

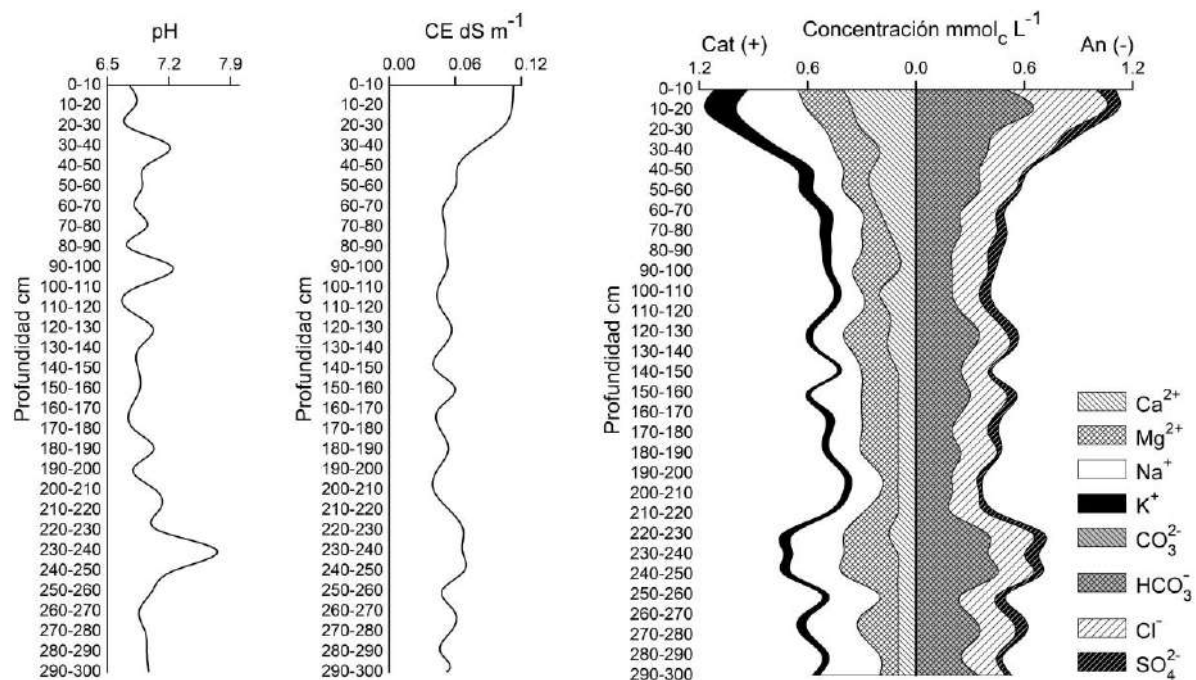


Figura B-54. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P40 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

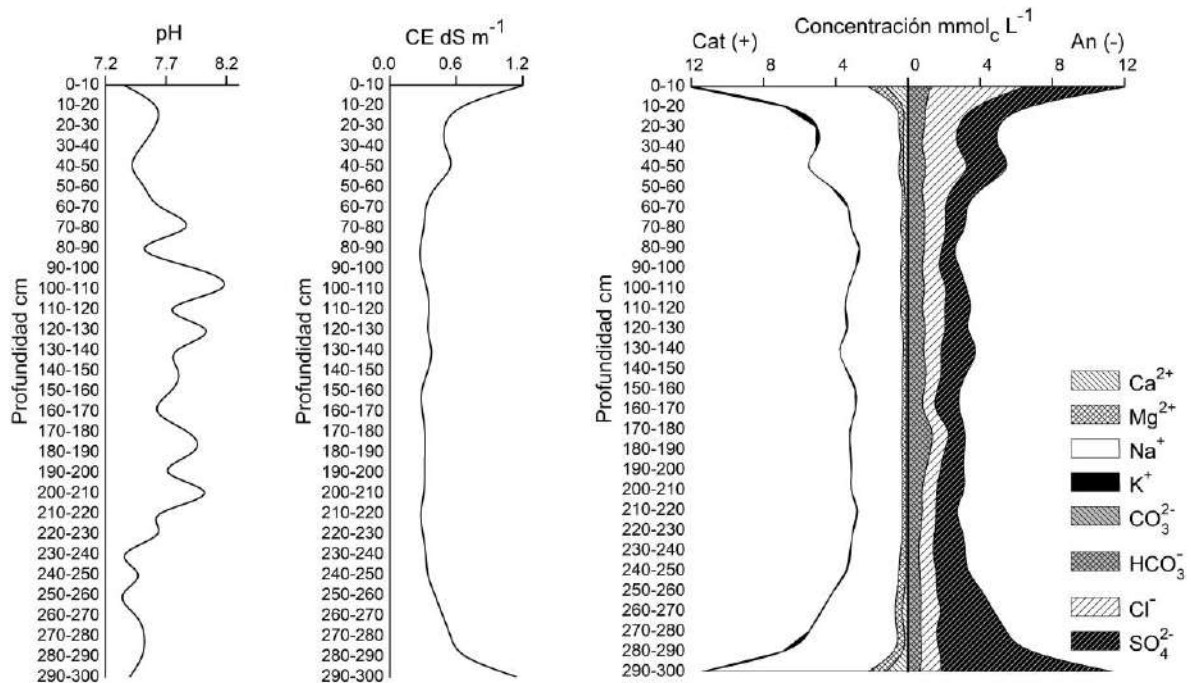


Figura B-55. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P41 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

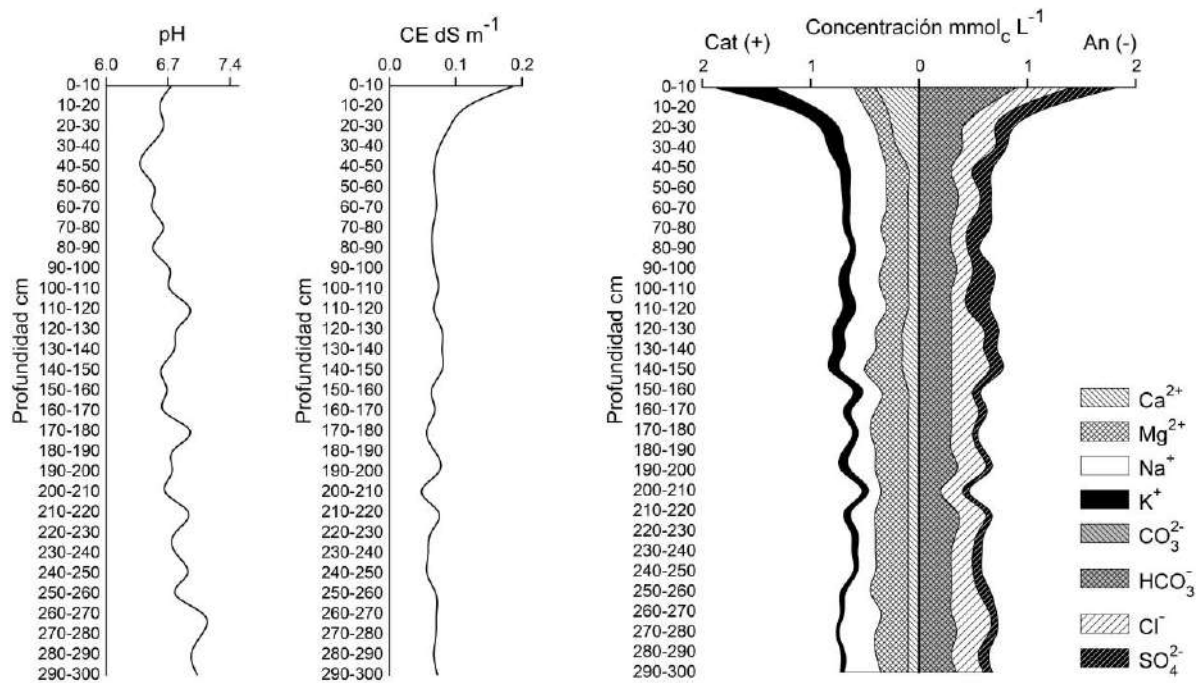


Figura B-56. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P42 de 3 m de profundidad del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

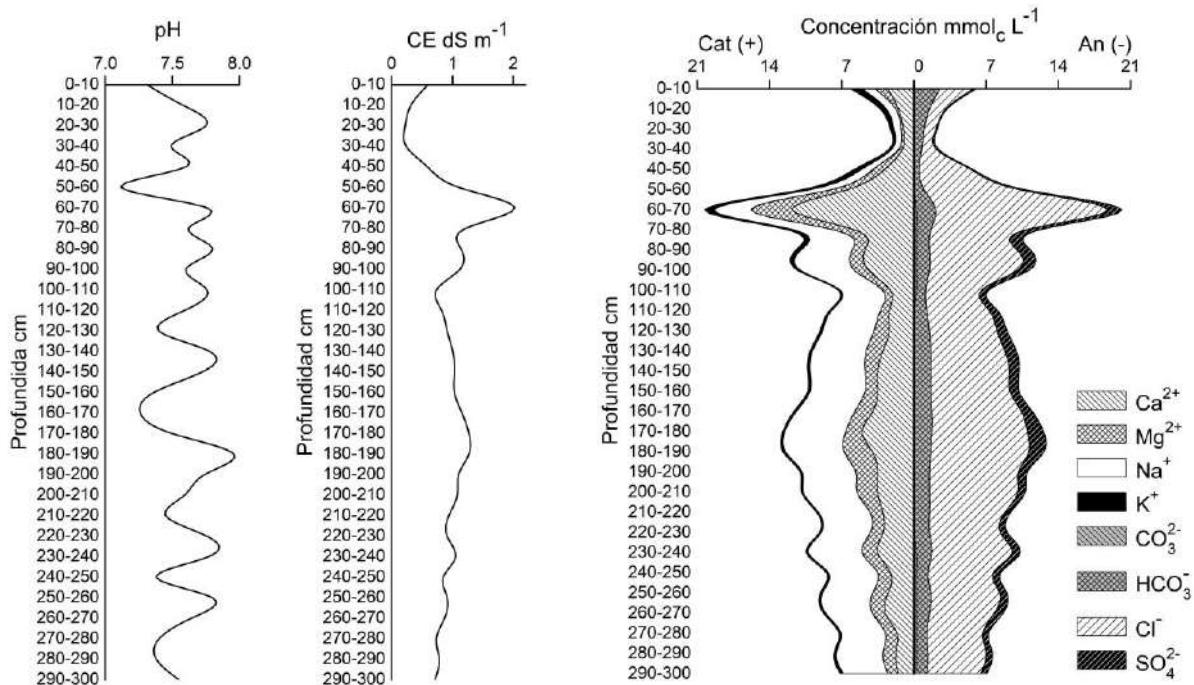


Figura B-57. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P39 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

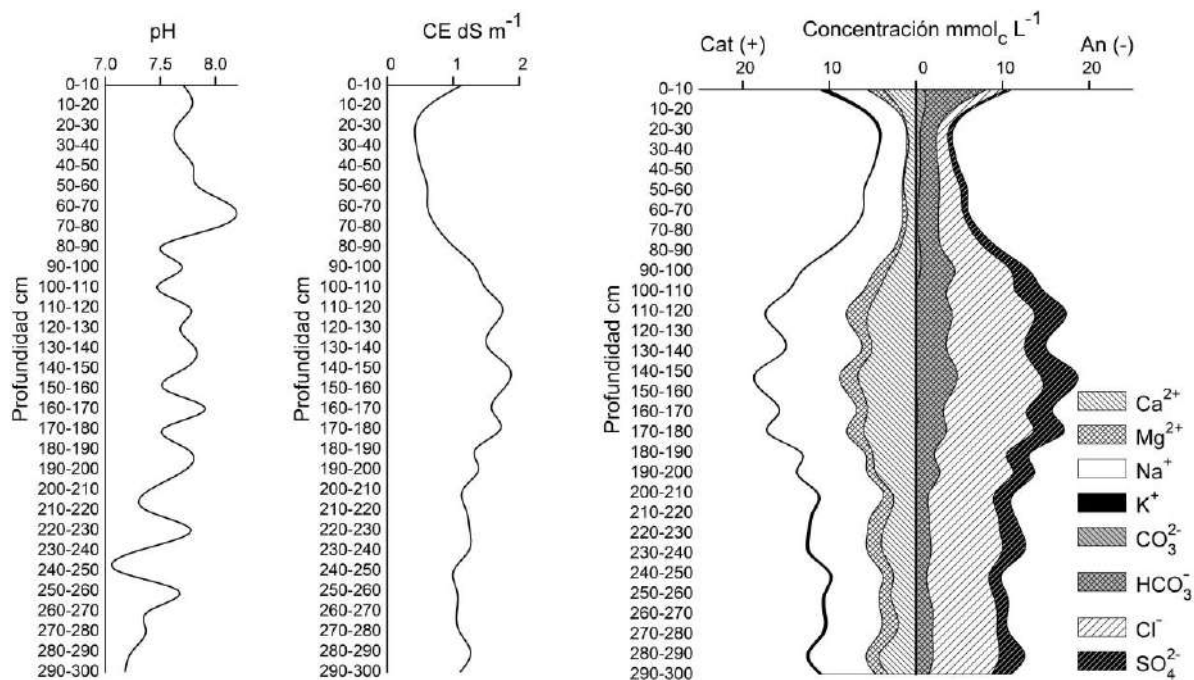


Figura B-58. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P40 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

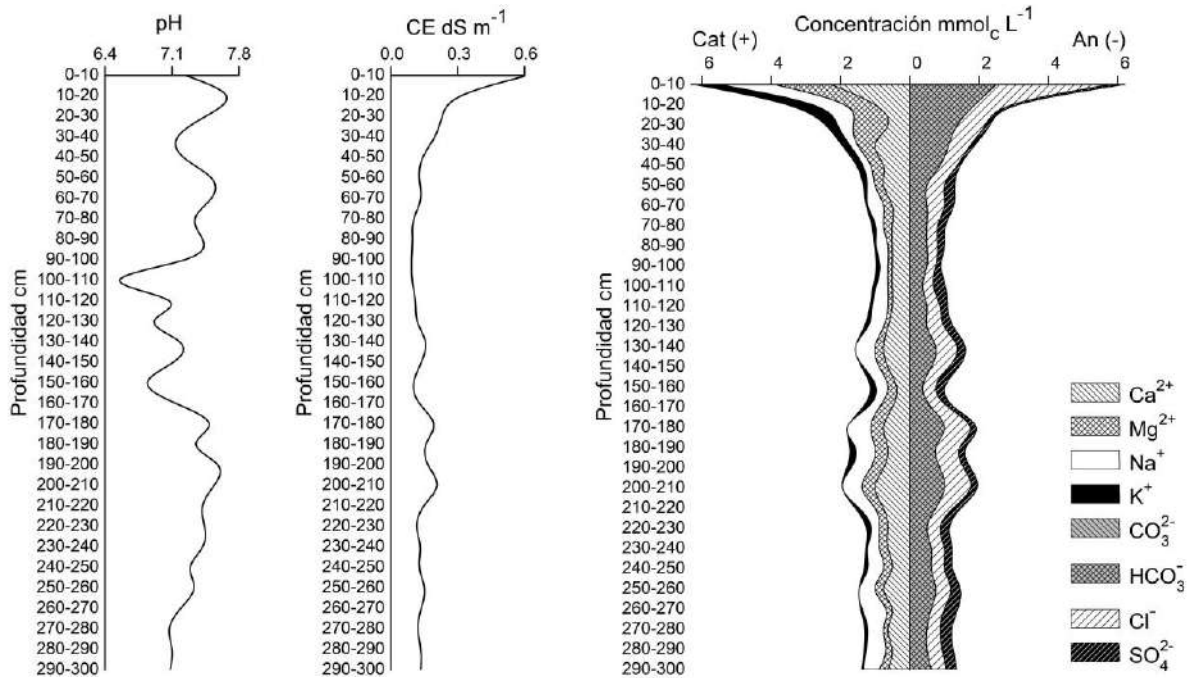


Figura B-59. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P41 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

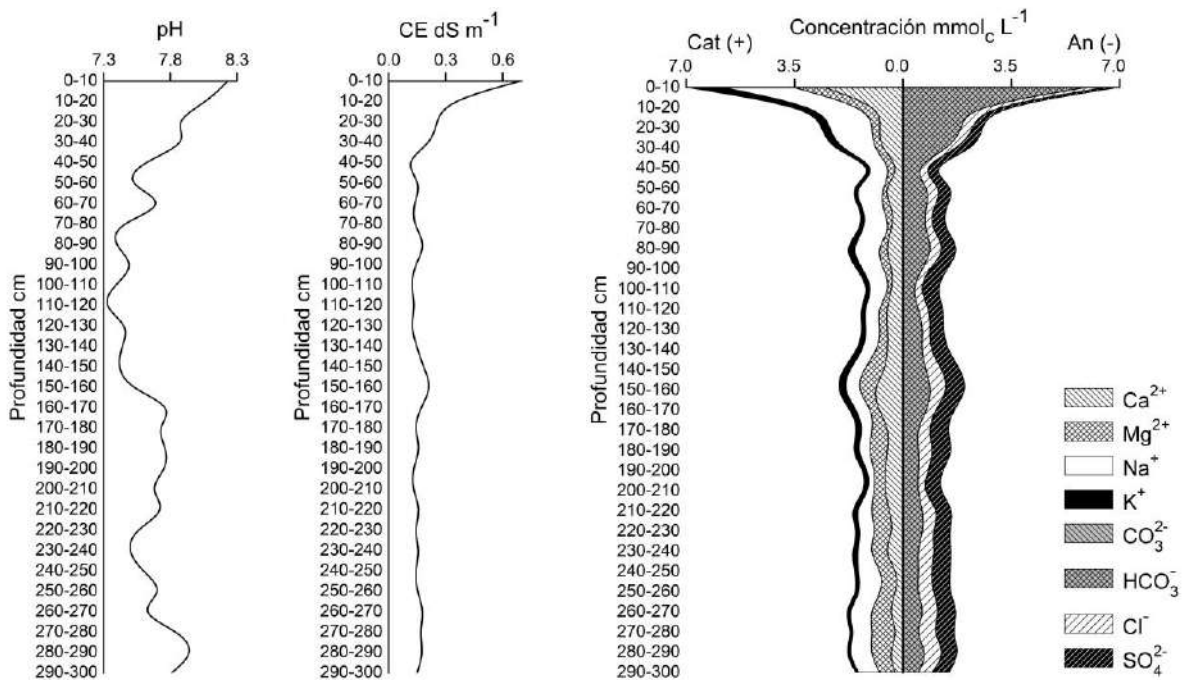


Figura B-60. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto a saturación del sitio P42 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

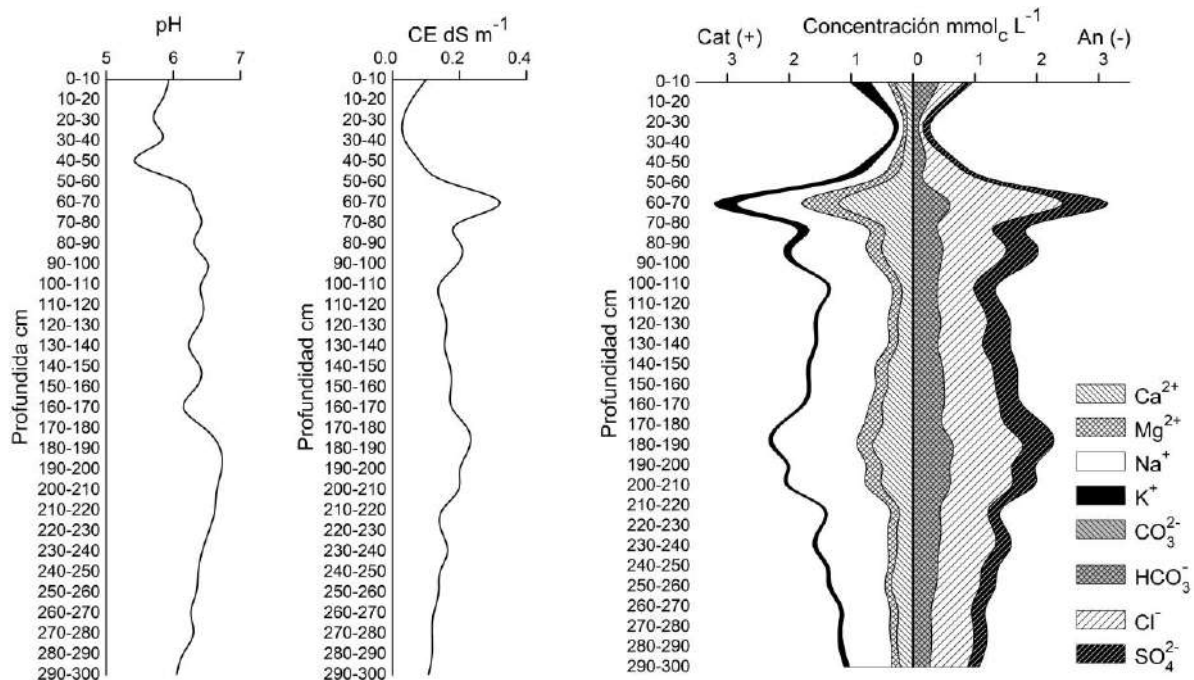


Figura B-61. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P39 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

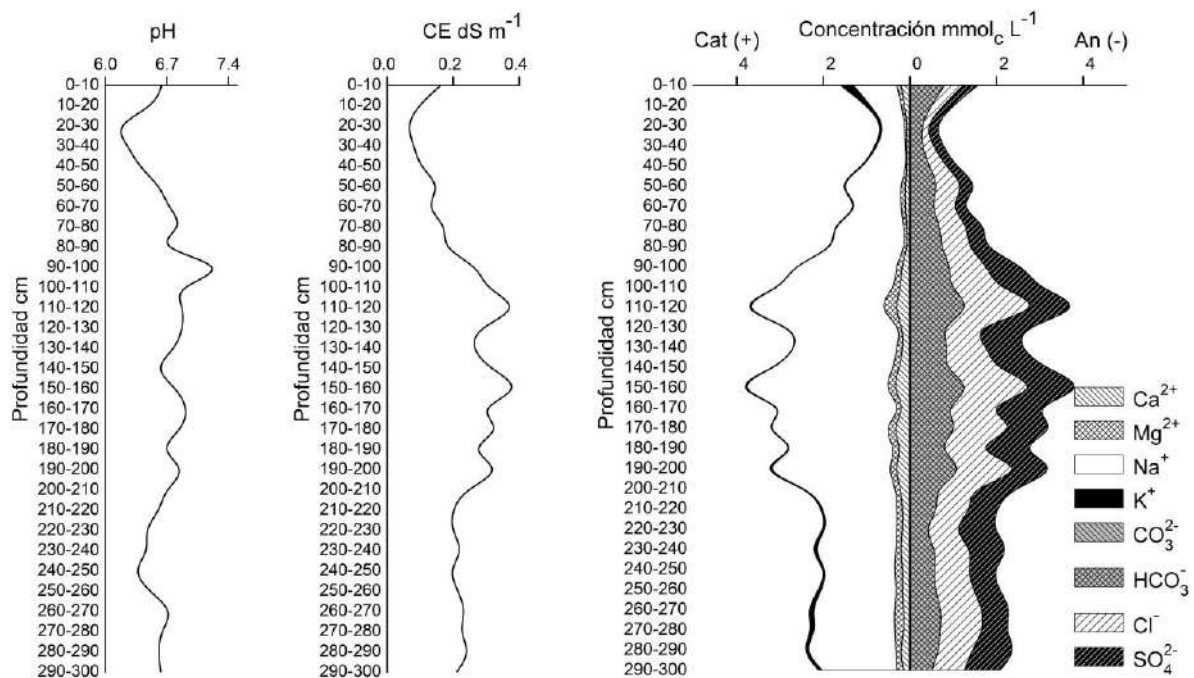


Figura B-62. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P40 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

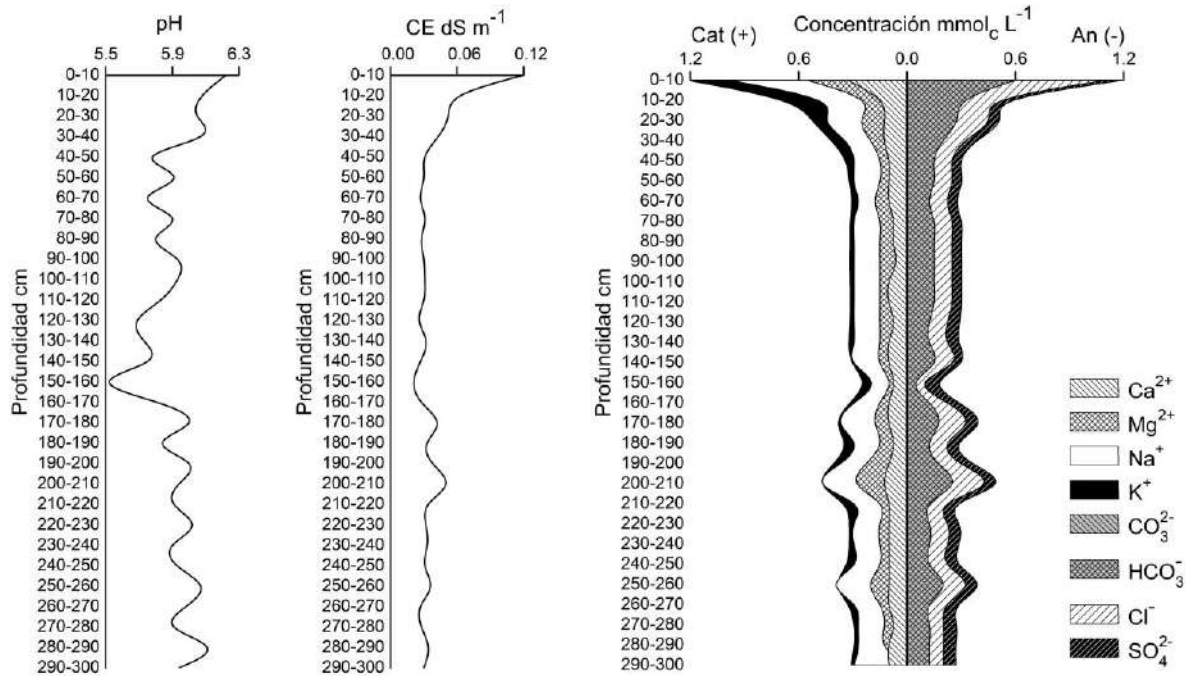


Figura B-63. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P41 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

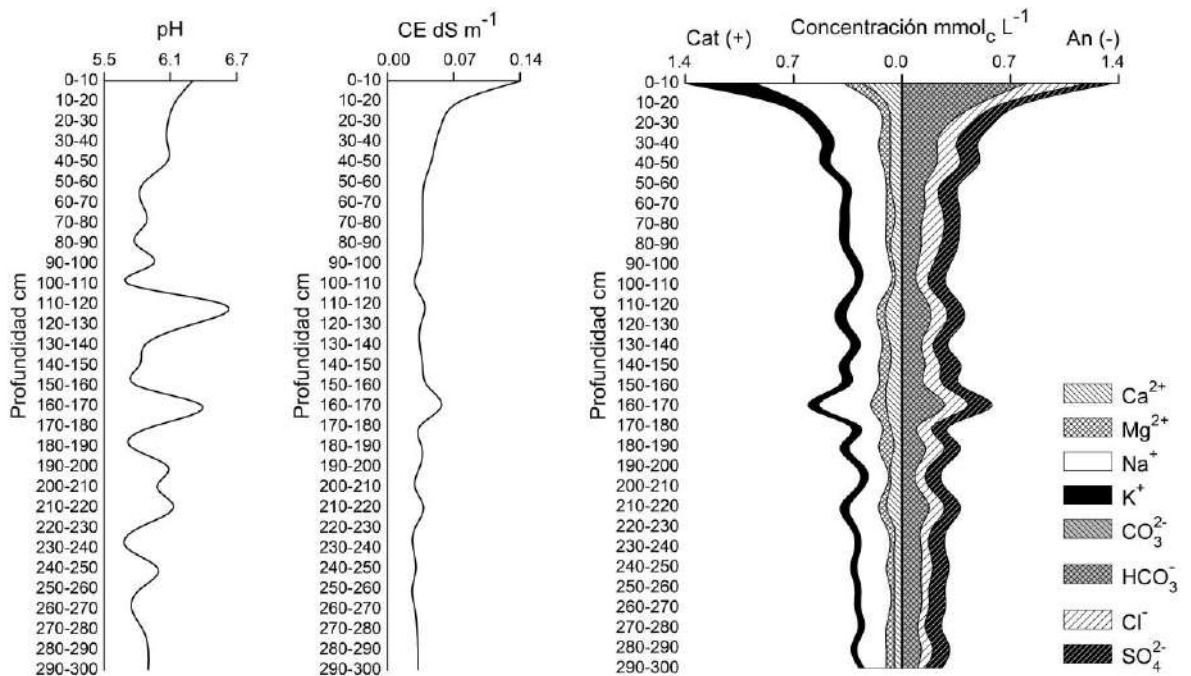


Figura B-64. pH, conductividad eléctrica y composición iónica del extracto en relación 1:5 del sitio P42 de 3 m de profundidad del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

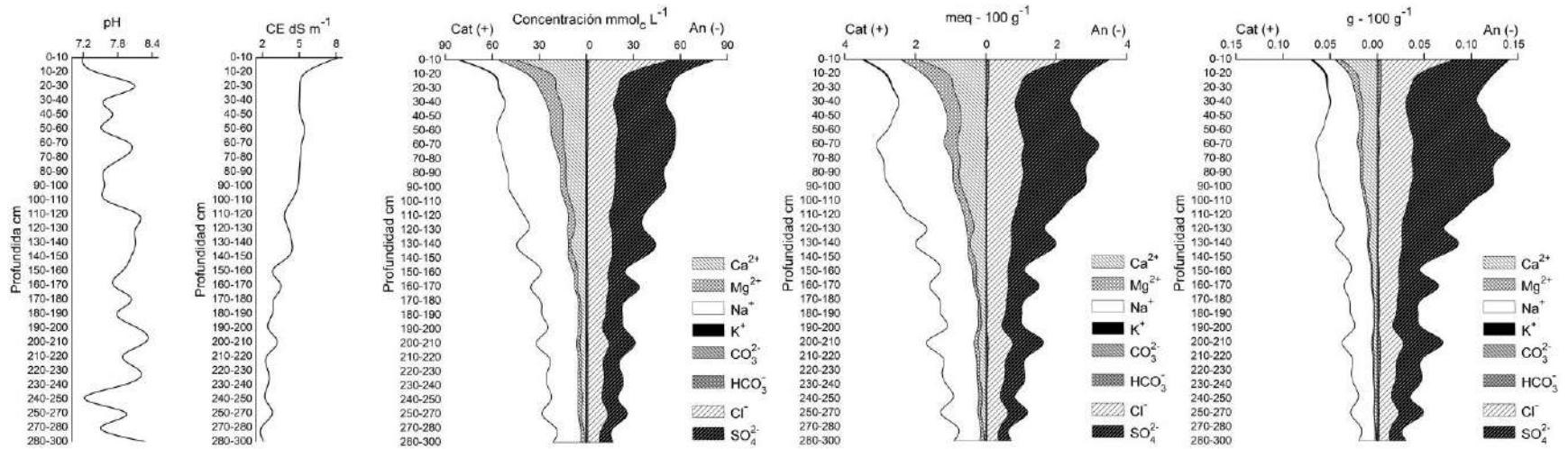


Figura B-65. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P39 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

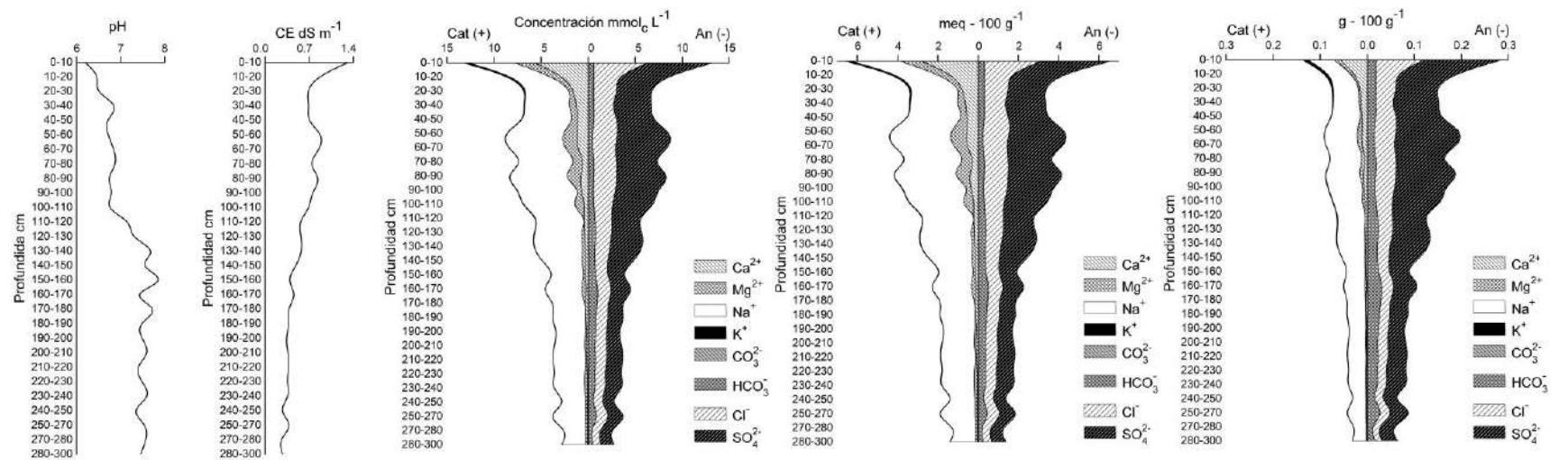


Figura B-66. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P39 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

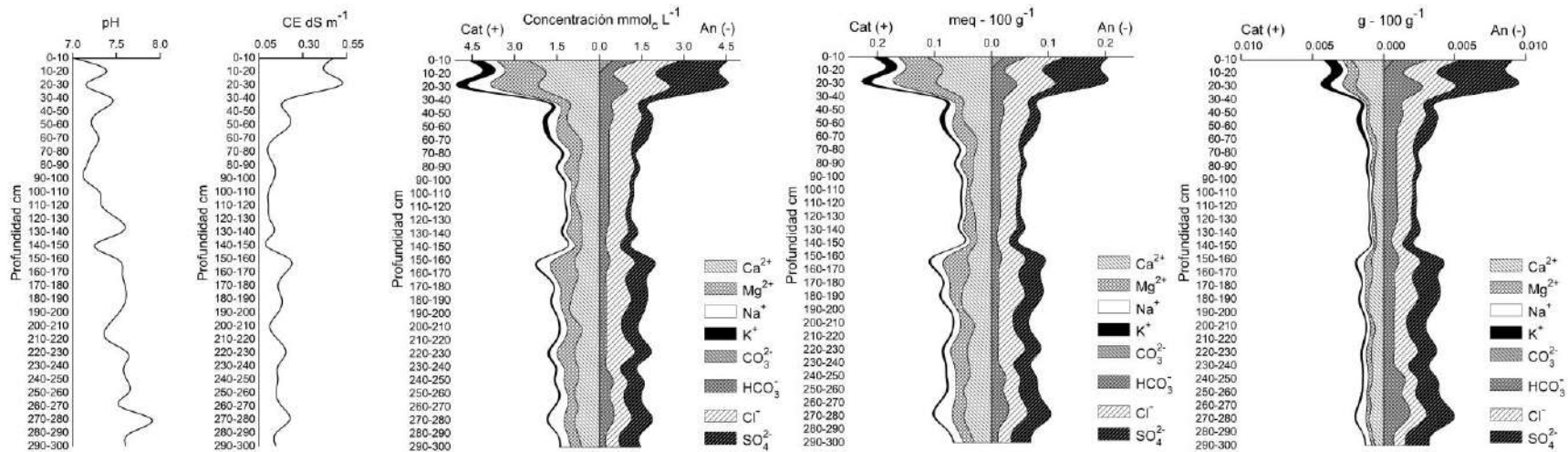


Figura B-67. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P40 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

