



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



"EVALUACIÓN DE LA DEPOSICIÓN HÚMEDA EN LA COSTA DEL GOLFO DE
MÉXICO PARA EL PERIODO 2003-2005"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
QUÍMICA

P R E S E N T A
CHEDY ADRIANA HERRERA TOLAMA

MÉXICO D.F.

2007.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado:

Presidente
Vocal
Secretario
1er. Suplente
2do. Suplente

Prof. Ernestina Cervera Flores
Prof. Humberto Bravo Álvarez
Prof. Josefina Elizalde Torres
Prof. Georgina Artemisa Duarte Lisci
Prof. Rolando Salvador García Gómez

Sitio donde se desarrolló el tema:

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA, UNAM.
SECCIÓN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

Nombre completo y firma del asesor del tema.

Dr. Humberto Bravo Álvarez.

Nombre completo y firma del supervisor técnico.

Dr. Rodolfo Sosa Echeverría.

Nombre completo y firma del sustentante.

Chedy Adriana Herrera Tolama.

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. Humberto Bravo Álvarez, Jefe de la Sección de Contaminación Ambiental (SCA) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, por su confianza y total apoyo en la realización del presente trabajo de Tesis.

Al Dr. Rodolfo Sosa Echeverría de la Sección de Contaminación Ambiental (SCA) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM por el apoyo, confianza y asesoría para la realización de este proyecto.

A la Química Ana Luisa Alarcón Jiménez, responsable del laboratorio de la Sección de Contaminación Ambiental (SCA) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, por la realización de los análisis de cromatografía de líquidos.

Al Biol. Pablo Sánchez Álvarez de la Sección de Contaminación Ambiental (SCA) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM por el mantenimiento y operación de los muestreadores de deposición húmeda y seca.

A la M en I. Mónica Jaimes de la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA del GDF), por la realización de las pruebas estadísticas y graficas del presente proyecto.

Al Dr. **Jurgen Bruggerman**[†] Director del Proyecto de Restauración en el Tajín por su apoyo al proyecto: "Deposición ácida en El Tajín y al Ing. Daniel Goeritz, delegado del INAH en Veracruz, por las facilidades brindadas para realizar este proyecto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Química de la UNAM por abrirme sus puertas, permitirme culminar un sueño y brindarme todas las herramientas para mi desarrollo profesional.

A mis Profesores de la Facultad de Química.

Al Programa de Apoyo para Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM. Por el apoyo proporcionado en el proyecto denominado. "Evaluación de la lluvia ácida y su efecto en la Zona Arqueológica de El Tajín. (INI05205). Algunos resultados de este programa fueron presentados en North American Air Pollution Workshop (APW-39) en Guadalajara, México. 2 Abril de 2007. Por el Dr. Humberto Bravo Álvarez.

A los responsables del trabajo de campo: Custodio Alejandro Santés del INAH en la Zona Arqueológica de El Tajín; al Sr. Enrique López Barradas, responsable de la Estación Ecología Costera el Morro de la Mancha, del Instituto de Ecología, A.C., al M. en I. José Hernández Téllez, participante del Proyecto: San Juan de Ulúa y al Ing. Arturo Gómez Díaz del Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, Campus Mocambo.

A los Sinodales:

Q Josefina Elizalde Torres.

Dr. Humberto Bravo Álvarez.

M en C. Ernestina Cervera Flores.

Q. Georgina Artemisa Duarte Lisci.

M.C. Rolando Salvador García G.

Por la revisión y sugerencias que hicieron a este trabajo.

A todos ellos "**MIL GRACIAS**".

DEDICATORIAS:

A mi hija: Angélica Lucía Hernández Herrera por ser una de mis maestras en la escuela de la vida y un sol en mi vida.

A mi mamá Mayte Tolama Herrera por darme la vida, cuidarme, protegerme, apoyarme y quererme incondicionalmente.

A mi mamá Adriana Caro Hill por su cariño inmenso, cuidarme, quererme y confiar en mí en todo momento.

En memoria de mi mamá Lucía que siempre me acompaña.

A mi papá Miguel Fernando Herrera Caro por cuidarme y quererme.

A mis hermanos Wladimir Fernando y Miguel Cuahutemoc por que hemos luchado ante circunstancias adversas y la vida nos ha recompensado.

A mis hermanas: Sandra y Adriana por su confianza.

A todos mis tíos: tía Maru, tía Gloria, tío Jaime, en memoria de mi tía Chedy por siempre apoyarme y quererme.

A todos mis primos: Omar, Edgar, Brenda, Carlos, Sissy, Yazmin, Tony, y sus respectivas esposas Yadira, Enrique, Aristeo, y Erika.

A todos mis sobrinos: Carlitos, Yahaira, Romina, Enrique, Luyeny, Britany, Scarlet,

A Soledad, su esposo Sr. Jose Luis Hernández por su apoyo, amistad y confianza. A Susy con mucho cariño.

A Luis Alberto Hernández, Sra. Martha Bernal y Sr. Silvestre Hernández por cuidar de mi tesoro para poder concluir este proyecto. Muchas gracias.

Al Dr. Humberto Bravo Álvarez y al Dr. Rodolfo Sosa Echeverría por abrirme las puertas de su Sección para realizar este proyecto y haber confiado en mí.

Al M en C. Mario Murillo por compartir conmigo su conocimiento, tiempo y sencillez de los verdaderamente grandes.

A mis amigos Químicos y muy en especial a Marisol Reyes Lezama, Cesar Córtes López, Betty Vargas por su apoyo y confianza.

A mis amigas Rocío Gutiérrez, Fabiola Ledezma Mora y Laura López Reyes por su amistad, echarme porras y estar siempre ahí.

Al I.Q Rene Ramírez por su apoyo.

A compañeros y amigos de la Sección de Contaminación Ambiental (SCA) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y demás departamentos, que aligeraron el trabajo de esta tesis:

Sandra Viruegas, Celia , Jorge David Santacruz, Ana Luisa Alarcón, Gabriela Domínguez, Pedro Hernández Nieto, Elizabet Cruz, Juan Marín, Vicente Hernández, Jorge García, Roberto Galicia, Mariana, Iris, Frank Cabrera, Carlos , Delives, Abraham Ortinez, Leonel Hernández.

Al Dr. Rogelio Soto Ayala por sus observaciones durante el proyecto.

Al M en MSc. Héctor García Lozada por sus consejos y apoyo en este proyecto.

Al Dr. Gustavo Ávila Zarraga por el apoyo y consejos brindados.

CONTENIDO

	RESUMEN	
	LISTA DE FIGURAS	
	LISTA DE TABLAS	
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	
	META Y OBJETIVOS	
	IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	
CAPÍTULO 1.	INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2.	ANTECEDENTES	4
	2.1 Definición de lluvia ácida.	4
	2.2 Mecanismo de formación.	5
	2.3 Precursores de lluvia ácida.	6
	2.4 Efectos de la lluvia ácida.	9
	2.5 Cronología de estudios sobre lluvia ácida a cargo de SCA/CCA/UNAM.	11
CAPÍTULO 3.	SITIOS DE ESTUDIO	14
	3.1 Ubicación de los sitios de muestreo.	14
	3.2 Zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz.	15
	3.3 Instituto de Ecología, A.C. El Morro La Mancha, Veracruz.	17
	3.4 Fortaleza De San Juan De Ulúa en el puerto de Veracruz.	18
	3.5 Instituto De Ingeniería de la Universidad Veracruzana (II-UV) en Mocambo, Ver.	21
CAPÍTULO 4.	DESARROLLO EXPERIMENTAL	23
	4.1 PROTOCOLO DE MUESTREO DE LA PRECIPITACIÓN HÚMEDA	23
	4.1.1 Programa de Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad.	23
	4.1.2 Muestreo de deposición húmeda y seca.	24
	4.1.2.1 Preparación del material.	25
	4.1.2.2 Colección y preservación.	25
	4.1.2.3 Validación y manejo de datos.	26
	4.1.2.4 Transportes de muestras al Lab de la SCA/CCA/UNAM.	27
	4.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PRECIPITACION HUMEDA.	28
	4.2.1 Determinación de pH.	28
	4.2.2 Determinación de conductividad específica.	29
	4.2.3 Determinación de aniones y cationes usando un Cromatografo de Líquidos de Alta Resolución.	29
	4.2.3.1. Condiciones cromatograficas experimentales.	30
	4.2.3.2 DETERMINACION DE ANIONES	31
	4.2.3.2.1 Preparación del eluyente de aniones.	31
	4.2.3.2.2 Preparación de la solución patrón y estándar de aniones.	32
	4.2.3.2.3 Cromatogramas y curva de calibración de aniones	32
	4.2.3.2.4 Análisis de las muestras para determinar la concentración de aniones.	32

4.2.3.3	DETERMINACION DE CATIONES	33
4.2.3.3.1	Preparación del eluyente de cationes.	33
4.2.3.3.2	Preparación de la solución patrón y estándar de cationes.	33
4.2.3.3.3	Cromatogramas y curva de calibración de cationes.	33
4.2.3.3.4	Análisis de las muestras para determinar la concentración de cationes	34
CAPÍTULO 5.	RESULTADOS.	35
5.1	Número de muestras colectadas.	35
5.2	Determinación de pH.	35
5.3	Determinación de Conductividad específica.	36
5.4	Determinación de aniones y cationes.	36
5.6	Balance iónico en las muestras de agua de lluvia.	36
5.5	Conductividad teórica.	38
5.7	Ponderación de parámetros.	38
CAPÍTULO 6.	EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS	
6.1	Análisis estadístico.	42
6.1.1	Intercomparación de parámetros físico-químicos y concentración de iones por años.	42
6.1.2	Intercomparación de parámetros físico-químicos y concentración de iones por sitios.	47
6.2	Evaluación del factor de correlación de los parámetros físico-químicos y concentración de iones.	57
6.3	Evaluación comparativo entre los iones contenidos en las muestras de precipitación con iones típicos de agua marina.	60
6.4	Intercomparación de parámetros físico-químicos y concentración de iones por años y por Sitio.	64
CAPÍTULO 7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
CAPÍTULO 8.	BIBLIOGRAFÍA	76
CAPÍTULO 9.	ANEXOS	81
I	Mapas del Golfo de México y estadística de las emisiones de SO ₂ y NO _x .	81
II	Cromatogramas y curvas de calibración.	83
III	Parámetros fisicoquímicos y concentraciones de aniones y cationes de las muestras de agua de lluvia de los cuatro sitios para el año 2005.	95
IV	Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios para los años 2003,2004, y 2005.	107
V	Balance iónico de las muestras de agua de lluvia de los cuatro sitios para los años 2003,2004 y 2005 con su estadística básica.	110
VI	Tablas ponderadas de los 4 sitios para los años 2003, 2004 y 2005.	113
VII	Resultados de la prueba estadística no parametrica para el análisis por años consecutivos en cada sitio.	116
VIII	Tablas de resultados del factor de correlación de Sperman de los 4 sitios para los años 2003, 2004 y 2005.	118
IX	Factor de enriquecimiento, tablas de promedios ponderados anuales y tablas de resultados del factor de enriquecimiento de los 4 sitios con su correspondiente año.	122

RESUMEN

En la actualidad uno de los problemas originados por la actividad antropogénica ha sido el aumento de la contaminación ambiental a nivel global, la cual daña los ecosistemas, bosques, zonas costeras, materiales constituyentes de monumentos arqueológicos, la atmósfera, suelos, y como consecuencia un deterioro del medio ambiente. Preocupados por esta situación la sociedad estudia los ciclos de los contaminantes y sus efectos, entre ellos el efecto invernadero, la capa de ozono estratosférico, la lluvia ácida (deposición húmeda), y el smog fotoquímico entre otros.

La lluvia ácida es una fracción de la deposición húmeda (lluvia, nieve o niebla) y se forma al reaccionar con sus precursores en la atmósfera, el dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) influenciados por la temperatura y la radiación solar.

Dentro de una de las líneas de trabajo de la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera en la Sección de Contaminación Ambiental se estudia la deposición húmeda y seca en diferentes sitios como es la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), Monterrey Nuevo León, Campeche, así como su presencia en la costa del Golfo de México.

En esta investigación se determinó y evaluó la composición química de la deposición húmeda en la costa del Golfo de México en el período 2003-2005; a través de los parámetros físico-químicos de pH, conductividad y concentración de los iones Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- y Cl^- , para ello se eligieron las cuatro estaciones situadas en la costa del Golfo de México en el estado de Veracruz.

Siendo las siguientes:

- 1.-Zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz.
- 2.-Instituto de Ecología, A.C. El Morro La Mancha, Veracruz.
- 3.-Fortaleza De San Juan De Ulúa en el Puerto de Veracruz.
- 4.-Instituto De Ingeniería de la Universidad Veracruzana (II-UV) en Mocambo, Veracruz.

Dichas estaciones están situadas cerca y en la costa del Golfo de México, ya que existen factores ecológicos y valores socioeconómicos en esta área que son de gran importancia para el desarrollo del país.

Para llevar a cabo este estudio se sigue un protocolo de metodología y análisis recomendado por el Programa Nacional de Deposición Ácida (Nacional Deposition Acid) (US-NADP,2000) de los Estados Unidos y la Agencia de Protección Ambiental de Los Estados Unidos (Environmental Protection Agency) (US-EPA,1994) con el propósito de obtener información confiable y comparable con la obtenida por estas instituciones. El análisis de la precipitación pluvial húmeda se realiza en el laboratorio de la sección de contaminación ambiental a través de la caracterización de la misma midiendo su pH, conductividad y la determinación de aniones y cationes usando como técnica analítica de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) de sus siglas en inglés.

La evaluación de los resultados obtenidos se hizo a través de un análisis estadístico, se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon para conocer si existe una diferencia significativa en años consecutivos 2003-2004, y 2004-2005 en cada sitio estudiado. En el caso del pH se observa que no hubo cambios significativos en los años consecutivos mencionados para cada sitio de muestreo.

Los valores de pH, conductividad y concentración de iones ponderados obtenidos para los diferentes sitios estudiados (TAJ, SJU, LMH y UV-MOC) para el periodo 2003-2004 y 2005 fueron intercomparados entre si mediante la prueba de Kruskal –Wallis. Para este estudio se tuvieron seis combinaciones: 1) TAJ-LMH, 2) TAJ-SJU, 3) TAJ-UV-MOC, 4) LMH-SJU, 5) LMH-UV-MOC y 6) SJU-UV-MOC. Para el caso del pH todas mostraron una diferencia significativa con excepción de los pares LMH-UV-MOC y LMH-SJU.

LISTA DE FIGURAS.