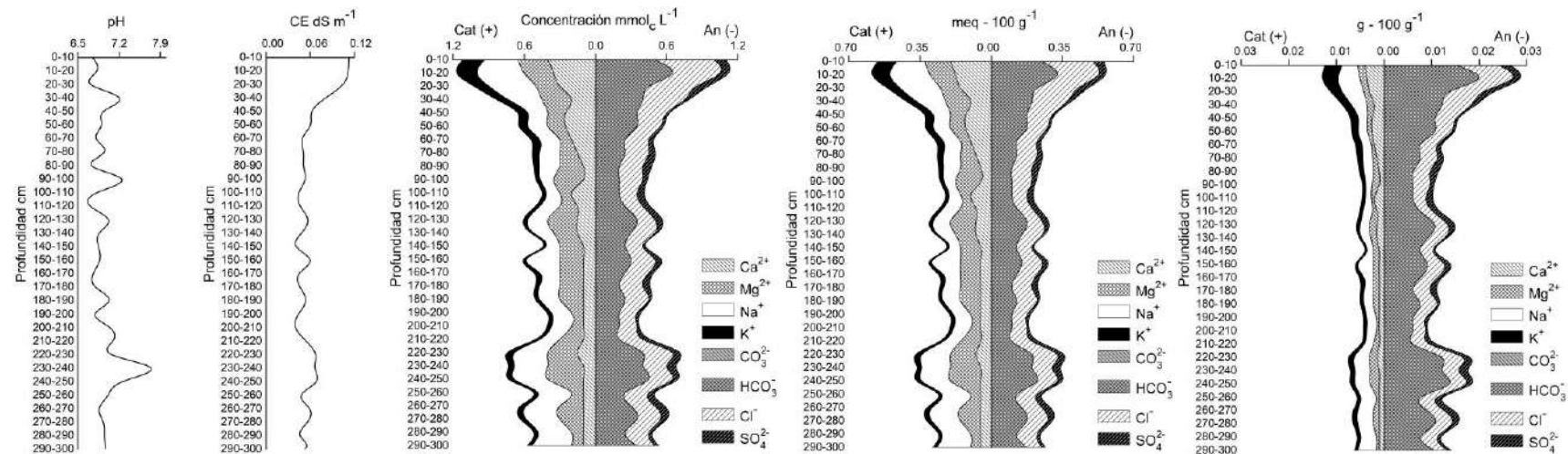


Figura B-68. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P40 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

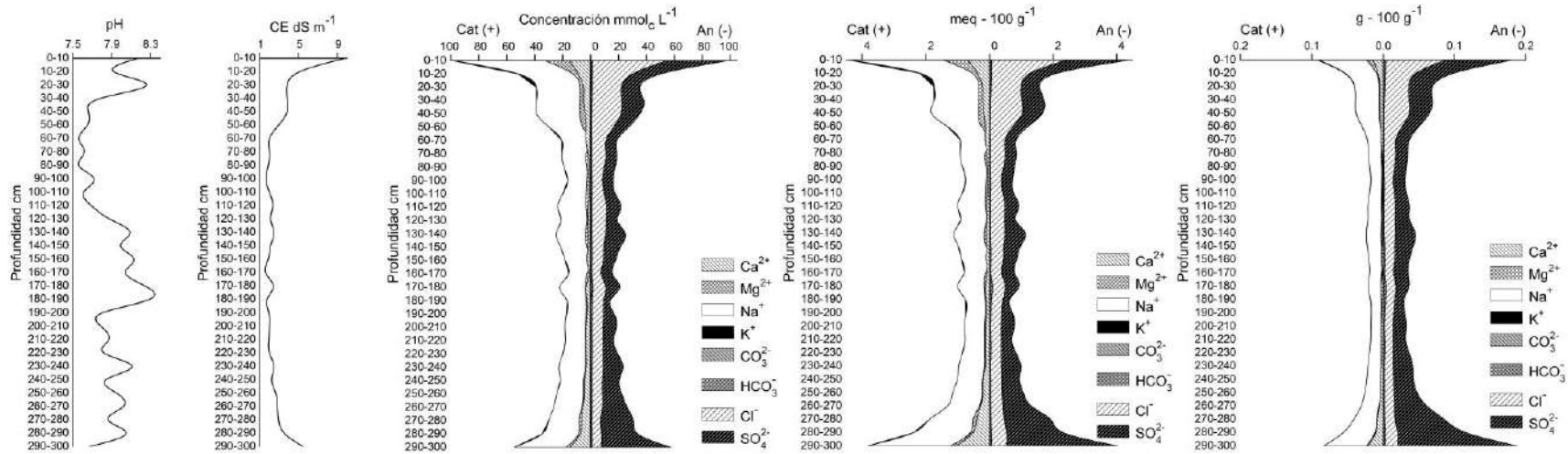


Figura B-69. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P41 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

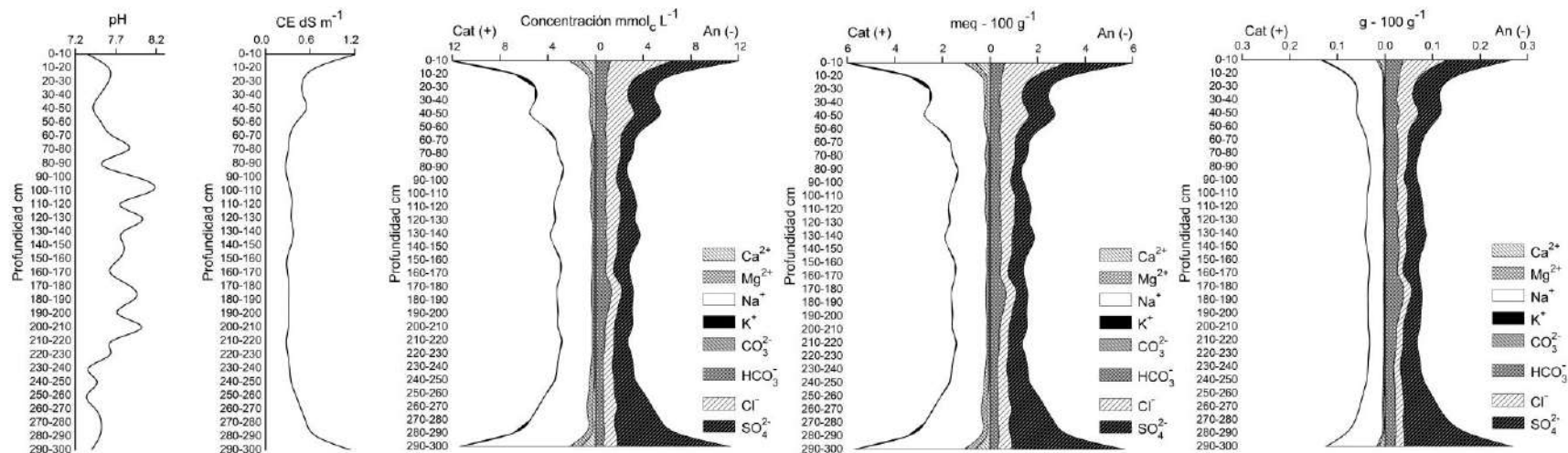


Figura B-70. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P41 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

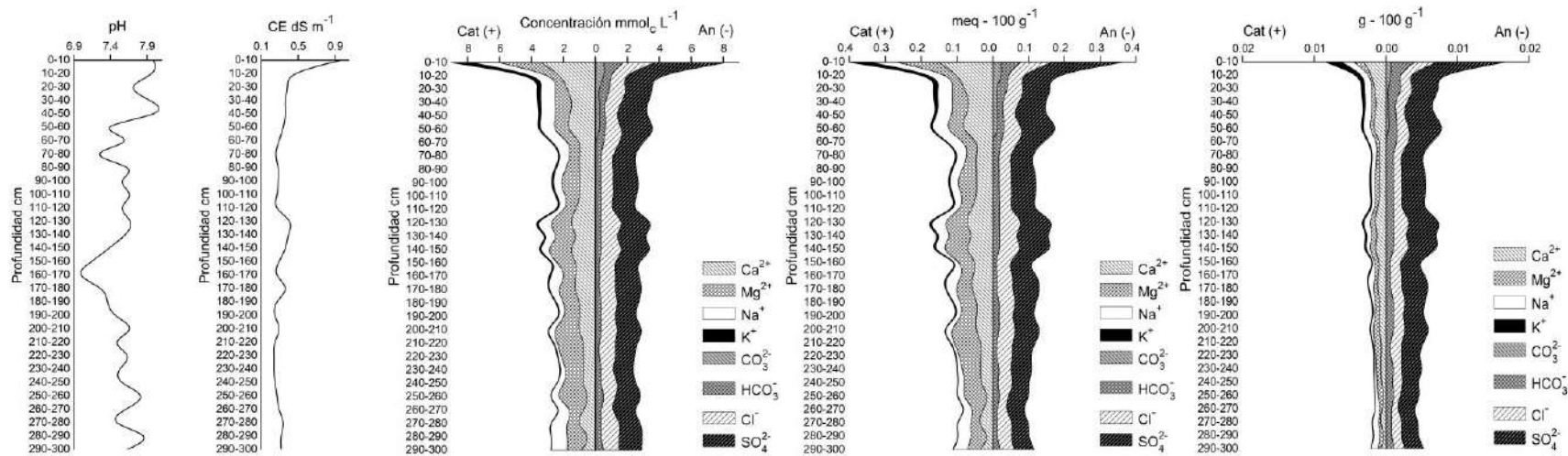


Figura B-71. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P42 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

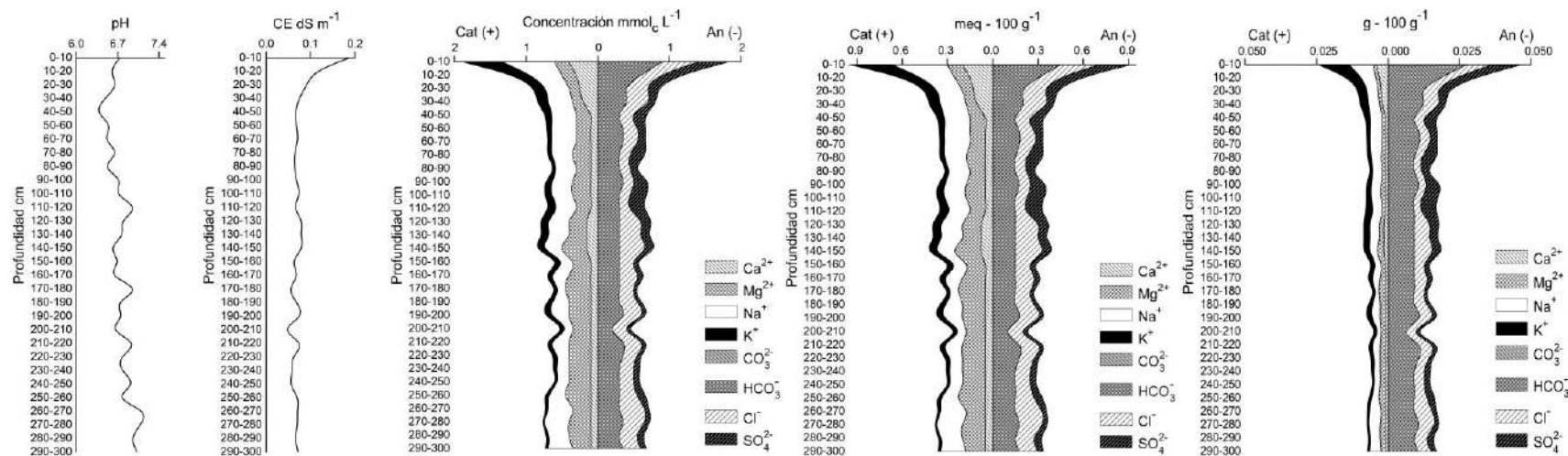


Figura B-72. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P42 del primer muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

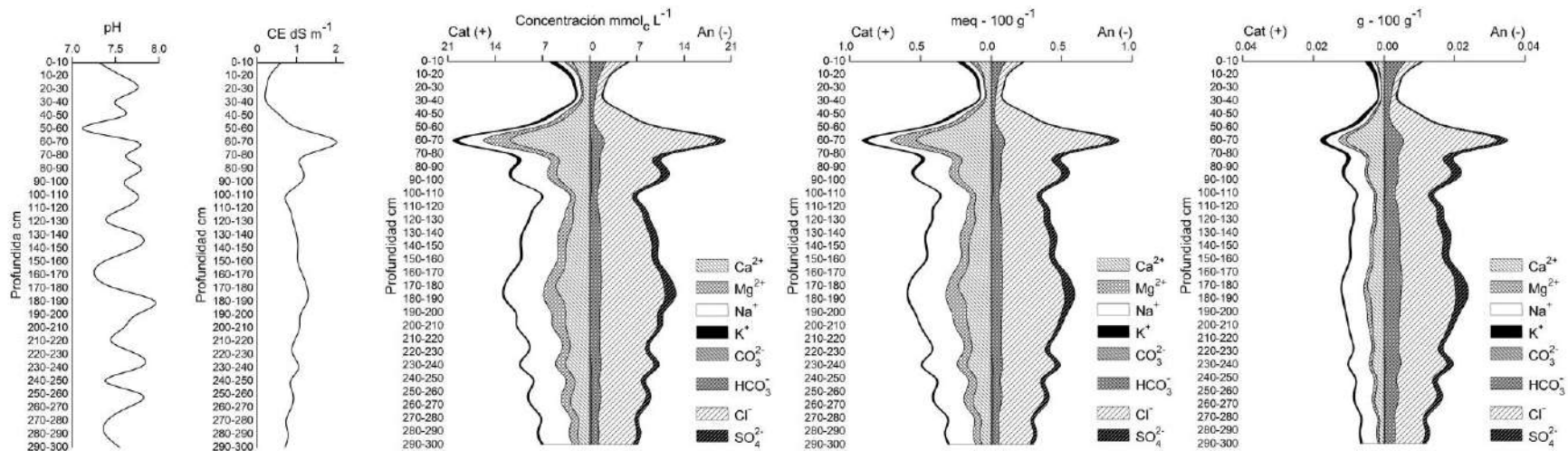


Figura B-73. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P39 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

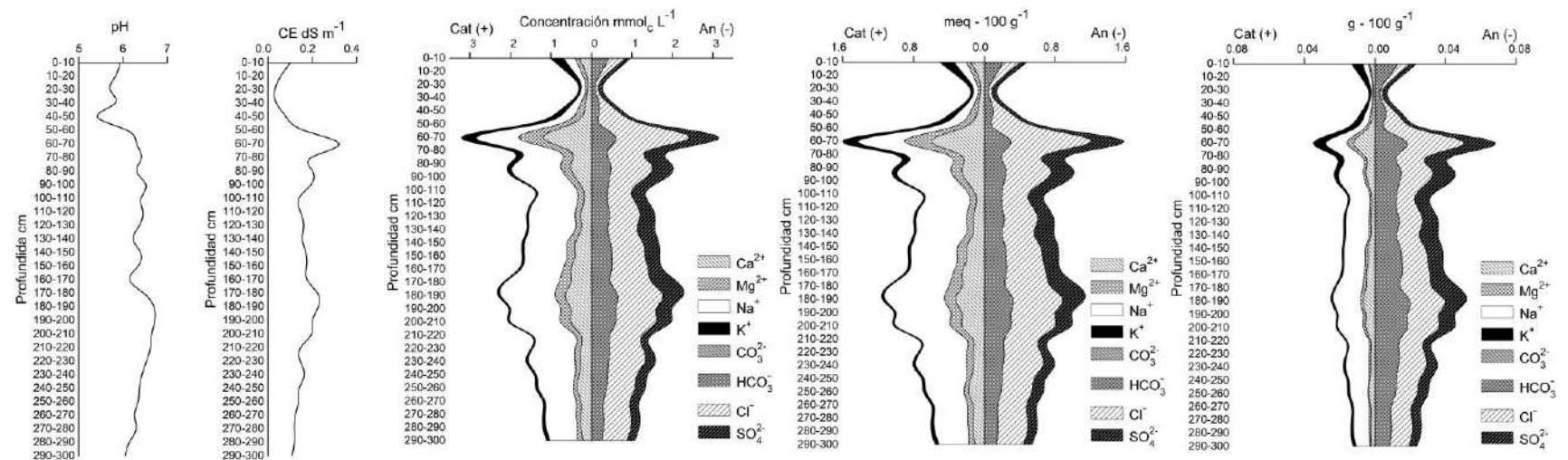


Figura B-74. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P39 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

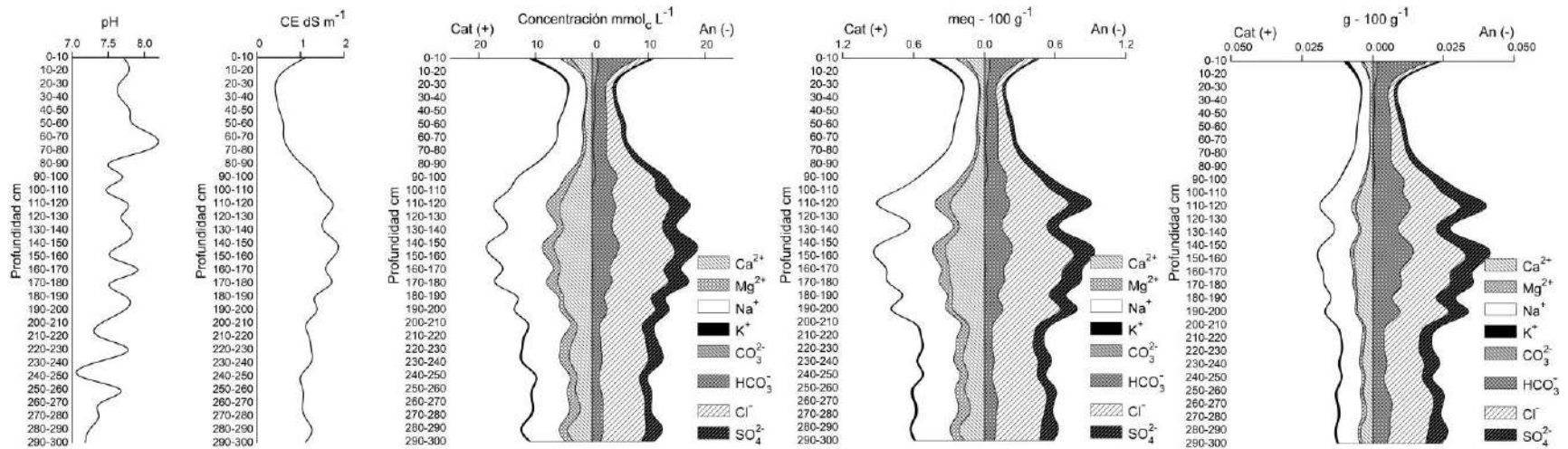


Figura B-75. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P40 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

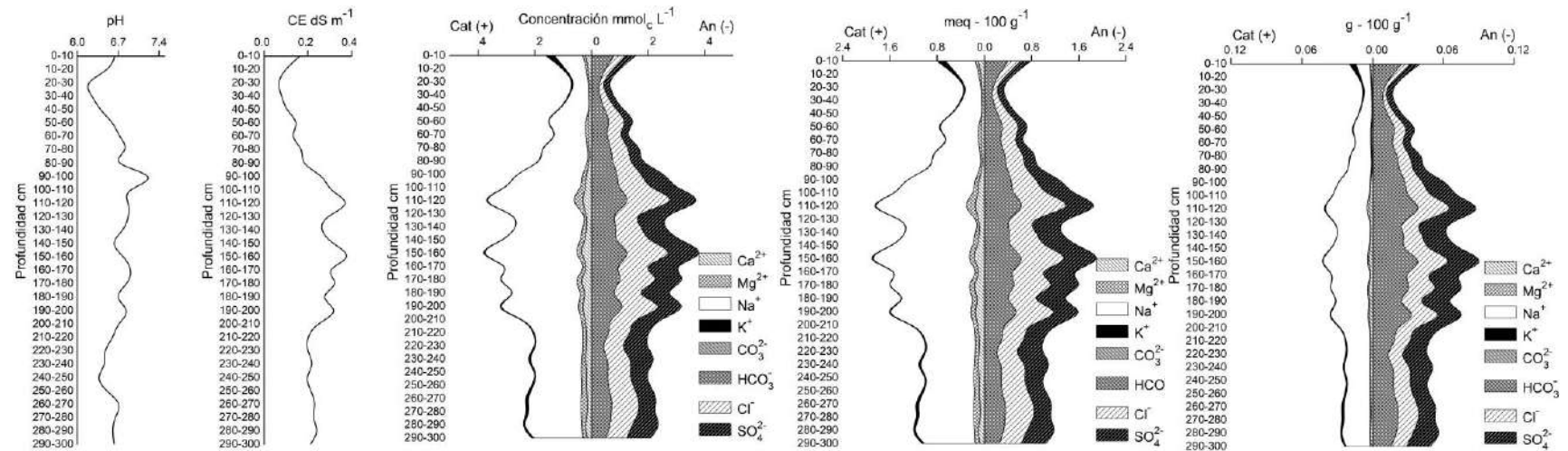


Figura B-76. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P40 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

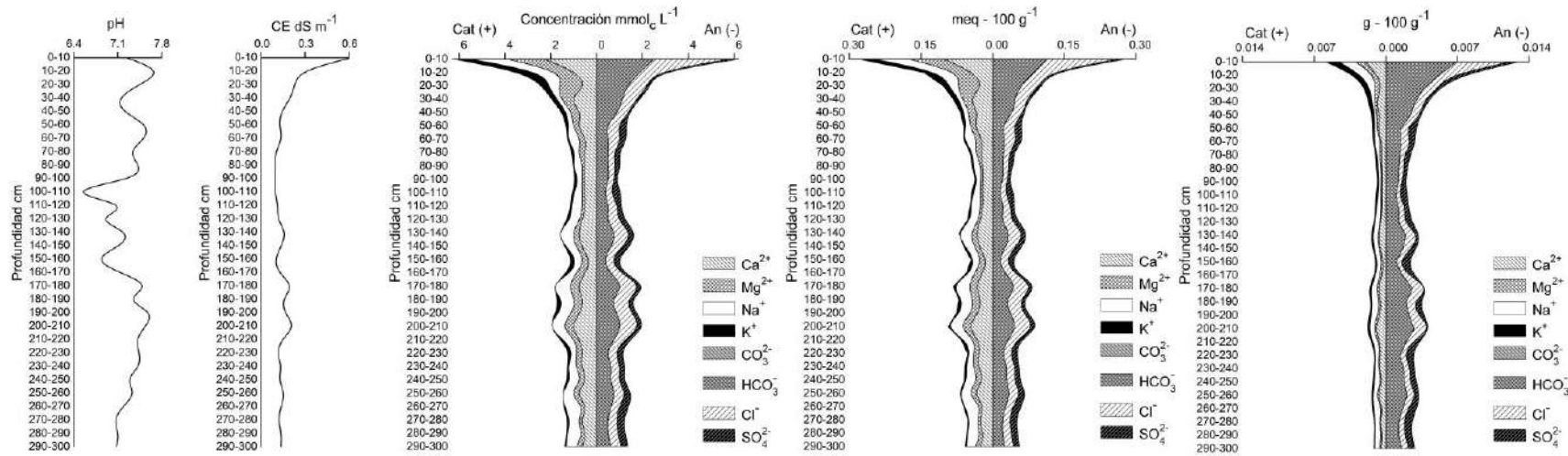


Figura B-77. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P41 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

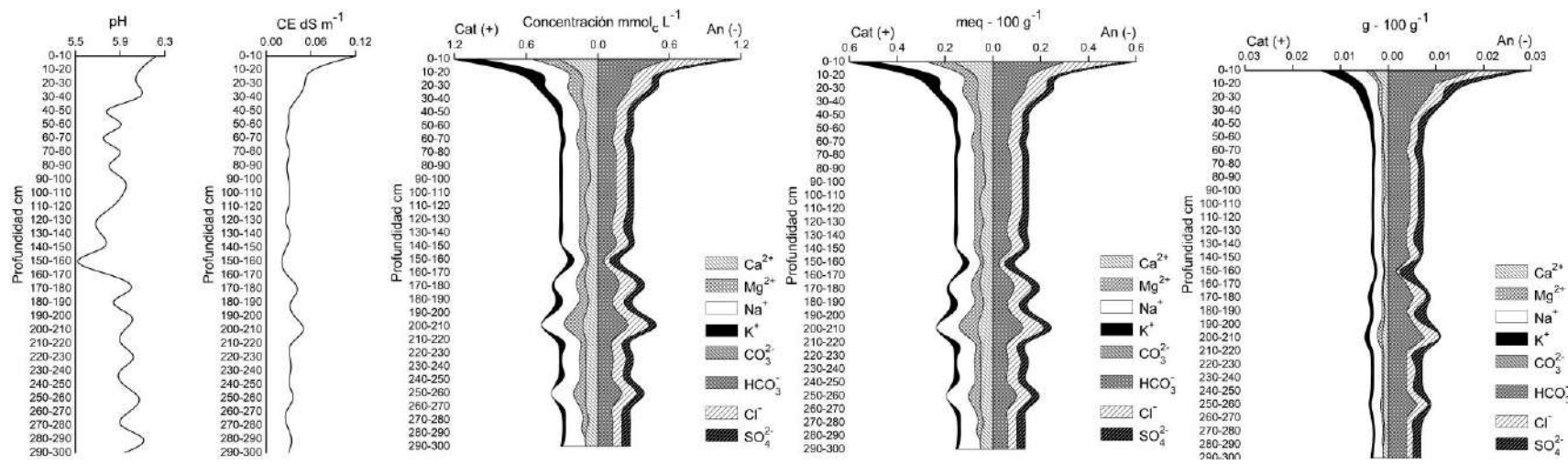


Figura B-78. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P41 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

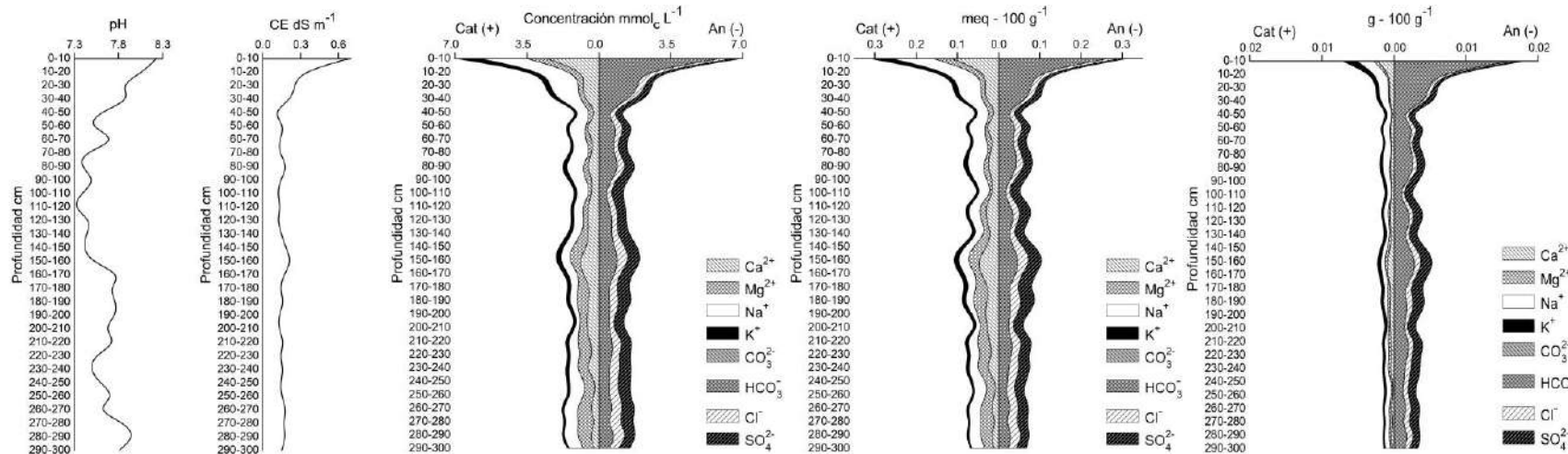


Figura B-79. Concentración de sales en el extracto a saturación expresado en diferentes unidades del sitio P42 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

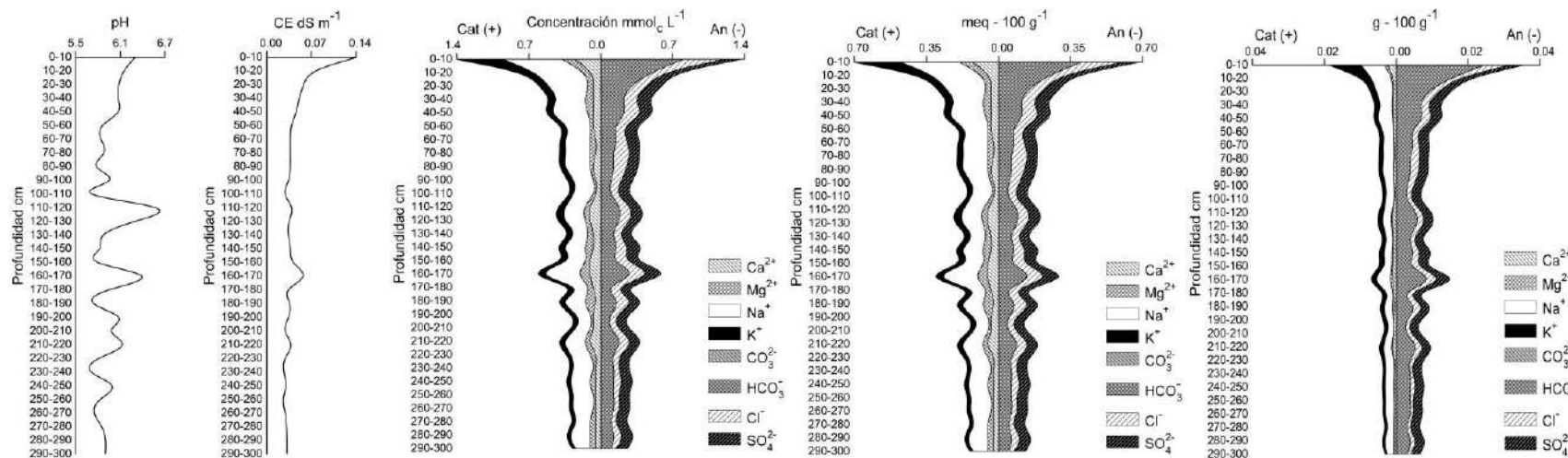


Figura B-80. Concentración de sales en el extracto en relación 1:5 expresado en diferentes unidades del sitio P42 del segundo muestreo de suelos en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

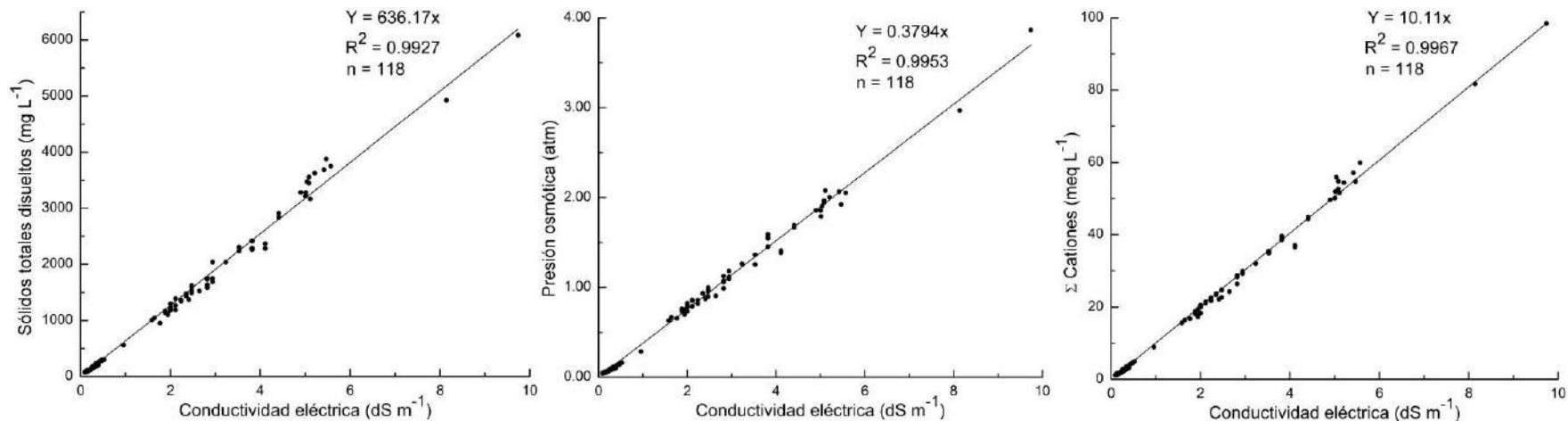


Figura B-81. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **3 m de profundidad en los extractos a saturación del primer muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

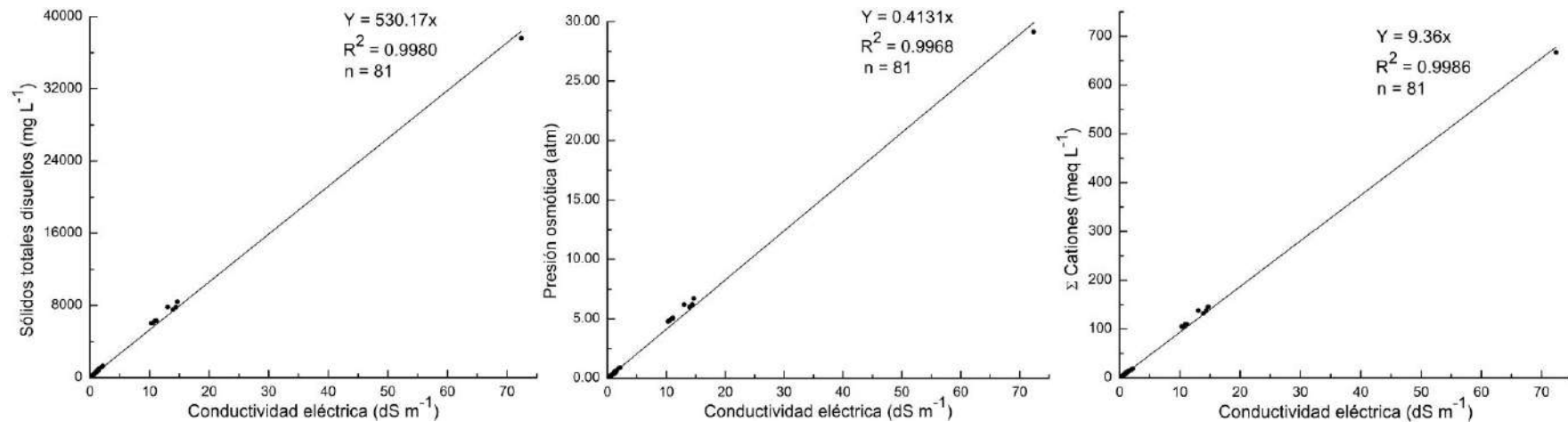


Figura B-82. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **1 m de profundidad en los extractos a saturación del primer muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

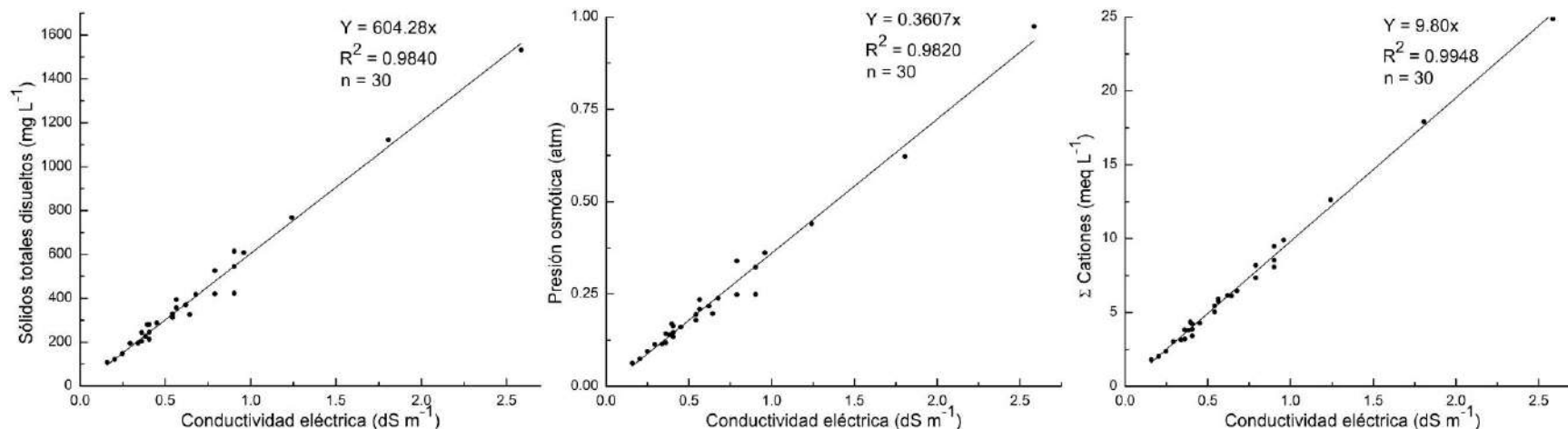


Figura B-83. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **30 cm de profundidad en los extractos a saturación del primer muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió P19 CE=15 dS m^{-1}).