Figura	Página
1.1 Zonas del Planeta con más lluvia ácida.	2
2.1 Mecanismo de formación de la lluvia ácida.	5
2.2 Representación esquemática de la secuencia de procesos que llevan al SO ₂ (g) hasta su forma oxidada en disolución acuosa.	7
2.4 Cronología de los estudios sobre lluvia ácida en México.	13
3.1 Ubicación de las estaciones de muestreo automático de deposición ácida en el Estado de Veracruz.	15
3.2 Pirámide de los nichos, El Tajín, Veracruz.	16
3.3 Centro de Investigaciones costeras La Mancha Cicolma, Veracruz.	18
3.4 Foto aérea del Fuerte de San Juan de Ulúa, Veracruz.	20
3.5 Instituto de Ingeniería en la Universidad Veracruzana Campus Mocambo (UV-II), Veracruz.	22
4.1 Estación meteorológica automática y colector automático para deposición húmeda y seca en el Campamento de Arqueólogos de la Zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz.	25
4.2 Etiqueta de registro para cada muestra de agua de lluvia.	26
4.3 Protocolo de muestreo y análisis para la deposición húmeda y seca en el laboratorio de la SCA/CCA/UNAM.	28
5.1 Gráfica de caja de pH de los 4 sitios durante el período 2003-2005.	35
5.2 Representación de los balances iónicos en las graficas de caja para cada año de análisis.	37
5.3 Grafica de barras del promedio ponderado anual del pH.	39
5.4 Gráfica de barras del promedio ponderado anual de la conductividad específica.	39
5.5 Graficas de barras del promedio ponderado anual de la concentración de los iones sodio, potasio, magnesio y calcio (Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , y Ca ²⁺).	40
5.6 Gráfica de barras del promedio ponderado anual de la concentración del ión amonio (NH ₄ ⁺).	40
5.7 Gráfica de barras del promedio ponderado anual de la concentración del ión a) nitrato (NO ₃ ⁻), b) sulfato (SO ₄ ²⁻), y c) cloruro (Cl ⁻).	41
6.1 Representación de una caja de percentiles.	48
6.2 Gráfica de caja para comparar medias de pH ponderados mensuales.	50
6.3 Gráfica de caja para comparar medias de sitios de los valores de conductividad específica experimental ponderados mensuales.	50
6.4 Graficas de caja de la concentración promedio ponderada mensual de los iones a)Na ⁺ , b)K ⁺ , c) Mg ²⁺ , y d) Ca ²⁺ .	52
6.5 Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión amonio.	53
6.6 Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión nitrato.	54

6.7	Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión sulfato.	55
6.8	Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión cloruro.	56
6.9.	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de pH.	64
6.10	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de la conductividad específica.	65
6.11	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de la concentración del ión sodio.	66
6.12	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de la concentración del ión potasio.	67
6.13	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ion magnesio.	68
6.14	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ion calcio.	69
6.15	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ion nitrato.	70
6.16	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ion sulfato.	71
6.17	Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ion cloruro.	72
6.18	Distribución y magnitud relativa de la emisión de SO ₂ de 11 regiones costeras en el Golfo de México.	81
6.19	Principales rutas marítimas en el Golfo de México y Mar Caribe utilizadas para la exportación de petróleo crudo mexicano de la sonda de Campeche.	81
6.20	Emisiones de SO ₂ y NO _x principales fuentes en Canadá, Estados Unidos y México.	82

LISTA DE TABLAS.

Tabla	Página
3.1	Ubicación de los sitios de muestreo. 14
4.1	Condiciones cromatográficas experimentales en la determinación de aniones y cationes. 31
4.2	Sales utilizadas en la preparación de la soluciones patrón de cationes. 32
4.3	Sales utilizadas en la preparación de la soluciones patrón de cationes. 33
5.1	Número de muestras de deposición húmeda de los 4 sitios de estudio en el período 2003-2005. 35
6.1	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el pH. 43
6.2	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para la conductividad 43
6.3	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el Na ⁺ 43
6.4	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el NH ⁴⁺ 43
6.5	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el K ⁺ 44
6.6	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el Mg ²⁺ 44
6.7	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el Ca ²⁺ 44
6.8	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el Cl ⁻ . 45
6.9	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el NO ₃ ⁻ . 45
6.10	Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el SO ₄ ²⁻ . 45
6.11	Número de combinaciones entre los 4 sitios de estudio. 47
6.12	Resultados de la prueba de Wilcoxon del pH. 49
6.13	Resultados de la prueba de Wilcoxon de la conductividad específica. 50
6.14	Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración de los iones Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , y Ca ²⁺ . 51
6.15	Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ion amonio. 53
6.16	Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ion nitrato. 54
6.17	Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ion sulfato. 55
6.18	Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ion cloruro. 56
6.19	Factor de correlación de Spermán de El Tajín para el período 2003-2005. 57
6.20	Factor de correlación de Spermán de La Mancha para el período 2003-2005. 58

6.21	Factor de correlación de sperman de SJU para el período 2003-2005.	58
6.22	Factor de correlación de sperman de La Mancha para el período 2003-2005.	58
6.23	Factor de correlación de Mg^{2+}/Ca^{2+} en los 4 sitios de estudio y su correspondiente año.	59
6.24	Factor de correlación de $(SO_4)^{2-}/(NO_3)^-$ en los 4 sitios de estudio y su correspondiente año	59
6.25	Factor de correlación de SO_4^{2-}/H^+ y NO_3^-/H^+ en los 4 sitios de estudio y su correspondiente.	59
6.26	Tendencia del porcentaje de enriquecimiento debido a fuentes no marinas FNM (X) %.	60
6.27	Tendencia del porcentaje de los iones asociados a la fuente marina.	60
6.28	Comparación de la sal sulfato no marina y calcio no marino con el pH para el año 2003 de todos los sitios.	61
6.29	Comparación de la sal sulfato no marina y calcio no marino con el pH para el año 2004 de todos los sitios.	61
6.30	Comparación de la sal sulfato no marina y calcio no marino con el pH para el año 2005 de todos los sitios.	61
6.31	Determinación de FE(X), FSM(X) y FNM(X) con respecto al origen marino de la lluvia en muestras de precipitación pluvial del 2003,para las cuatro estaciones.	62
6.32	Determinación de FE(X), FSM(X) y FNM(X) con respecto al origen marino de la lluvia en muestras de precipitación pluvial del 2004,para las cuatro estaciones.	62
6.33	Determinación de FE(X), FSM(X) y FNM(X) con respecto al origen marino de la lluvia en muestras de precipitación pluvial del 2004,para las cuatro estaciones.	62
9.1	Datos para obtener la curva de calibración de aniones	94
9.2	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de El Tajín 2003	95
9.3	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de La Mancha 2003.	96
9.4	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de SJU 2003.	97
9.5	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de UV-MOC 2003.	98
9.6	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de El Tajín 2004.	99
9.7	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de La Mancha 2004.	100
9.8	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de SJU 2004	101
9.9	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de UV-MOC 2004.	102
9.10	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de El Tajín 2005.	103

9.11	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de La Mancha 2005.	104
9.12	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de SJU 2005.	105
9.13	Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de UV-MOC 2005.	106
9.14	Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios de estudio en el año 2003.	107
9.15	Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios de estudio en el año 2004.	108
9.16	Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios de estudio en el año 2005.	109
9.17	Balance iónico de los cationes y aniones cuantificados en los 4 sitios de estudio del año 2003	110
9.18	Balance iónico de los cationes y aniones cuantificados en los 4 sitios de estudio del año 2004	111
9.19	Balance iónico de los cationes y aniones cuantificados en los 4 sitios de estudio del año 2005	112
9.20	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de El Tajín para el año 2003	113
9.21	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de La Mancha para el año 2003.	113
9.22	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de SJU para el año 2003	113
9.23	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de El UV-MOC para el año 2003.	113
9.24	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de El Tajín para el año 2004	114
9.25	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de La Mancha para el año 2004.	114
9.26	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de SJU para el año 2004	114
9.27	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de UV-MOC para el año 2004	114
9.28	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de El Tajín para el año 2005	115
9.29	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de La Mancha para el año 2005.	115
9.30	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de SJU para el año 2005	115
9.31	Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de UV-MOC para el año 2005	115
9.32	Resultados de la prueba estadística no paramétrica Kruskal Wallis para el análisis por años consecutivos de los parámetros : pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes.	116
9.33	Resultados de la prueba estadística no paramétrica Wilcoxon para el análisis por años consecutivos de los parámetros : pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes por sitio del año 2003-2004.	116
9.34	Resultados de la prueba estadística no paramétrica Wilcoxon para el análisis por años consecutivos de los parámetros : pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes por sitio del 2004-2005.	116
9.35	Resultados de la estadística básica de los datos ponderados mensuales de los 4 sitios	117
9.36	a)TAJIN 2003	118
9.37	b) TAJIN 2004.	118
9.38	c) TAJIN 2005.	118

9.39	a) La Mancha 2003.	119
9.40	b) La Mancha 2004.	119
9.41	c) La Mancha 2005.	119
9.42	a) SJU 2003.	120
9.43	b) SJU 2004.	120
9.44	c) SJU 2005.	120
9.45	a) UV-MOC 2003.	121
9.46	b) UV-MOC 2004.	121
9.47	c) UV-MOC 2005.	121
9.48	Concentraciones y relaciones típicas de los principales iones en aguas marinas.	122
9.49	Valores Ponderados Anuales en ($\mu\text{eq/L}$) y ppm de los siguientes iones: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} .	123
9.50	a) TAJIN 2003.	124
9.51	b) LA MANCHA 2003.	124
9.52	c) SAN JUAN DE ULUA 2003.	124
9.53	d) UV-MOCAMBO 2003.	124
9.54	a) TAJIN 2004.	125
9.55	b) LA MANCHA 2004.	125
9.56	c) SAN JUAN DE ULUA 2004.	125
9.57	d) UV-MOCAMBO 2004.	125
9.58	a) TAJIN 2005.	126
9.59	b) LA MANCHA 2005.	126
9.60	c) SAN JUAN DE ULUA 2005.	126
9.61	d) UV-MOCAMBO 2005.	126

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

CCA	Centro de Ciencias de la Atmosfera
EDTA	Tetraetilendiamina
FE	Fase Estacionaria
FM	Fase Móvil
GDF	Gobierno del Distrito Federal
HPLC	High Performance Liquid Chromatographic
INAH	Instituto Nacional de Antropología e historia
IQR	Rango Intercuartil
LMH	La Mancha
NADP	National Acidic Deposition Protection National Oceanic And Atmospheric
NOAA	Administration
NSWS	National Surface Survey
PEMEX	Petroleos Mexicanos
pH	Potencial de Hidrógeno
PISJU	Proyecto Integral de San Juan De Ulúa
RAMA	Red Automatica de Monitoreo Atmosférica
REDDA	Red de Deposito Atmosférica Red De Parametros
REDMET	Meteorologicos
REDMA	Red Manual De Monitoreo Atmosférico
SCA	Sección de Contaminación Ambiental
SIMAT	Sistema De Monitoreo Atmosférico
SJU	San Juan De Ulúa
SM	Secretaria de Marina
SMN	Servicio Meteorologico Nacional
TAJ	Tajín
UNAM	Universidad Autónoma de México
US-EPA	United States. Environmental Protection Agency
UV-MOC	Universidad Veracruzana Campus Mocambo
WILL	Willcoxon
ZMCM	Zona Metropolitana de la Ciudad de México
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México

META:

Evaluar la composición química de la deposición húmeda en la costa del Golfo de México en el período 2003-2005.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1- Determinar y evaluar la composición química de la precipitación húmeda colectada en cuatro sitios ubicados en la costa del Golfo de México en el Estado de Veracruz.

a).- Zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz

b).- Instituto de Ecología, A.C. El Morro La Mancha, Veracruz

c).- Fortaleza de San Juan de Ulúa en el Puerto de Veracruz.

d).- Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana (II-UV) en campus Mocambo, Veracruz.

2.- Realizar el muestreo de la deposición húmeda y llevar a cabo un programa interno de control de calidad a través una cadena de custodia.

3.- Cuantificar los principales cationes y aniones inorgánicos presentes en la precipitación pluvial como causantes de la lluvia ácida utilizando HPLC como técnica analítica. Así como la medición de pH y conductividad.

4.- Interpretación de los resultados a través de un método estadístico, intercomparando sitios en el periodo 2003-2005.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El fenómeno de la deposición ácida conocido como lluvia ácida es un problema de contaminación atmosférica a nivel mundial lo que ha causado una intensa preocupación por los efectos sobre los ecosistemas, la salud y la economía. En el ámbito mundial se han desarrollado intensos programas para entender los procesos, a fin de comprender sus causas y efectos de la deposición ácida y observar los cambios que ocurren en el medio ambiente, los científicos, los gobiernos estatales y las universidades estudian dichos procesos de acidificación.

Dado los efectos que la deposición ácida tiene en varios ecosistemas como son lagos, arroyos, bosques, suelos, y en monumentos considerados como patrimonio de una nación, se ha venido estudiando la zona de la costa del Golfo de México desde 1986, (Bravo et al., 1988 a y b Parungo et al., 1988, 1990; Quintana et al., 1988 citado en Bravo et al, 2005), pues en ella se localizan monumentos arqueológicos muy importantes, como son Los monumentos Mayas, la Zona Arqueológica de El Tajín, La fortaleza de San Juan de Ulúa, etc., entre otros cuyo material de construcción es de piedra caliza (CaCO_3) susceptible a deteriorarse por precipitaciones ácidas.

El Golfo de México es un sistema ambiental de los más diversos y ricos de la tierra, su riqueza biótica esta determinada por la amplitud de su plataforma continental y sus características de aguas superficiales en temperatura y profundidad, sus condiciones de luminosidad para la vida marina, la estabilidad de sus salinidades superficiales, el comportamiento de su oxígeno disuelto, la distribución de sus nutrientes; hacen de esta cuenca semicerrada una de las regiones biológicamente más productivas del Atlántico tropical. Los ecosistemas que lo benefician económicamente son las lagunas-estearinas, los humedales, manglares, pastos y arrecifes coralinos todos ellos interactúan desde un punto de vista, ecológico, biológico, pesquero e hidrológico (Toledo O, 1996).

Hay que mencionar que las actividades comerciales del Golfo de México de gran importancia como la extracción, procesamiento y distribución de hidrocarburos, actividades de complejos portuarios industriales, agropecuarias, pesquerías y de turismo, hacen de toda esta zona una fuente potencial de contaminación atmosférica. (Botello, 2005).

Se sabe que la acidificación es responsable de la pérdida y desaparición de poblaciones psíquicas en aguas dulces en partes de Noruega, Suecia, Reino Unido, Canadá y Estados Unidos, el cambio de pH en lagos y ríos ha demostrado que los aluminosilicatos comunes en rocas, se solubiliza

con una disminución de pH por lo que el Al^{3+} tóxico esta más biodisponible interrumpiendo ciclos reproductivos causando una disminución en la supervivencia y crecimiento de algunos peces, esta reducción de la diversidad de especies es en todos los niveles tróficos (Spiro, 2004), existen estudios internacionales que avalan toda esta información (www.epa.gov). En el Golfo de México se ha estudiado el impacto ambiental de contaminación por metales pesados, en arrecifes coralinos, humedales, huevos de tortuga (Botello et al, 2005); sin embargo un estudio sistemático de la acidez en estos ecosistemas no se ha realizado. En México se han estudiado el deterioro de los materiales constituyentes de los monumentos arqueológicos de los Mayas en Tulum, Quintana Roo, (Soto,1999; Bravo, et al ,2000 b; et al, 2006,et al, 2001,et al, 2003 a) El Tajín,Ver., (Bravo et al,2006, Ruiz,2004) y la Fortaleza de San Juan de Ulúa, en Ver.,(Ramírez,2005) en la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera a cargo del Dr. Humberto Bravo (Bravo et al, 2005).

A partir del 2003 se estudia continuamente la composición química de las precipitaciones en cuatro sitios muy cerca de la costa del Golfo de México en el estado de Veracruz.1) La zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz 2) el Instituto de Ecología, A.C El Morro La Mancha,Ver. 3) la Fortaleza de San Juan De Ulúa en el Puerto de Veracruz y 4) en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruz (II-UV) en Mocambo, Veracruz. De aquí surge la pregunta de cual ha sido la tendencia de la acidez y la composición química estudiada a través de los años 2003, 2004, y 2005 en los 4 sitios mencionados, motivo del presente trabajo.

En consecuencia a lo expuesto, es fundamental caracterizar el pH de la precipitación, conocer la concentración de sulfatos, nitratos y otros iones, lo cual nos proporciona un indicador de la calidad del aire, es decir conocer los precursores de la lluvia ácida bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno principalmente, decidiendo medidas pertinentes, minimizar impactos y diseñar estrategias de control (Bravo et al, 2005).

CAPITULO 1. INTRODUCCION

Después de la segunda guerra mundial occidente apostó al desarrollo y crecimiento económico a partir de los recursos naturales. En los años de 1950 a 1970 los países industrializados tuvieron un crecimiento económico en el mercado mundial.

A partir de los años sesentas se hacia una llamada de alerta sobre los recursos naturales del planeta indicando que estos comenzaban a usarse indiscriminadamente, y que de continuar así la tendencia de industrialización podría deteriorarse aún más la calidad de vida.

Fue de esta manera como el tema ambiental, se fue introduciendo paulatinamente en las discusiones sobre el desarrollo, al punto de convertirse en telón de fondo en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano, que se celebro en Estocolmo en 1972 y que constituye el antecedente directo de la cumbre de la tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992. Fué un momento decisivo en las negociaciones internacionales sobre las cuestiones del medio ambiente y el desarrollo (Paz, 1996).

Actualmente los grandes problemas ambientales que atañen al planeta en su conjunto son el deterioro ambiental, causado por el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, el smog fotoquímico y la lluvia ácida.

La lluvia ácida y sus precursores ha sido estudiada alrededor del mundo por países como, Estados Unidos, Canadá, Japón, China, España, Alemania y Suecia debido al deterioro en sus ecosistemas, y países que no tienen contaminación se ven afectados por ser transportados por la atmósfera a cientos de kilómetros de sus fuentes de emisión a otros países llamando a estos contaminantes transfronterizos o transcontinentales. Acuerdos Internacionales logrados al final de los años 80's, establecieron controles sobre las emisiones de SO₂ y NO_x (principales precursores de la deposición ácida), lo que ha permitido que la situación en Europa y Norteamérica esté mejorando gradualmente (Swedish Ministry of Agriculture,1982).



Figura 1.1. Zonas del planeta con presencia de lluvia ácida (www.tecnun.es).

En Europa y Estados Unidos se hacen estudios de lluvia ácida: diseño de experimentos y construcción de modelos de dispersión de sus precursores. En el ámbito nacional se tienen los estudios a partir de 1960 en Jalisco, (Bravo,2005), en la costa del Golfo de México en 1986 se realizó un crucero para estudiar la química atmosférica, lluvia ácida e investigaciones oceanográficas en colaboración con la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), La secretaria de Marina y la UNAM, y es a partir del 2003 que se estudia sistemáticamente la costa del Golfo de México por la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera, aunado a otros lugares como son Campeche, Nuevo León, Monterrey. También PEMEX realiza ya estudios de lluvia ácida en una matriz de la zona cerca de Campeche a partir del 2005 (Herrera, 2006).

En la Ciudad de México a partir de 1988 se comienzan los estudios de lluvia ácida por la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, que actualmente tiene 16 estaciones de colectores automáticos en la red de deposito atmosférico (Redda).

La Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal tuvo una reorganización en el 2000 y el Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la Zona Metropolitana del Valle de México, (ZMVM), quedo conformada por las siguientes redes:

REDMET (Red de Parámetros Meteorológicos) registra valores horarios de las variables meteorológicas; velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa y temperatura ambiente.

RAMA: (Red Automática de Monitoreo Atmosférico) mide las concentraciones horarias de los contaminantes criterio¹ O₃, NO₂, CO, SO₂ y partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀).

REDMA (Red Manual de Monitoreo Atmosférico) registra las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micrómetros (MP₁₀), así como la concentración de metales en los filtros de partículas, como el caso del plomo (Pb).

REDDA (Red de Depósito Atmosférico o mejor conocida como Red de Lluvia Ácida) Colecta muestras de depósito seco y depósito húmedo (principalmente en agua de lluvia), se determinan los parámetros de pH, conductividad concentraciones de aniones (nitratos, sulfatos y cloruros) y de cationes (amonio, calcio, magnesio, sodio y potasio).

El caracterizar la contaminación atmosférica en el sitio de interés nos permite adoptar medidas efectivas para minimizar dicho efecto y así después seleccionar las mejores alternativas que ayuden a disminuir los efectos de los contaminantes atmosféricos sobre los recursos ubicados en los sitios de estudio.

¹ Se denominan contaminantes criterio del aire a aquellas sustancias presentes en el aire ambiente que son abundantes y para los cuales se han establecido concentraciones máximas permisibles (normas para protección de la salud) arriba de los cuales se tienen efectos nocivos a la salud reconocidos. Los contaminantes criterio actuales son el ozono, el bióxido de azufre, el monóxido de carbono, el bióxido de nitrógeno, las partículas suspendidas totales, las partículas menores a 10 micrómetros y el plomo en filtros de partículas.

CAPITULO 2. ANTECEDENTES

La deposición atmosférica es un proceso en donde las partículas y gases atmosféricos son depositadas en la superficie terrestre, estos contaminantes pueden venir de fuentes naturales, como el incendio de bosques, erupción de volcanes y sales del océano, o de actividades antropogénicas como son la quema de combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo), la industria, el transporte y otros.

La deposición de contaminantes ya sea de partículas o gases, puede ser de dos tipos húmeda o seca. La deposición húmeda es cuando el contaminante es transportado y depositado en estado líquido en forma de lluvia, nieve, o niebla, es en la atmósfera donde se dan los procesos de lavado y arrastre para su posterior precipitación. De aquí surge el concepto de deposición húmeda ácida o comúnmente *lluvia ácida* (NADP,2000).

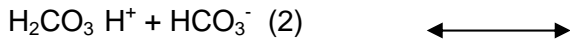
La deposición seca implica la precipitación directa de los contaminantes por difusión, impactación, y/o sedimentación. La forma y velocidad de depositación depende de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias,(tamaño,densidad y otras) y las características topográficas del área y condiciones climáticas (Manaham,1991).

2.1 DEFINICION

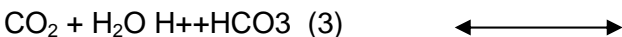
Aunque el agua pura es neutra $pH=7$ el pH del agua de lluvia es ligeramente ácido $pH=5.6$ esto debido a su equilibrio con el bióxido de carbono CO_2 atmosférico. Cuando el CO_2 se disuelve en agua origina ácido carbónico, un ácido débil



El agua de lluvia puede considerarse como una disolución diluida de ácido carbónico, el cual tiene el siguiente equilibrio.



Al sumar las ecuaciones químicas (1) y (2) se tiene:



Esta ecuación nos indica, que una lluvia "limpia", por naturaleza tendrá cierto grado de acidez. El valor de $pH=5.65$ resulta al resolver las ecuaciones en términos de concentración y de las constantes de equilibrio de las reacciones involucradas.(Bravo es tal 2005).

Cuando el pH de la lluvia es menor de 5.65 significa que el contenido de H^+ aumentó respecto a lo observado naturalmente, y en estas condiciones se habla de una lluvia con características ácidas (Bravo et al, 2005).

Cuando los valores de pH en la lluvia son superiores a 5.65 puede ser ocasionado a la incorporación de depósito y disolución de partículas con características alcalinas que dan este pH > 5.6

2.2 MECANISMO DE FORMACION

Los principales contribuyentes de los iones H^+ en la lluvia son fundamentalmente el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido nítrico (HNO_3) considerados ácidos fuertes y en menor grado, algunos ácidos orgánicos. Los gases precursores de la lluvia ácida son el bióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO_2 y NO), y en muy poca medida el ión cloruro (Cl^-). Después de ser emitidos dentro de la atmósfera son transportados a cientos o miles de kilómetros de sus fuentes y transformados químicamente a partículas de sulfatos y nitratos, y en combinación con vapor de agua generan ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3) (Bravo et al, 2005). En la figura 2 se muestran los procesos en los que interviene la deposición ácida.

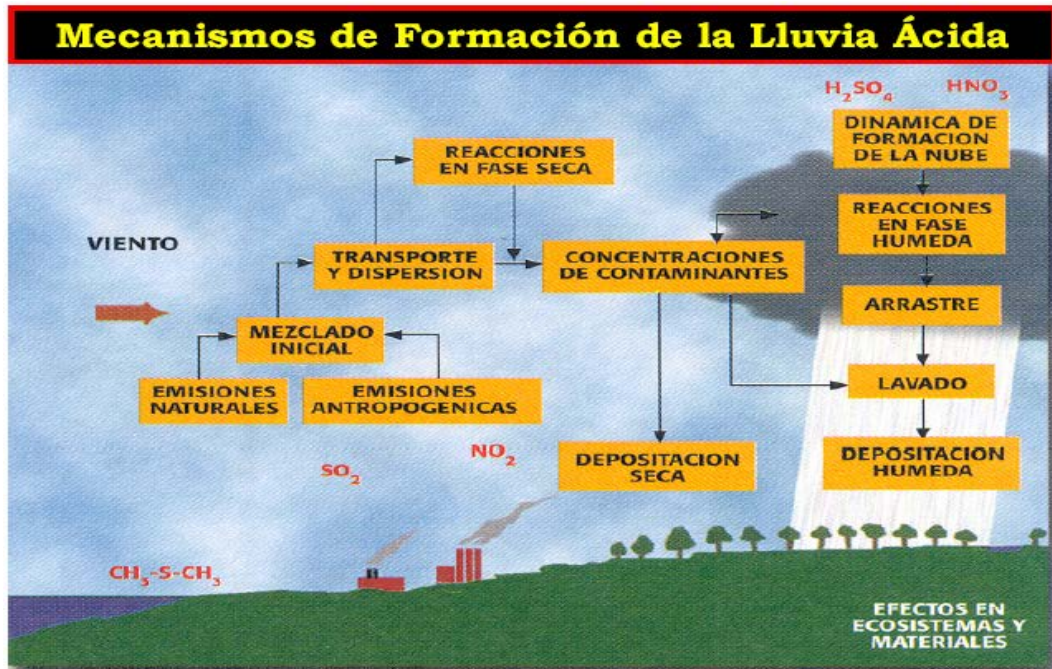


Figura 2.1 Mecanismos de formación de la lluvia ácida.(Bravo et al,2006).

2.3 PRECURSORES DE LLUVIA ACIDA

BIÓXIDO DE AZUFRE, SO₂

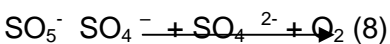
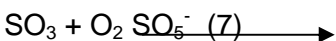
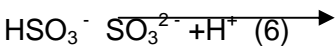
Es un gas a temperatura ambiente, incoloro de olor picante e irritante y más pesado que el aire, se disuelve ligeramente en el agua formando ácido sulfuroso (H₂SO₃) (Jímenez,2001).

Las especies de azufre que se emiten naturalmente a la atmósfera se deben a actividades biológicas, volcánicas y a la depositación de aerosoles de áreas marinas y litorales (Manahan, 1991).

Los océanos son una fuente natural de formas reducidas de azufre: dimetil sulfóxido DMS, (CH₃)₂S y ácido sulfhídrico, H₂S, los cuales se oxidan en la atmósfera. Las actividades volcánicas también emiten SO₂ y en pequeña proporción H₂S (Bravo et al, 1996). En terrenos áridos y en zonas de gran sequía se tiene un aporte importante de CaSO₄.

La mayor fuente antropogénica de SO₂ la constituye la combustión de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) que contienen azufre, y que al ser quemados dichos energéticos son transformados a SO₂. Algunas operaciones petroleras como la explotación de pozos y producción de gas natural y crudo son responsables de importantes emisiones de SO₂ y H₂S (Bravo et al 1996).

De los compuestos precursores de ácidos el SO₂ en fase gaseosa es emitido en forma significativa por las plantas termoeléctricas, el cual es oxidado a SO₄ y el radical (SO₄) al reaccionar con el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) produce el H₂SO₄ influenciado por la intensidad de la luz solar, la humedad relativa y la presencia de nubes y niebla (Finlayson-Pitts,1986), este proceso de transformación se describe de manera general mediante las siguientes reacciones:



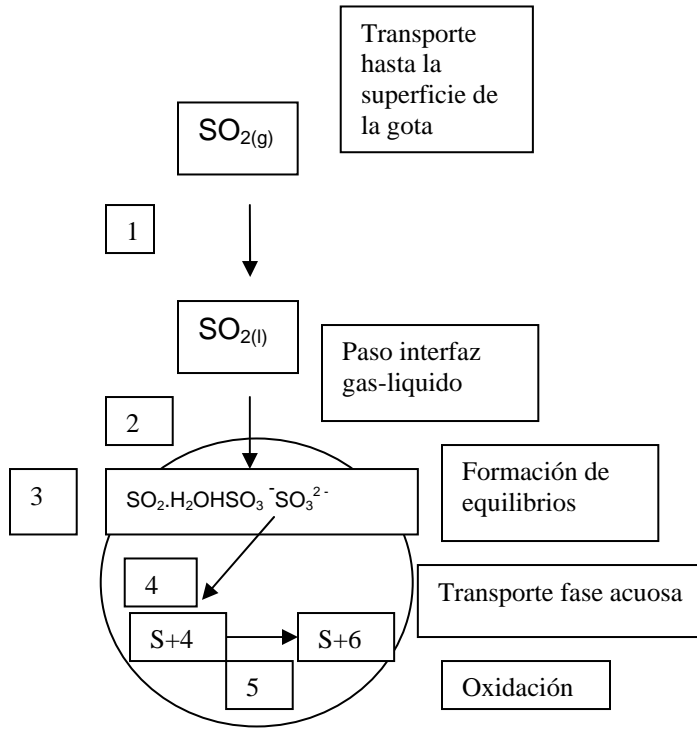


Figura 2.3 Representación esquemática de la secuencia de procesos que llevan al $\text{SO}_2(\text{g})$ hasta su forma oxidada en disolución acuosa.