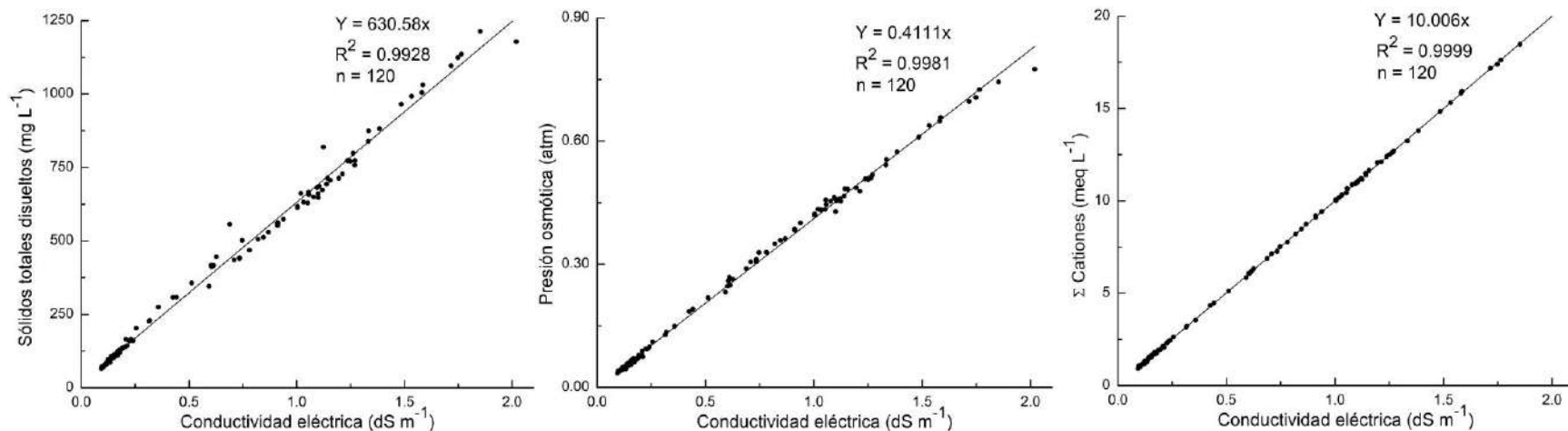


Figura B-84. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **3 m de profundidad en los extractos a saturación del segundo muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

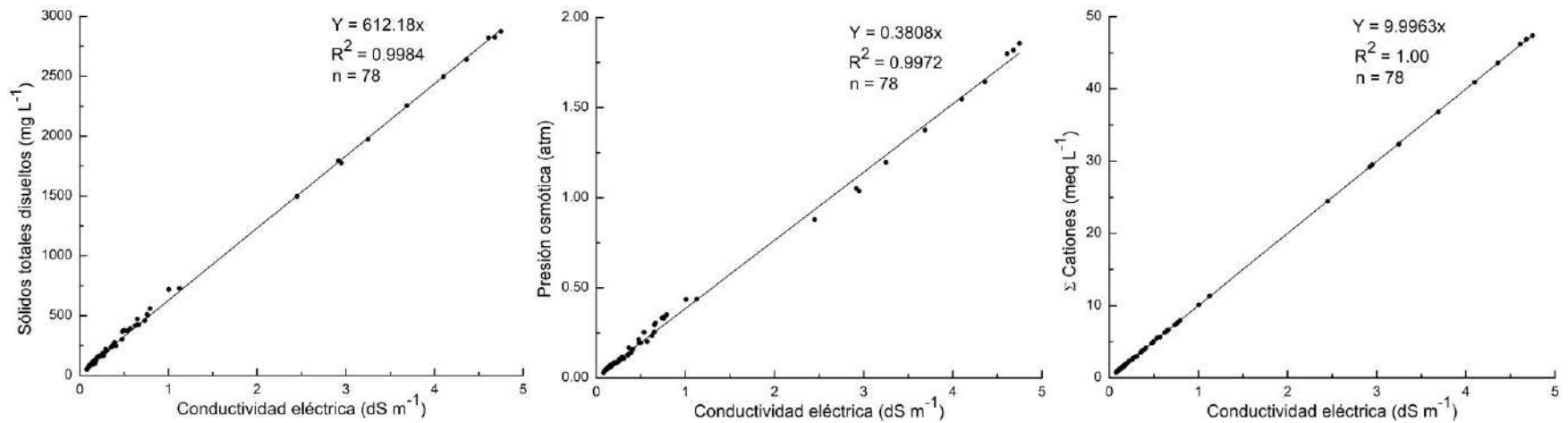


Figura B-85. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **1 m de profundidad en los extractos a saturación del segundo muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

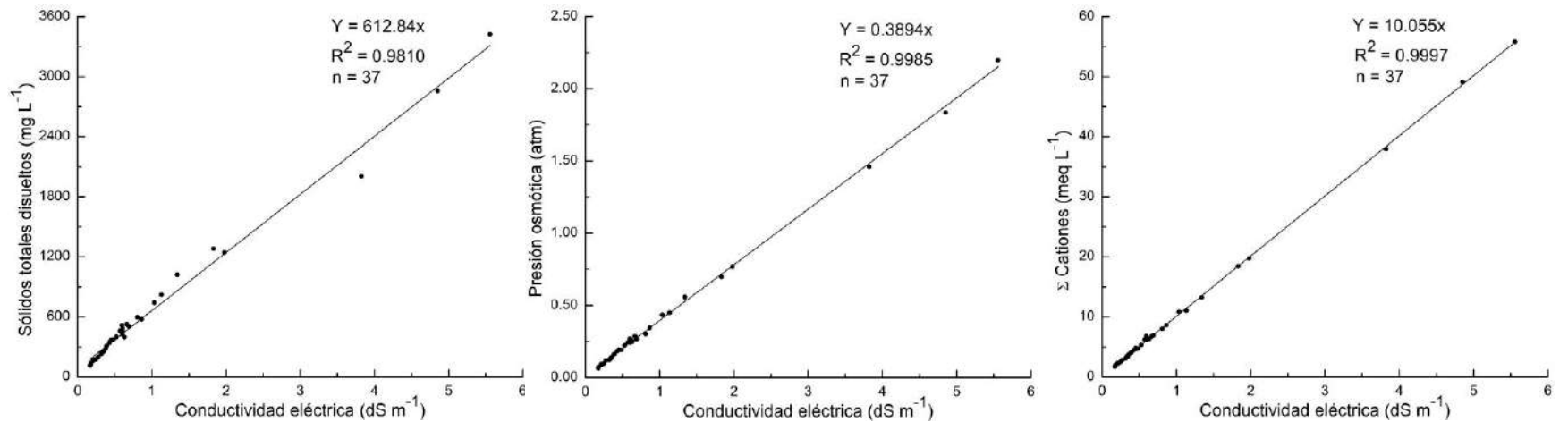


Figura B-86. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **30 cm de profundidad en los extractos a saturación del segundo muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

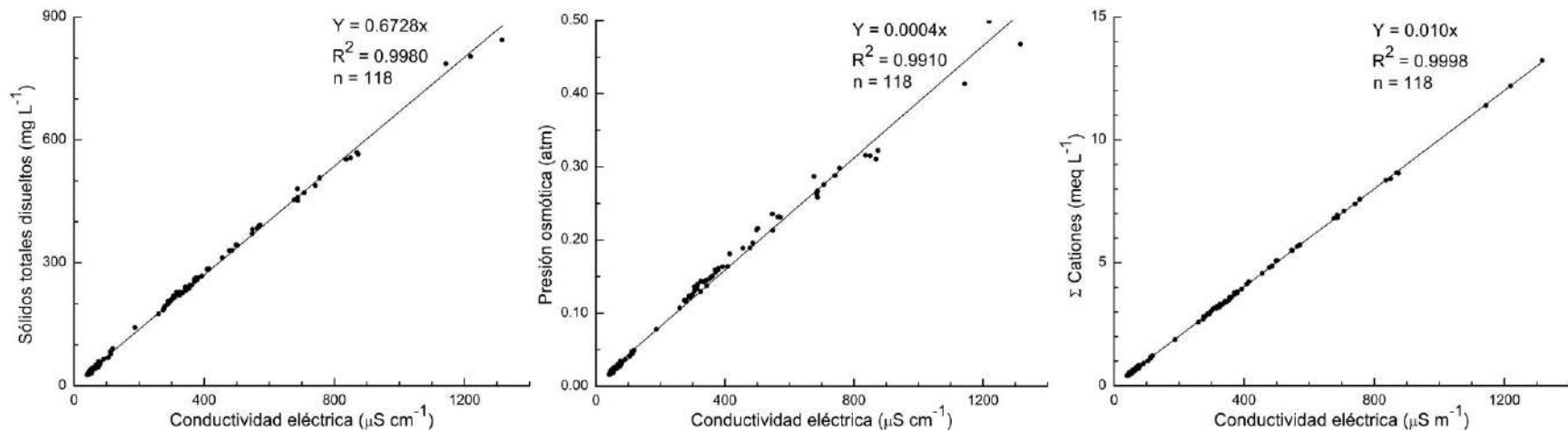


Figura B-87. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **3 m de profundidad en los extractos relación 1:5 del primer muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

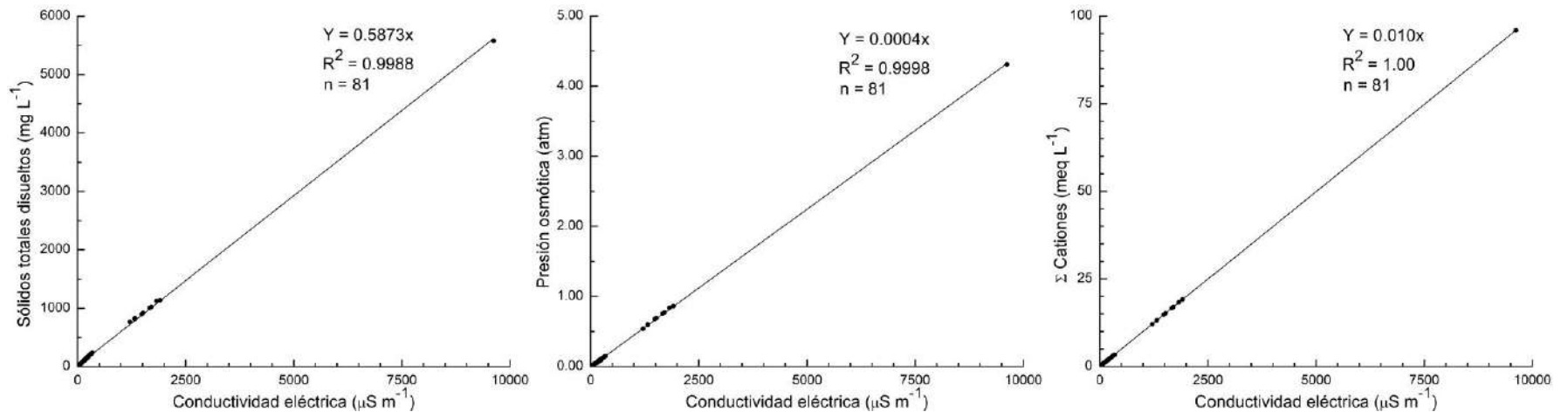


Figura B-88. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **1 m de profundidad en los extractos relación 1:5 del primer muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

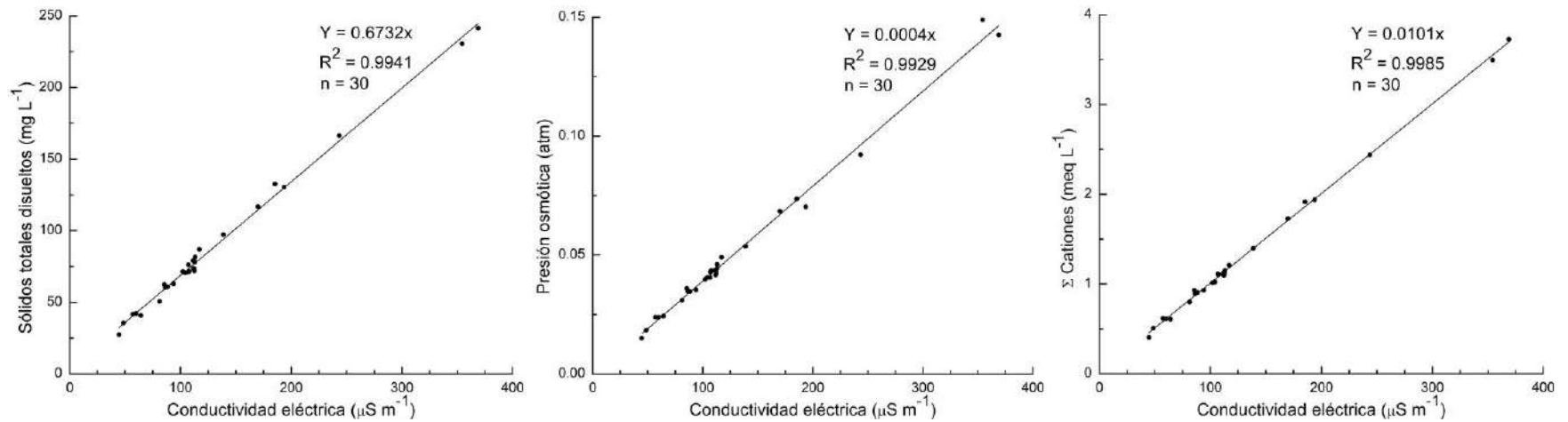


Figura B-89. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **30 cm de profundidad en los extractos relación 1:5 del primer muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

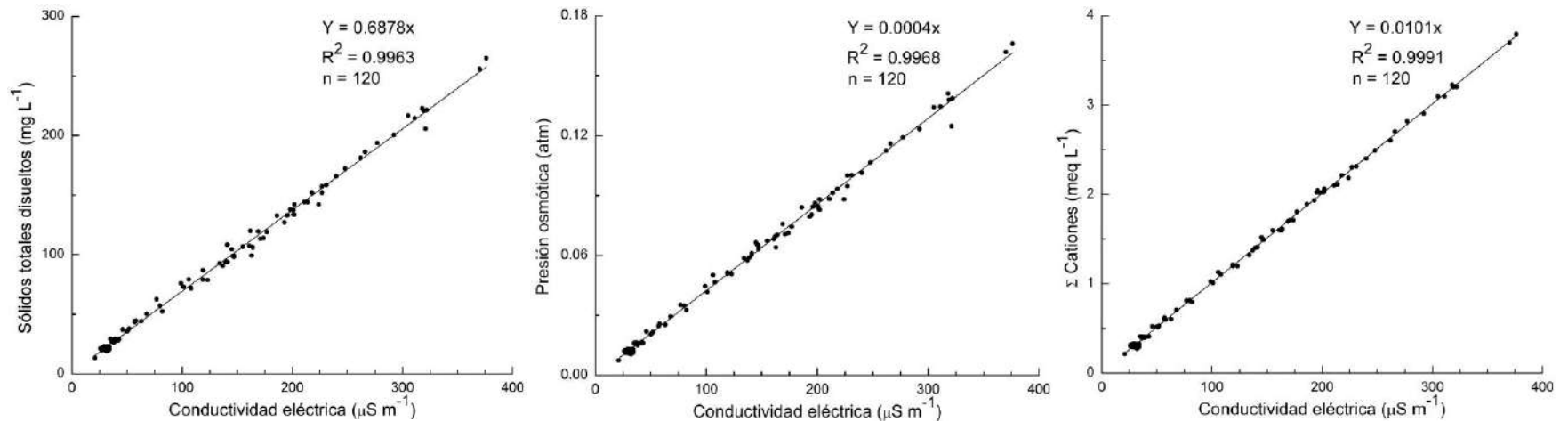


Figura B-90. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **3 m de profundidad en los extractos relación 1:5 del segundo muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

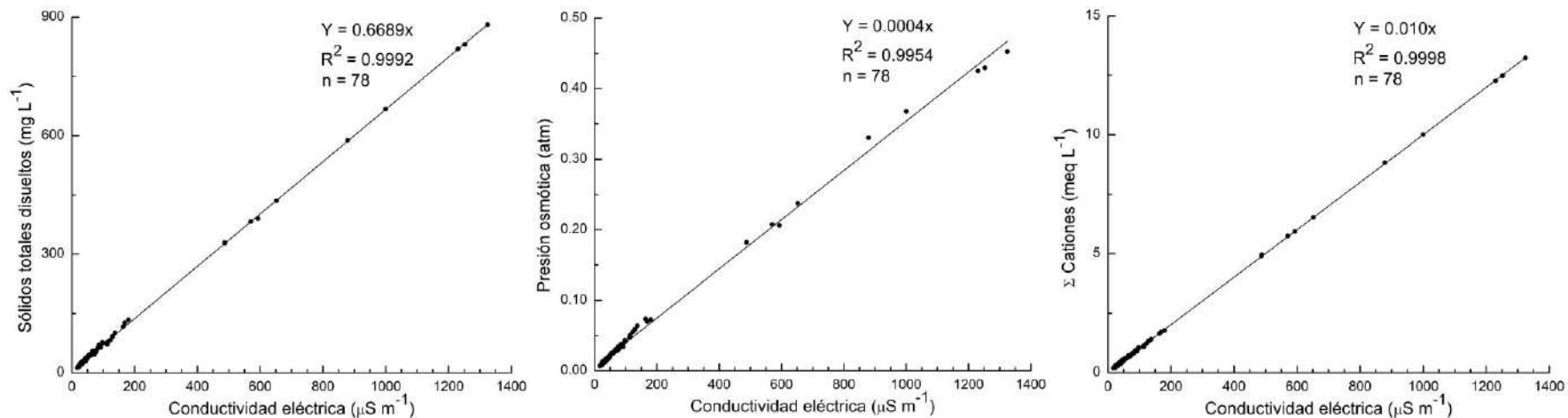


Figura B-91. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **1 m de profundidad en los extractos relación 1:5 del segundo muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

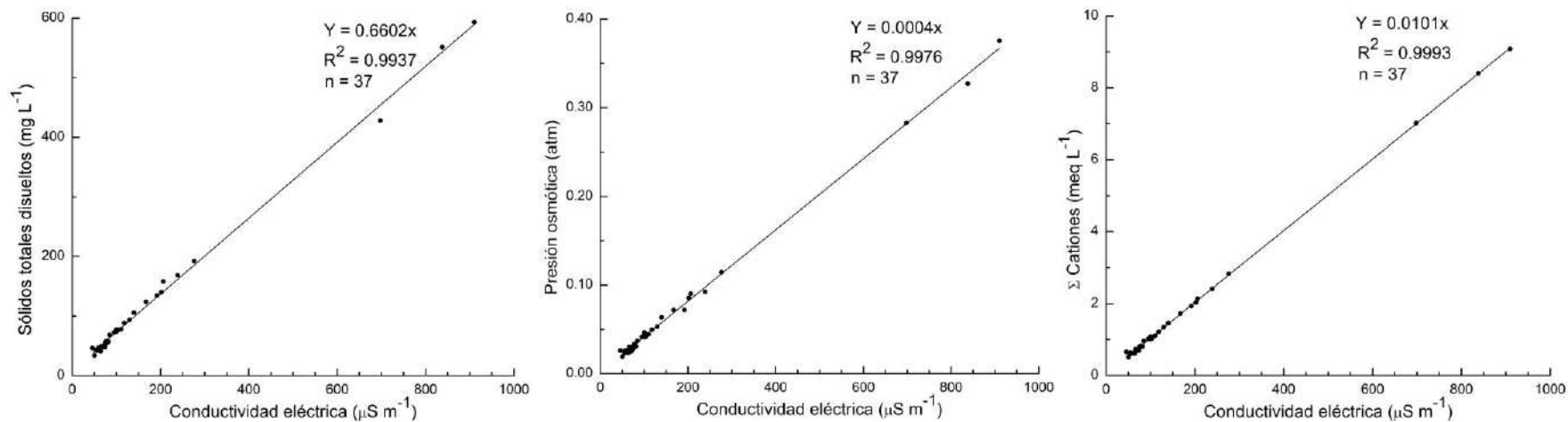


Figura B-92. Relación entre la conductividad eléctrica con la concentración de sólidos totales disueltos, presión osmótica y suma de cationes de los sitios de **30 cm de profundidad en los extractos relación 1:5 del segundo muestreo** de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

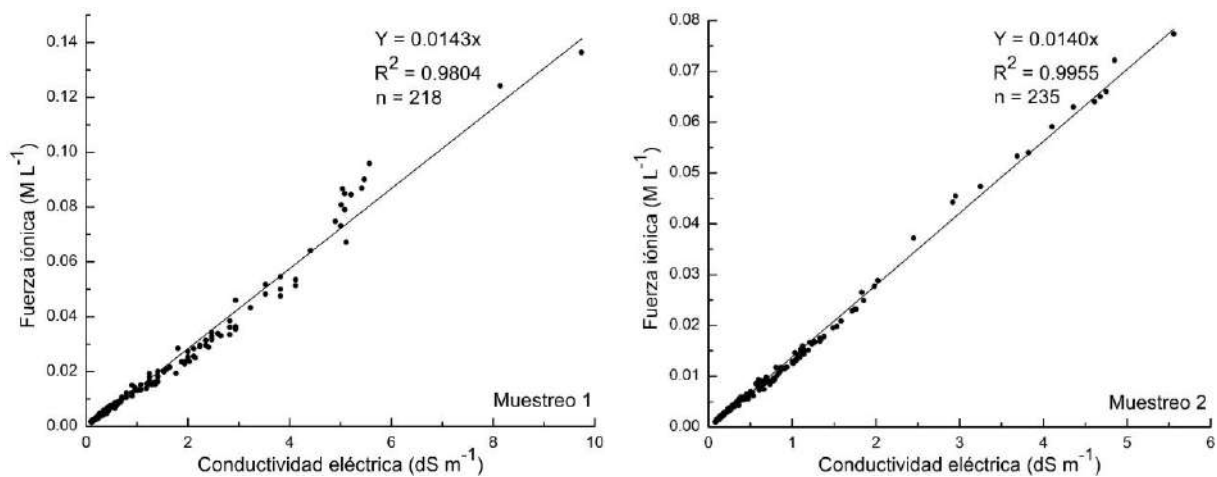


Figura B-93. Fuerza iónica y su relación con su conductividad eléctrica de las soluciones electrolíticas correspondientes a los extractos de saturación.

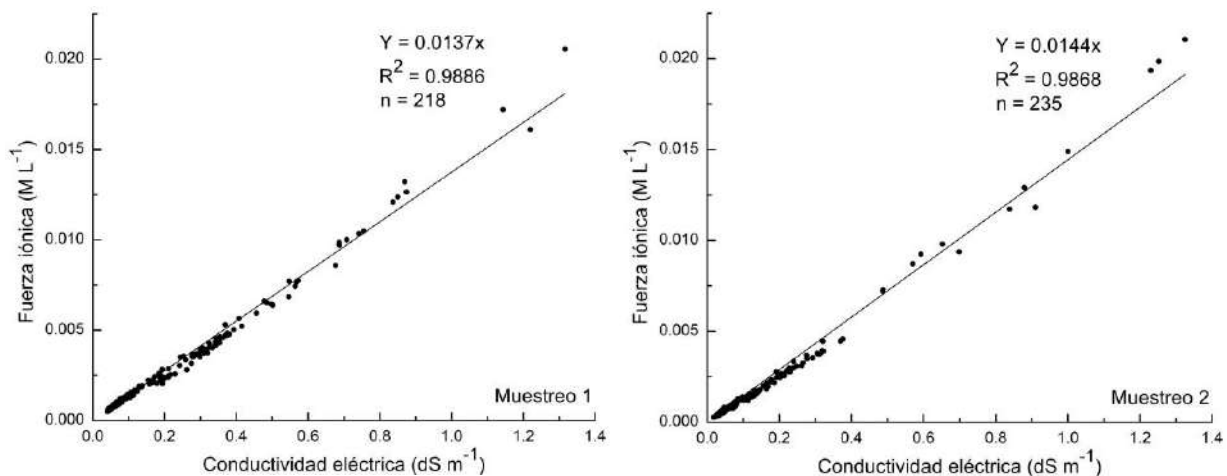


Figura B-95. Fuerza iónica y su relación con su conductividad eléctrica de las soluciones electrolíticas correspondientes a los extractos en relación suelo-agua 1:5.

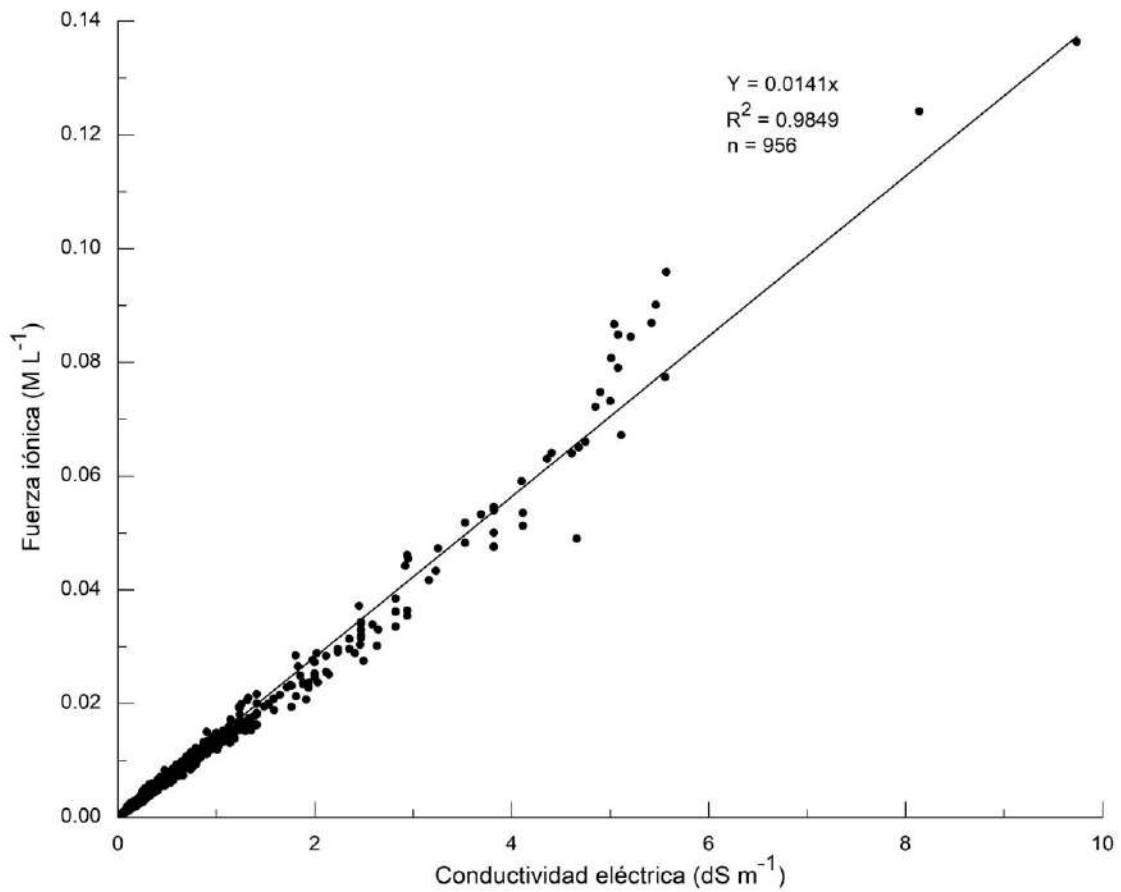


Figura B-96. Fuerza iónica y su relación con su conductividad eléctrica de las soluciones electrolíticas correspondientes: a) Extractos de saturación muestreo 1 y 2; b) Extractos suelo-agua 1:5; c) Aguas freáticas muestreos 1 y 2.

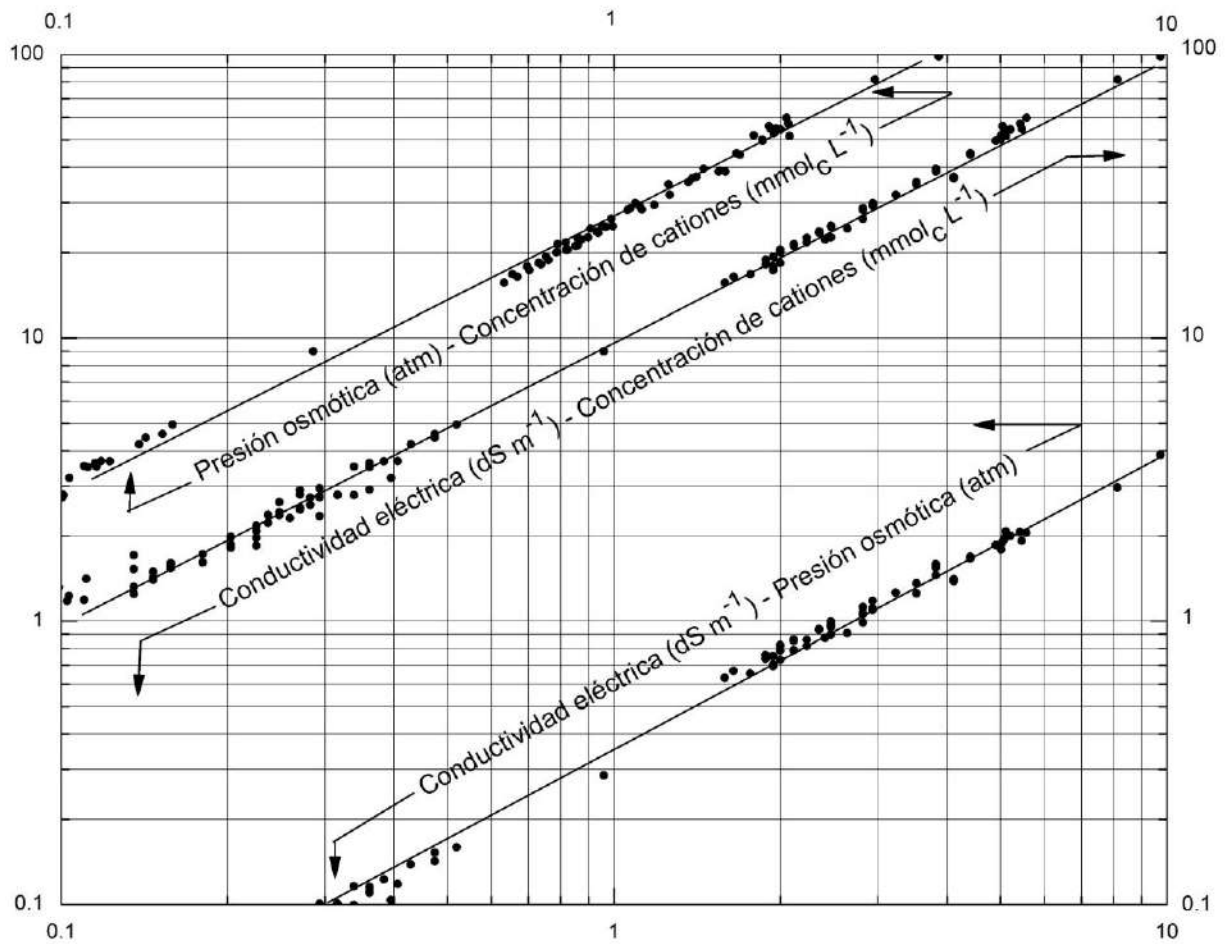


Figura B-97. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m⁻¹) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m⁻¹) y concentración de cationes (mmol_c L⁻¹); presión osmótica (atm) y concentración de cationes (mmol_c L⁻¹), del **primer muestreo de suelos de los sitios de 3 m de profundidad** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

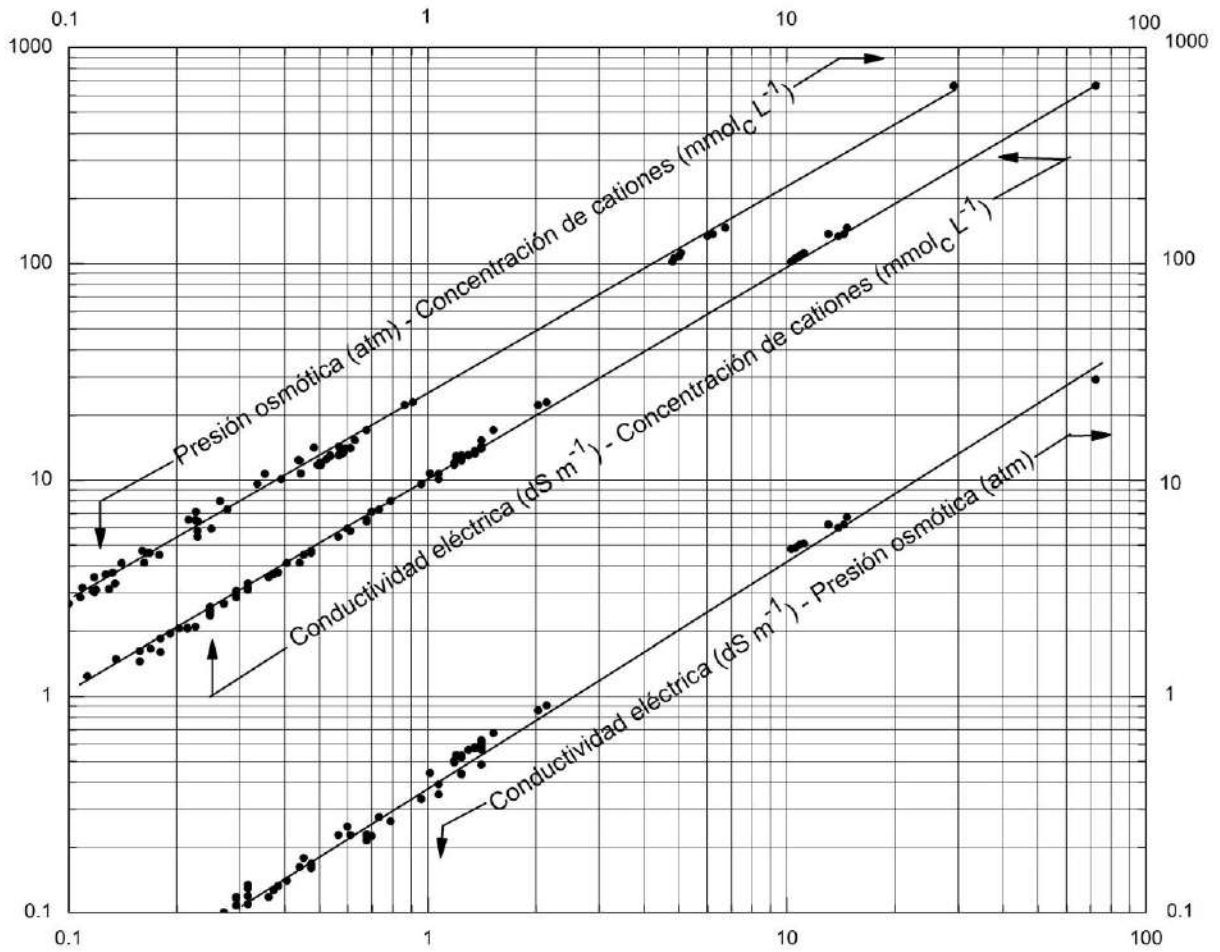


Figura B-98. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), del **primer muestreo de suelos de los sitios de 1 m de profundidad** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