En la costa del Golfo de México se localizan zonas petroleras de México, que tienen una producción diaria de 3 mil millones de barriles diarios. (Ponce et al, Botello, 2005) y uno de los problemas de contaminación atmosférica la origina la quema del gas (emitiendo SO_2) que se extrae de los pozos en la misma plataforma de producción; PEMEX no se da abasto para poder procesar este gas. Se sabe que aproximadamente en la zona suroeste se tienen 500 plataformas de diferentes tipos de actividades petroleras (Herrera et al, 2006). En el Anexo I se observan los principales sitios de emisión de SO_2 antropogénico en 11 regiones costeras del Golfo de México, y un mapa de las principales rutas marítimas en el Golfo de México y el Mar Caribe utilizadas para la exportación de petróleo crudo (Ponce et al, Botello A.V. 2005; Bravo et al, Torres, 1996).

La temperatura, la humedad, la intensidad de luz, el transporte atmosférico y las características del material particulado son los principales factores que tienen influencia en las reacciones químicas que se dan en la atmósfera (Manahan, 1991).

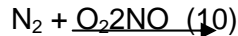
OXIDOS DE NITRÓGENO, NO_x

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) agrupan la suma de dos compuestos : NO + NO₂ (óxido de nitrógeno y bióxido de nitrógeno) (Bravo et al 1996).

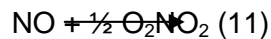
Las fuentes naturales de emisión de NO_x mas importantes son las siguientes: descargas eléctricas, oxidación fotoquímica de amoniaco y producción en el suelo de NO por acción microbiana. (Manaham, 1991)

El oxido nítrico es un gas incoloro, inerte a temperatura normal pero oxidante en temperaturas altas. Se produce en combustiones realizadas a más de 1,100 °C por oxidación del nitrógeno atmosférico. También se forma durante la fabricación de los ácidos nítrico y sulfúrico, así como de la nitración industrial. Se estima que el 10% del óxido nítrico es originado en procesos industriales, mientras que el 90% restante proviene de la combustión del petróleo y sus derivados, el carbón o el gas natural (Jímenez,2001).

El óxido nítrico es producido por la reacción entre N₂ y O₂ en procesos de combustión de alta temperatura.

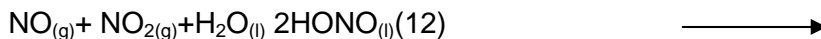


Una vez emitido el NO sufren oxidación muy rápida en la atmósfera para transformarse en NO₂ de acuerdo con la siguiente reacción:



El NO₂ puede reaccionar con OH durante el día y también con .OH₂, .R₂, O₃, .RO, .RO₂, NO₃.

En las siguientes reacciones en fase acuosa ocurre la oxidación de NO y NO₂ contribuyendo a la depositación del ácido nítrico en forma de gotas, el tiempo de vida del NO₂ es de aproximadamente 1 día (Finlayson-Pitts,1986).



En atmósferas contaminadas la ruta más importante de formación de NO_2 es a partir de la interacción fotoquímica rápida entre el NO y los hidrocarburos reactivos en el aire. (Bravo et al, 1996). El NO_2 es un gas de color rojizo-café, característica que determina esa coloración en el cielo de ciudades contaminadas con Smog Fotoquímico.

En el ambiente marino se relaciona con la formación de nitratos y su participación en la formación de precipitación ácida seca y húmeda. El NO_2 es un oxidante altamente corrosivo (Bravo et al, 1996).

En México se calcula que la mitad del SO_2 se genera de la quema de combustibles fósiles del sector eléctrico y los NO_x de la quema de combustible fósiles de los vehículos automotores y las plantas eléctricas, o de la manufactura de ácido nítrico o materiales nitrogenados. Ver Anexo I figura A.3.

2.4 EFECTOS DE LA LLUVIA ACIDA RIOS Y LAGOS

Los efectos ecológicos que la lluvia ácida ocasiona se detectan en los ambientes acuáticos, tales como arroyos, lagos y pantanales. La precipitación en los bosques, campos, edificios y caminos, pasa a formar parte del volumen de lluvia que fluye hacia los arroyos, lagos y pantanos. La mayoría de lagos y arroyos tienen un pH entre 6 y 8, aunque algunos son naturalmente ácidos aun sin los efectos de la lluvia ácida. La lluvia ácida afecta primordialmente a las aguas sensibles, situadas en cuencas cuyos suelos tienen una capacidad limitada para neutralizar compuestos ácidos. www.epa.gov

En áreas con poca capacidad de amortiguamiento a los cambios de pH, la lluvia ácida también desprende el aluminio de los suelos, el cual va a dar a los lagos y arroyos. El Aluminio es sumamente tóxico para muchas especies de organismos acuáticos. En un estudio Nacional de las Aguas Superficiales (Nacional Surface Survey, NSWS) se investigaron 1000 lagos de más de 4 hectareas de superficie, así como en miles de Km de arroyo y se encontró lluvia ácida en el 75 % de los lagos y en el 50 % de los arroyos, en regiones como las del nordeste de los Estados Unidos en donde se registran valores de pH menores a un pH de 5.

Dada la interdependencia que existe entre los múltiples peces, plantas y otros organismos que viven en un ecosistema acuático, los cambios en los niveles de pH pueden afectar a la

biodiversidad. Consecuentemente, a medida que los lagos y arroyos se tornan más ácidos, van disminuyéndose los números y clases de peces y otros animales y plantas acuáticas que viven en esas aguas.www.epa.gov

BOSQUES Y SUELOS

En los ecosistemas terrestres, los daños provocados por la lluvia ácida afectan principalmente a las plantas, ocasionando en algunas especies sensibles, lesiones y caídas de las hojas, sin embargo, usualmente la lluvia no acaba con la vegetación, sino que actúa de manera gradual, haciendo más lento su crecimiento y favoreciendo el ataque de plagas y enfermedades. Se sabe que el agua ácida disuelve los nutrientes y minerales útiles del suelo y luego los arrastra consigo antes de que los árboles y otras plantas puedan usarlos para su desarrollo al mismo tiempo que aumenta el aluminio tóxico (Al^{3+}) lo cual hace que la lluvia ácida dañe los árboles.www.epa.gov

SALUD

No se ha demostrado aún que la lluvia ácida ocasione efectos nocivos directos en los seres humanos; para que esto suceda tendrían que presentarse valores de pH en el agua de lluvia muchísimo más bajos de los que actualmente se registran. Los riesgos potenciales en la salud se identifican por las causas debido a los contaminantes precursores de la lluvia ácida, es decir, los óxidos de nitrógeno (NO_x) y de azufre (SO_x), ya que estudios realizados en diferentes países han demostrado que las exposiciones continuas a dichos contaminantes pueden provocar y agravar enfermedades respiratorias y del corazón.www.epa.gov

Sin embargo, la lluvia ácida puede tener efectos indirectos sobre la salud, ya que las aguas acidificadas pueden disolver metales y sustancias tóxicas de los suelos, rocas, conductos y tubería y, posteriormente, transportarlos hacia los sistemas de agua potable.

MATERIALES

La lluvia ácida también afecta al patrimonio cultural, ya que daña edificios, monumentos históricos, estatuas y otras estructuras de importancia cultural cuya pérdida sería invaluable. El daño se presenta en los materiales que recubren dichas estructuras como la piedra caliza, mármol, así también contribuye al deterioro de la pintura, de los revestimientos de los automóviles y la corrosión de los metales como el bronce.

La deposición seca ensucia los edificios y otras estructuras, lo cual se traduce en mayores costos de mantenimiento.

2.5 CRONOLOGIA DE ESTUDIOS SOBRE LLUVIA ÁCIDA A CARGO DE LA SCA/CCA/UNAM

Los estudios sobre deposición ácida en México inician en los años sesentas, cuando se realizaron las primeras investigaciones en Puerto Vallarta , Jalisco.

En 1980 se llevan acabo las primeras investigaciones sobre deposición húmeda en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) en 12 sitios de muestreo (Aeropuerto, Chapingo, Cincel, Cuajimalpa, Cuauhtepac, Iztapalapa, Molinito, San Gregorio, San Juan Ixhuatepec, Tacuba, Tacubaya y Tizayuca. Los valores de pH determinados estuvieron entre 6.2 y 6.8.

Los primeros estudios sobre la precipitación ácida en la Ciudad de México se iniciaron en el año 1980 por H. Bravo et al (1987) con el apoyo del Capitán Silvino Aguilar Anguiano[‡], Director del Servicio Meteorológico Nacional. Estos estudios indicaron la necesidad de modificar el sistema de colección de las muestras de precipitación, ya que inicialmente se usaron jarras abiertas, tanto para la colección de lluvia como de la deposición seca conjuntamente, generando resultados poco representativos de la situación real en esta área de estudio la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Posteriormente, en 1984, se instaló el primer colector automático de precipitación ácida, en la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual ya permitía la separación tanto de la lluvia como de la deposición seca. Actualmente, en varias regiones del país, se encuentran localizados varios de estos colectores, ya que el interés por estudios de este tipo se ha incrementado.

Los estudios sobre Química Atmosférica y lluvia ácida en la costa del Golfo de México, generados por parte de investigadores mexicanos, adscritos al SCA-CCA UNAM, datan de 1986 (Bravo et al.,1988a y b; Parungo et al., 1988, 1990; Quintana et al., 1988), cuando se llevó a cabo una investigación oceanográfica en el Golfo de México, del 20 de julio al 22 de agosto de dicho año.

En este estudio participaron instituciones tales como el Laboratorio Oceanográfico en Veracruz, de la Secretaría de Marina (SM), y la National Oceanic and Atmospheric Administration (US-NOAA) de los Estados Unidos de América; las actividades consistieron en la identificación, el transporte, la transformación y la ocurrencia de contaminantes atmosféricos, así como en la determinación del pH de la precipitación en las regiones costeras del Golfo de México.

Esta colaboración bilateral entre científicos de los Estados Unidos de Norteamérica (USA) y México, originó resultados muy importantes para el conocimiento de la relación océano-atmósfera

en el Golfo de México. En la misma década de los 80's se llevaron a cabo estudios de precipitación en Tulum, Quintana Roo y Palenque Chiapas.

En el 2002 se retomaron los estudios sobre calidad del aire en el Golfo de México en colaboración con el Instituto de ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Del 2002 a la fecha se realizaron 4 cruceros de investigación, uno en el oriente y tres en el sur del Golfo de México.

A partir del año 2003 se esta trabajando en colaboración con el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Gobierno del Distrito Federal, en la determinación de la deposición húmeda en 16 estaciones de monitoreo en la ZMVM. Personal del GDF tiene a su cargo el muestreo, mientras que la Sección de contaminación Ambiental tiene a su cargo el análisis de las muestras en el laboratorio.

Actualmente se llevan a cabo estudios sobre deposición ácida en la zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz (INAH); en el Instituto de Ecología, A.C., El Morro de la Mancha Veracruz, en la Fortaleza de San Juan de Ulúa en el Puerto de Veracruz y en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana (UV-II) en Mocambo Veracruz, en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Muy recientemente se instaló un colector en la Cd. de Campeche en colaboración con la Universidad Autónoma de Campeche, y en Nuevo León en la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. En la figura 4 se muestra la cronología de los estudios de lluvia ácida en la SCA en el CCA de la UNAM a cargo del Dr. Humberto Bravo Álvarez.

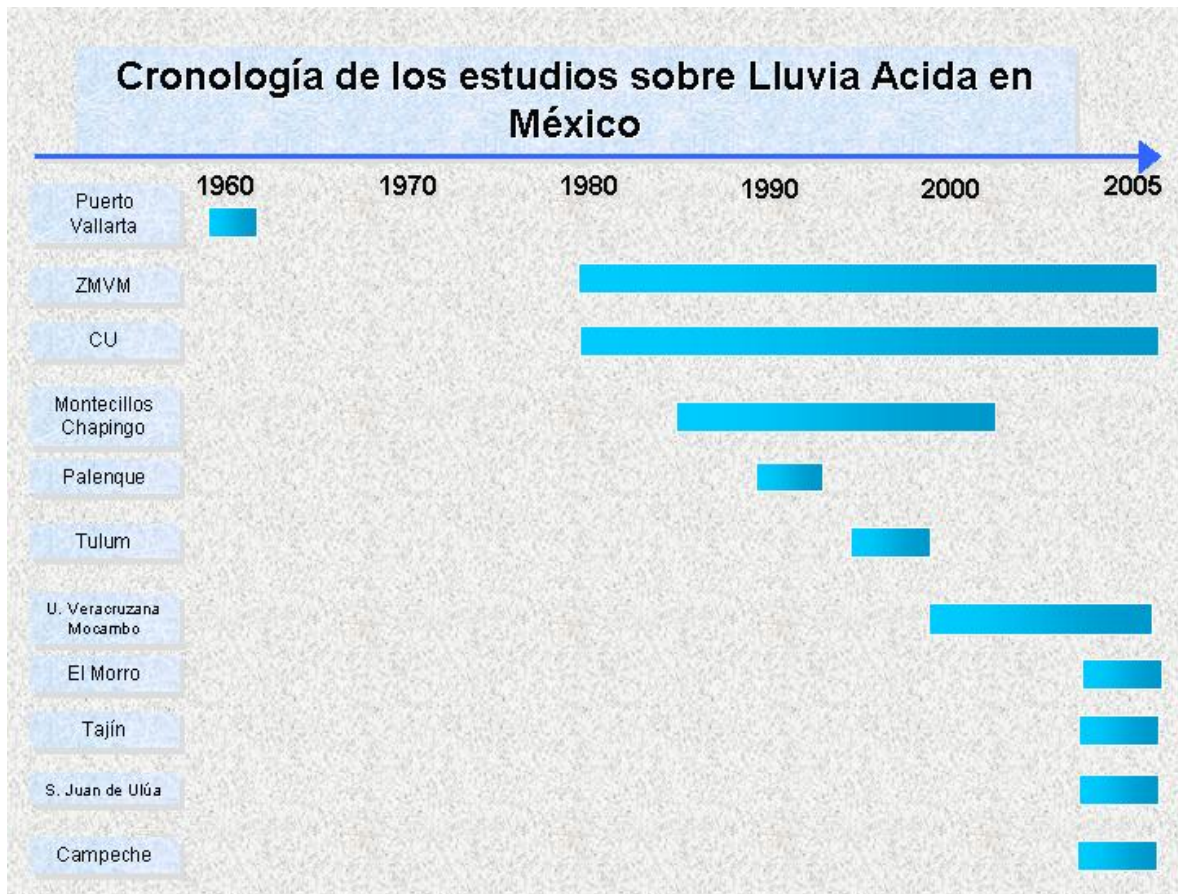


Figura 2.4. Cronología de los estudios sobre lluvia ácida en México.

CAPITULO 3. SITIOS DE ESTUDIO

3.1 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

La Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera (SCA-CCA-UNAM) cuenta con 4 estaciones para la colección de la deposición húmeda y seca en la Costa del Golfo de México en el estado de Veracruz.

Los sitios de muestreo se encuentran localizados en los siguientes lugares con su respectivo lugar de colección de agua de lluvia y código.

Tabla 3.1 Ubicación de los sitios de muestreo.

Sitio	Ubicación	Código	Coordenadas geograficas
La zona Arqueológica de El Tajín	El sitio para la colección del agua de lluvia se localiza a la entrada de la zona arqueológica del Tajín, Ver.	TAJ	Lat. 20°26' 31.1"N Log 97°22'37.6"W Elevación 118 m.s.n.m
La Estación del Instituto de Ecología. A.C., en el Morro de la Mancha	El sitio de muestreo se localiza en el espacio central (jardín) de la estación	LMH	Lat. 19°35' 21.6"N Log 96°22'49.7"W Elevación 2 m.s.n.m
La Fortaleza de San Juan de Ulúa.	El sitio de muestreo se encuentra localizado en la azotea del edificio principal de la fortaleza.	SJU	Lat. 19°12' 31.2"N Log 96°07'90.7"W Elevación 15 m.s.n.m
El Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, Campus Mocambo	El sitio de muestreo se encuentra localizado en la azotea del edificio del instituto de Ingeniería	UV-MOC	Lat. 19°10' 03"N Log 96°05'24"W

Dichos sitios cumplen con los criterios de selección establecidos por la EPA, en cuanto a satisfacer las normas para ser considerado como un sitio de muestreo de precipitación de tipo regional (US-EPA,1994). La Figura 5, muestra la ubicación de estas estaciones.



Figura 3.1 Ubicación de las estaciones de muestreo automático de deposición ácida en el Estado de Veracruz.

3.2 ZONA ARQUEOLOGICA DEL TAJIN, VERACRUZ

La zona Arqueológica de El Tajín, se localiza en el municipio de Papantla de Olarte, Veracruz, y sus coordenadas geográficas son: 20° 28' 35" longitud oeste, tiene una altura sobre el nivel del mar de 100 m y su superficie abarca una extensión de 1056 hectáreas.

El municipio se localiza en la zona central del estado de Veracruz, sobre el área de un conjunto montañoso de la sierra Madre Oriental, conocido localmente como Sierra de Papantla, donde la topografía es irregular, con cerros de poca altura. Se ubica entre dos lomas y dos ríos: Cazones y Tecolutla; Sus ecosistemas son de bosque tipo subtropical perennifolio. Su fauna es variada, compuesta por conejos, ardillas, tejones mapaches y víboras de cascabel.

La cabecera municipal de Papantla de Olarte tiene un clima cálido húmedo. La temperatura media anual es de 24.2 °C, mientras que la más baja es de 18 °C en el mes más frío. En cuanto a lluvias, puede ser abundantemente lluvioso todo el año, o sólo abundantemente lluviosa en verano; su

precipitación total anual promedio es 1180.7 mm y porcentaje de humedad relativa promedio durante el día 80 %.(SMN).

El Tajín era una de las ciudades más importantes y más vistosas de las que existieron en la zona del Golfo de Mesoamérica. Su nacimiento se remonta al año 1000 A.C., cuando la zona empieza a ser habitada por sus primeros pobladores, tal vez de descendencia olmecoide. Las primeras construcciones se remontan al año 100 de nuestra era. Es a partir de entonces que surge una comunidad que habría de seguir ganando importancia de la región hasta alcanzar su plenitud y auge en el período 600-1150 D.C. (Zaleta, 2001).

Tajín se consolidó como el centro ceremonial más importante de la región del Golfo, un lugar que si bien no contó con la grandeza militar y comercial de otras metrópolis de Mesoamérica, si supo trascender por la exquisitez en su arquitectura y lo magnifico de su ingeniería. Hay un elemento arquitectónico conocido como nicho, que se encuentra dispuesto de muchas maneras en los edificios en la zona Arqueológica del El Tajín (Figura 6).



Figura 3.2. Pirámide de los nichos, El Tajín, Veracruz.

3.3 INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C. EL MORRO LA MANCHA, VERACRUZ.

El colector automático se encuentra situado en El Instituto de Ecología, A.C. El Morro La Mancha, Veracruz en el Centro de Investigaciones Costeras llamado Cicolma también, el cual está situado en el estado de Veracruz, a los 96° 22' de longitud oeste y 19 30' de latitud norte. Se localiza aproximadamente a 30 Km al noreste de ciudad José Cardel (Km. 27.5 de la carretera federal número 180 Cardel-Nautla), en el municipio de Actopan.

El Centro de Investigaciones costeras La Mancha Cicolma promueve la investigación multidisciplinaria en zonas costeras, tanto básicas como aplicada, con un especial énfasis sobre la relación entre ecosistemas terrestres y costeros. Cuenta con una superficie de 70 hectáreas, su clima en la zona es de tipo AW2 cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura máxima extrema es de 34 °C, la mínima extrema es de 16 °C y la media anual varía entre 22 y 26 °C. La precipitación oscila entre 1200 y 1500 mm anuales.

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona de La Mancha corresponde a una sección de la planicie costera Sur del Golfo de México, en contacto con el macizo montañoso del Eje Neovolcánico Transversal. La llanura litoral actual incluye: A) una depresión prelitoral con laguna y pantanos, b) dunas transversales c) una costa mixta de forma irregular que se alterna con playas estrechas de poco oleaje y acantilados.

Se presentan tres ambientes contrastantes: mar, laguna costera y comunidades terrestres. El manglar ocupa un área aproximada de 190 hectáreas, las dunas costeras son ejemplos de sistemas médanos del centro de Veracruz. Cicolma está situado en el límite de la provincia Biótica Veracruzana. Y tiene una importancia zoogeográfica, las especies de vertebrados registrados son: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Las aves migratorias provienen de Alaska, Canadá y Estados Unidos de Norteamérica. Tiene una zona de arrecifes donde la especie importante es el pulpo. En el año de 1977, fue decretada zona de reserva. Aquí se estudia la descomposición y flujo de nutrientes, la vegetación interacción planta animal, organismos del suelo y reciclaje de desechos entre otros. www.ecologia.edu.mx



Figura 3.3. Centro de Investigaciones costeras La Mancha Cicolma, Veracruz.

3.4 FORTALEZA DE SAN JUAN DE ULUA EN EL PUERTO DE VERACRUZ.

La Fortaleza de San Juan de Ulúa y puerto construido por los españoles a cargo de Hernán Cortés el 22 de abril de 1519 en la isla de Ulúa en las costas del Golfo de México en el actual estado de Veracruz fue edificada en un islote frente al actual Puerto de Veracruz.

El nombre de San Juan fue puesto en honor del capitán de la exploración, Juan De Grijalva, y Ulúa por que cuando llegaron los españoles encontraron a dos muchachos sacrificados y le preguntaron a un indígena que pasaba. Este les contestó que los culúa (acolhuas) los mandaban a sacrificar pero como pronunciaba Ulúa así le llamaron a la isla.

Hacia 1535 se inicio la construcción de la fortificación con el fin de proteger el fondeo de las embarcaciones por el mal tiempo, así como también la defensa del puerto de Veracruz de los ataques de los piratas y filibusteros, pues era lugar de partida para las naves que iban a España cargadas de oro, tesoros y demás mercancías en la denominada Carrera de Indias.
www.veracruz.gob.mx

La Fortaleza esta ubicada geográficamente 19° 12' 30" latitud norte y 96° 07' 50" longitud oeste, sobre el cayo de San Juan De Ulúa, a unos 50 cm arriba del nivel medio del mar y al sur de la plataforma arrecifal La Gallega, continúa siendo terraplenada.

Para la ciudad y Puerto de Veracruz se tienen las siguientes condiciones:

Orografía: Las sierras Madre Oriental, la Volcánica Transversal y los Tuxtlas, disminuyen su altitud hacia las llanuras costeras.

Hacia finales del siglo XX y el umbral del XXI se han incrementado la urbanización y el puerto. La parte alta de la ciudad está asentada sobre colinas bajas, dunas y médanos orientados aproximadamente de norte a sur: en la playa norte aún existen dunas con arbustos y casuerinas que parecen pinos y sirven para disminuir el efecto de los vientos del norte. La mayor elevación es el cerro El Simil, con 100 metros sobre el nivel del mar: las partes bajas hacia el mar, sobre pendientes ligeras de playas arenosas y arrecifes. La zona portuaria sobre arrecifes costeros, con terrenos ganados al mar.

Hidrografía: de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), los municipios de Veracruz y Boca de Río pertenecen a la cuenca B del río Jamapa y otros de la región hidrológica del Papaloapan y distribuidos en subcuencas, arroyos, lagunas y ciénagas: Los ríos Atoyac, Jamapa, San Francisco-Puerto Veracruz. Los humedales (Tierras inundables, ríos, lagunas pantanos, etc.) están contaminados y en peligro de desaparecer (Hernández, 2004).

El clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de canícula y con poca oscilación anual, el cual cubre varios municipios, entre ellos, La Antigua, Veracruz, y Boca del Río. Su temperatura promedio anual es 25.23 °C.

El promedio de la precipitación anual es de 1696.6 mm. Julio es el mes más lluvioso y se tienen dos máximos de lluvias (Julio y Septiembre) separados por dos estaciones de secas, una corta en la temporada de lluvias (agosto) y otra larga en la mitad fría del año, de noviembre a abril (Hernández, 2004).

El esquema climático se sintetiza en 2 épocas al año: la época de nortes de septiembre a abril, con escasa precipitación, temperatura baja y frecuentemente inversiones de masas de aire frío del Norte que pueden ser según sus fuerzas desde vientos huracanados de hasta 120 Km/h (Guzmán et al, 2005).

Sus actividades económicas se basan en el comercio, ya que el puerto es comercial, la actividad turística, la industria y la pesca.

En 1994, se conformó el fondo especial de apoyo a la Fortaleza de San Juan de Ulúa, integrado por el gobierno del Estado de Veracruz, CONACULTA, INAH y FONCA con la finalidad de impulsar el Proyecto Integral, San Juan De Ulúa (PISJU) para la rehabilitación ,restauración y uso potencial de la fortaleza; En coordinación con el INAH la Sección de contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera colabora con los estudios relacionados con el material de construcción y deterioro de la fortaleza (PISJ, Hernández, 2003 citado en Bravo et al 2006)



Figura 3.4. Foto aérea del Fuerte de San Juan de Ulúa, Veracruz

3.5 INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA (II-UV) MOCAMBO, VERACRUZ.

El instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana (II-UV) se encuentra ubicado en la localidad de Mocambo, y este mismo pertenece al municipio de Boca del Río, el cual tiene 65 localidades y conurba con la ciudad y Puerto de Veracruz, Colinda al norte con el municipio de Veracruz, al sur con el municipio de Alvarado, al oeste con el municipio de Medellín y al este con el Golfo de México. Se encuentra en la zona central del estado, sobre la parte costera de las llanuras de sotavento y es regado por el río Jamanpa que desemboca en la barra de Boca del Río.

Su clima es cálido - regular, atemperado por las brisas marinas y una temperatura media anual de 25.3 °C, con lluvias abundantes en verano y principios de otoño, intensificándose en invierno

Las actividades económicas principales son la agricultura, la ganadería, la industria, la pesca y el comercio. Entre los cultivos agrícolas destacan el maíz, el frijol, el plátano y el mango. Se cría ganado bovino de doble propósito, porcino, ovino y aves. La actividad industrial se desarrolla alrededor de talleres de ingeniería petrolera, de perforación y de geofísica. La pesca en el municipio cuenta, para su mejor aprovechamiento, con un centro de recepción de pescado, escolleras y dragados.

El municipio posee una infraestructura de 46.2 kilómetros de carreteras de las cuales el 90.5% son pavimentadas. Esta red de carreteras le permite tener comunicación con los municipios de Veracruz, Medellín, Córdoba y Alvarado. www.uv.mx



Figura 3.5. Instituto de Ingeniería en la Universidad Veracruzana Campus Mocambo (UV-II), Veracruz.

CAPITULO 4. DESARROLLO EXPERIMENTAL

En este capítulo se indica la metodología paso a paso, siguiendo un programa de Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad incluyendo la ubicación de los sitios de muestreo, el transporte de las muestras a través de una cadena de custodia hasta el laboratorio, determinación de la composición de la lluvia midiendo su pH, conductividad y concentración de iones (aniones y cationes).

4.1 PROTOCOLO DE MUESTREO DE PRECIPITACION HUMEDA

4.1.1 PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)

El Aseguramiento de calidad y el Control de calidad, (QA/QC) por sus siglas en inglés, constituye una parte esencial de todo sistema de medición. Ambos incluyen la secuencia global de actividades que aseguran que una medición cumpla las normas de calidad definidas con un nivel establecido de confiabilidad. Para ello se desarrollan reglamentos y protocolos de procedimientos relativos al monitoreo de calidad del aire para nuestra línea de investigación el monitoreo de la deposición húmeda y seca, y particularmente en el presente trabajo “la deposición húmeda”.

Previo a la ejecución de un programa de medición, se diseña un programa de monitoreo que considere un plan de Aseguramiento de Calidad (QA) y Control de Calidad (QC) en cada uno de los componentes que permita obtener datos confiables.

Las actividades de aseguramiento de calidad incluyen las fases previas a las mediciones dentro del monitoreo: la determinación de objetivos y de la calidad de los datos del monitoreo, la designación del sistema, la selección del sitio, evaluación del equipamiento y capacitación de los operadores.

Las funciones de control de calidad comprenden las actividades realizadas para obtener la exactitud y precisión en la medición: operación y mantenimiento, calibraciones y capacitación de los operadores.

Dentro de este plan de Aseguramiento y Control de la Calidad se establecen los objetivos como son los siguientes para el Aseguramiento de la calidad: definir los objetivos del monitoreo, definir

la calidad de los datos, diseño del monitoreo (aquí entran el diseño de la red de monitoreo), selección de los sitios, evaluar y seleccionar el equipamiento de medición y desarrollar un programa de capacitación. Dentro de los objetivos de Control de Calidad son : preparar protocolos para la operación de los sitios y el mantenimiento de los equipos, cronogramas de visitas al sitio, protocolos de inspección, verificación y validación de datos. Así también para evaluar la calidad se debe realizar un cronograma para auditorías en la red y reportes.

Es necesario enfatizar que no se pretende entregar datos de la más alta calidad, sino que se cumplan con los objetivos realistas requeridos de la calidad de los datos.

Los objetivos planteados en nuestro programa de Aseguramiento y Control de Calidad se basan en los recomendados por la NADP y US-EPA. (NADP,2004;US-EPA,1994).

Dentro de las actividades de nuestro programa de Aseguramiento y Control de Calidad en cada etapa de la colección de muestras hasta la entrega de las mismas en el laboratorio se lleva a cabo a través de una cadena de custodia donde los responsables registran la obtención de muestras, su transporte y entrega de estos al laboratorio para la realización de su análisis.