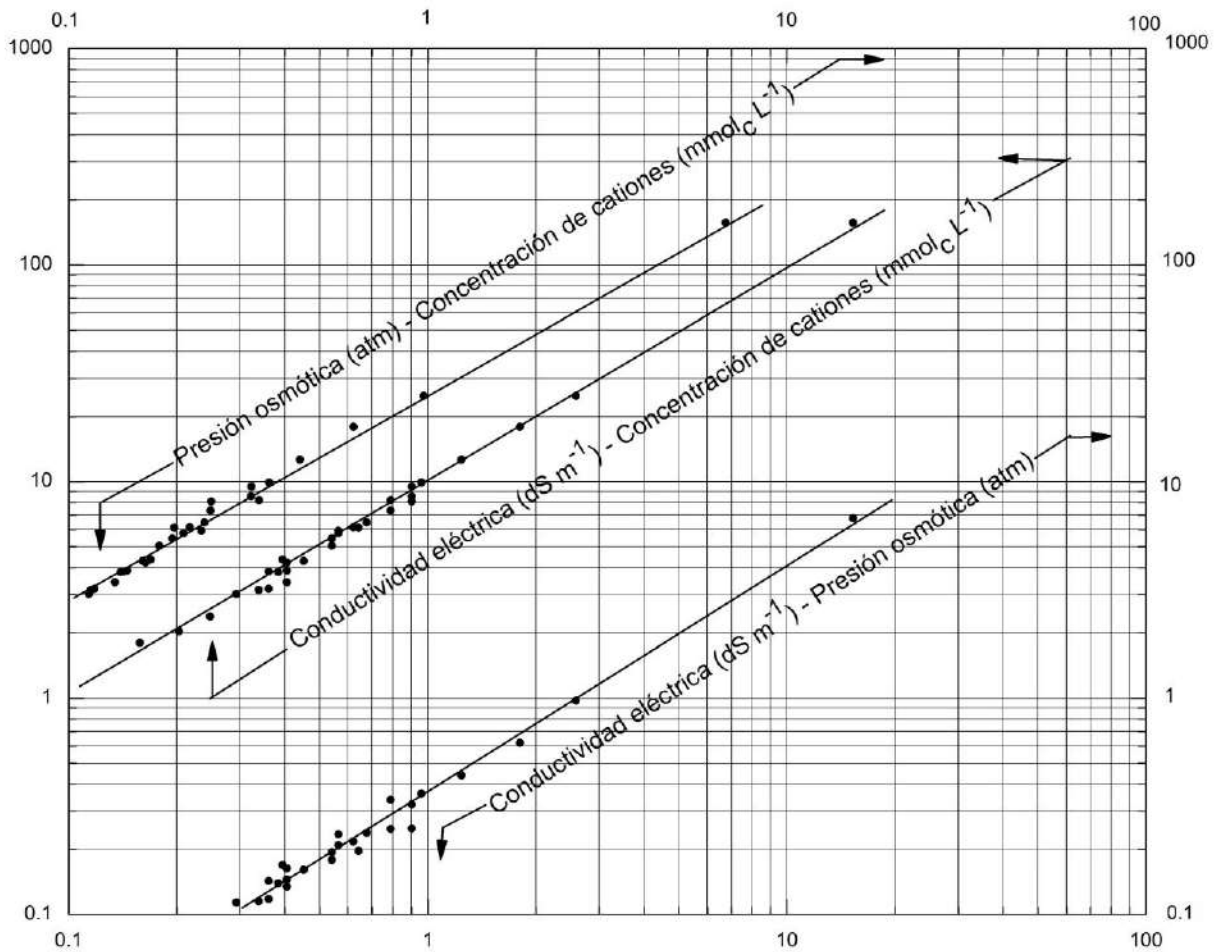


Figura B-99. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), del **primer muestreo de suelos de los sitios de 30 cm de profundidad** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

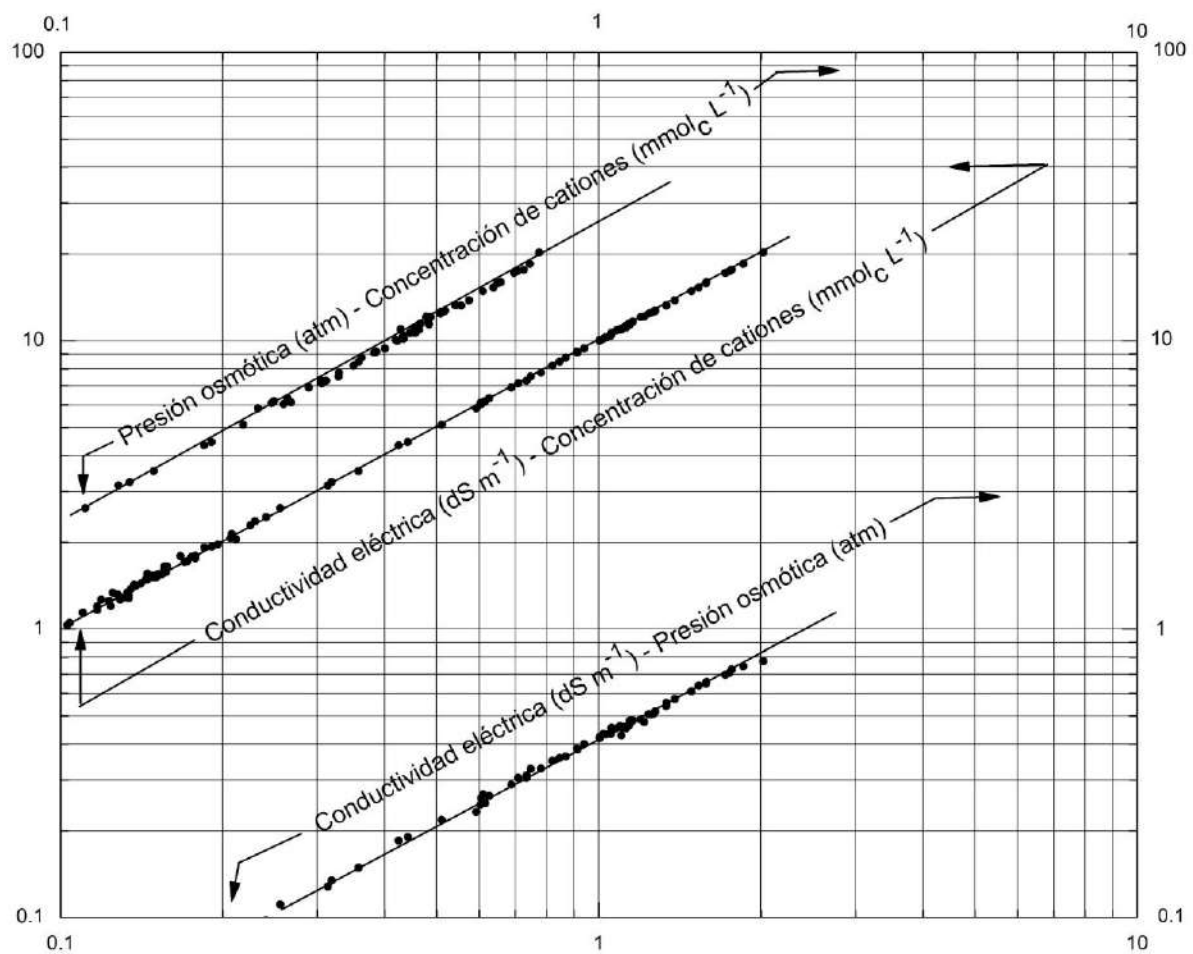


Figura B-100. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), del **segundo muestreo de suelos de los sitios de 3 m de profundidad** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

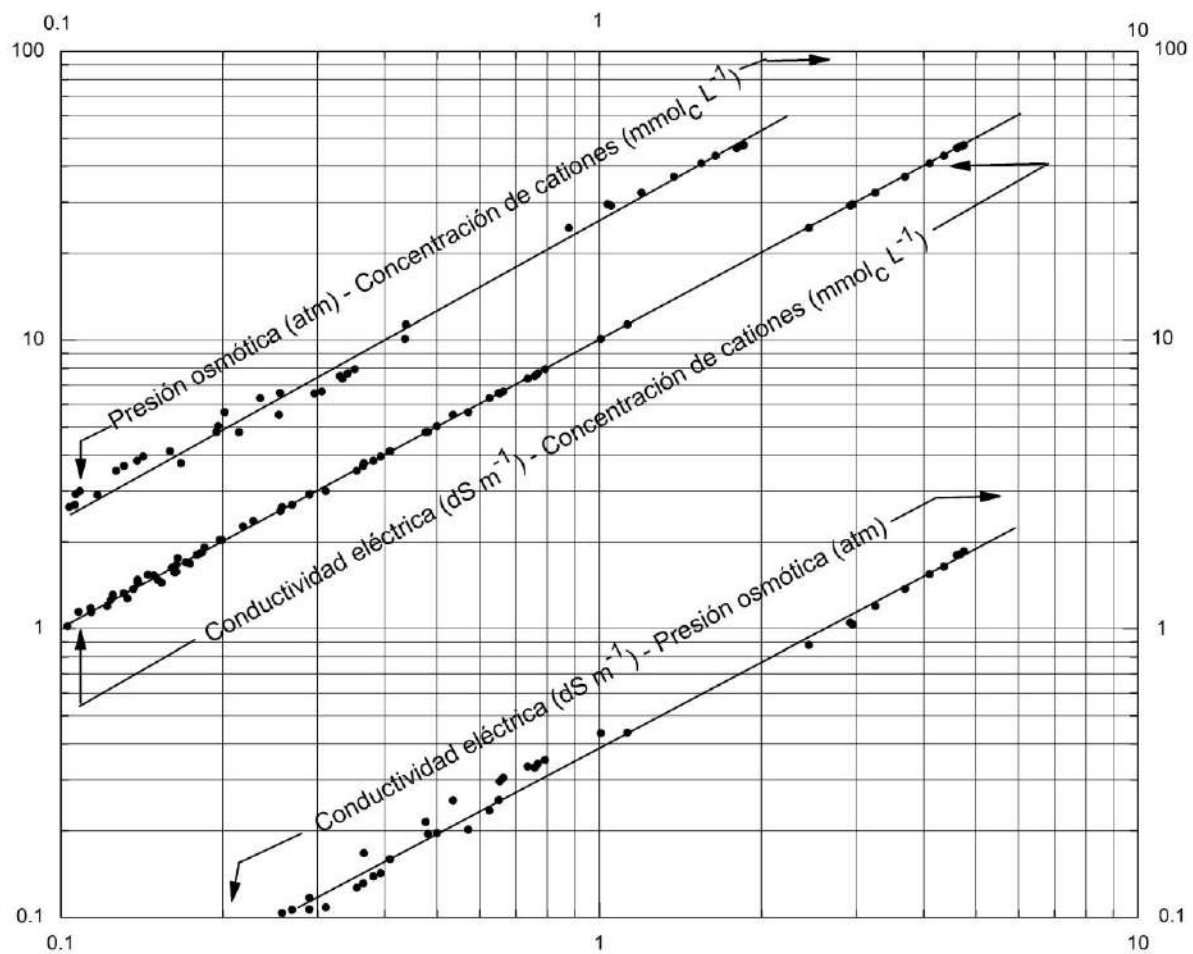


Figura B-101. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), del **segundo muestreo de suelos de los sitios de 1 m de profundidad** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

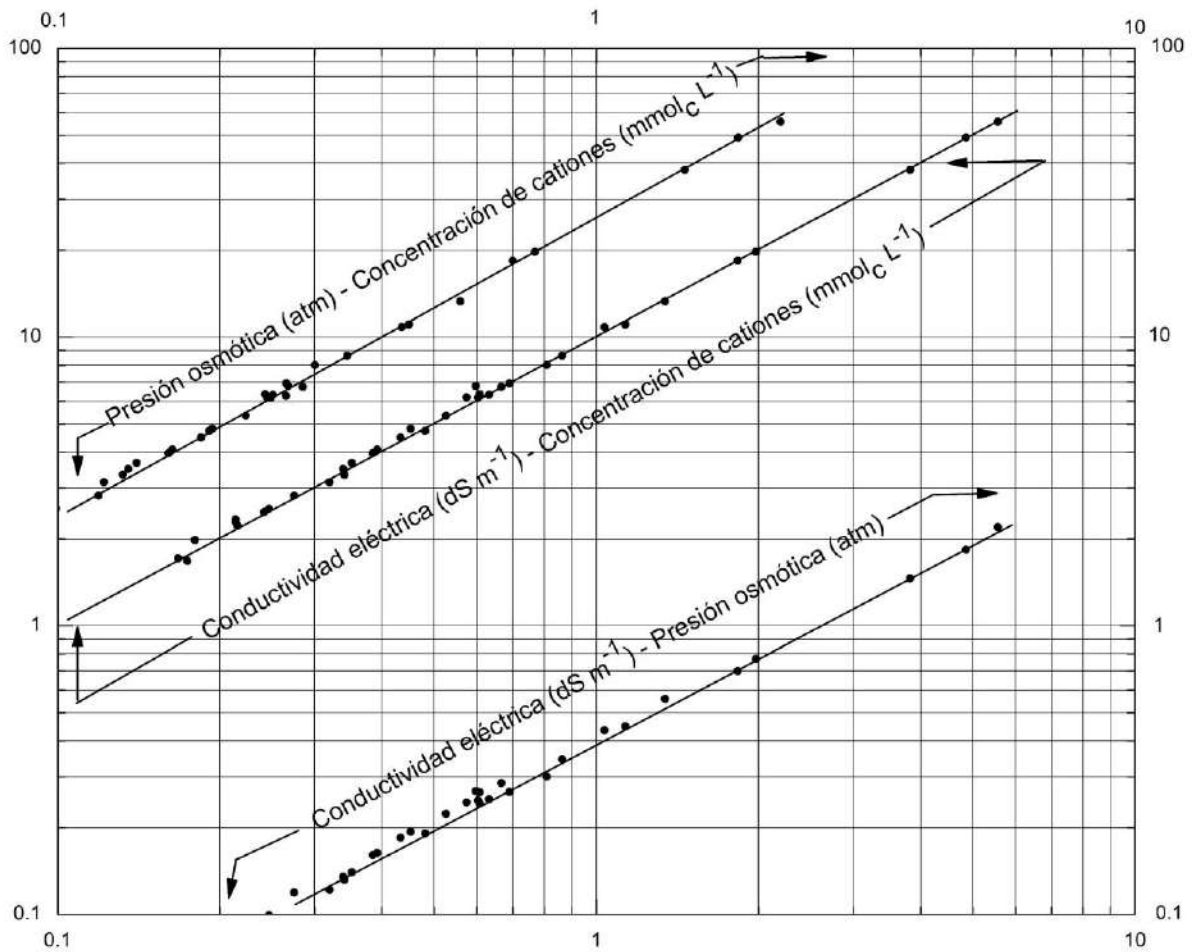


Figura B-102. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), del **segundo muestreo de suelos de los sitios de 30 cm de profundidad** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

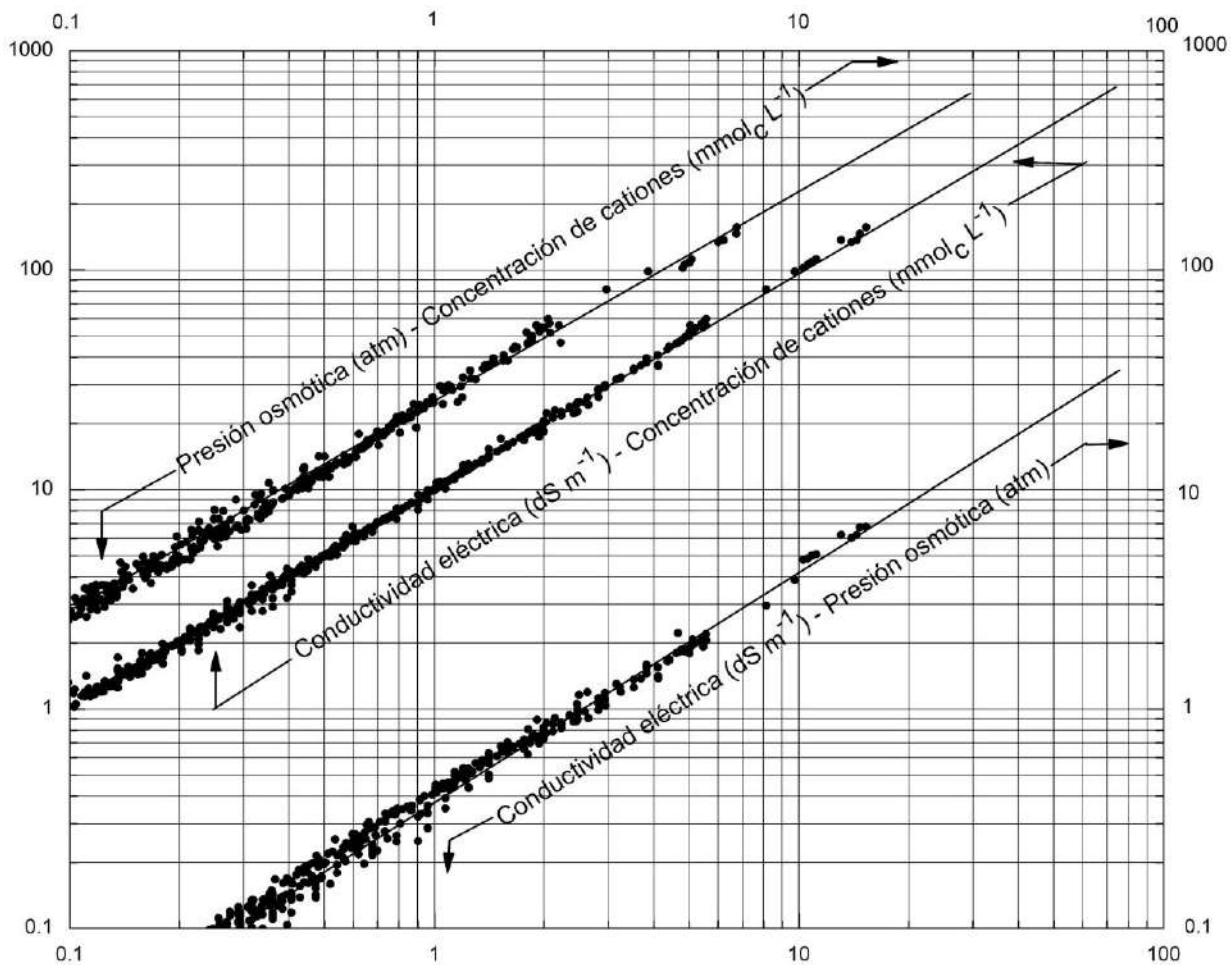


Figura B-103. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), de las muestras de suelo y aguas freáticas del primer y segundo en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

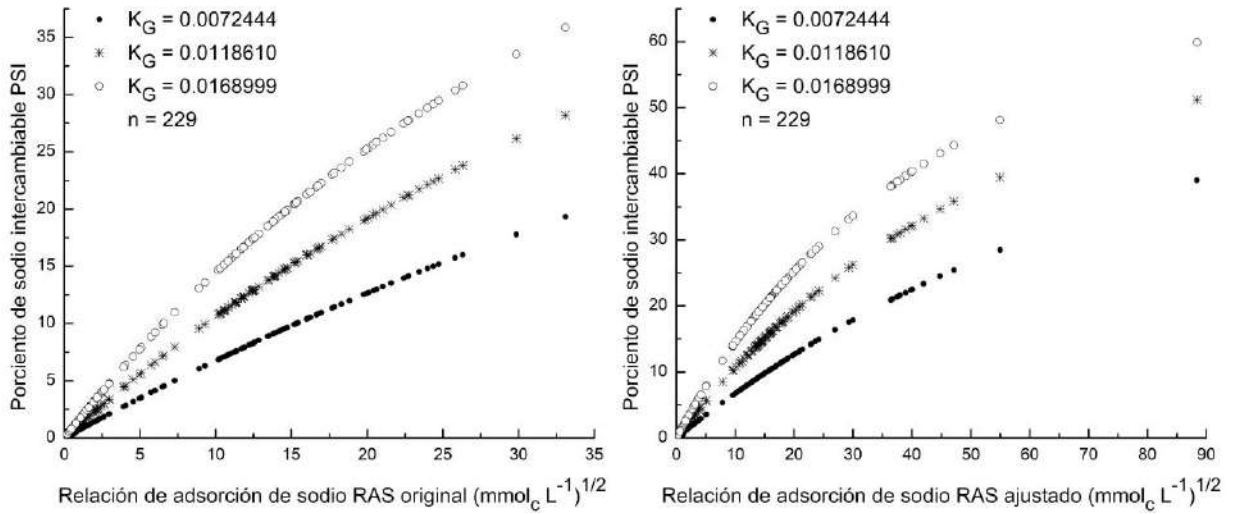


Figura B-104. Relación PSI-RAS del primer muestreo de los extractos a saturación de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

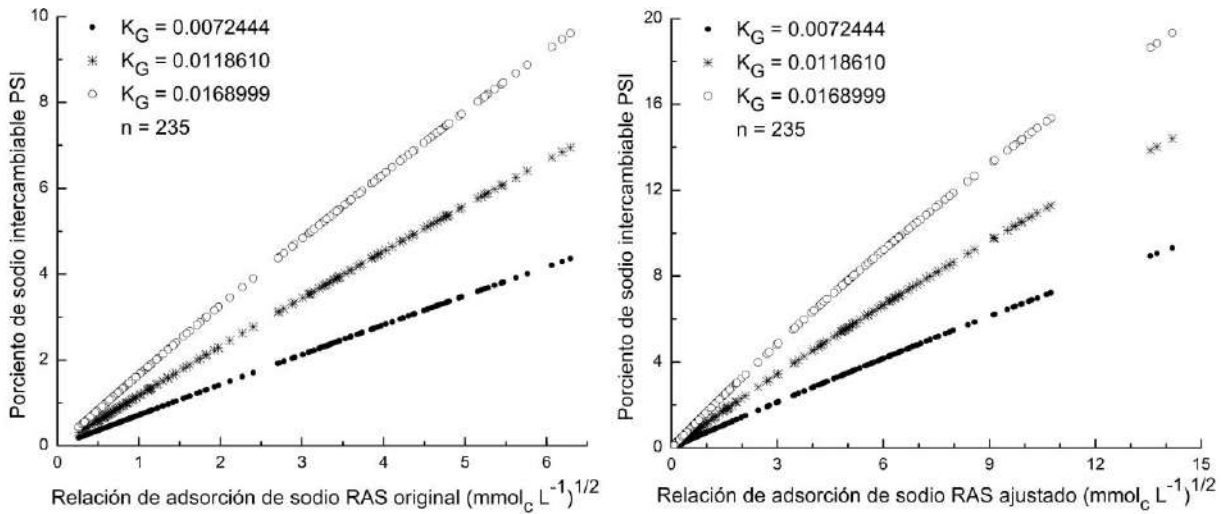


Figura B-105. Relación PSI-RAS del segundo muestreo de los extractos a saturación de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

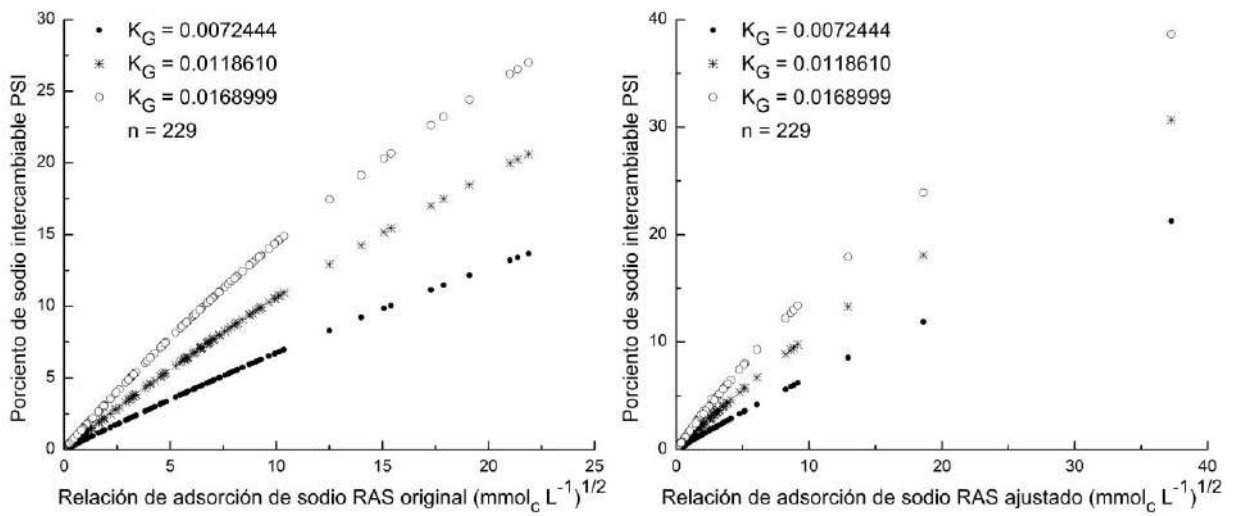


Figura B-106. Relación PSI-RAS del primer muestreo de los extractos en relación 1:5 de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

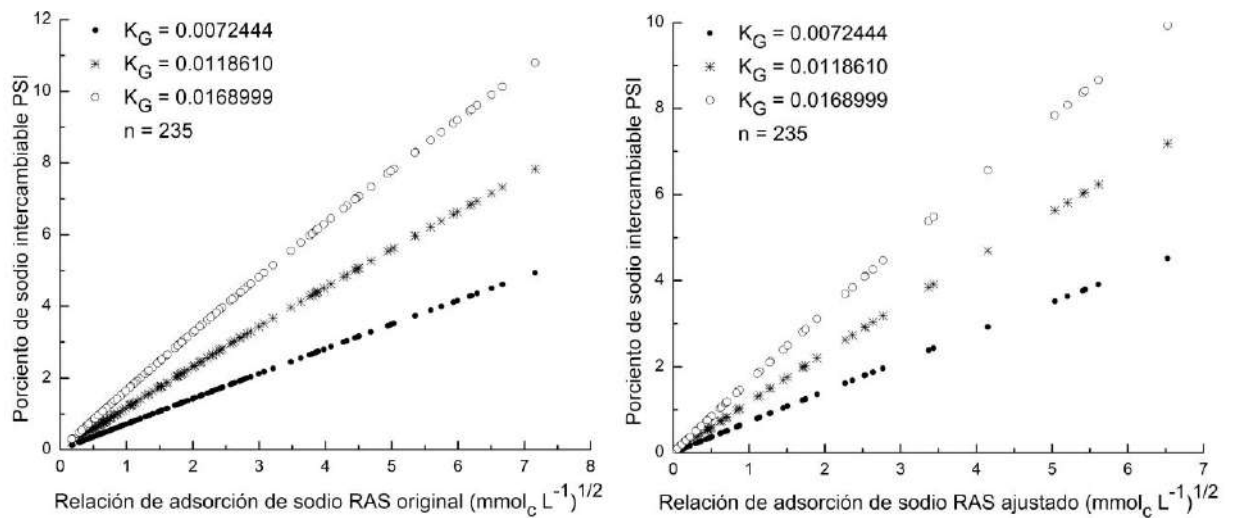


Figura B-107. Relación PSI-RAS del segundo muestreo de los extractos en relación 1:5 de la cuenca del río San Pedro en Nayarit.

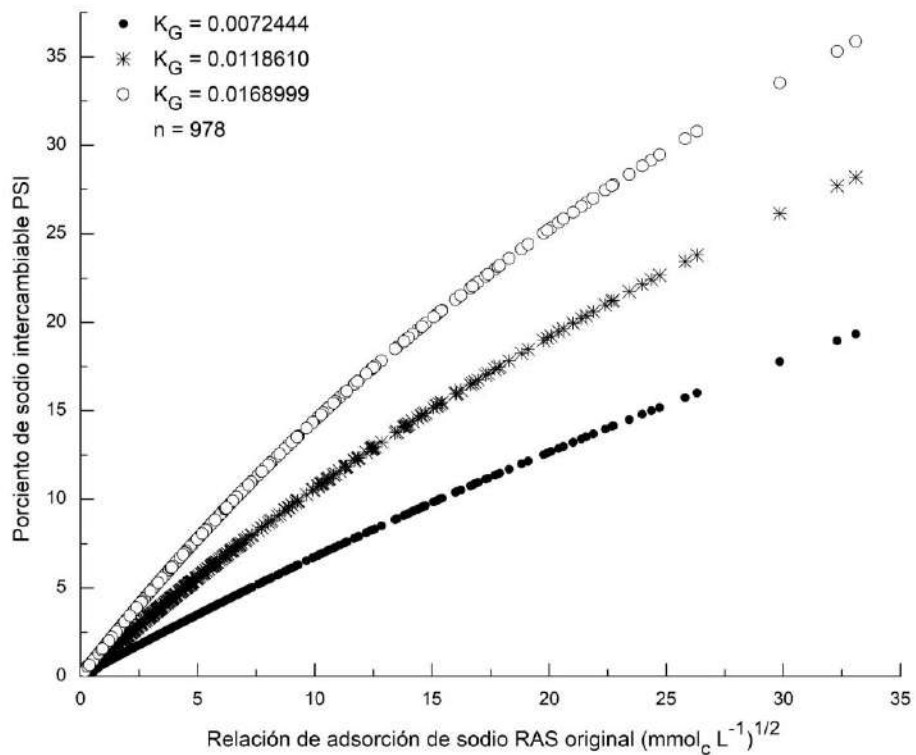


Figura B-108. Relación PSI-RASor de las muestras de suelo y aguas freáticas del primer y segundo muestreo en la cuenca del río San Pedro en Nayarit.

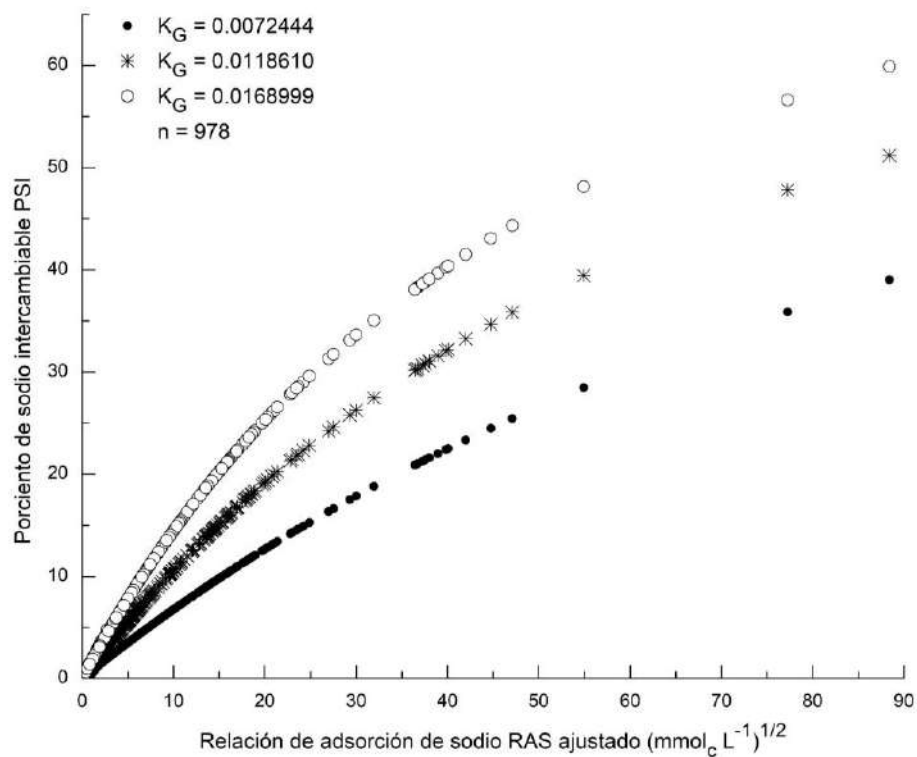


Figura B-109. Relación PSI-RASaj de las muestras de suelo y aguas freáticas del primer y segundo muestreo en la cuenca del río San Pedro en Nayarit.