4.1.2 MUESTREO DE DEPOSICION HUMEDA Y SECA

Los sistemas de colección de lluvia recomendados por la NADP (National Acidic Deposition Protection) consisten en un dispositivo de dos cubetas en las que se colecta la precipitación seca y húmeda, separadamente. Este sistema cuenta con un mecanismo automático de tapado y destapado de cada una de las cubetas, para evitar el mezclado de las partículas de polvos con la lluvia. El activador de este dispositivo es un sensor que al detectar la ocurrencia de lluvia, envía una señal al motor de un mecanismo que a su vez desplaza la tapa de la cubeta de colección de lluvia, o muestra "húmeda" quede en posición de colección, mientras que la cubeta "seca", permanece cubierta. Al finalizar el evento de lluvia, el sensor envía nuevamente otra señal a este mecanismo para que ahora cubra la cubeta "húmeda" y se destape la cubeta "seca", de tal forma que ahora está última quede en posición de muestreo de polvos. Con este sistema es muy fácil separar los dos tipos de muestra, ya que si se mezclan, no sería fácil distinguir qué proceso atmosférico incorporó las diferentes especies químicas, ya sea las gotas de lluvia o bien las partículas atmosféricas.



Figura 4.1. Estación meteorológica automática y colector automático para deposición húmeda y seca en el Campamento de Arqueólogos de la Zona Arqueológica de El Tajín, Veracruz.

4.1.2.1 PREPARACION DE MATERIAL EN EL SCA/CCA/UNAM.

Los recipientes de colección (botellas) utilizados están fabricados de polipropileno de alta densidad (Nalgene), material inerte a la composición química de la lluvia, y no permite que los constituyentes de la muestra queden retenidos en las paredes de dicho recipiente durante el tiempo de almacenamiento, lo cual ayuda a mantener la composición de la muestra. Estas botellas de 250 ml de volumen son perfectamente lavadas y enjuagadas con agua destilada y desionizada, en el laboratorio de la SCA/CCA/UNAM asegurando así su limpieza. Posteriormente son transportadas a los sitios de estudio. Son almacenadas en un sitio limpio y seco.

4.1.2.2 COLECCION Y PRESERVACION DE MUESTRAS.

En los sitios de estudio las botellas están listas para ser usadas por las personas a cargo de coleccionar la lluvia por evento, de la cubeta de deposición húmeda del colector. El programa de muestreo se adoptó de la experiencia y de las recomendaciones indicadas en la literatura especializada para este tipo de estudios la cual consiste en la colección de muestras acumuladas

de precipitación húmeda a lo largo de 6 días. Se ha encontrado que en estudios sobre la incorporación de nutrimentos y otros compuestos en suelos forestales y agrícolas, por mecanismos de precipitación húmeda, este tipo de colección “acumulada” es aceptado por la NADP, sin embargo en nuestra red se procura la colección por cada evento de lluvia.

Una vez recolectada la muestra, el operador lava la cubeta del colector usando guantes de látex, y agua desionizada en abundancia. Después de esto, el exceso de agua se elimina por sacudimiento y la cubeta se coloca nuevamente en posición de muestreo en el colector.

En el caso de las muestras de precipitación seca, la cubeta se remueve cada mes, se tapa herméticamente, se etiqueta y se almacena para su posterior envío y análisis en el laboratorio. Este programa de muestreo mensual es el recomendado por la US-EPA y el NADP.

Después de la colección, se mide el volumen de precipitación en el pluviómetro, así como el pH de cada una de las muestras y la conductividad llamándolos mediciones de campo. Las muestras se almacenan en botellas de 250 ml, se tapan perfectamente, se etiquetan, con los datos de campo como se muestra en la figura 1. Las botellas con muestras se colocan en refrigeración a 4°C, de acuerdo con las recomendaciones de la EPA referentes a la colección y manejo de las muestras. Esto es para prevenir cambio en la composición iónica de cada muestra.

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA
Sección Contaminación Ambiental

DEPOSICIÓN HÚMEDA
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Sitio de muestreo _____
Período de muestreo _____
Inicio del evento _____ Temperatura _____
pH _____ Precipitación pluvial _____ mm
Conductividad μ s _____

Figura. 4.2. Etiqueta de registro para cada muestra de agua de lluvia.

4.1.2.3. VALIDACION Y MANEJO DE DATOS

Se realiza un reporte por escrito del operador de cada sitio en el que se indica la fecha del evento, el volumen de lluvia, la hora de inicio y la hora en que finalizó, sitio de muestreo, la temperatura, el pH, la conductividad de campo, se enumera cada muestra, se anota el número de muestras

entregadas para deposición húmeda y seca, así como observaciones del clima, o si hubo algún evento extraordinario, nombre y firma del responsable, la finalidad es tener un registro secuencial de todos los eventos. Además de este reporte que se entrega a las personas que van a coleccionar las muestras en cada sitio, se lleva una bitácora para cada sitio confirmando cualquier aclaración. Dicho reporte es entregado por triplicado y firmado de recibido, para el operador, la persona que transporta la muestra, y el tercer triplicado se archiva en el laboratorio de la SCA/CCA/UNAM.

4.1.2.4TRANSPORTE DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE SCA/CCA/UNAM.

Las muestras están almacenadas a una temperatura de 4° C durante todo el trayecto hacia el laboratorio de la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, donde son entregadas al Químico responsable así como el reporte de las mismas. Hasta aquí termina la cadena de custodia de las muestras para su posterior análisis químico en el laboratorio. En la figura 12 se muestra el protocolo de muestreo y análisis para la deposición húmeda y seca en el laboratorio de la SCA/CCA/UNAM.

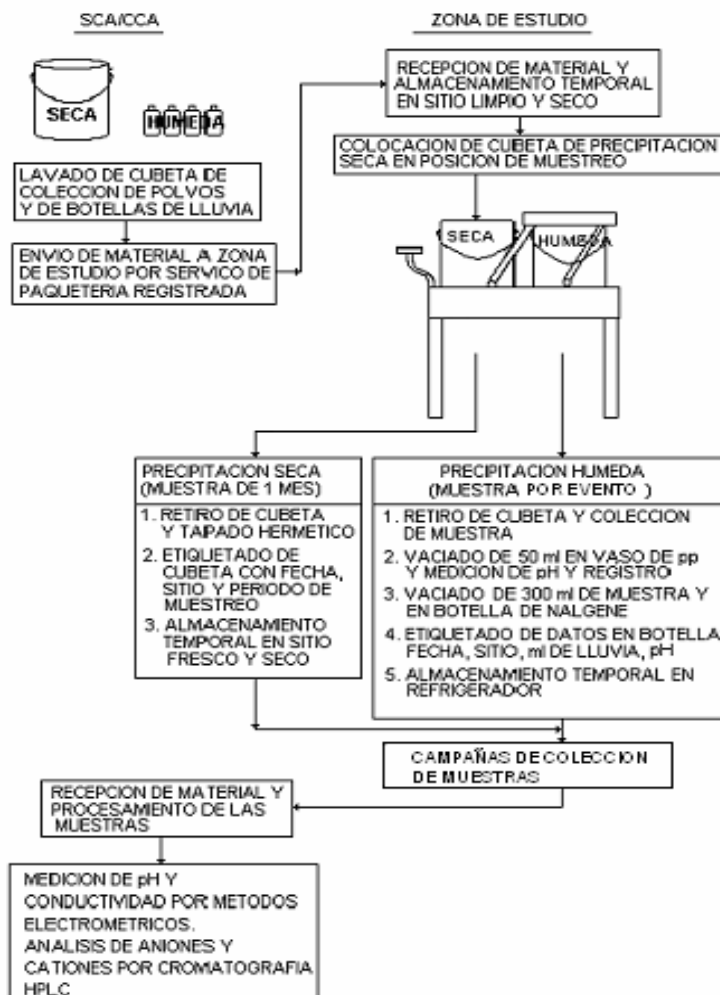


Figura 4.3. Protocolo de muestreo y análisis para la deposición húmeda y seca en el laboratorio de la SCA/CCA/UNAM (Bravo et al, 2005).

4.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA DEPOSICIÓN HÚMEDA (AGUA DE LLUVIA).

El análisis químico consiste en determinar para cada muestra de lluvia de los 4 diferentes sitios los siguientes parámetros: pH, conductividad, concentración de cationes: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , y concentración de aniones: Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} .

4.2.1 DETERMINACION DE pH

Para La determinación del pH se utilizó un Potenciómetro Corning pH meter modelo 420 Orion. Antes de la medición, el instrumento se calibra con dos soluciones buffer de pH=7 y pH=4 respectivamente, a una temperatura de 25 °C.

4.2.2 DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA

Para la determinación de la conductividad se utilizaron dos conductímetros.

a) Para las muestras del 2003 y 2004 se usó un conductímetro (Yellow Springs Instruments Co. Inc.), YSI modelo 32 el cual tiene incorporado un termistor y una celda de conductividad ($K=1.0 \text{ cm}^{-1}$), modelo 3403 YSI. Este aparato mide conductividades en el intervalo de $0.1 \mu\text{s}$ -200 ms. Las conductividades se midieron a 25°C .

El equipo se calibra con una solución KCl 0.01 M. La conductividad teórica de esta solución es $1.498 \mu\text{s}$, y la conductividad de la muestra (C) se calcula con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{1.498 \mu\text{S}}{C_{\text{exp KCl}}} \times C_{\text{exp}}$$

C_{exp} = Conductividad experimental de la muestra

$C_{\text{exp KCl}}$ = Conductividad experimental de sol. estándar de KCl

b) Para las muestras del 2005 se utilizó un conductímetro meter HORIBA D-24, el cual tiene incorporado un termistor. Este aparato mide conductividades en un intervalo de $0.0 \mu\text{s/m}$ -199.9 s/m. El equipo se autocalibra con una solución estándar de KCl y NaCl la cual tiene una conductividad de $445 \mu\text{s cm}^{-1}$ a una temperatura de 25°C . Las conductividades se midieron a 25°C .

4.2.3 DETERMINACION DE CONCENTRACIONES DE ANIONES Y CATIONES POR CROMATOGRAFIA DE LIQUIDOS DE ALTA EFICIENCIA (HPLC).

La técnica analítica instrumental para la identificación y cuantificación de los iones de nuestro interés fue cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC) de sus siglas en inglés, la cual es un método de separación de mezclas moleculares.

El análisis por cromatografía de líquidos de alta eficiencia se lleva a cabo de la siguiente manera: la muestra previamente filtrada a través de una membrana de 0.2 y $0.4 \mu\text{m}$ se introduce por un inyector cuyo "loop" tiene una capacidad de $100 \mu\text{L}$, dicha muestra es llevada por presión mediante una corriente de la fase móvil (FM) hacia el interior de la columna o fase estacionaria

(FE), ahí los analitos de la muestra se distribuyen entre la FM y la FE, por diferencia de polaridad y tamaño se realiza su separación; los que presentan mayor afinidad por la FE requieren de mayor tiempo para salir o eluir, así irán eluyendo los de menor afinidad con la columna o FE. La respuesta se realiza a través de un detector de conductividad cuyo principio se basa en la medición de la diferencia de conductividad de la FM y la FE más la muestra, esta diferencia se registra, amplifica y se envía como señal a un registrador, la señal eléctrica es registrada como un pico en el recorrido del dispositivo. Los analitos son identificados cualitativamente por el tiempo de retención del pico y la cuantificación se obtiene por la medida de la altura del pico o por el área del pico que es comparado con estándares conocidos. El tiempo de retención se define como el tiempo que tarda un analito en recorrer la columna cromatografica desde su inyección hasta alcanzar el punto máximo de su elución.

4.2.3.1 CONDICIONES CROMATOGRAFICAS EXPERIMENTALES

Para la cuantificación de los iones en las muestras de agua de lluvia se utilizó un cromatógrafo de líquidos de alta resolución. A continuación se describe las características de algunos componentes básicos del cromatógrafo utilizado en esta investigación

- Bomba Waters, modelo 510 HPLC pump, de doble pistón, con un intervalo de presión de 0-6000 psig.
- Detector de conductividad Waters 432
- Integrador de datos. Waters 746
- Columnas:
 - a) Para aniones se utilizó una columna HAMILTON PRP-X100 de alta resolución, con un diámetro interno de 4.6 mm, un diámetro externo de 75 mm y 15 cm de longitud. El material e empaque es una resina de polimetacrilato con un grupo funcional de amonio cuaternario. El tamaño de la partícula es de 6 μm y la capacidad es de $(30 \pm 3) \mu\text{eq/ml}$.
 - b) Para cationes se utilizó una columna Waters cationes M/D, con diámetro interno de 4.6 mm, diámetro externo de 50mm y 15 cm de longitud, con tamaño de partícula de 10 m y una capacidad de $(12.0 \pm 0.2) \mu\text{eq/L}$. El material de empaque es una resina de divinilbenceno-estireno con un grupo funcional de ácido sulfónico.

El límite de detección del equipo es de 0.01 ppm.

Las condiciones cromatográficas para la determinación de las concentraciones de aniones y cationes, se muestran en la tabla 4.1, siendo las mismas cuando se realizó la curva patrón de aniones y de cationes.

Tabla 4.1. Condiciones cromatograficas experimentales en la determinación de aniones y cationes.

	ANIONES	CATIONES
Fase Móvil	Ac. Ftálico 10% + Acetona	EDTA/HNO ₃ 100mM
Columna	Anionica RP-X100. 4.6d.i mm X 75 mm ,15 cm long Tamaño partícula 6 µm Capacidad 30+- 3 µeq /ml Resina de polimetacrilato con un gpo. funcional de amonio cuaternario	Catiónica M/D Marca Waters IC-PACK 3.9 X150mm Tamaño partícula 5 µm Capacidad 1.5+- 0.2 µeq/g Base de sílica empaquetada con polibutadieno / copolimero de ácido maleico
Flujo de la columna	1 ml/min	2 ml/min
Conductividad del Eluyente	1060 µs	163 µs

En vista de que el análisis por HPLC es muy sensible y cualquier impureza puede afectar los resultados, se utilizaron reactivos extremadamente puros para la preparación de las soluciones. En cuanto al agua, ésta fue desionizada y filtrada a través de un filtro Millipore de 0.22 µm, para eliminar los sólidos en suspensión.

Los recipientes en los que se prepararon las disoluciones eran de polipropileno para evitar contaminaciones como las que se presentan en recipientes de vidrio.

Los cationes analizados fueron: Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, y los aniones analizados fueron Cl⁻, NO₃⁻ y SO₄²⁻. Los métodos de análisis utilizados están de acuerdo con las recomendaciones sugeridas por la US-EPA (1994).

4.2.3.2 DETERMINACION DE ANIONES

4.2.3.2.1 Preparación del eluyente de aniones

La fase móvil para el análisis de aniones se preparó de la siguiente manera:

Se disolvió 0.3322 g de ácido ftálico en 100 ml de acetona (grado HPLC), posteriormente se agregaron 900 ml de agua desionizada (conductividad 0.05 µS) y se mezcla con el ácido ftálico

disuelto en acetona, finalmente se ajusta a un pH de 5 con NaOH. Se filtra a través de una membrana de 0.44 μm .