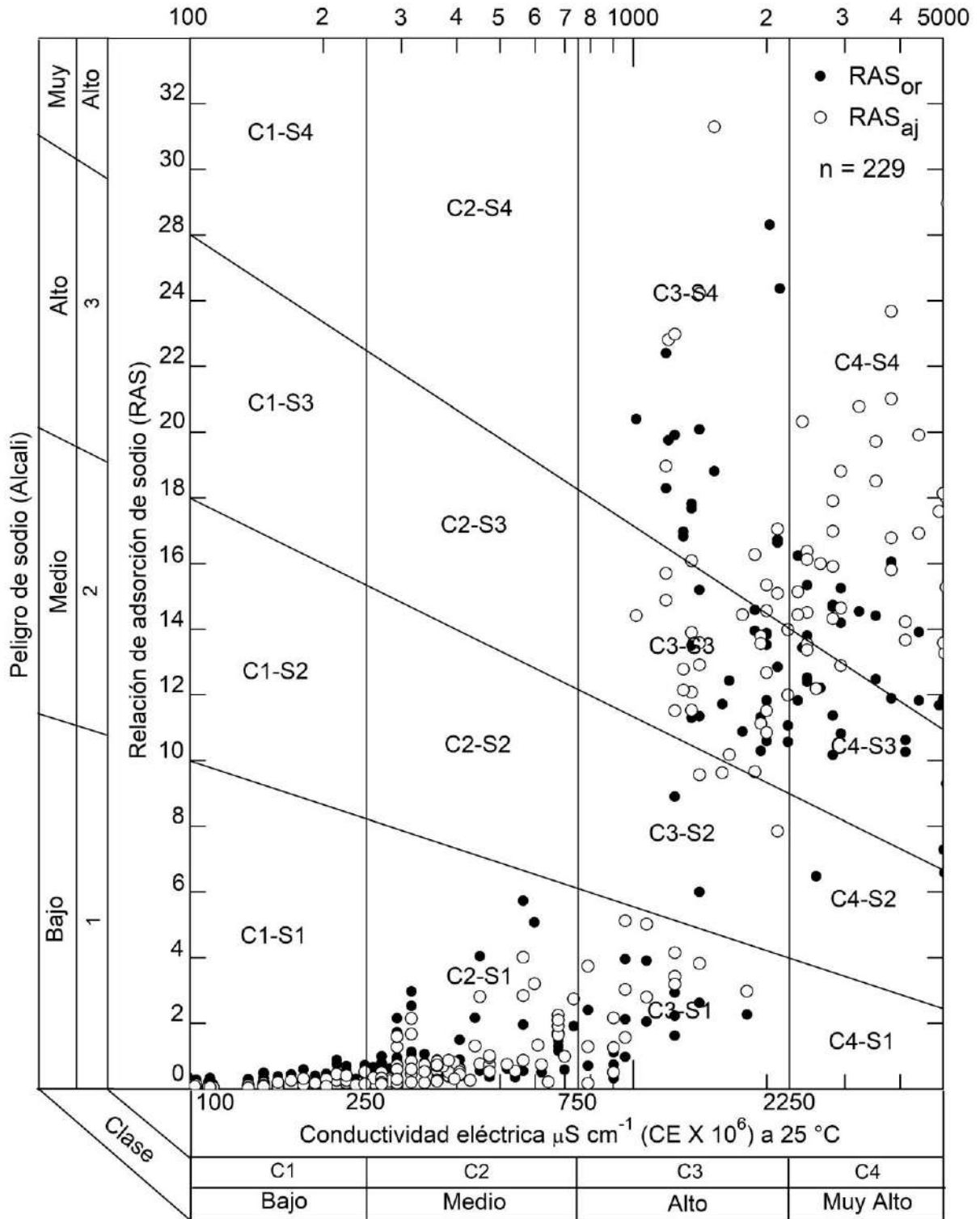


Figura B-110. Diagrama de clasificación de los extractos a saturación del **primer muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

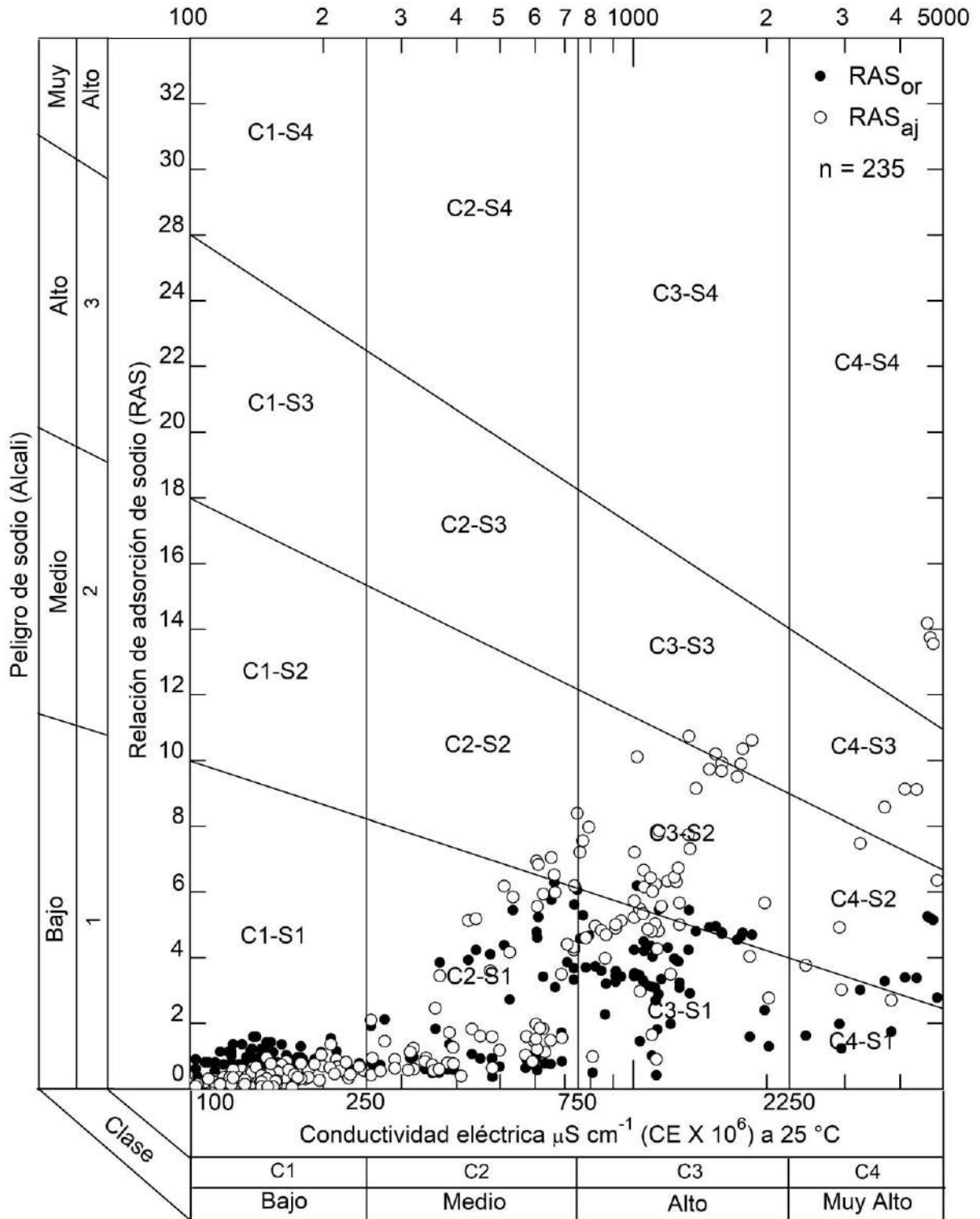


Figura B-111. Diagrama de clasificación de los extractos a saturación del **segundo muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

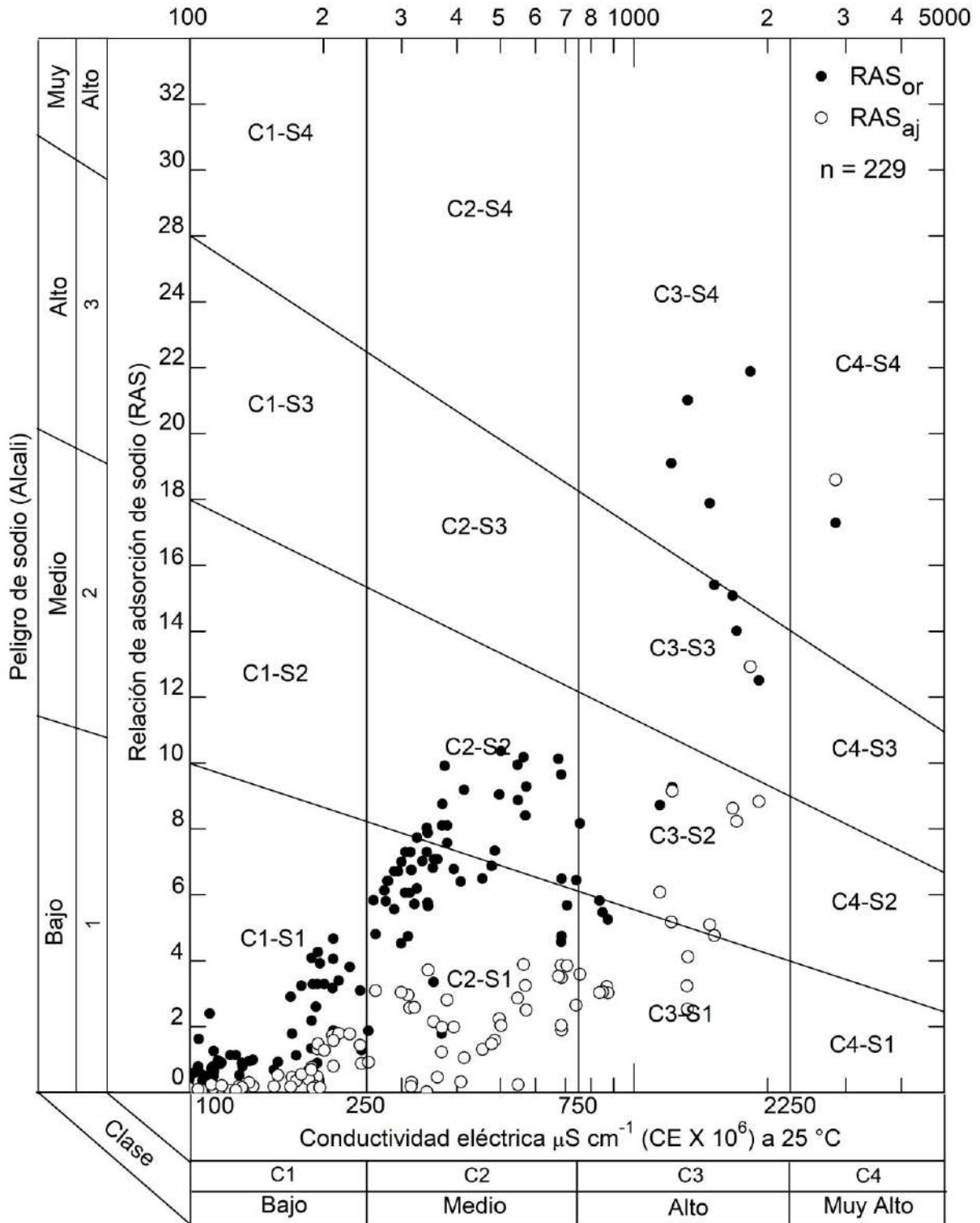


Figura B-112. Diagrama de clasificación de los extractos en relación 1:5 del **primer muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

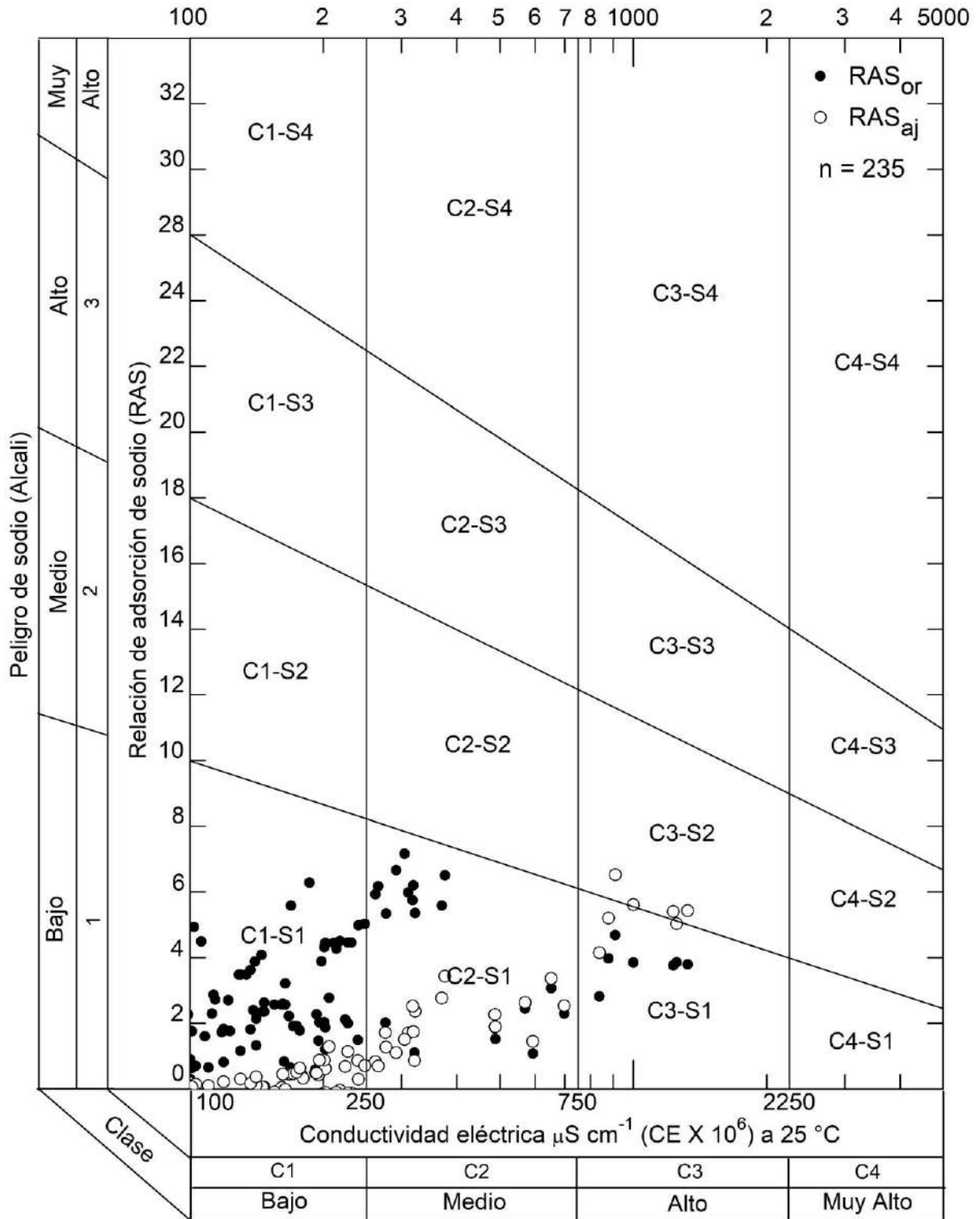


Figura B-113. Diagrama de clasificación de los extractos en relación 1:5 del **segundo muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

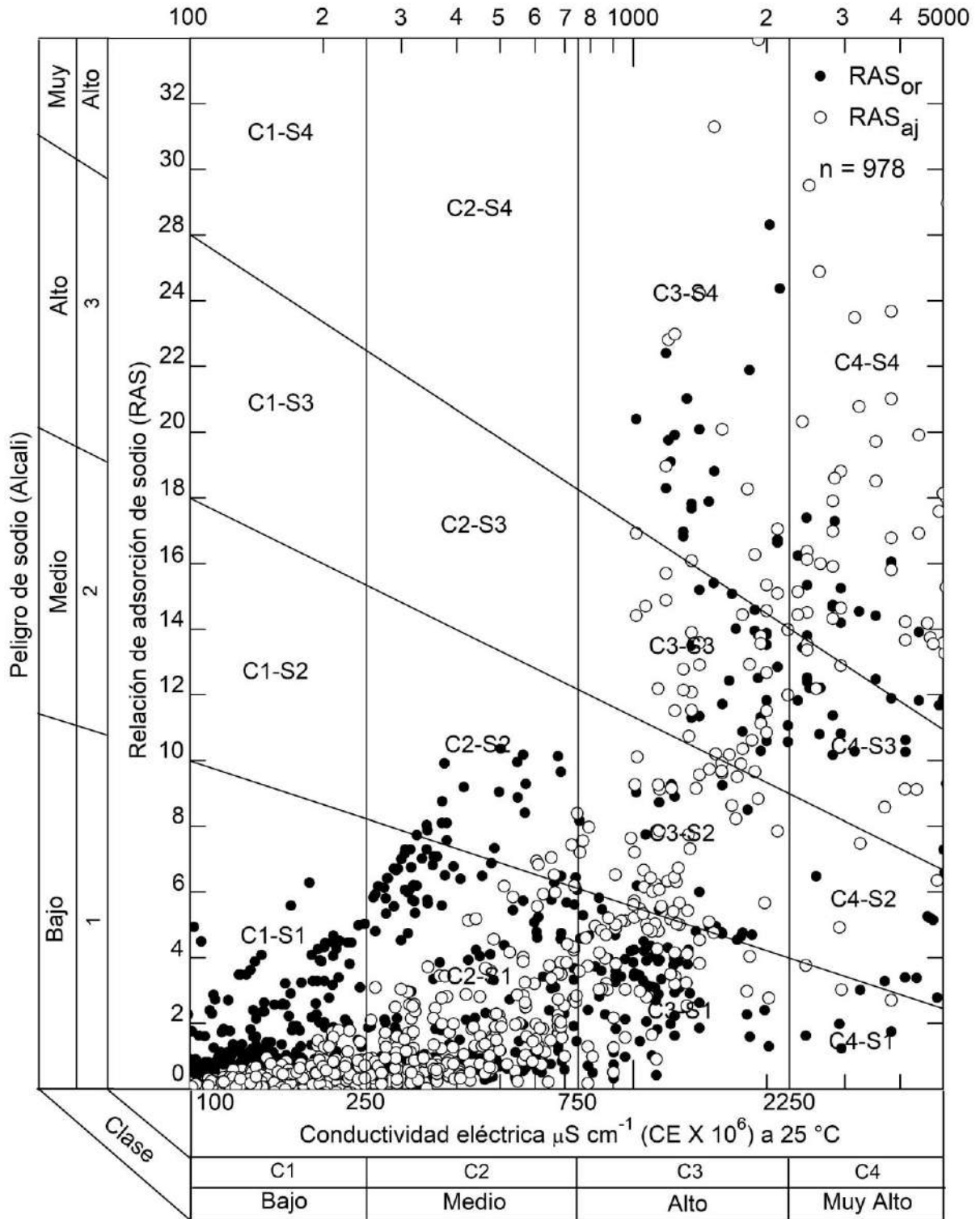


Figura B-114. Diagrama de clasificación de las soluciones electrolíticas: a) Extractos a saturación; b) Extractos en relación 1:5; c) Agua freática; de los muestreos 1 y 2 en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

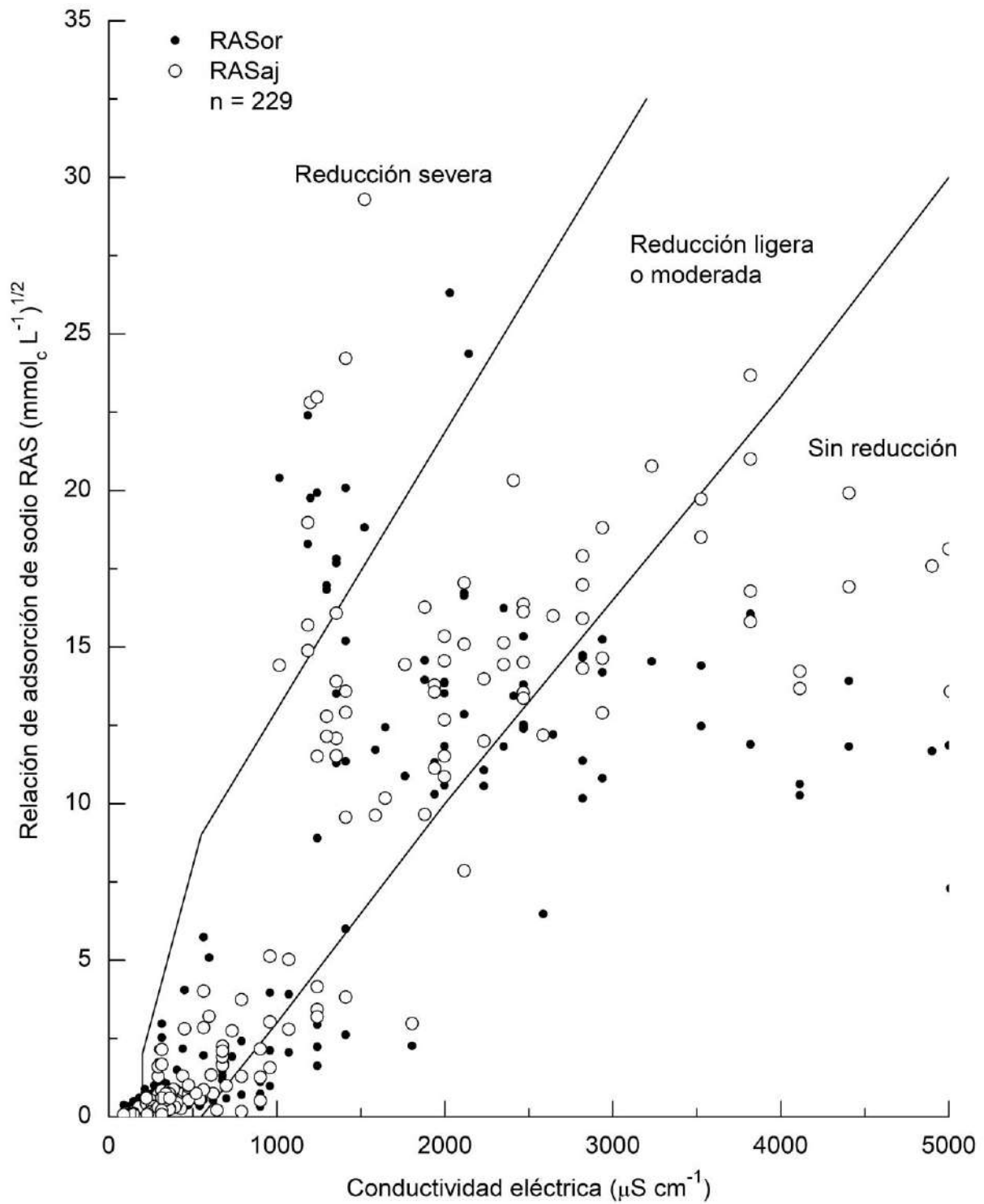


Figura B-115. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de los extractos a saturación del **primer muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

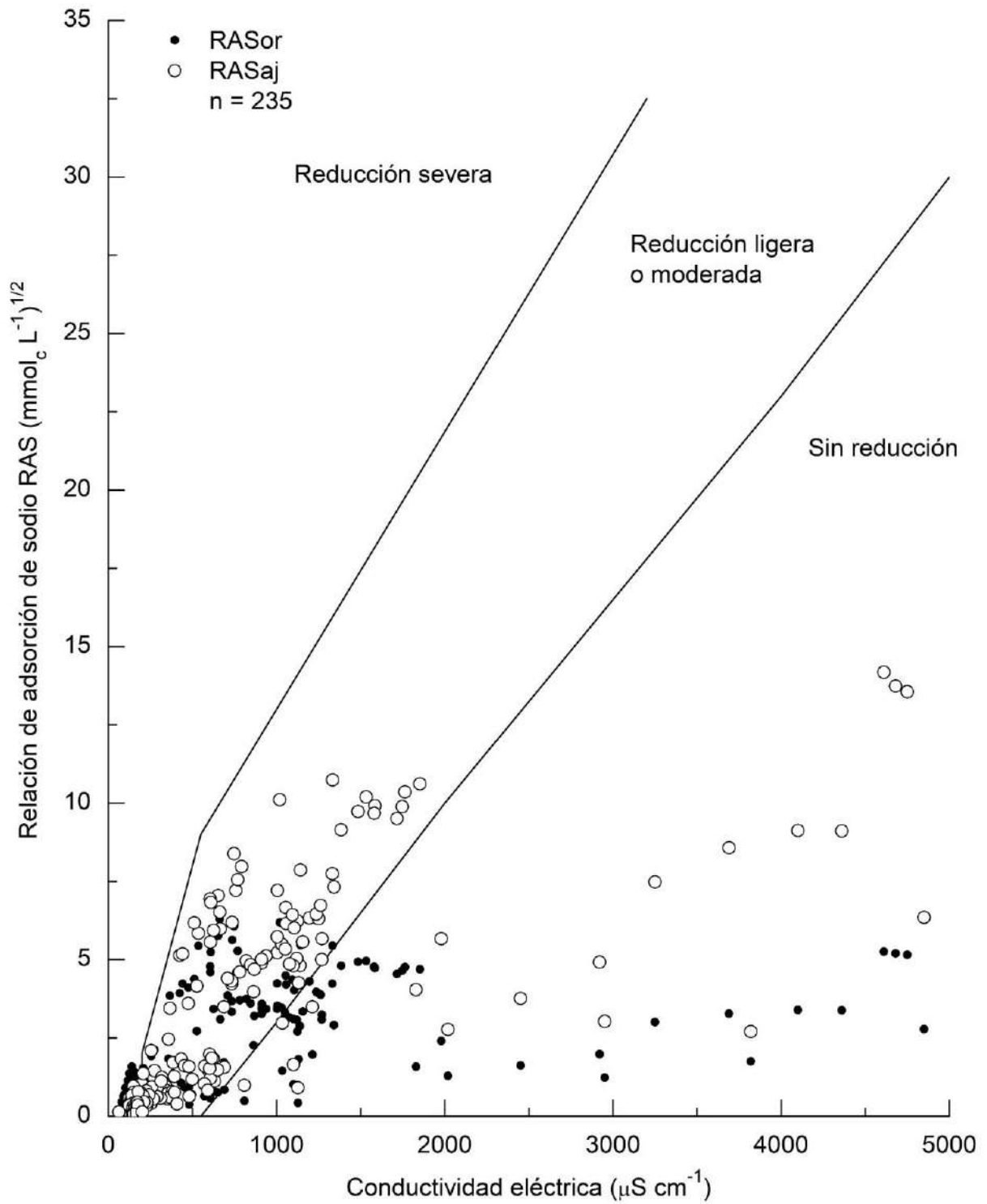


Figura B-116. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de los extractos a saturación del **segundo muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

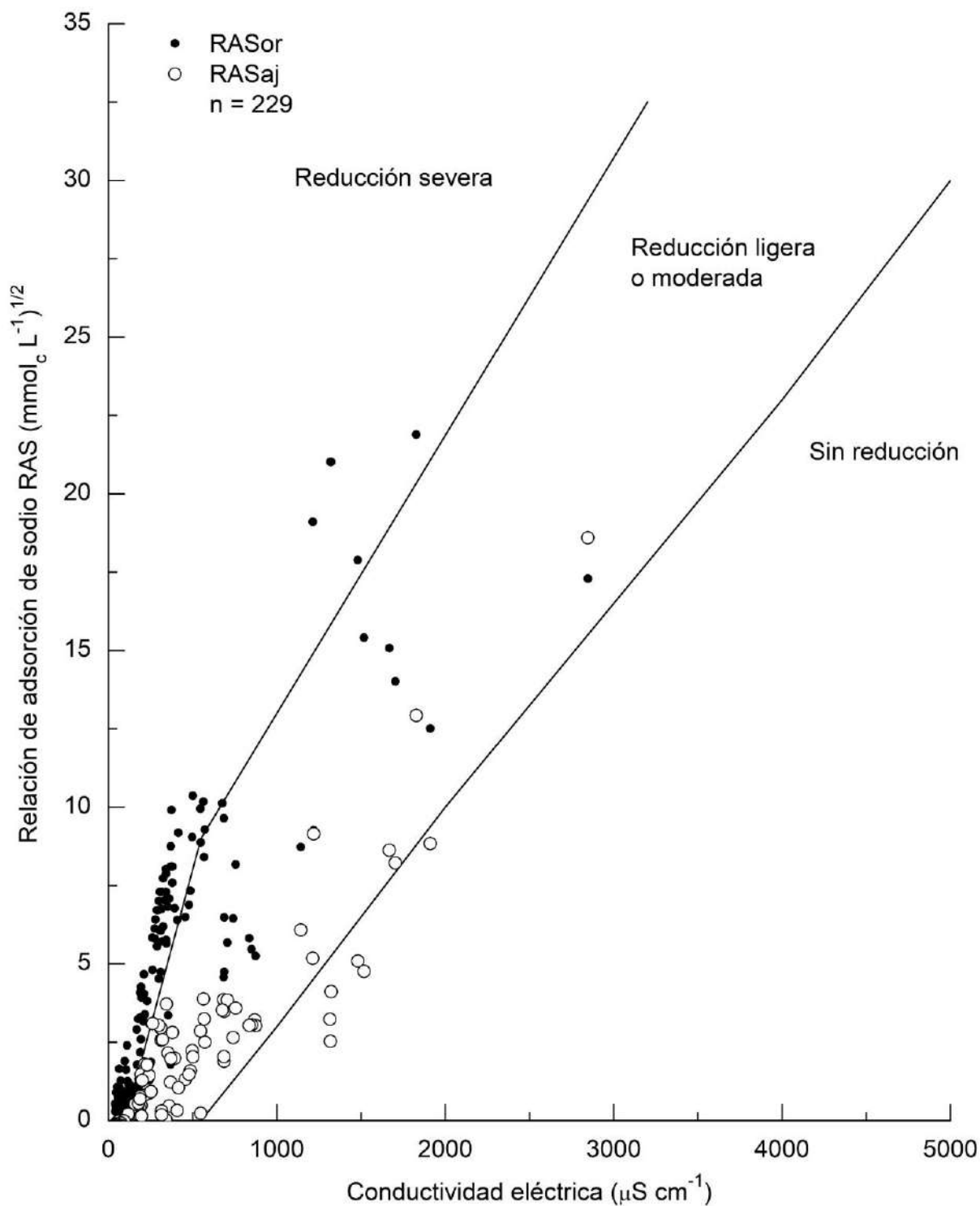


Figura B-117. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de los extractos en relación 1:5 del **primer muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

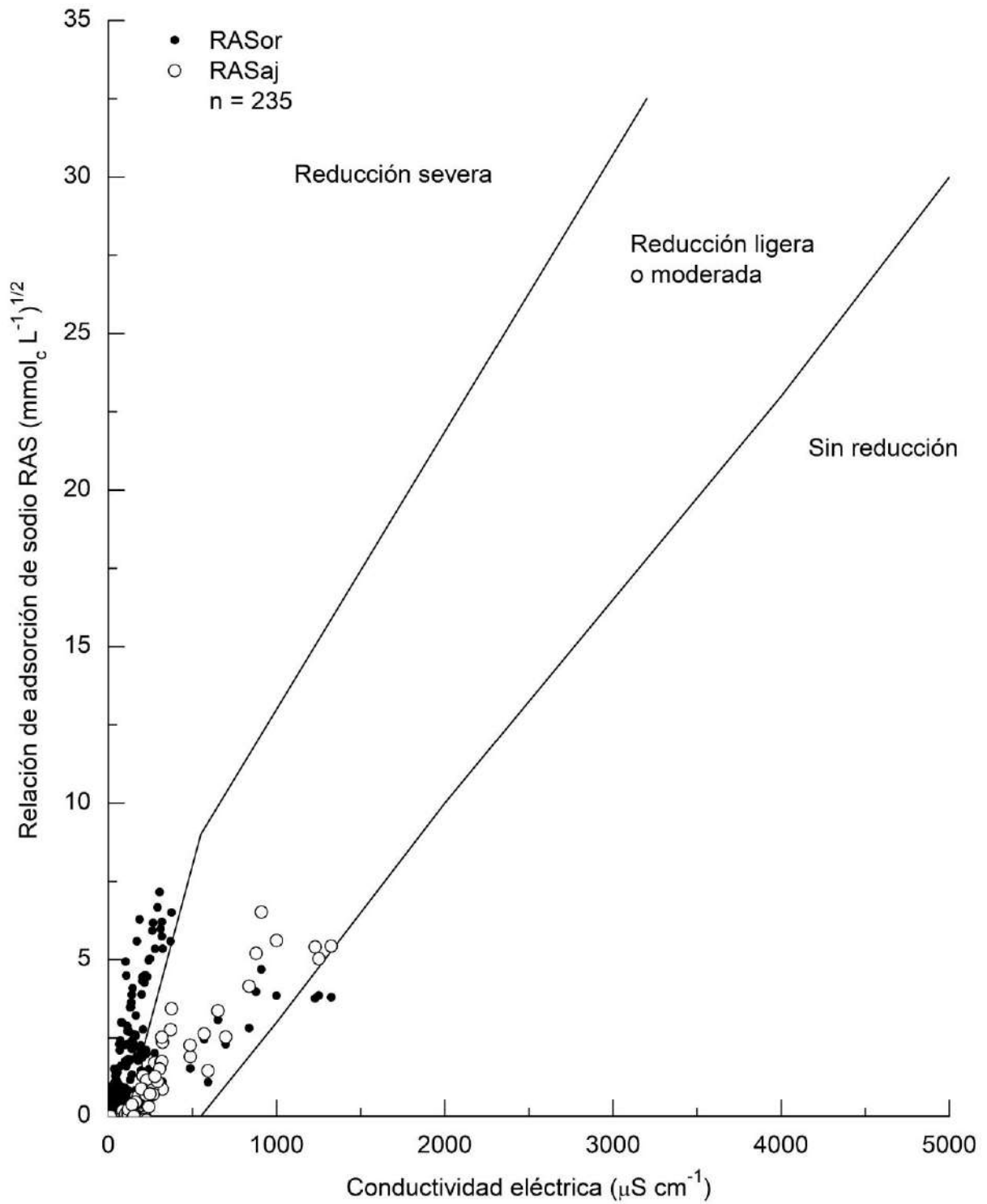


Figura B-118. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de los extractos en relación 1:5 del **segundo muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

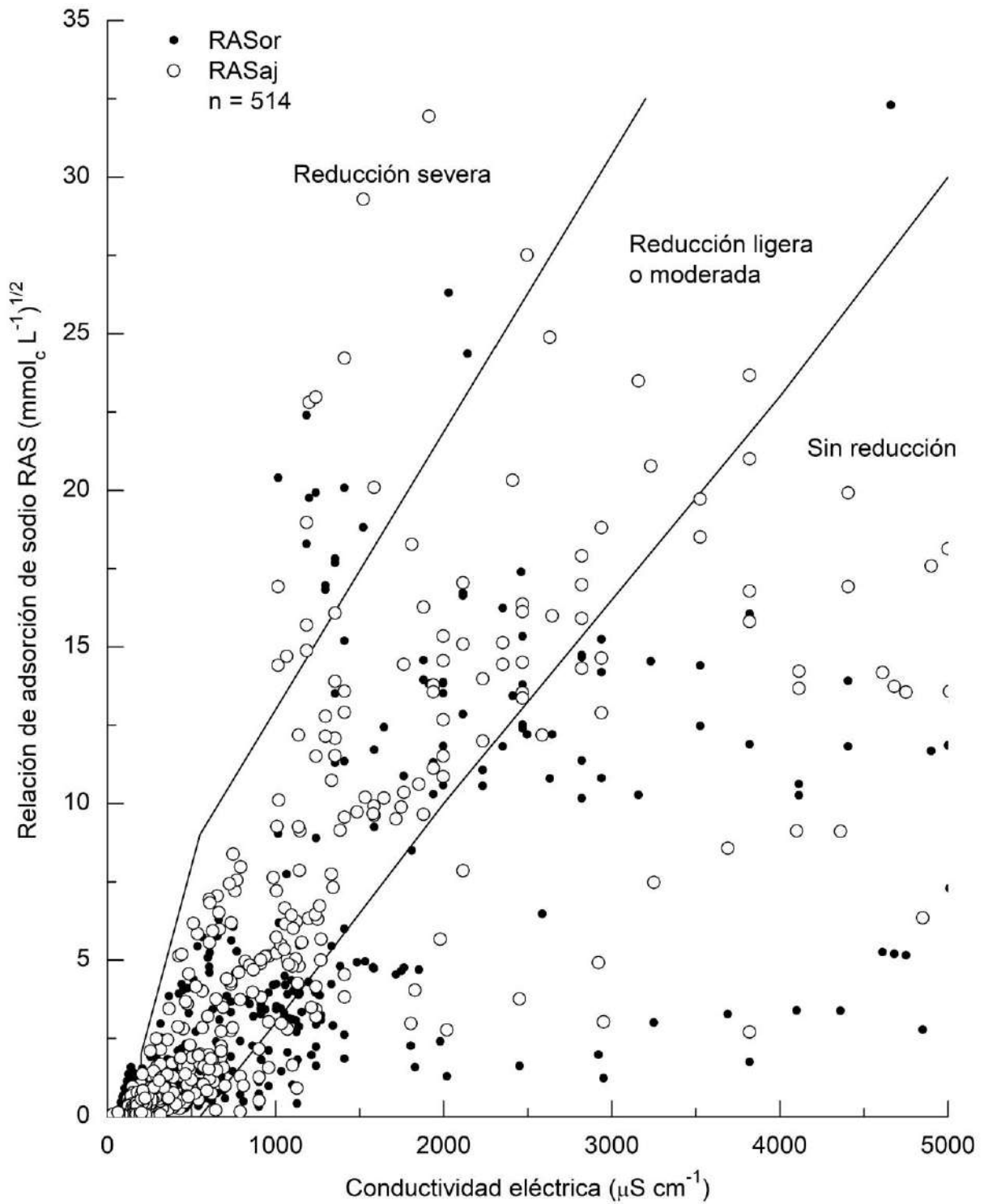


Figura B-119. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de las soluciones electrolíticas de los extractos a saturación del primer y **segundo muestreo de suelos y aguas freáticas** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

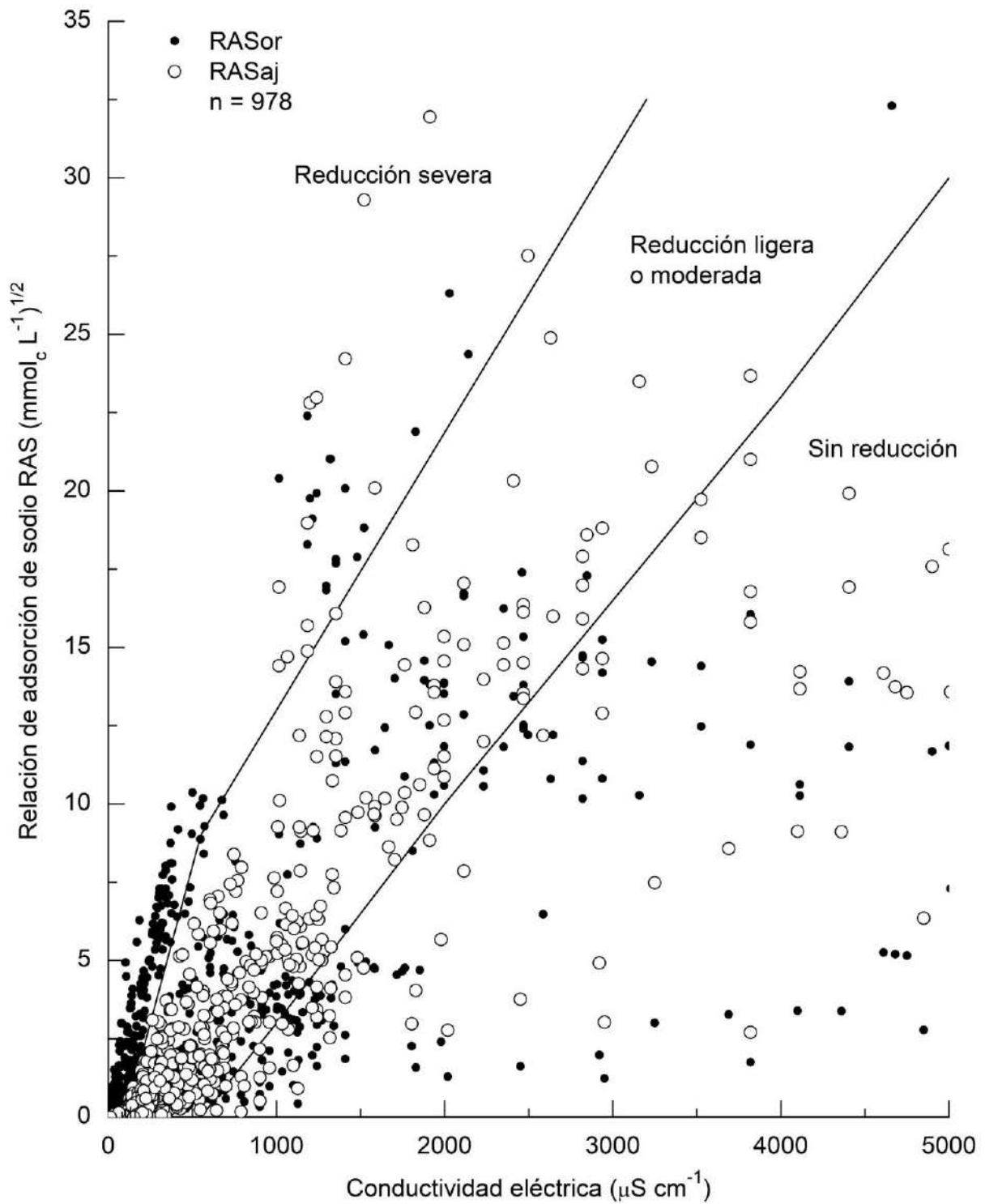


Figura B-120. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de las soluciones electrolíticas del primer y **segundo muestreo de suelos y aguas freáticas**; incluyéndose además las soluciones de los extractos 1:5, en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

ANEXO C. ANÁLISIS QUÍMICO, PARÁMETROS EVALUADOS, FIGURAS Y RELACIONES DE LAS MUESTRAS DE AGUA FREÁTICA DEL CAPÍTULO 2 “CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALINIDAD POR MEDIO DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL EXTRACTO SUELO-AGUA 1:5 EN SUELOS DE LA LLANURA DEL RÍO SAN PEDRO, NAYARIT”

Cuadro C-1. Concentración de fósforo, boro y nitratos en el agua freática de la cuenca del río San Pedro.