4.2.3.2.2 Preparación de la solución patrón y estándar de aniones

Para preparar las soluciones patrón de 1000 ppm de cada uno de los aniones (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), se utilizaron las cantidades de las sales que se indican en la tabla. Antes de pesar se dejaron secar a 100-110 $^\circ\text{C}$ a peso constante, con excepción del nitrato de sodio (NaNO_3) con peso constante en el desecador.

Tabla 4.2. Sales utilizadas en la preparación de la soluciones patrón de aniones

Anion	Compuesto	Peso (mg)	Pureza (%)
Cl^-	NaCl	164.88	99.96
NO_3^-	NaNO_3	137.08	99.98
SO_4^{2-}	Na_2SO_4	148.76	99.46

Se disuelve cada sal con agua desionizada y se aforan a 100 ml. Se toma 1 ml de cada solución estándar y se afora a 100 ml, con lo cual obtenemos una mezcla de aniones y concentración de 10 ppm. Con esta solución estándar de aniones de 10 ppm se preparan una serie de soluciones estándar para realizar la curva de calibración de aniones con las siguientes concentraciones de 0.05 ppm, 0.1 ppm, 0.2 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm, y 10 ppm.

Na_2SO_4

4.2.3.2.3 Cromatogramas y curva de calibración de aniones

Se inyectan las soluciones estándar para hacer la curva de calibración con un tiempo de elución de 16 min cada uno, los cromatogramas y las curvas de calibración correspondiente a los 6 estándares se muestran en el Anexo II. En los cromatogramas se indican los tiempos de retención para cada uno de los cationes, así como el área o altura de los picos, valor que es directamente proporcional a la concentración del catión en el estándar.

4.2.3.2.4 Análisis de las muestras para determinar la concentración de aniones

Antes de analizar las muestras es necesario filtrarlas a través de una membrana de 0.2 μm ya que la técnica es muy sensible a cualquier impureza. Se inyectan 300 μm de los cuales solo pasan 100 μm , al término de la elución que dura 16 min. se obtiene un cromatograma de área y altura de pico para cada anión, separándose cada uno de ellos. En el Anexo II se muestran los

cromatogramas de aniones, con los valores del área o altura de cada pico; se calcula la concentración de cada anión a partir de la ecuación de regresión lineal de la curva de calibración.

4.2.3.3 DETERMINACION DE CATIONES

4.2.3.3.1 Preparación del eluyente de cationes

La fase móvil para el análisis de cationes se preparó de la manera siguiente: Se disuelven 0.0292 g de EDTA con agua desionizada, se adicionan 175 ml de HNO₃ Ultrex y se afora a 1 L con agua desionizada. Se filtra a través de una membrana 0.44 µm.

4.2.3.3.2 Preparación de la solución patrón y estándar de cationes

Para preparar las soluciones patrón de 1000 ppm de cada uno de los cationes: Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, se utilizaron las cantidades de las sales que se indican en la tabla. Antes de pesar se dejaron secar durante 1 hr en la estufa de 100-110 ° C a peso constante,

Tabla 4.3.Sales utilizadas en la preparación de la soluciones patrón de cationes.

Catión	Compuesto	Peso (mg)	Pureza(%)
Na ⁺	NaCl	255.3	99.96
NH ₄ ⁺	NH ₄ Cl	297.0	99.80
K ⁺	KCl	192.18	99.98
Mg ²⁺	MgSO ₄ ·7H ₂ O	494.89	99.95
Ca ²⁺	CaCl ₂ ·2H ₂ O	277.25	99.50

Se disuelve cada sal con agua desionizada y se aforan a 100 ml. Se toma 1 ml de cada solución estándar y se afora a 100 ml, con lo cual obtenemos una mezcla de cationes y concentración de 10 ppm. De esta solución estándar de cationes de 10 ppm se preparan una serie de soluciones estándar para realizar la curva de calibración de cationes, con las siguientes concentraciones 0.05 ppm, 0.1 ppm, 0.2 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm.

4.2.3.3.3 Cromatogramas y curva de calibración de cationes

Se inyectan las soluciones estándar para hacer la curva de calibración con un tiempo de elución de 16 min cada uno, los cromatogramas y las curvas de calibración correspondiente a los 5 estándares se muestran en el Anexo II. En los cromatogramas se indican los tiempos de retención

para cada uno de los cationes, así como el área o altura de los picos, valor que es directamente proporcional a la concentración del catión en el estándar.

4.2.3.3.4 Análisis de las muestras para determinar la concentración de cationes

Antes de analizar las muestras es necesario filtrarlas a través de una membrana de 0.2 μ m ya que la técnica es muy sensible a cualquier impureza. Se inyectan 300 μ L de los cuales solo pasan 100 μ L, al término de la elusión que dura 16 min se obtiene un cromatograma con su área o altura de pico para cada catión, separándose cada uno de ellos. En el Anexo II se tienen los cromatogramas de cationes, con los valores del área o altura de cada pico; se calcula la concentración de cada catión a partir de la ecuación de regresión lineal de la curva de calibración.

El límite de detección para la determinación de los cationes y aniones se realizó por el método de dilución el cual es diferente para cada catión y anión sin embargo se utilizó el que presentó la más alta concentración y en base a ello el límite de cuantificación se obtuvo a un valor de 0.01 ppm.

CAPITULO 5. RESULTADOS

5.1 Número de muestras colectadas.

Durante el período estudiado se analizó un total de 777 muestras. En la tabla 5.1 se observan el número de muestras de deposición húmeda colectadas por año y por sitio de estudio.

Tabla 5.1 Número de muestras de deposición húmeda de los 4 sitios de estudio en el período 2003-2005.

SITIO	AÑO	MUESTRAS	TOTAL
TAJIN	2003	51	162
	2004	68	
	2005	43	
LMH	2003	72	203
	2004	57	
	2005	74	
SJU	2003	86	244
	2004	80	
	2005	78	
UV-MOC	2003	57	168
	2004	56	
	2005	55	
TOTAL		777	

5.2 Determinación de pH.

Los valores obtenidos de pH para los cuatro sitios de estudio correspondientes al año 2005 se muestran en las tablas del Anexo III, Así mismo se incluyen para cada muestra la fecha del evento de lluvia, el volumen de lluvia de cada evento.

En la figura 5.1 se muestra la grafica de caja que representa los valores de pH por evento de los 4 sitios de estudio durante el período 2003-2005.

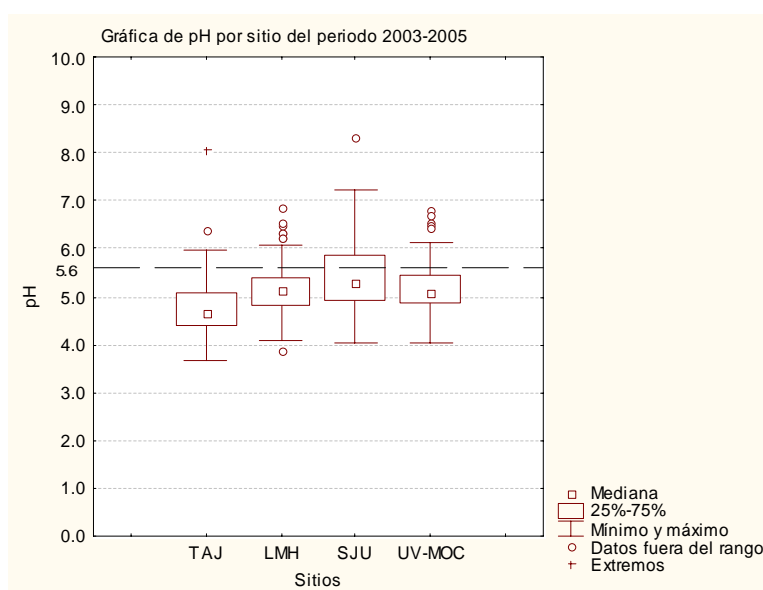


Figura 5.1 Gráfica de caja de pH de los 4 sitios durante el período 2003-2005

5.3 Determinación de conductividad específica.

Los valores obtenidos de conductividad específica para los cuatro sitios de estudio correspondientes al año 2005 se muestran en las tablas del Anexo IV. La conductividad específica se expresa en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$).

5.4 Determinación de aniones y cationes.

Las concentraciones obtenidas de los aniones (expresadas en ppm): Cl^- , NO_3^- , y SO_4^{2-} se muestran en las tablas del Anexo III para los cuatro sitios de estudio, así como las concentraciones obtenidas de los cationes (expresadas en ppm): Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , las concentraciones corresponden a los cuatro sitios de estudio del 2003 al 2005.

5.5 Balance iónico en las muestras de agua de lluvia.

Los datos obtenidos en el análisis cromatográfico de aniones y cationes son expresados en ppm, se hizo su conversión a $\mu\text{eq/L}$ para realizar un balance iónico en cada muestra de lluvia a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Balance Iónico} = \frac{\sum [\text{Na}^+] + [\text{NH}_4^+] + [\text{K}^+] + 2[\text{Mg}^{2+}] + 2[\text{Ca}^{2+}]}{[\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}]} \quad (5.1)$$

$$\text{B.I} = \sum \frac{\text{cationes}}{\text{aniones}} \quad (5.2)$$

B.I = Balance iónico.

En el Anexo V se muestran los resultados de los balances iónicos para las muestras de lluvia de los cuatro sitios en cada año. (2003, 2004 y 2005).

Los datos del B.I se graficaron en diagrama de caja para cada estación y por año, de esta manera conocemos la variabilidad en la cuantificación por HPLC durante cada año.

En la figura 5.2 se muestran las tres graficas de caja correspondientes a los años de estudio 2003, 2004, y 2005 para cada sitio.

En la figura 5.1 la grafica que muestra menor variabilidad en el análisis fue la correspondiente al 2005, ya que la mayoría de sus datos estuvieron alrededor de 1.

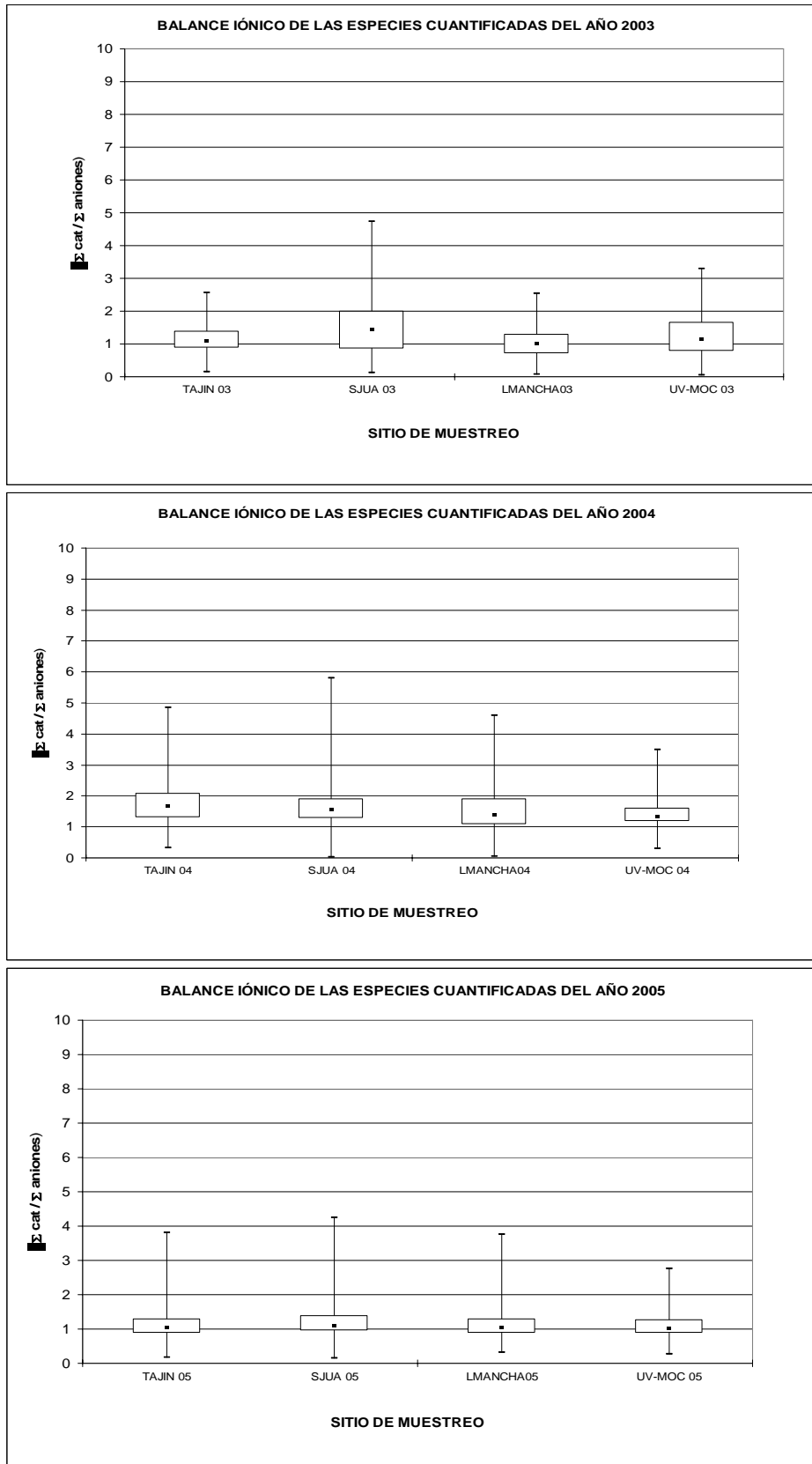


Figura 5.2 Representación de los balances iónicos en las graficas de caja para cada año de análisis.

5.6 Conductividad Teórica.

Se realizó el cálculo de la conductividad teórica para cada muestra de deposición húmeda con los datos obtenidos de las concentraciones de aniones y cationes en mol/L, para compararla con la conductividad experimental, por que su valor depende del tipo de iones involucrados, de la concentración relativa de cada ión, su estado de oxidación de los mismos, y de la temperatura. Para establecer si hay especies sin cuantificar.

La conductividad teórica se obtiene al tomar en cuenta la contribución de cada ión a la conductividad total de la solución. Este parámetro, que se denomina conductividad equivalente límite, depende del ión en cuestión y su valor se encuentra reportado en la literatura (Lange, 1979).

$$\lambda_T = \sum_{i=1}^n \lambda_i [M]_i \times 10^3 \quad (5.3)$$

Donde λ_T es la conductividad teórica expresada en $\mu S/cm$, λ es la conductividad específica de cada ion (Scm^2/mol), $[M]$ es la concentración molar de cada ion (mol/L) y 10^3 es un factor que transforma Scm^2/mol a $\mu S/cm$, se obtiene de la siguiente ecuación (5.4):

$$\frac{S \text{ cm}^2}{mol} \times \frac{mol}{L} \times \frac{1L}{10^3 \text{ cm}^3} \times \frac{10^6 \mu S}{1S} = 10^3 \frac{\mu S}{cm} \quad (5.4)$$

Los iones considerados para obtener la conductividad teórica son: H^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , OH^- . La conductividad teórica específica se expresa en $\mu S/cm$.

En el Anexo IV se muestran los resultados obtenidos al realizar los cálculos de la conductividad específica teórica para los cuatro sitios en los años 2003, 2004, 2005.