ID	Primer muestreo			ID	Segundo muestreo		
	P	B mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻		P	B mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻
P10	0.02	0.22	2.24	P10	0.12	0.06	1.99
P16	0.02	0.36	0.68	P14	0.30	0.24	0.97
P17	0.44	0.85	1.07	P15	0.51	0.13	1.02
P18	2.05	0.26	45.90	P16	0.17	0.12	0.62
P20	0.48	1.15	1.29	P17	0.32	0.69	1.15
P22	1.20	0.33	2.31	P19A	0.13	0.49	1.22
P23	0.16	0.29	1.23	P20	0.47	1.08	0.00
P25	0.03	0.37	0.94	P22A	0.66	0.28	0.93
P26	0.35	0.66	0.26	P23	0.53	0.18	2.24
P27	0.07	0.39	2.34	P24A	0.66	2.44	0.00
P29	0.46	0.16	0.64	P25	1.16	0.43	18.12
P30	0.68	0.24	1.17	P26	0.26	0.38	0.75
P31	0.49	0.12	0.71	P27	0.02	0.27	0.00
P32	0.54	0.24	0.00	P28	2.18	0.21	14.13
P33	0.53	0.20	0.68	P28A	1.07	0.53	0.30
P34	0.27	0.20	1.20	P29	0.12	0.19	1.02
P35	0.93	0.27	0.39	P30	0.36	0.18	0.43
P36	0.65	0.42	1.07	P31	0.39	0.06	0.15
P37	1.07	0.52	5.66	P32	0.75	0.03	0.73
P41	0.60	0.18	0.52	P33	0.18	0.07	3.73
P42	0.27	0.00	5.51	P34	0.20	0.06	0.33
***	***	***	***	P34A	0.22	0.05	1.18
***	***	***	***	P34B	0.23	0.08	0.00
***	***	***	***	P35	0.63	0.04	6.48
***	***	***	***	P37	0.20	0.32	15.57
***	***	***	***	P38A	0.69	0.28	2.77
***	***	***	***	Chila	0.33	0.21	2.85
***	***	***	***	P40	0.30	0.28	0.00
***	***	***	***	P42	0.16	0.12	5.55

Cuadro C-2. Análisis químico de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (primer muestreo).

ID	Y m	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P10	3.5	8.22	327	2.50	0.50	0.25	0.08	3.33	0.50	1.75	1.00	0.03	3.28	
				50.10	6.08	5.75	3.13		15.00	106.77	35.45	1.49	223.76	
				1.25	0.25	0.25	0.08		0.25	1.75	1.00	0.02	4.85	
P16	2.5	8.15	462	2.00	2.25	0.40	0.01	4.66	0.50	2.75	1.25	0.08	4.58	
				40.08	27.34	9.20	0.20		15.00	167.78	44.31	3.73	307.63	
				1.00	1.13	0.40	0.01		0.25	2.75	1.25	0.04	6.82	
P17	2.1	8.37	2459	1.38	1.63	21.30	0.20	24.50	8.00	12.38	3.38	0.71	24.46	
				27.56	19.74	489.90	7.62		240.0	755.00	119.64	34.33	1693.79	
				0.69	0.81	21.30	0.20		4.00	12.38	3.38	0.36	43.10	
P18	2.4	7.37	1410	5.00	4.50	4.05	0.56	14.11	4.50	4.75	3.50	1.24	13.99	
				100.20	54.68	93.15	21.70		135.0	289.80	124.08	59.70	878.30	
				2.50	2.25	4.05	0.56		2.25	4.75	3.50	0.62	20.48	
P20	2.1	8.03	3158	4.50	4.75	22.10	0.29	31.64	3.75	4.88	15.75	7.18	31.55	
				90.18	57.71	508.30	11.34		112.5	297.42	558.34	344.77	1980.56	
				22.50	5.63	24.10	1.35		0.25	1.13	52.25	13.98	121.18	
P22	2.7	7.90	676	3.00	1.50	2.10	0.09	6.69	2.25	1.88	2.38	0.13	6.63	
				60.12	18.23	48.30	3.32		67.50	114.39	84.19	6.02	402.08	
				1.50	0.75	2.10	0.09		1.13	1.88	2.38	0.06	9.87	
P23	2.6	8.10	490	1.75	2.00	1.20	0.03	4.98	2.00	1.75	1.00	0.16	4.91	
				35.07	24.30	27.60	0.98		60.00	106.77	35.45	7.83	298.00	
				0.88	1.00	1.20	0.03		1.00	1.75	1.00	0.08	6.93	
P25	2.4	7.99	744	3.00	2.00	2.30	0.07	7.37	2.50	1.75	2.19	0.87	7.30	
				60.12	24.30	52.90	2.54		75.00	106.77	77.55	41.57	440.74	
				1.50	1.00	2.30	0.07		1.25	1.75	2.19	0.43	10.49	
P26	2.3	8.16	913	2.50	3.25	3.10	0.20	9.05	3.00	4.25	1.56	0.18	8.99	
				50.10	39.49	71.30	7.62		90.00	259.29	55.39	8.43	581.63	
				1.25	1.63	3.10	0.20		1.50	4.25	1.56	0.09	13.57	
P27	1.3	8.18	987	1.75	2.13	5.85	0.17	9.90	2.00	3.50	4.00	0.31	9.81	
				35.07	25.82	134.55	6.65		60.00	213.54	141.80	15.06	632.48	
				0.88	1.06	5.85	0.17		1.00	3.50	4.00	0.16	16.61	
P29	3.7	8.02	327	2.25	0.75	0.20	0.06	3.26	0.50	1.75	0.81	0.15	3.21	
				45.09	9.11	4.60	2.15		15.00	106.77	28.80	7.23	218.75	
				1.13	0.38	0.20	0.06		0.25	1.75	0.81	0.08	4.64	
P30	2.7	7.90	473	2.88	1.25	0.50	0.04	4.66	3.00	0.69	0.75	0.20	4.64	
				57.62	15.19	11.50	1.37		90.00	41.94	26.59	9.64	253.84	
				1.44	0.63	0.50	0.04		1.50	0.69	0.75	0.10	5.64	
P31	2.7	7.73	248	1.25	1.13	0.30	0.05	2.73	0.50	1.00	0.75	0.10	2.35	
				25.05	13.67	6.90	1.96		15.00	61.01	26.59	4.82	154.99	
				0.63	0.56	0.30	0.05		0.25	1.00	0.75	0.05	3.59	

Cuadro C-2. Continuación.

ID	Y m	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P32	3.7	7.91	270	1.38	1.25	0.40	0.08	3.11	1.00	1.20	0.70	0.20	3.10	
				27.56	15.19	9.20	3.13		30.00	73.21	24.82	9.61	192.70	
				0.69	0.63	0.40	0.08		0.50	1.20	0.70	0.10	4.30	
P33	3.7	7.66	355	1.75	1.63	0.50	0.19	4.07	0.50	2.20	1.00	0.20	3.90	
				35.07	19.74	11.50	7.43		15.00	134.22	35.45	9.61	268.02	
				0.88	0.81	0.50	0.19		0.25	2.20	1.00	0.10	5.93	
P34	3.7	7.76	428	2.50	1.38	0.40	0.10	4.37	0.50	2.56	1.00	0.27	4.33	
				50.10	16.71	9.20	3.71		15.00	156.34	35.45	13.05	299.56	
				1.25	0.69	0.40	0.10		0.25	2.56	1.00	0.14	6.38	
P35	3.7	7.65	315	1.75	1.38	0.40	0.14	3.67	1.00	1.60	0.80	0.20	3.60	
				35.07	16.71	9.20	5.47		30.00	97.62	28.36	9.61	232.03	
				0.88	0.69	0.40	0.14		0.50	1.60	0.80	0.10	5.11	
P36	4.8	8.11	1015	1.25	0.50	8.45	0.04	10.24	4.75	4.13	1.00	0.34	10.21	
				25.05	6.08	194.35	1.56		142.5	251.67	35.45	16.26	672.92	
				0.63	0.25	8.45	0.04		2.38	4.13	1.00	0.17	17.03	
P37	3.9	8.33	1065	1.25	0.75	7.75	1.02	10.77	5.25	4.25	1.00	0.20	10.70	
				25.05	9.11	178.25	39.88		157.5	259.29	35.45	9.64	714.18	
				0.63	0.38	7.75	1.02		2.63	4.25	1.00	0.10	17.75	
P41	1.9	7.86	552	1.75	1.63	1.90	0.21	5.49	0.50	1.25	3.63	0.04	5.42	
				35.07	19.74	43.70	8.21		15.00	76.26	128.51	2.01	328.50	
				0.88	0.81	1.90	0.21		0.25	1.25	3.63	0.02	8.94	
P42	2.5	8.21	490	1.50	1.63	1.75	0.02	4.89	2.00	1.75	0.88	0.18	4.80	
				30.06	19.74	40.25	0.59		60.00	106.77	31.02	8.63	297.06	
				0.75	0.81	1.75	0.02		1.00	1.75	0.88	0.09	7.04	

Y = Profundidad del nivel freático.

Cuadro C-3. Análisis químico de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (segundo muestreo).

ID	Y m	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P10	3.5	7.27	292	0.97	1.00	0.76	0.14	2.87	0.00	2.00	0.80	0.03	2.83	
				19.53	12.16	17.42	5.44		0.00	122.02	28.36	1.31		206.24
				0.00	0.50	0.76	0.14		0.00	2.00	0.80	0.01		4.21
P14	2.9	7.55	464	1.32	0.88	2.42	0.04	4.66	0.00	3.70	0.80	0.11	4.61	
				26.37	10.74	55.76	1.41		0.00	225.74	28.36	5.23		353.60
				0.66	0.44	2.42	0.04		0.00	3.70	0.80	0.05		8.11
P15	2.7	7.20	291	1.12	0.18	1.52	0.10	2.91	0.00	2.20	0.60	0.07	2.87	
				22.46	2.18	34.85	3.83		0.00	134.22	21.27	3.46		222.27
				0.56	0.09	1.52	0.10		0.00	2.20	0.60	0.04		5.10
P16	3.7	7.26	504	1.41	1.99	1.52	0.05	4.97	0.00	3.85	1.00	0.06	4.91	
				28.32	24.14	34.85	2.01		0.00	234.89	35.45	3.09		362.76
				0.71	0.99	1.52	0.05		0.00	3.85	1.00	0.03		8.15
P17	2.1	7.27	1914	2.05	0.65	16.06	0.33	19.10	0.00	16.45	2.00	0.60	19.05	
				41.01	7.94	369.4	13.09		0.00	1003.6	70.90	28.93		1534.88
				1.02	0.33	16.06	0.33		0.00	16.45	2.00	0.30		36.50
P19A	3.4	7.89	2495	3.41	1.64	19.39	0.53	24.97	0.00	9.35	15.50	0.08	24.93	
				68.36	19.91	446.1	20.75		0.00	570.44	549.48	3.77		1678.76
				1.71	0.82	19.39	0.53		0.00	9.35	15.50	0.04		47.34
P20	2.2	7.11	2630	3.17	3.28	19.39	0.45	26.30	0.00	11.60	13.40	1.27	26.27	
				63.47	39.88	446.1	17.73		0.00	707.72	475.03	61.22		1811.11
				1.58	1.64	19.39	0.45		0.00	11.60	13.40	0.64		48.71
P22A	2.8	7.09	647	1.36	1.84	3.03	0.22	6.45	0.00	3.60	2.75	0.04	6.39	
				27.34	22.30	69.70	8.46		0.00	219.64	97.49	1.69		446.62
				0.68	0.92	3.03	0.22		0.00	3.60	2.75	0.02		11.21
P23	2.9	7.27	542	1.71	1.99	1.52	0.17	5.39	0.00	4.40	0.80	0.15	5.35	
				34.18	24.23	34.85	6.65		0.00	268.44	28.36	7.09		403.80
				0.85	1.00	1.52	0.17		0.00	4.40	0.80	0.07		8.81
P24A	2.1	7.56	4660	2.53	0.97	42.73	0.39	46.61	0.00	20.60	24.60	1.35	46.55	
				50.78	11.74	982.7	15.11		0.00	1256.8	872.07	65.02		3254.25
				1.27	0.48	42.73	0.39		0.00	20.60	24.60	0.68		90.74
P25	2.1	7.18	1146	3.02	1.48	5.91	1.09	11.50	0.00	10.20	1.00	0.25	11.45	
				60.54	17.97	135.9	42.50		0.00	622.30	35.45	11.82		926.50
				1.51	0.74	5.91	1.09		0.00	10.20	1.00	0.12		20.57
P26	2.1	6.95	1138	3.46	1.39	6.06	0.48	11.39	0.00	10.30	0.90	0.17	11.37	
				69.33	16.89	139.4	18.73		0.00	628.40	31.91	8.00		912.66
				1.73	0.70	6.06	0.48		0.00	10.30	0.90	0.08		20.25
P27	1.8	7.26	1137	2.14	1.06	7.88	0.34	11.42	0.00	6.20	4.95	0.20	11.35	
				42.97	12.83	181.2	13.29		0.00	378.26	175.48	9.53		813.58
				1.07	0.53	7.88	0.34		0.00	6.20	4.95	0.10		21.07

Cuadro C-3. Continuación.

ID	Y m	pH	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P28	1.3	8.03	1008	1.56	1.44	6.36	0.76	10.13	0.00	5.60	4.00	0.49	10.09	
				31.25	17.50	146.4	29.81		0.00	341.66	141.80	23.53		731.91
				0.78	0.72	6.36	0.76		0.00	5.60	4.00	0.24		18.47
P28A	1.8	7.97	1587	1.95	1.40	11.97	0.60	15.92	1.70	10.55	2.70	0.92	15.87	
				39.06	17.02	275.3	23.57		51.00	643.66	95.72	44.03		1189.36
				0.97	0.70	11.97	0.60		0.85	10.55	2.70	0.46		28.81
P29	3.9	7.19	337	1.10	1.40	0.76	0.13	3.39	0.60	2.10	0.60	0.03	3.33	
				21.97	17.05	17.42	5.24		18.00	128.12	21.27	1.44		230.52
				0.55	0.70	0.76	0.13		0.30	2.10	0.60	0.02		5.16
P30	3.7	7.99	355	1.05	1.35	1.06	0.11	3.57	1.10	1.80	0.50	0.12	3.52	
				21.00	16.43	24.39	4.13		33.00	109.82	17.73	5.75		232.24
				0.52	0.68	1.06	0.11		0.55	1.80	0.50	0.06		5.28
P31	2.8	8.06	200	0.88	0.52	0.53	0.11	2.04	0.35	1.20	0.40	0.06	2.01	
				17.58	6.35	12.20	4.23		10.50	73.21	14.18	2.84		141.09
				0.44	0.26	0.53	0.11		0.18	1.20	0.40	0.03		3.14
P32	3.7	7.39	203	0.85	0.50	0.45	0.24	2.04	0.35	1.03	0.60	0.02	2.00	
				17.09	6.04	10.45	9.37		10.50	62.54	21.27	1.01		138.27
				0.43	0.25	0.45	0.24		0.18	1.03	0.60	0.01		3.18
P33	2.7	7.46	463	1.19	2.11	1.21	0.10	4.62	0.60	2.43	1.20	0.33	4.56	
				23.92	25.59	27.88	4.03		18.00	147.95	42.54	16.03		305.94
				0.60	1.05	1.21	0.10		0.30	2.43	1.20	0.17		7.06
P34	3.8	7.14	276	0.97	0.93	0.76	0.19	2.85	0.00	1.93	0.80	0.09	2.82	
				19.53	11.24	17.42	7.35		0.00	117.44	28.36	4.34		205.70
				0.49	0.46	0.76	0.19		0.00	1.93	0.80	0.05		4.67
P34A	2.1	7.31	308	1.07	0.98	0.91	0.15	3.11	0.00	2.15	0.80	0.12	3.07	
				21.48	11.88	20.91	6.04		0.00	131.17	28.36	5.80		225.65
				0.54	0.49	0.91	0.15		0.00	2.15	0.80	0.06		5.10
P34B	4.0	7.27	437	1.36	1.44	1.44	0.16	4.40	0.00	3.25	1.00	0.11	4.36	
				27.34	17.44	33.11	6.45		0.00	198.28	35.45	5.38		323.45
				0.68	0.72	1.44	0.16		0.00	3.25	1.00	0.06		7.31
P35	3.3	7.19	360	1.46	1.34	0.45	0.35	3.60	0.00	2.70	0.80	0.02	3.52	
				29.30	16.26	10.45	13.50		0.00	164.73	28.36	1.15		263.74
				0.73	0.67	0.45	0.35		0.00	2.70	0.80	0.01		5.71
P37	3.6	7.99	726	1.22	1.23	4.85	0.04	7.34	1.25	4.35	1.30	0.38	7.28	
				24.41	14.97	111.5	1.61		37.50	265.39	46.09	18.41		519.90
				0.61	0.62	4.85	0.04		0.63	4.35	1.30	0.19		12.58
P38A	1.9	7.64	484	0.97	0.70	3.03	0.10	4.81	0.50	2.58	1.60	0.08	4.75	
				19.53	8.51	69.70	3.93		15.00	157.10	56.72	3.74		334.22
				0.49	0.35	3.03	0.10		0.25	2.58	1.60	0.04		8.43
Chila	2.9	7.14	211	0.73	0.57	0.76	0.07	2.12	0.65	0.55	0.80	0.07	2.07	
				14.65	6.91	17.42	2.62		19.50	33.56	28.36	3.58		126.61
				0.37	0.28	0.76	0.07		0.33	0.55	0.80	0.04		3.19

Cuadro C-3. Continuación.

ID	Y m	pH	CE dS m ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ	mg L ⁻¹ mmol L ⁻¹
P40	1.8	7.18	1810	2.92	1.78	13.03	0.38	18.11	0.00	8.00	8.40	1.67	18.07	
				58.59	21.58	299.7	15.01		0.00	488.08	297.78	80.07	1260.81	
				1.46	0.89	13.03	0.38		0.00	8.00	8.40	0.83	33.00	
P42	2.7	7.76	420	1.02	1.00	2.12	0.06	4.21	0.20	2.60	1.20	0.14	4.14	
				20.51	12.17	48.79	2.42		6.00	158.63	42.54	6.76	297.80	
				0.51	0.50	2.12	0.06		0.10	2.60	1.20	0.07	7.17	

Y = Profundidad del nivel freático.

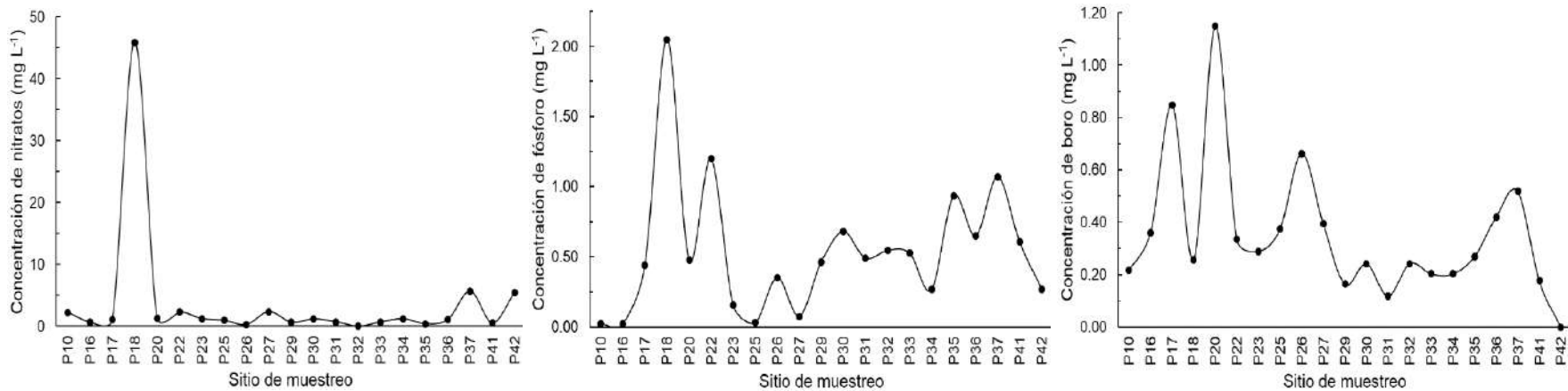


Figura C-1. Concentración de nitratos (NO_3^-), fósforo (PO_4^{3-}) y Boro (B) de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

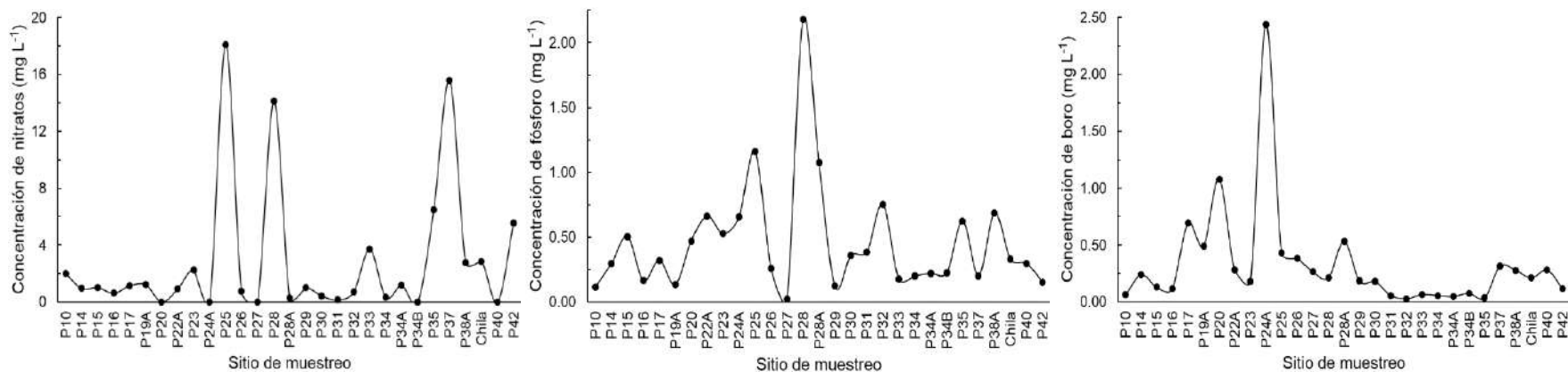


Figura C-2. Concentración de nitratos (NO_3^-), fósforo (PO_4^{3-}) y Boro (B) de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

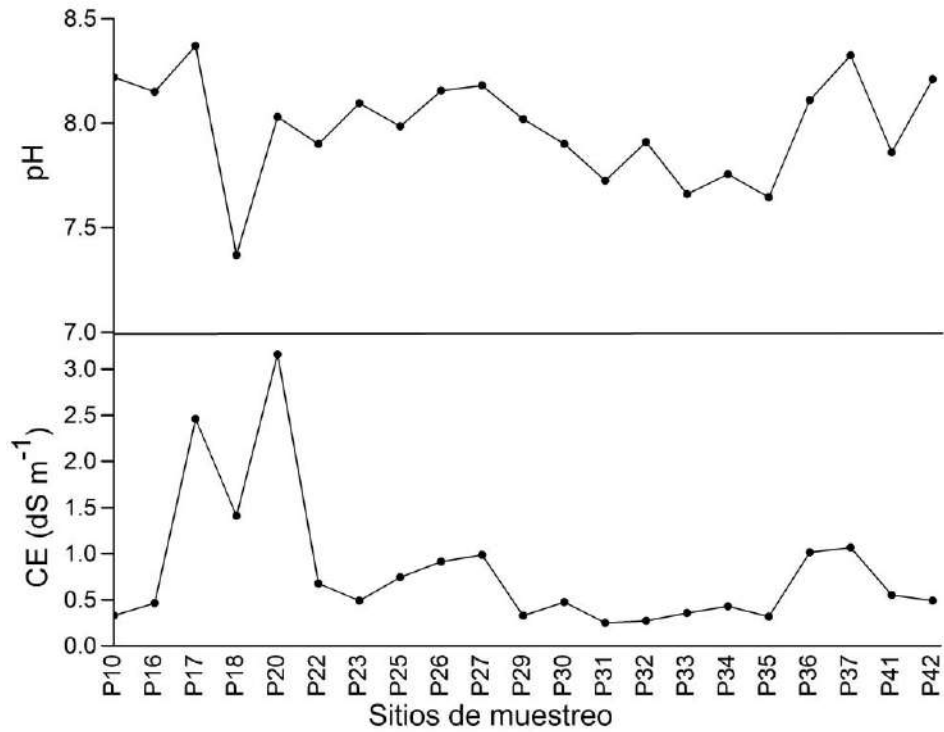


Figura C-3. pH y conductividad eléctrica de las aguas freáticas del primer muestreo de suelos de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

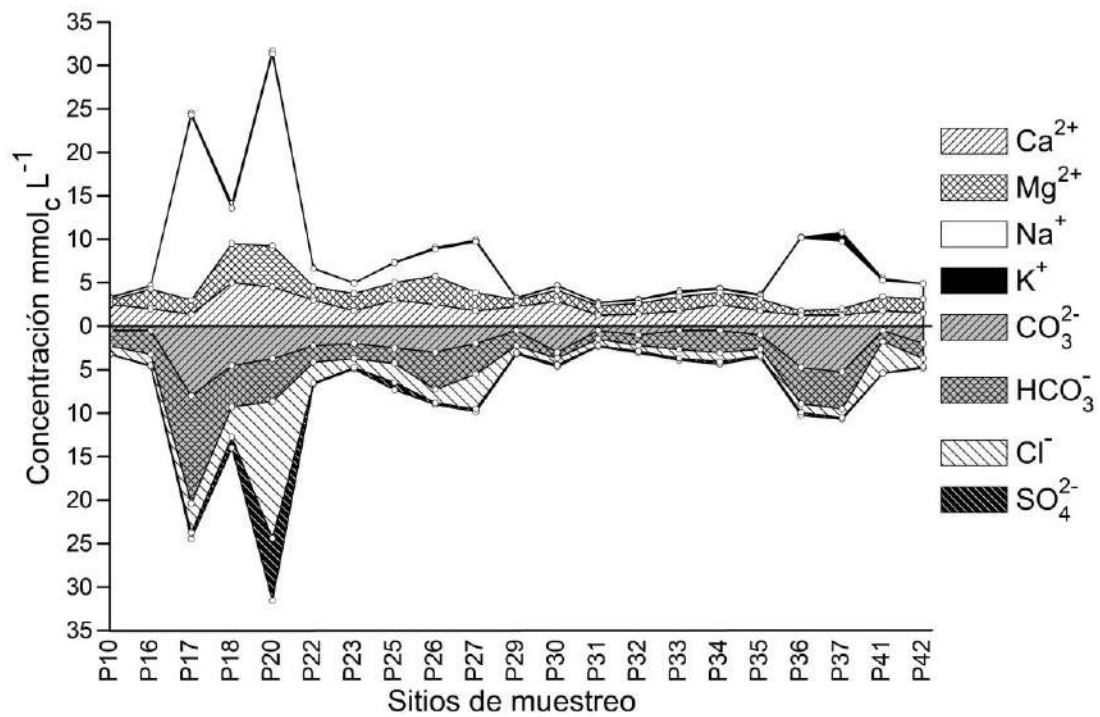


Figura C-4. Composición iónica de las aguas freáticas del primer muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

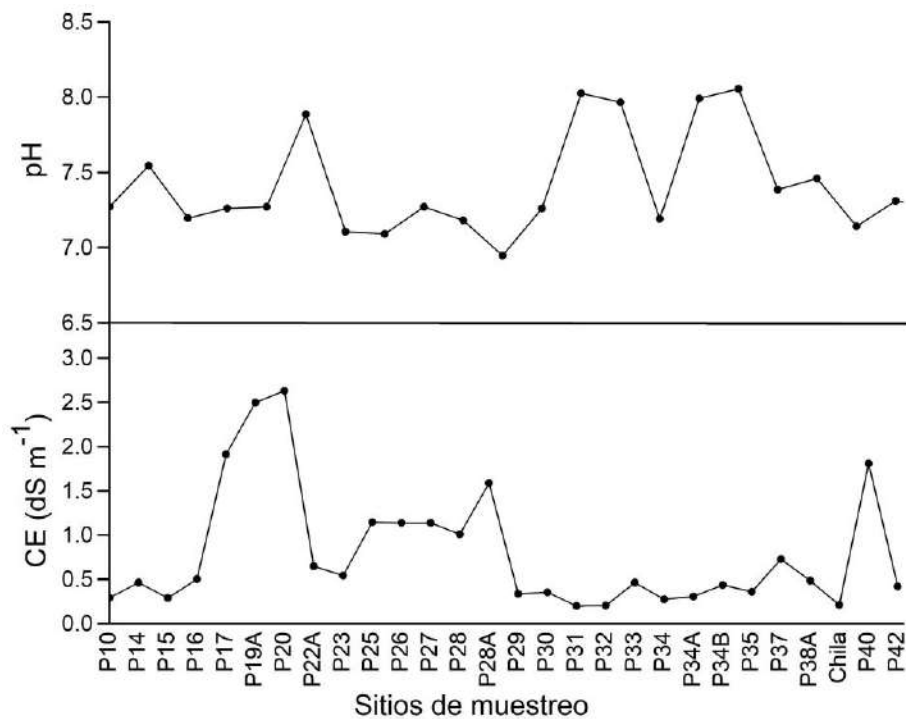


Figura C-5. pH y conductividad eléctrica de las aguas freáticas del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P24A, pH=7.56; CE=4.66 dS m⁻¹).

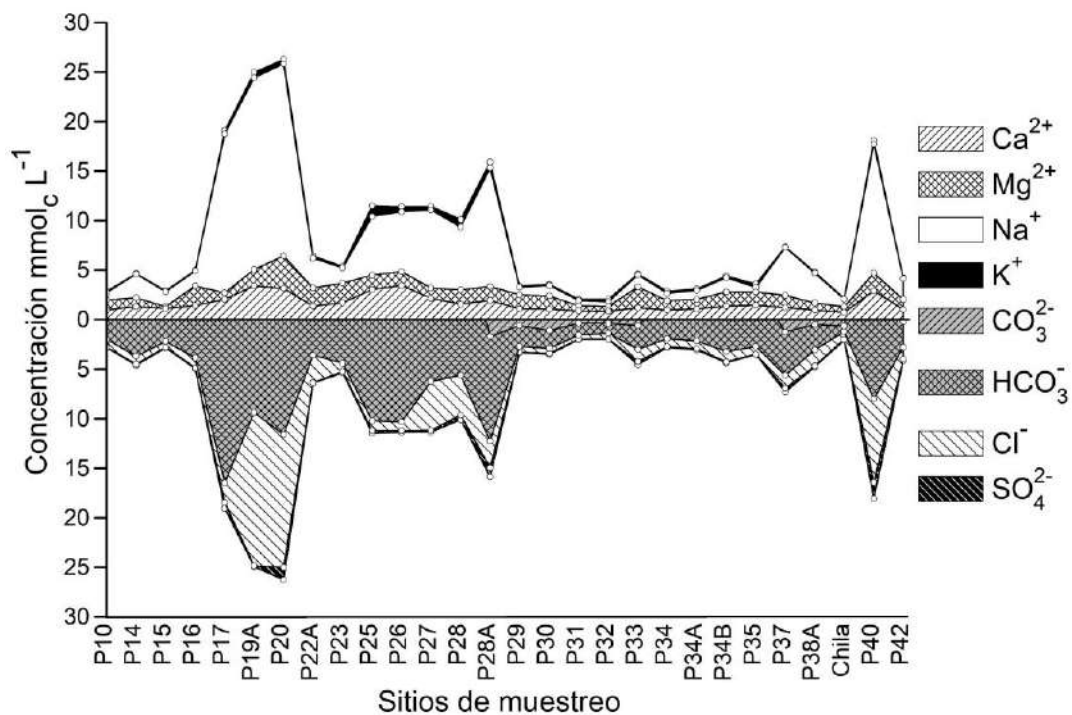


Figura C-6. Composición iónica de las aguas freáticas del segundo muestreo de la cuenca del río San Pedro, Nayarit (se omitió: P24A, pH=7.56; CE=4.66 dS m⁻¹).

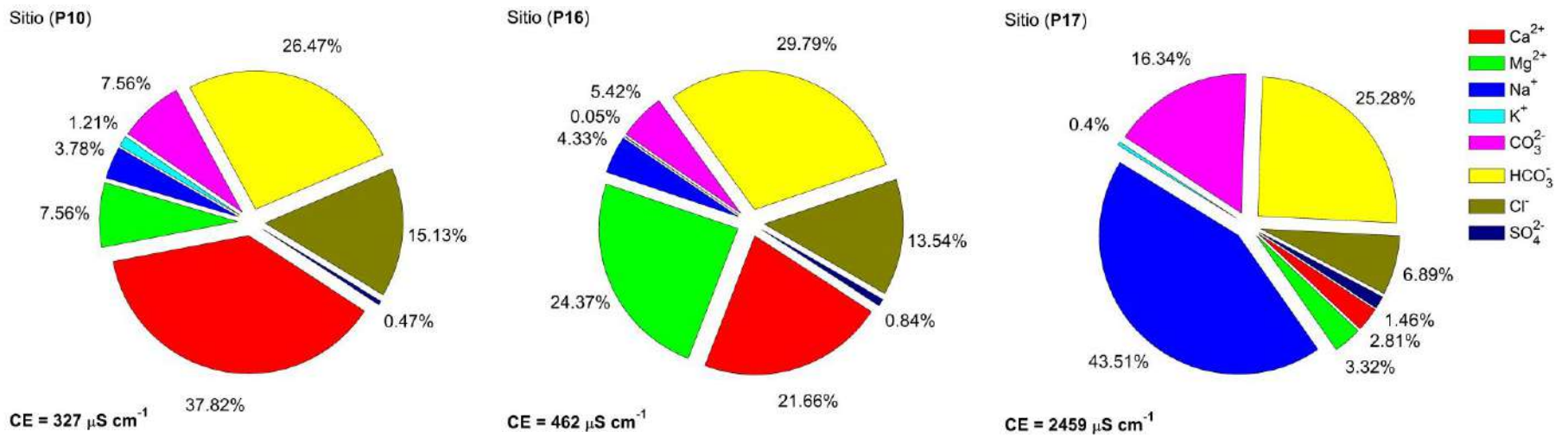


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

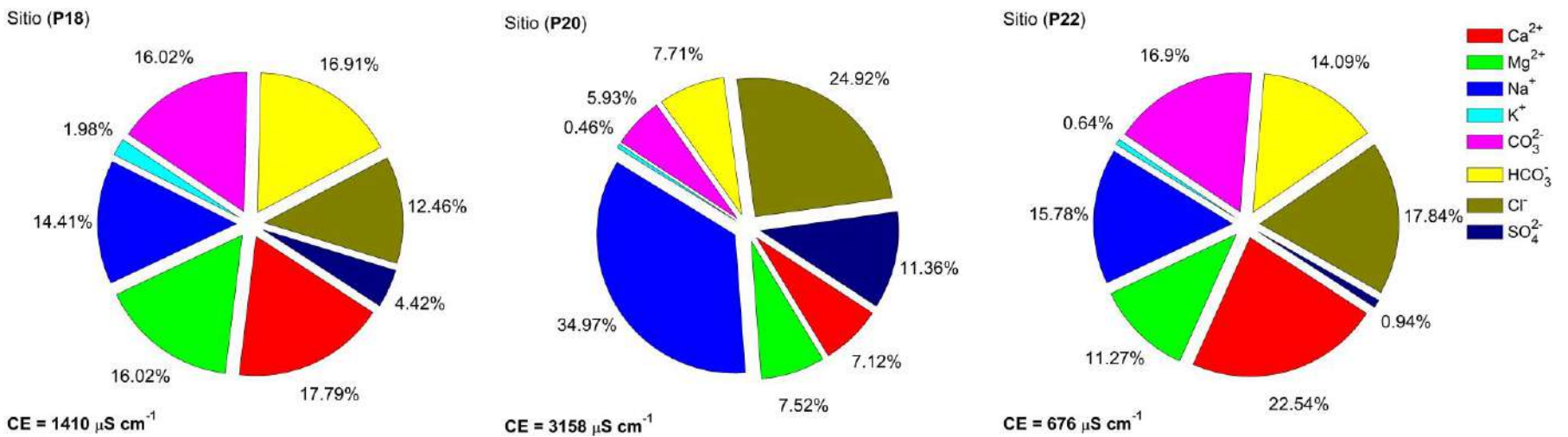


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

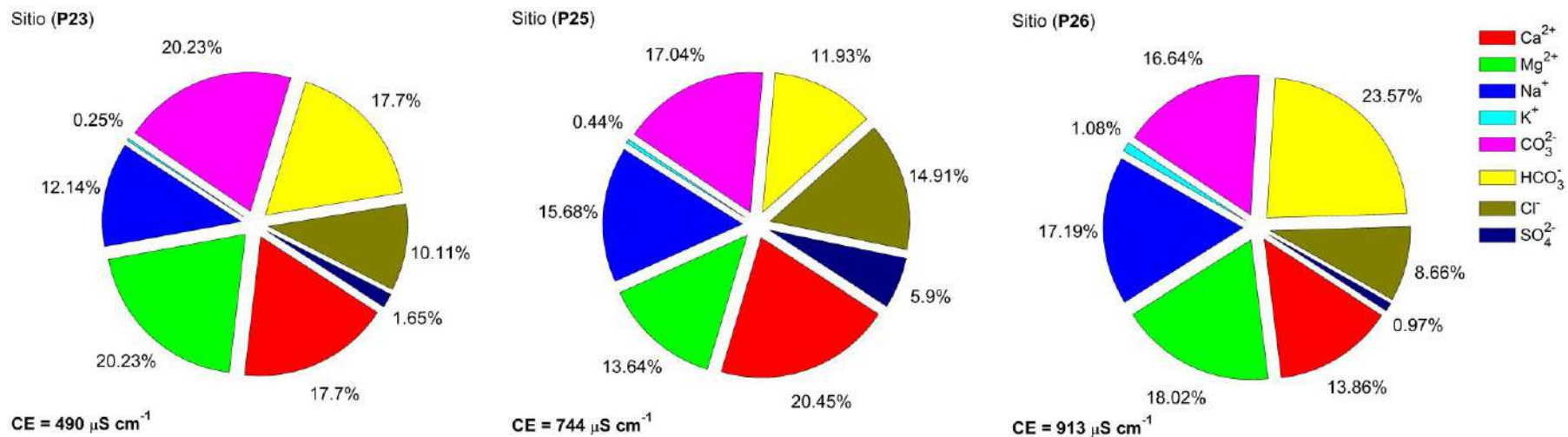


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

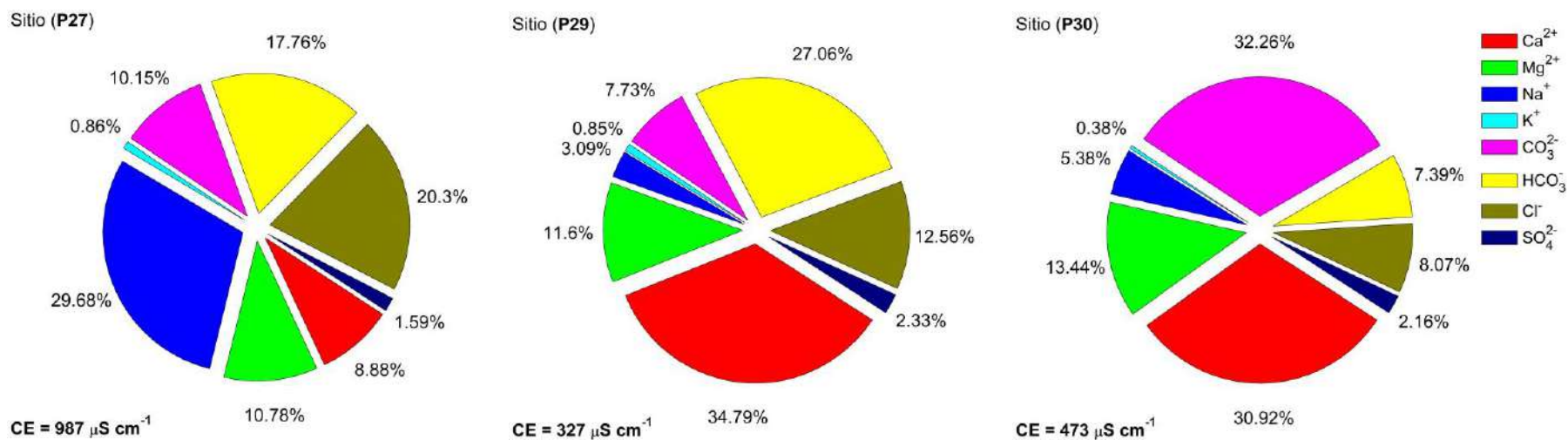


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

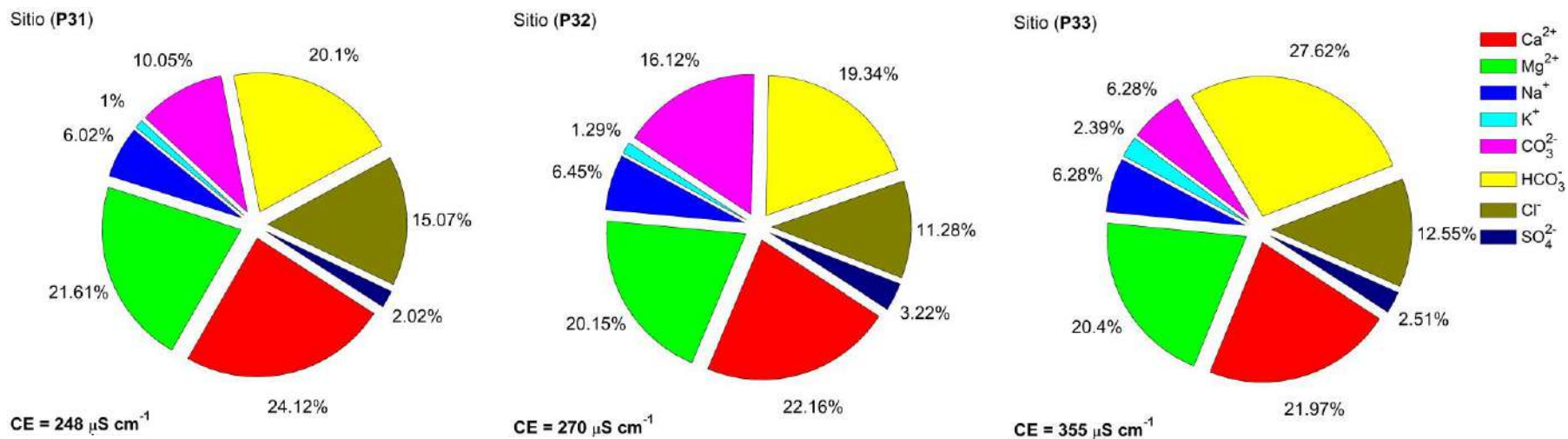


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

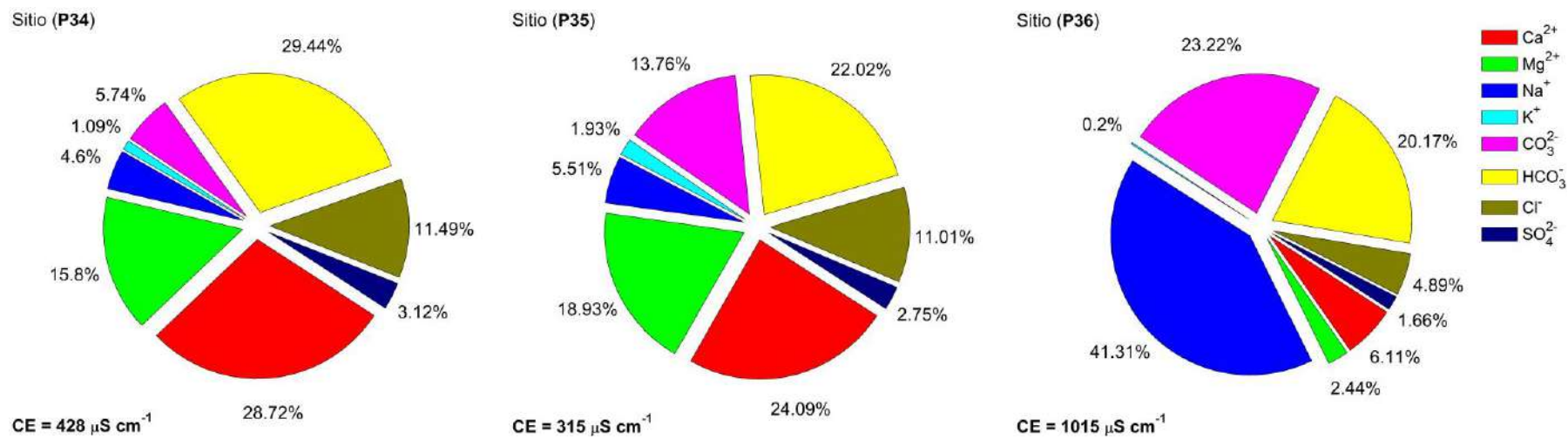


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

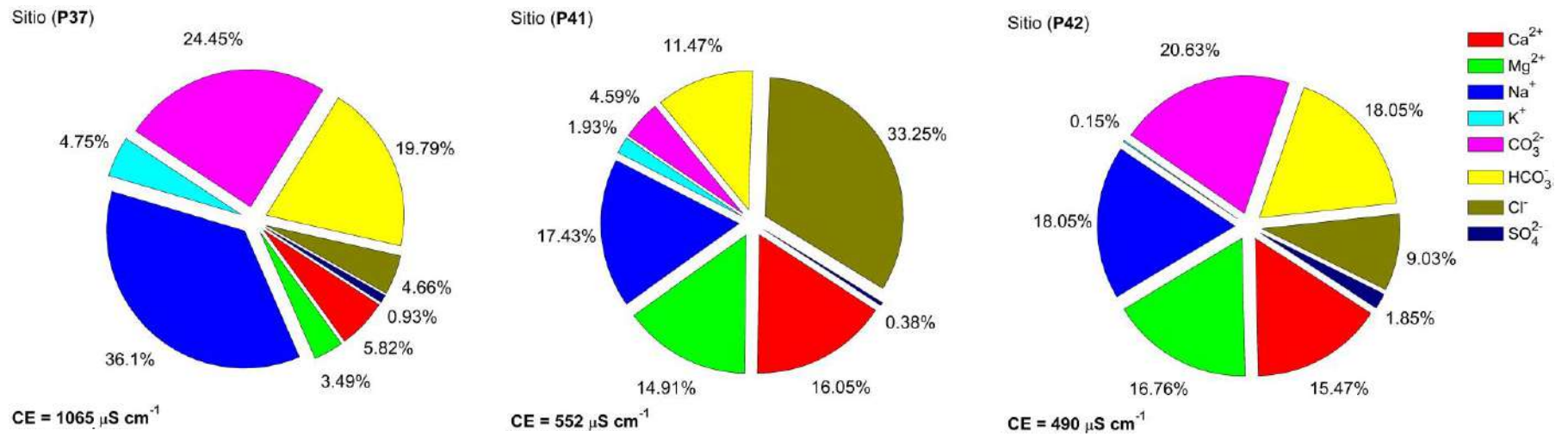


Figura C-7. Composición iónica de las aguas freáticas del **primer muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

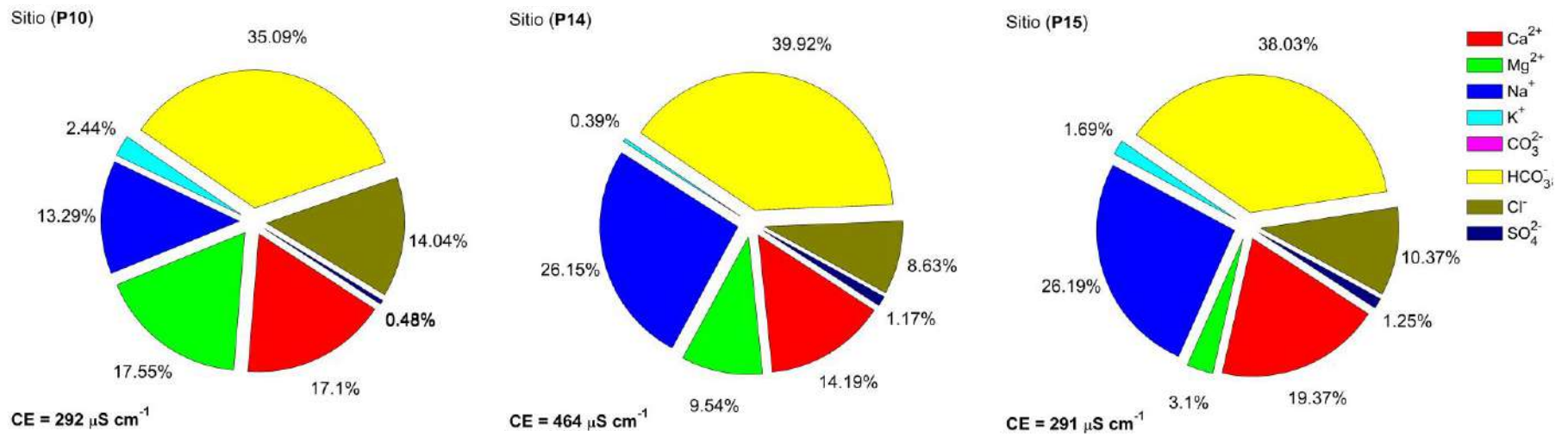


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

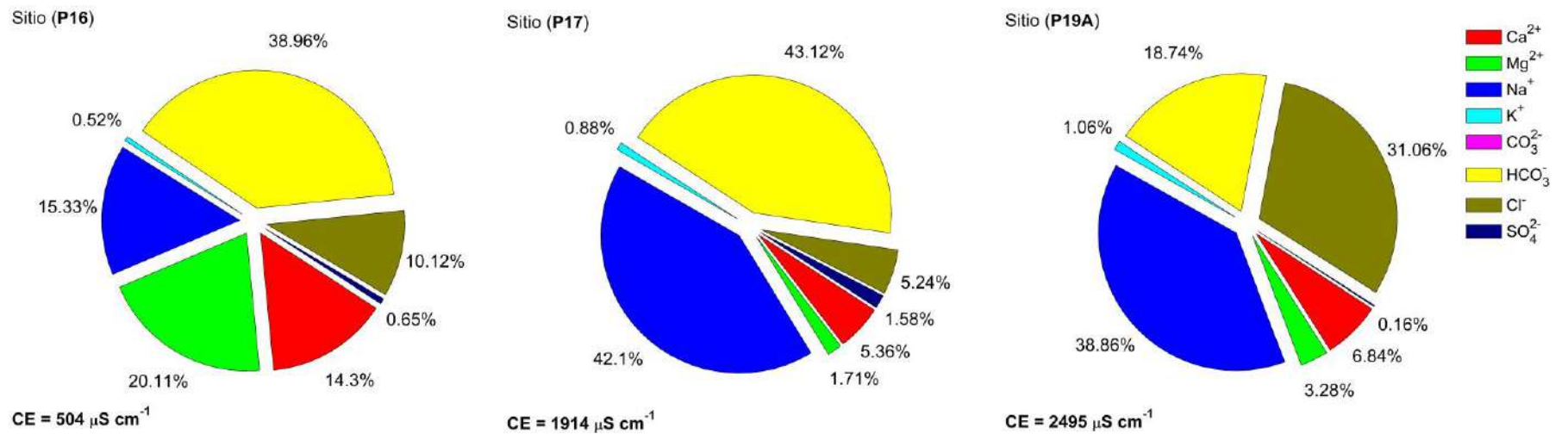


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

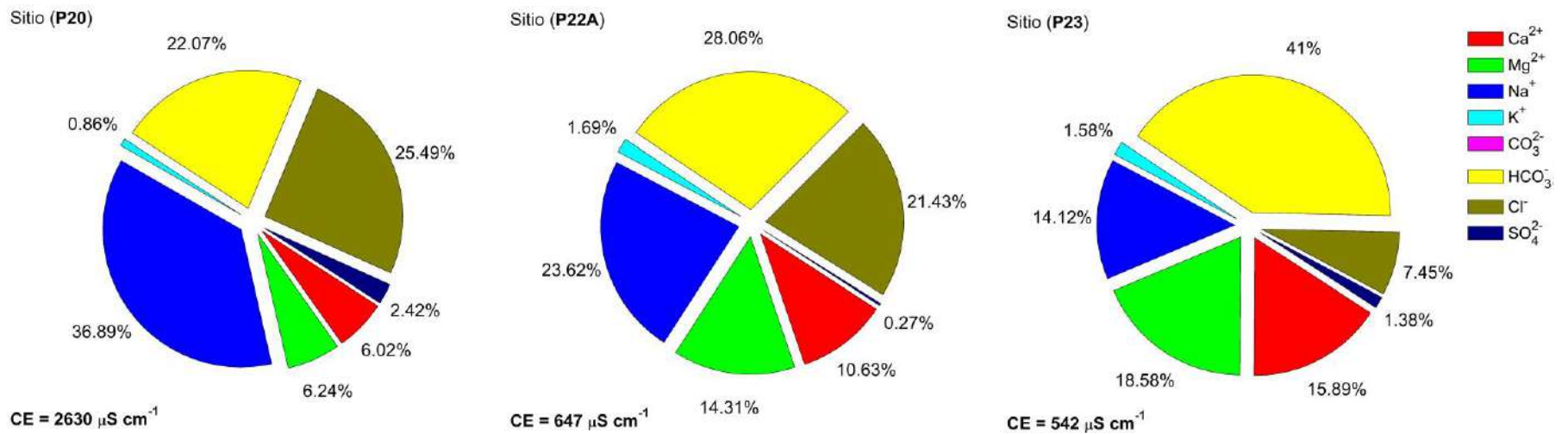


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

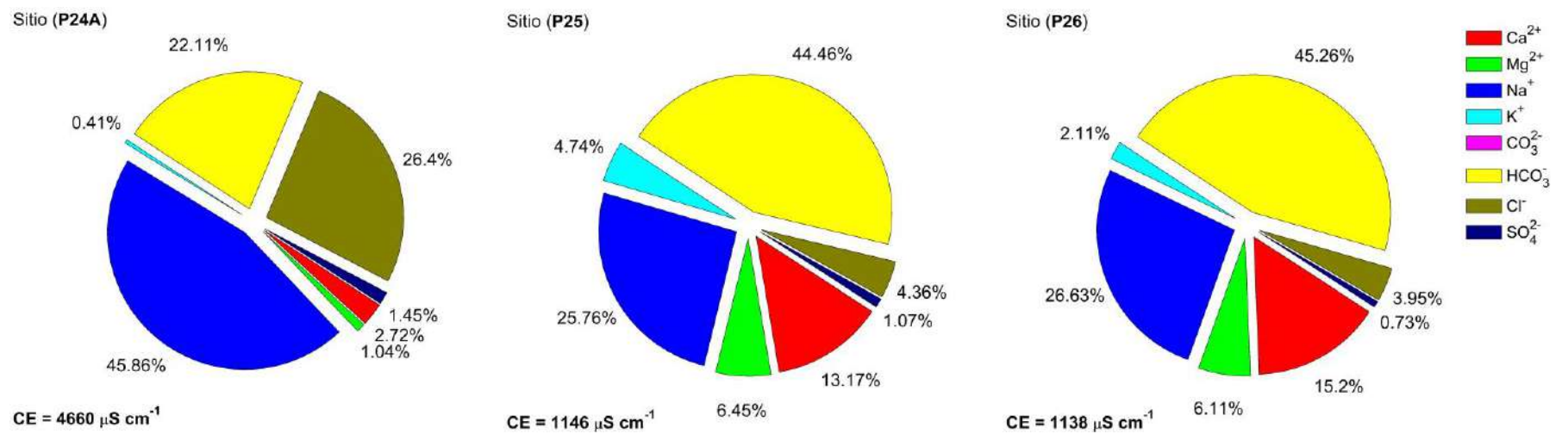


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

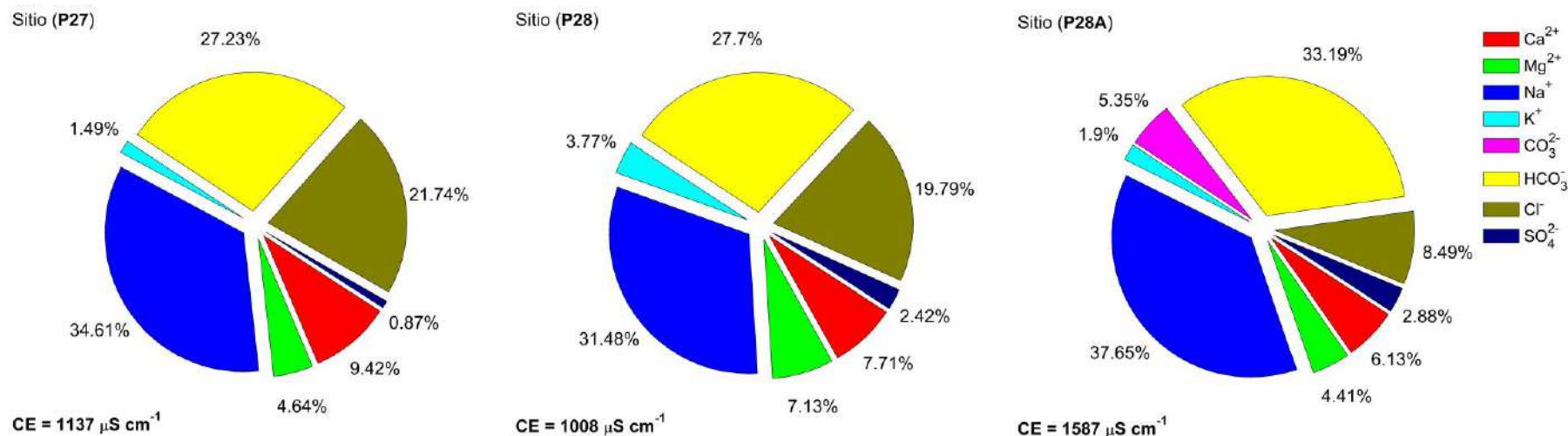


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

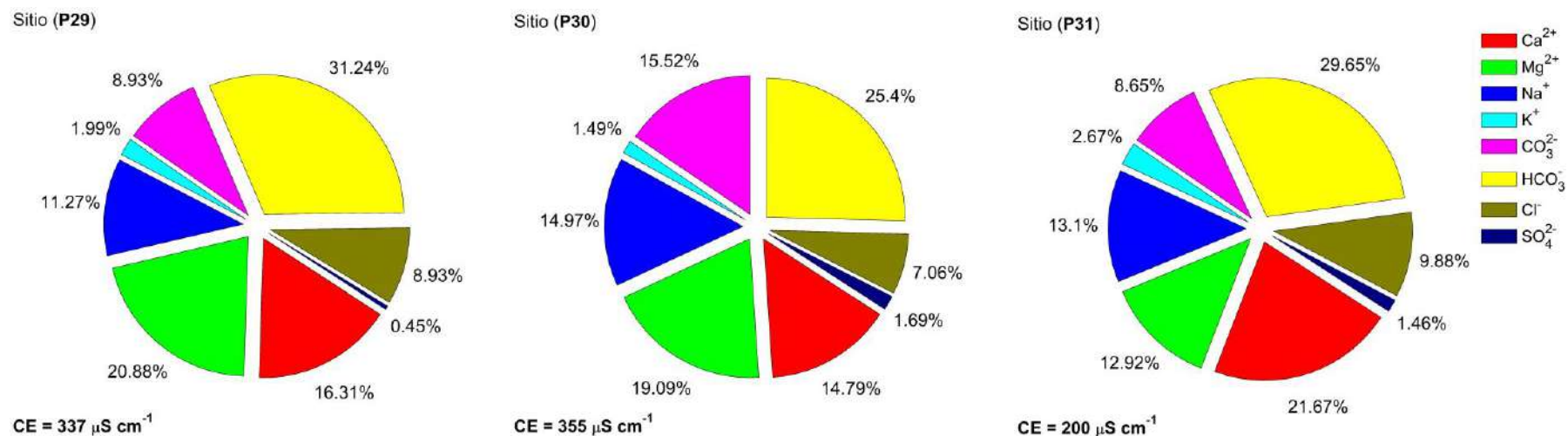


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

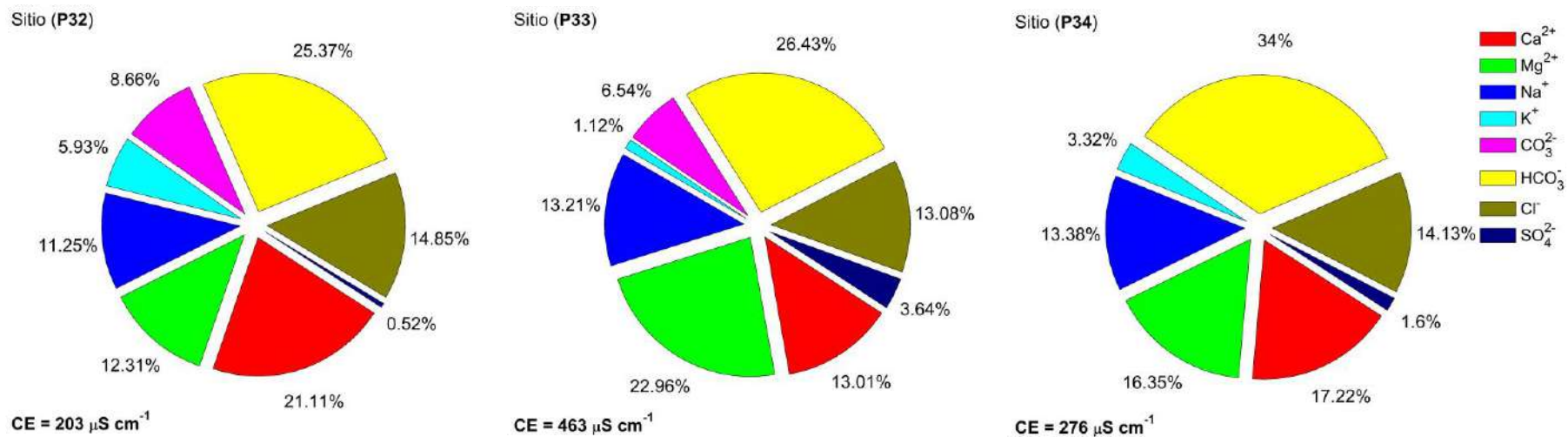


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

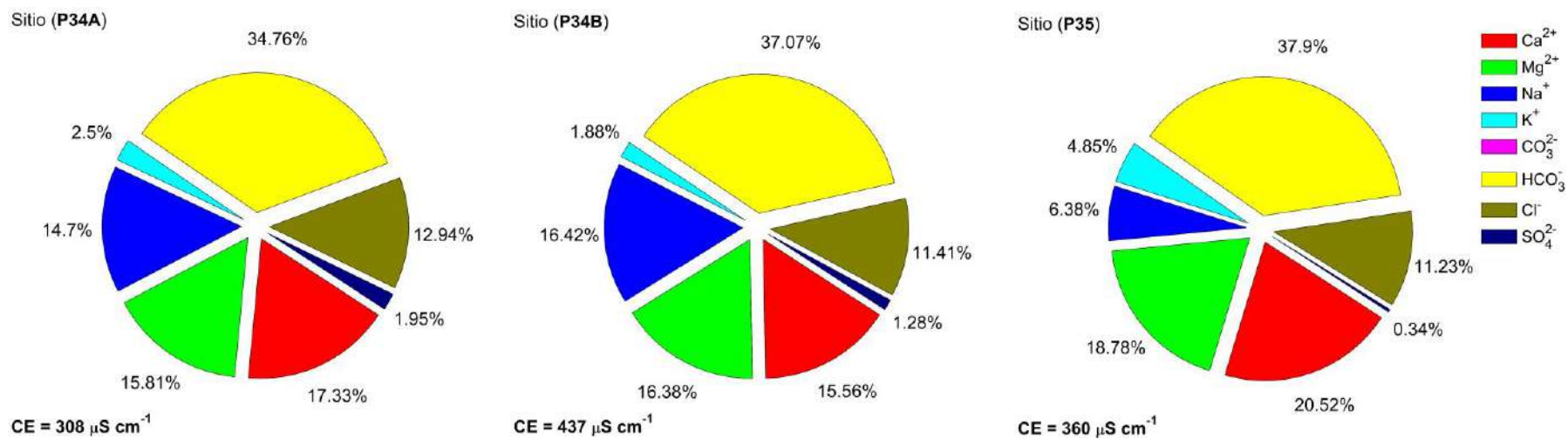


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

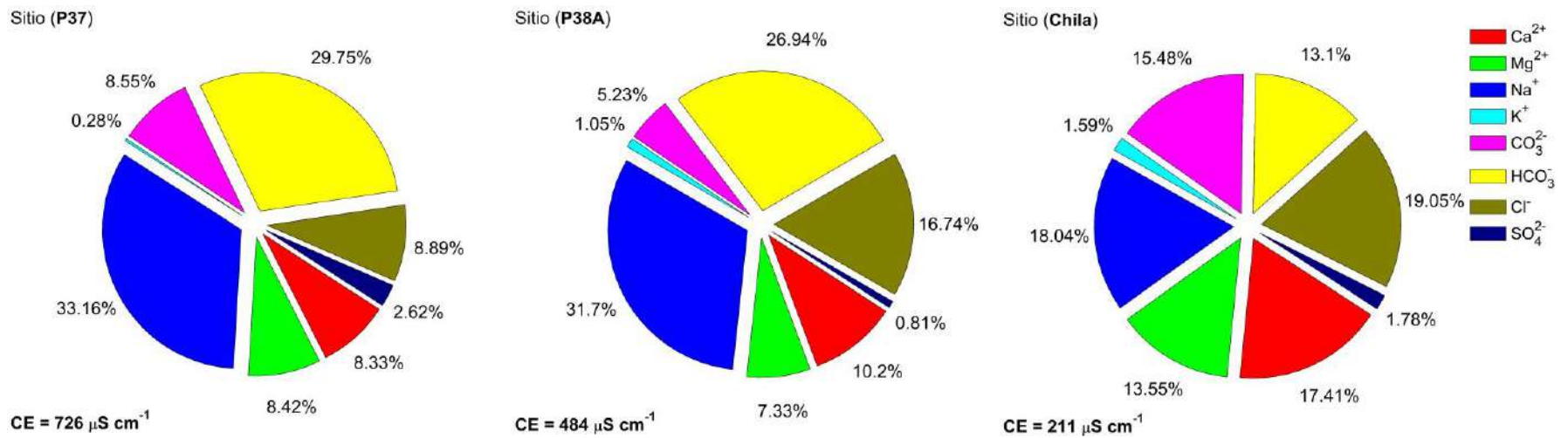


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

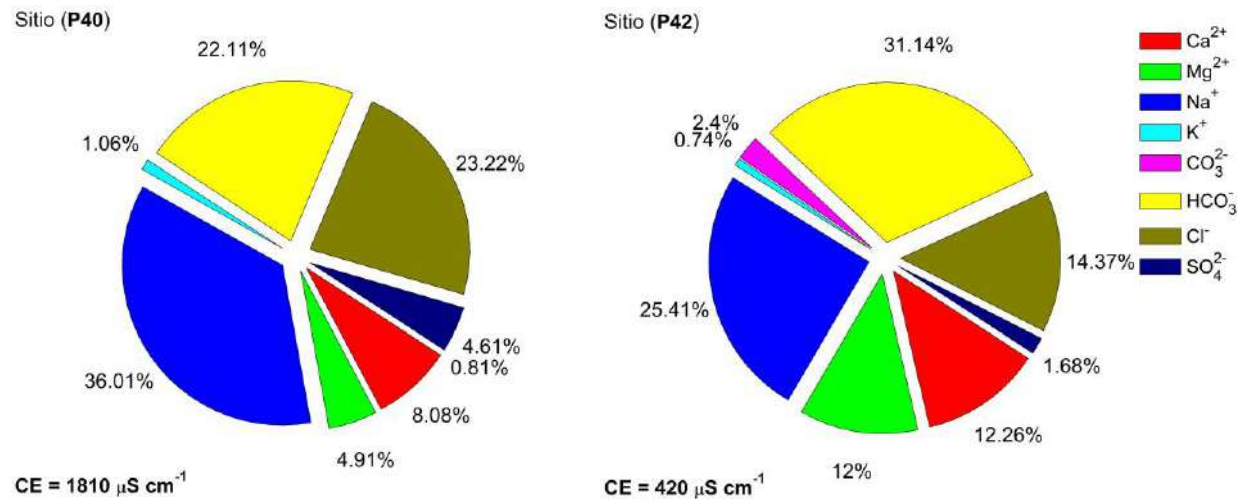


Figura C-8. Composición iónica de las aguas freáticas del **segundo muestreo** de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

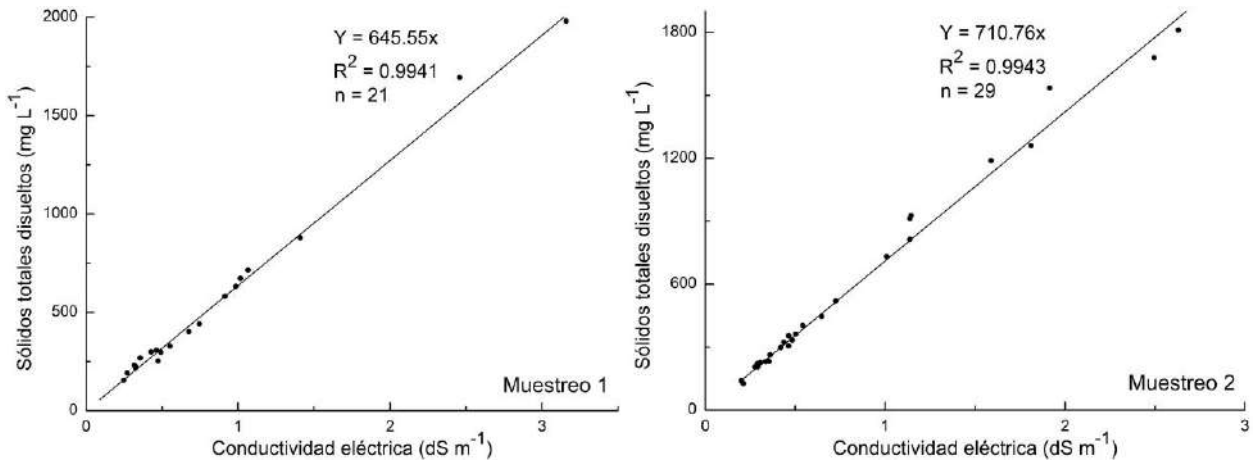


Figura C-9. Relación entre la conductividad eléctrica y la concentración de sólidos totales disueltos de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

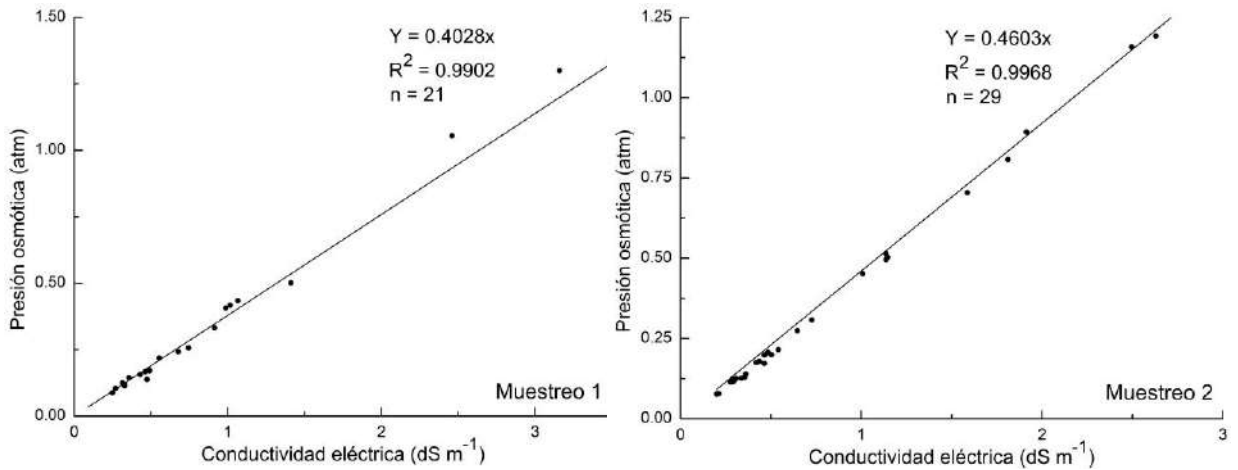


Figura C-10. Relación entre la conductividad eléctrica y la presión osmótica de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

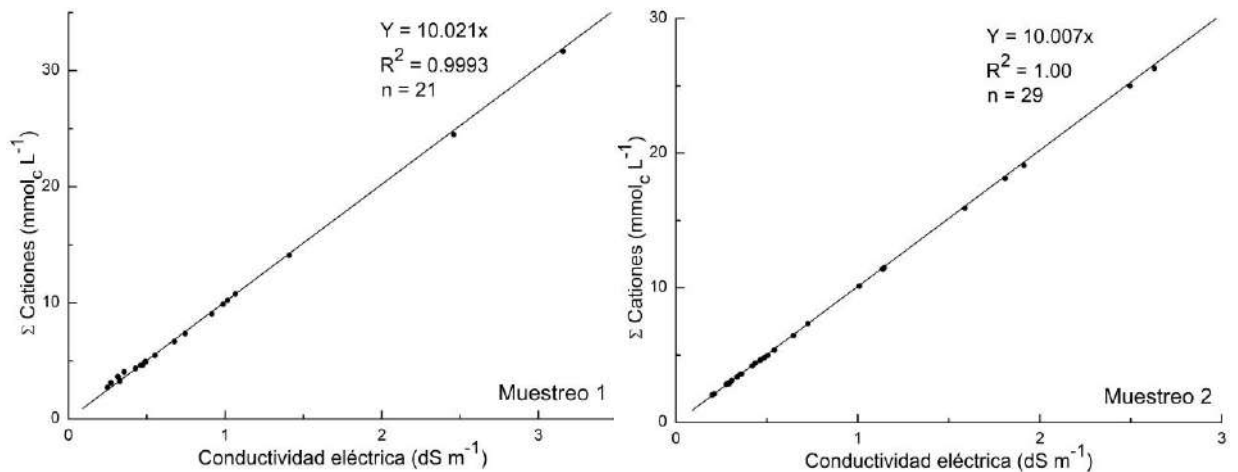


Figura C-11. Relación entre la conductividad eléctrica y la suma de cationes de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

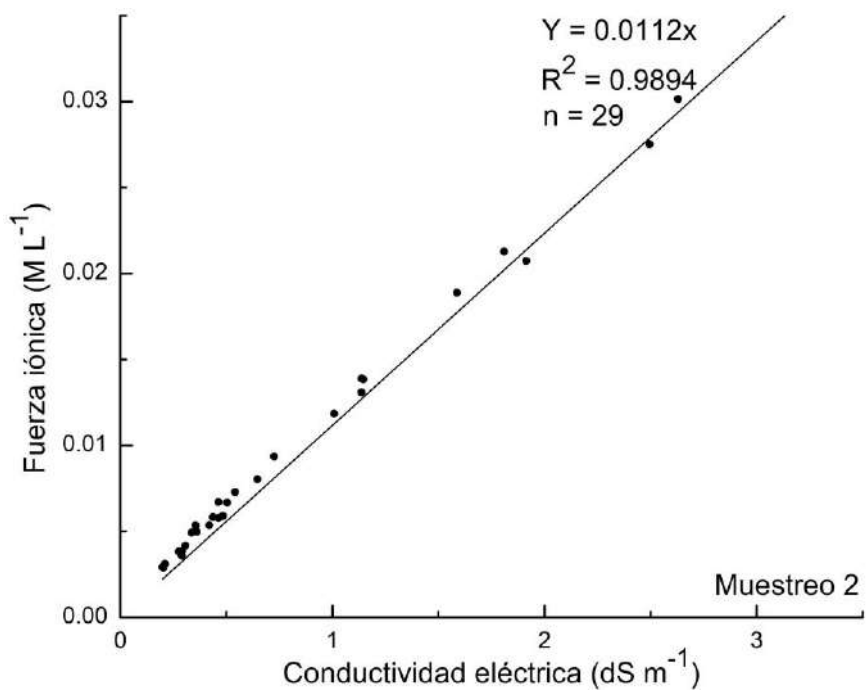
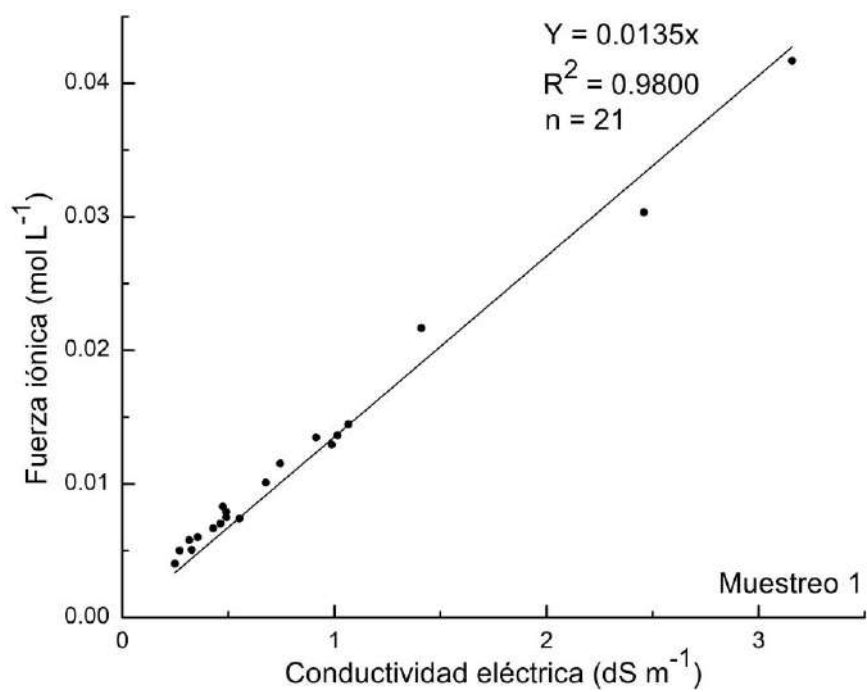


Figura C-12. Fuerza iónica y su relación con su conductividad eléctrica de las soluciones electrolíticas correspondientes a las aguas freáticas.

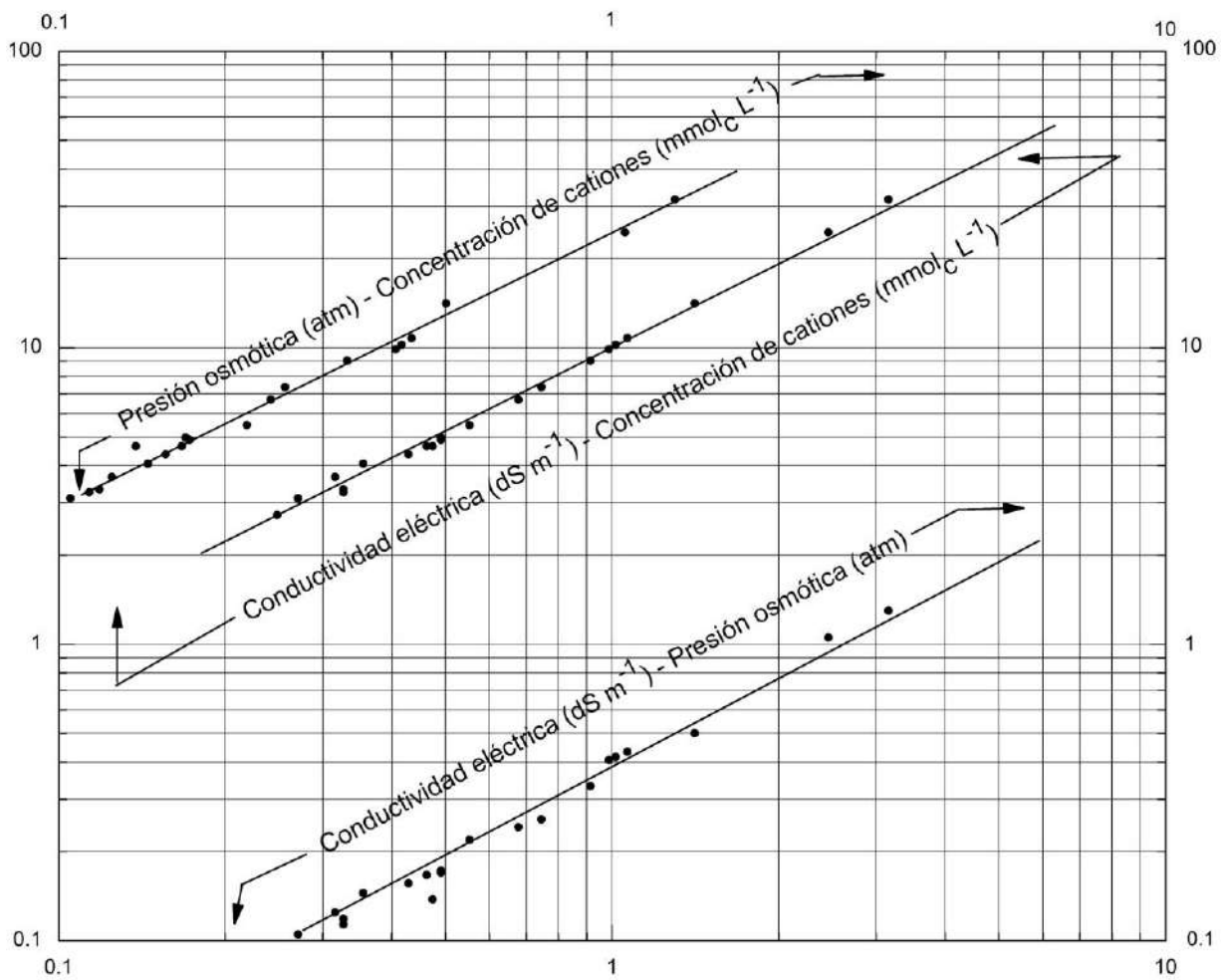


Figura C-13. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m⁻¹) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m⁻¹) y concentración de cationes (mmol_c L⁻¹); presión osmótica (atm) y concentración de cationes (mmol_c L⁻¹), de las aguas freáticas del **primer muestreo** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

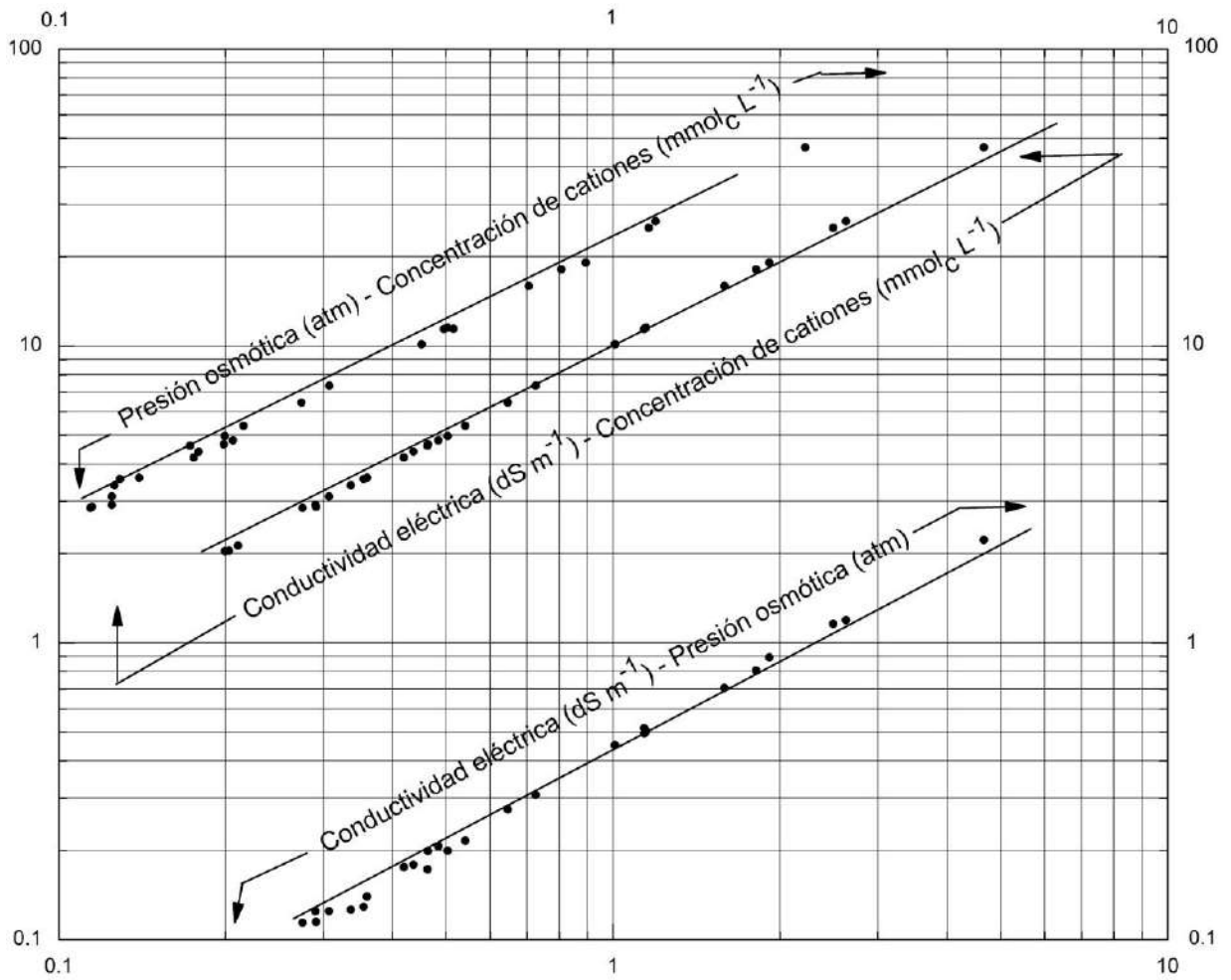


Figura C-14. Relaciones entre: conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y presión osmótica (atm); conductividad eléctrica (dS m^{-1}) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$); presión osmótica (atm) y concentración de cationes ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$), de las aguas freáticas del **segundo muestreo** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

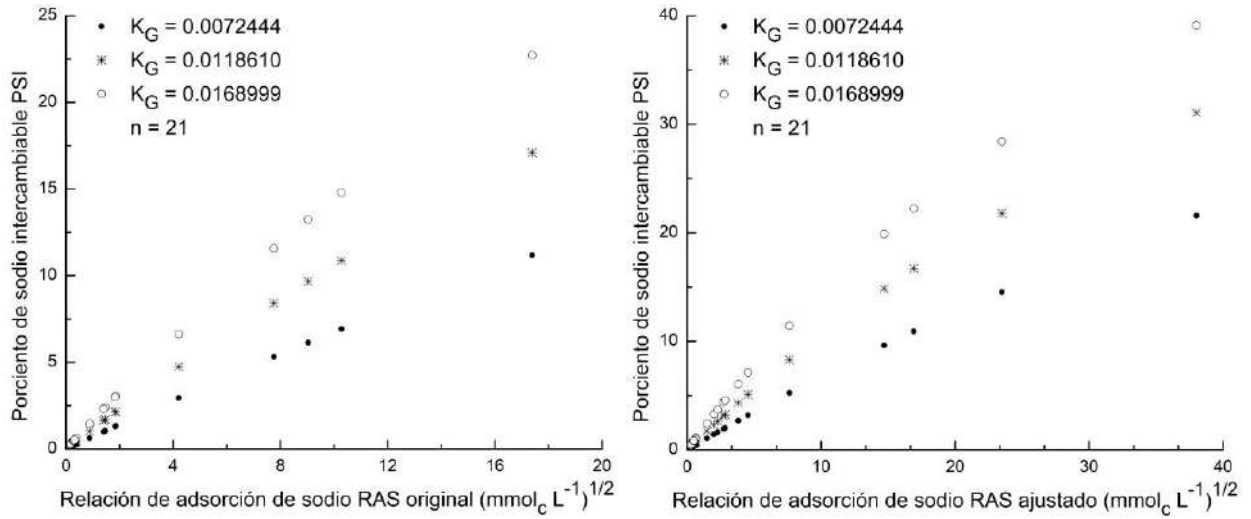


Figura C-15. Relación PSI-RAS del primer muestreo de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro en Nayarit.

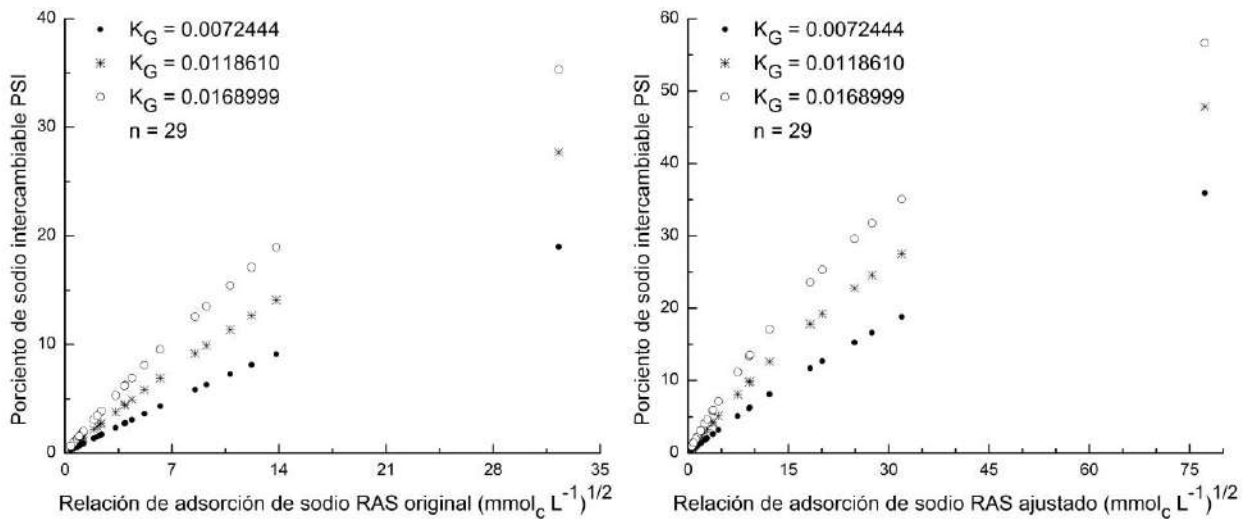


Figura C-16. Relación PSI-RAS del segundo muestreo de las aguas freáticas de la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

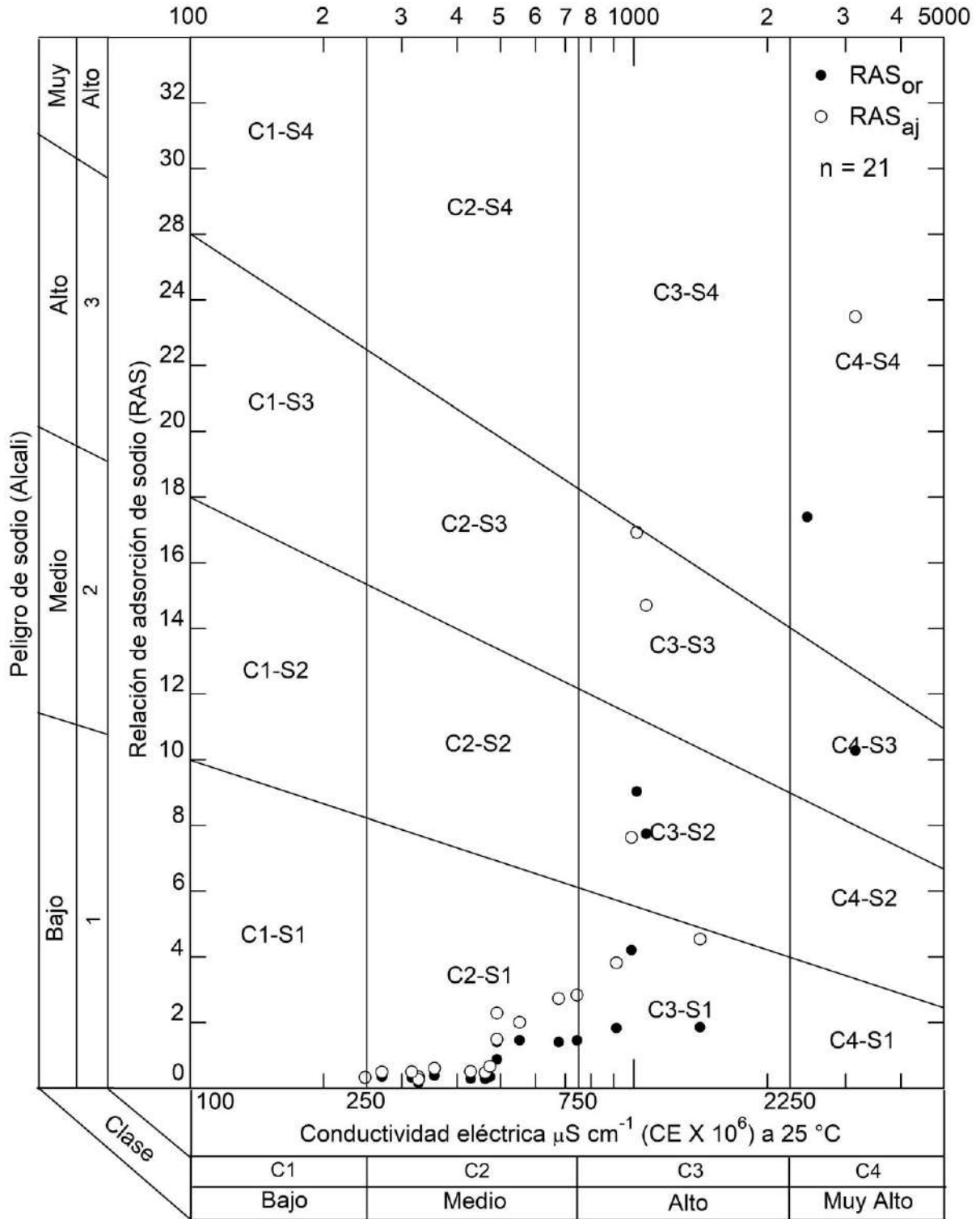


Figura C-17. Diagrama de clasificación de las aguas freáticas del **primer muestreo** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

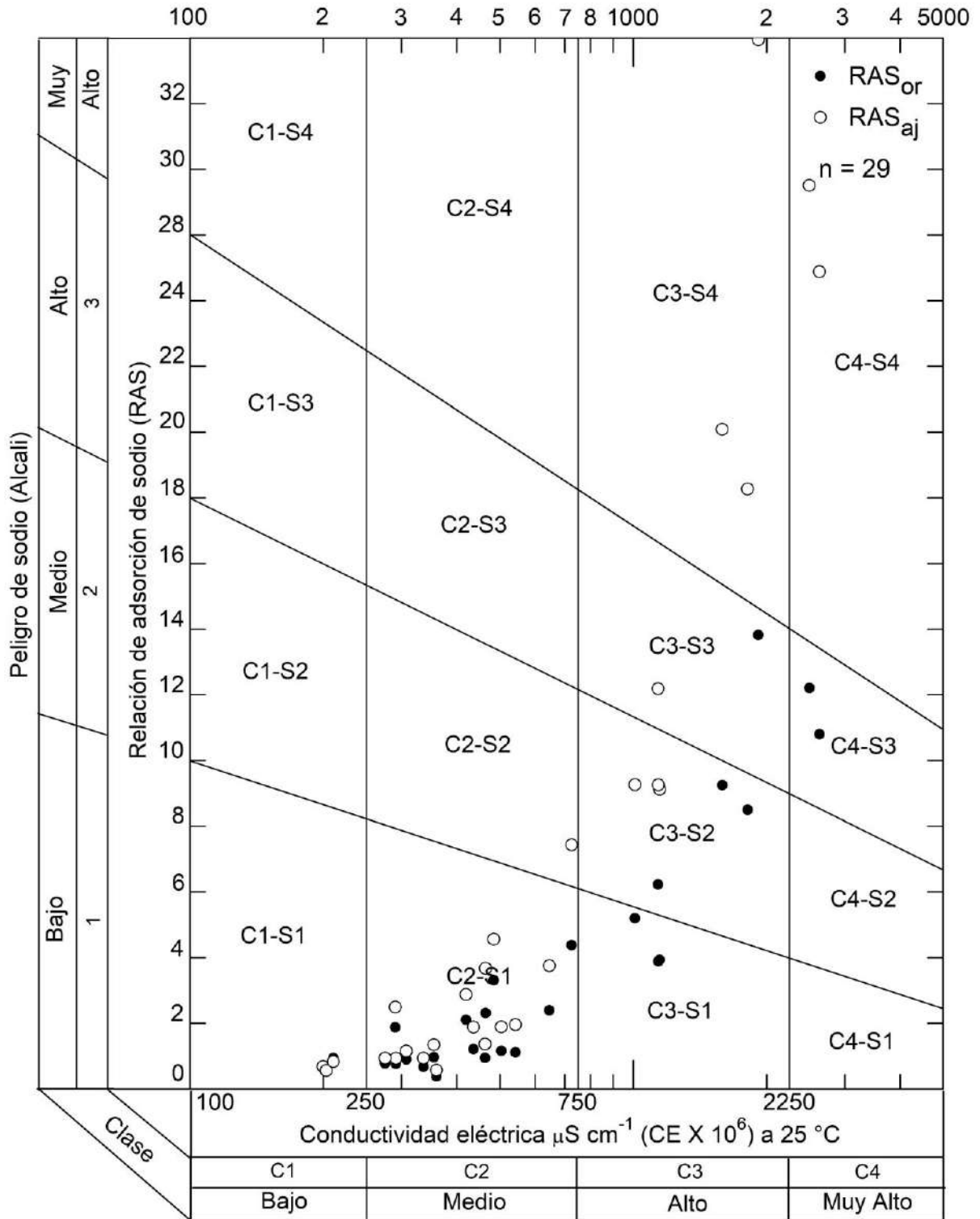


Figura C-18. Diagrama de clasificación de las aguas freáticas del **segundo muestreo** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

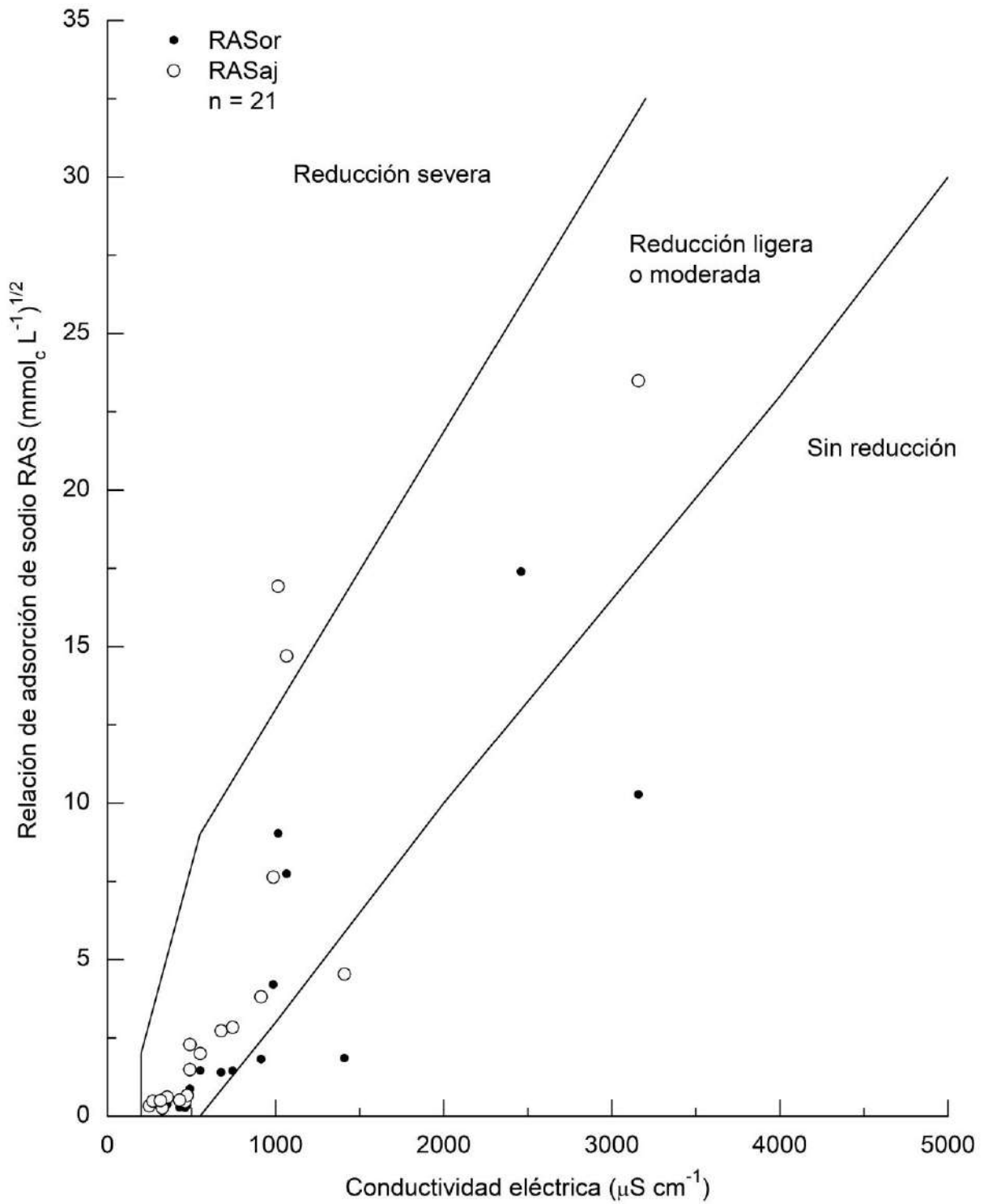


Figura C-19. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de las aguas freáticas del **primer muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.

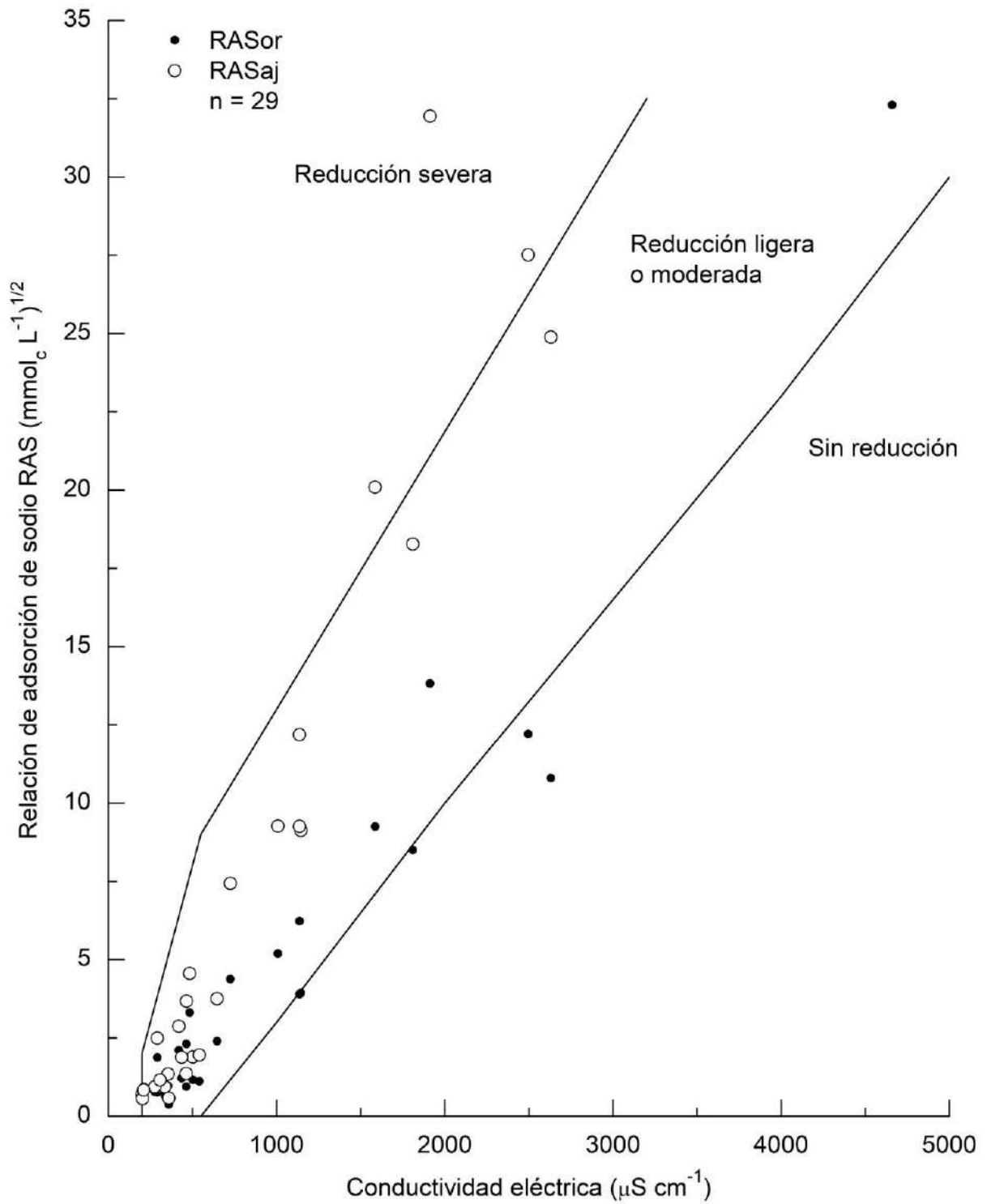


Figura C-20. Reducción relativa de la infiltración de acuerdo a la conductividad eléctrica y a la relación de adsorción de sodio RASor y RASaj de las aguas freáticas del **segundo muestreo de suelos** en la cuenca del río San Pedro, Nayarit.