5.7 Ponderación de parámetros.

Para los parámetros determinados en las muestras del depósito húmedo atmosférico se le atribuyo la contribución del volumen de lluvia reportados en el pluviómetro, esto fue para obtener el cálculo de promedios ponderados mensuales y anuales.

Los parámetros ponderados son: pH, conductividad específica, concentración de cationes (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) y concentración de aniones (Cl^- , NO_3^- , y SO_4^{2-}).

La ecuación 5.5 que describe el calculo es la siguiente:

$$[Parámetro]_{ponderado} = [Parámetro medido por evento] \times \left[\frac{Vi}{Vt} \right] \quad (5.5)$$

Vi = el volumen de lluvia del evento

Vt = el volumen total de lluvia de todos los eventos correspondientes a un mes.

En el Anexo VI se muestran las tablas con los resultados ponderados mensuales de los parámetros físico-químicos y concentración de los iones ponderados mensuales de cada sitio (TAJ, LMH, SJU, y UV-MOC) correspondiente al periodo 2003-2005 y su promedio ponderado anual de cada parámetro, al final de cada tabla.

A continuación se muestran los promedios ponderados anuales en las figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 representados por sus graficas de barras para pH, conductividad específica, y concentración de iones (aniones y cationes) en los 4 sitios de estudio durante el periodo 2003-2005. La primera barra de cada sitio corresponde al año 2003, la segunda barra corresponde al año 2004 y la tercera barra al año 2005.

Los valores promedios ponderados anuales del pH se representan en la figura 5.3 a través de una gráfica de barras de los 4 sitios en los tres años de estudio.

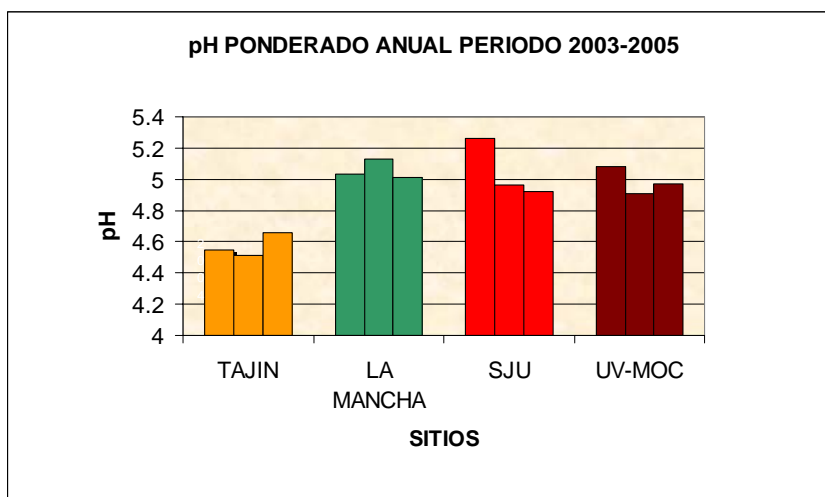


Figura 5.3. Gráfica de barras del promedio ponderado anual del pH

En la figura 5.4 se observa la gráfica de barras que representa los valores ponderados anuales de la conductividad específica experimental.

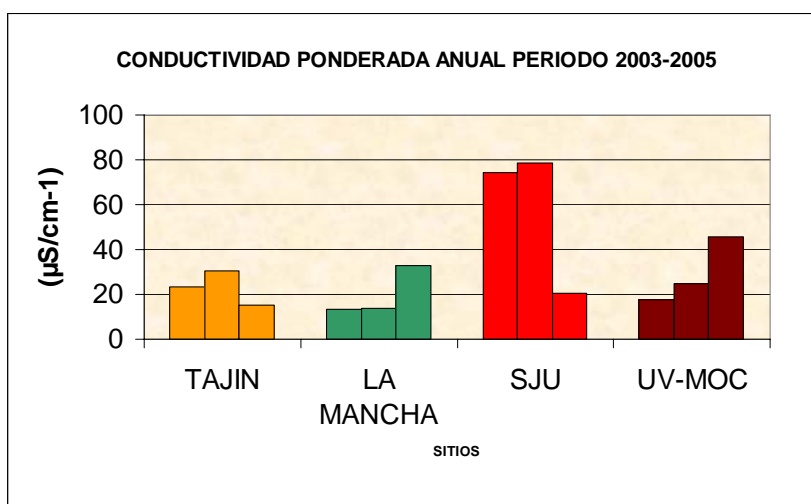


Figura 5.4. Gráfica de barras del promedio ponderado anual de la conductividad específica.

En la figura 5.5 se presentan las graficas de barras de los promedios ponderados anuales observando un comportamiento semejante que los datos presentados en la figura anterior para la conductividad específica.

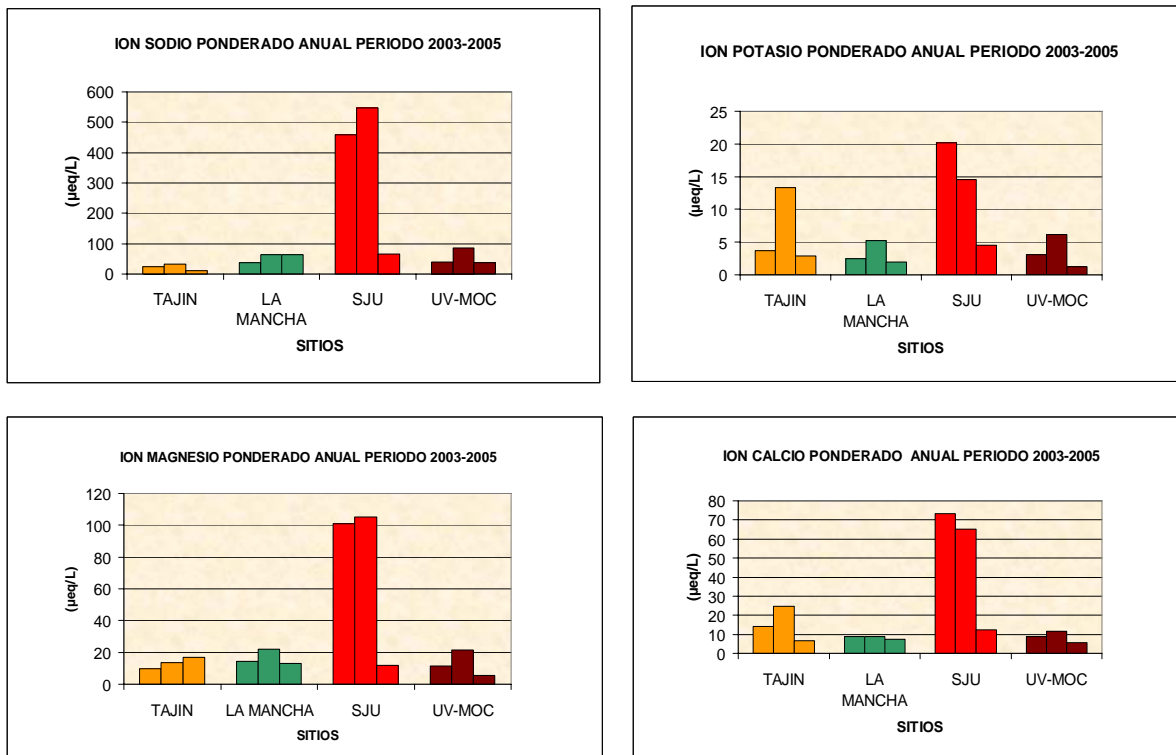


Figura 5.5. Graficas de barras del promedio ponderado anual de la concentración de los iones sodio, potasio, magnesio y calcio (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , y Ca^{2+}).

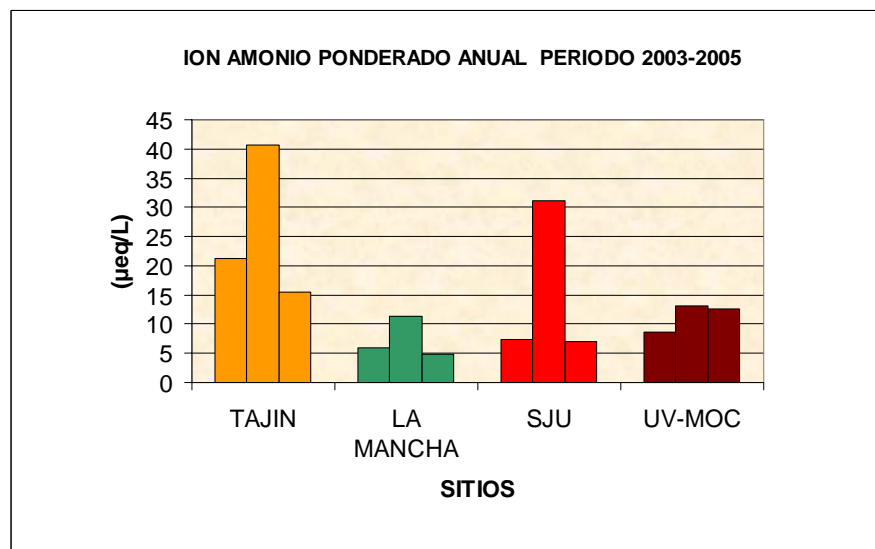
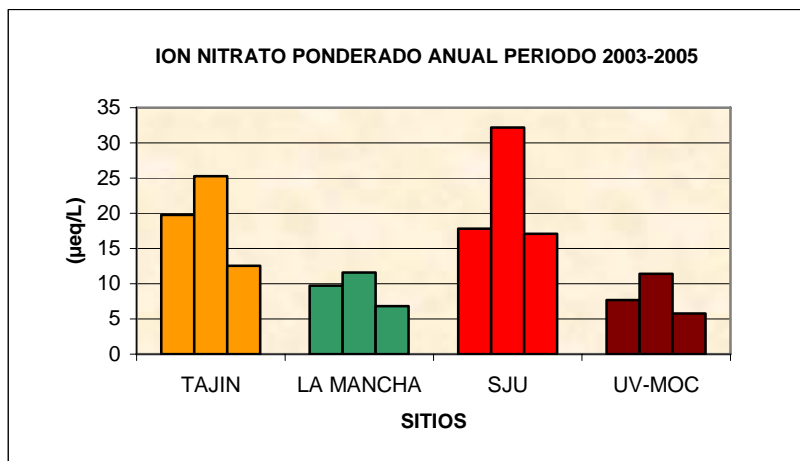
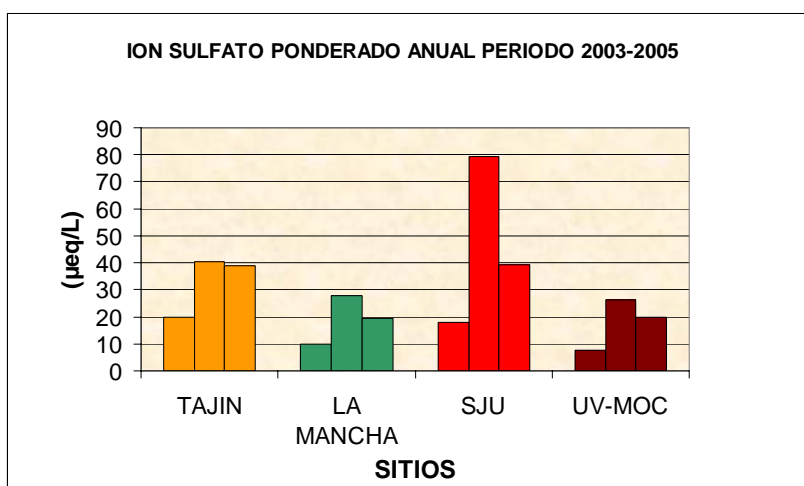


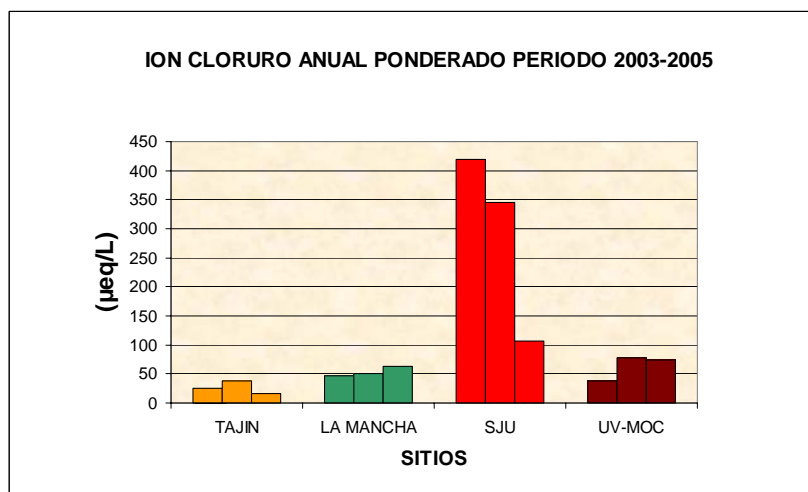
Figura 5.6. Gráfica de barras del promedio ponderado anual de la concentración del ion amonio (NH_4^+).



a)



b)



c)

Figura 5.7 Gráfica de barras del promedio ponderado anual de la concentración del ion a) nitrato (NO_3^-), b) sulfato (SO_4^{2-}), y c) cloruro (Cl^-).

CAPITULO 6. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

La evaluación estadística consistió de 3 etapas, en todas se trabajo con los resultados de los promedios ponderados mensuales de pH, conductividad especifica, y concentración de iones.

La primera etapa consistió en conocer si había alguna tendencia significativa entre años consecutivos para cada sitio.

La segunda etapa consistió en intercomparar los sitios y saber si hubo diferencia significativa entre ellos. Para la primera y segunda etapa se aplicaron dos pruebas estadísticas consecutivas prueba de Kruscal Wallis y la de de Wilcoxon.

La tercera etapa consintió en realizar la evaluación del factor de correlación de Sperman para muestras no parametricas y conocer la relación entre los parámetros por sitio y por año.

La prueba no parametrica de Kruscal Wallis resulta útil cuando los datos no presentan un comportamiento normal, pone a prueba una hipótesis nula relativa a que K muestras provienen de poblaciones continuas idénticas y una hipótesis alterna que no todas las poblaciones son iguales. Esta prueba se aplicó para el análisis estadístico de años consecutivos 2003 al 2004, y del 2004 al 2005 para observar el comportamiento de cada parámetro, así como también para conocer si había alguna diferencia significativa entre sitios, una vez detectado el año o sitio de cambio significativo se usa la prueba de Wilcoxon para conocer el incremento o decremento por año consecutivo, y para los sitios la combinación de los mismos.

6.1.1 Intercomparación de parámetros fisico-químicos y concentraciones de iones por años.

Se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon para conocer si existe una diferencia significativa en años consecutivos 2003-2004, y 2004-2005 en cada sitio de estudio.

En las siguientes tablas de la 6.1 a la 6.12 se observan los valores de las medias de los promedios ponderados de cada parámetro físico-químico y concentración de los iones estudiados, para cada año en cada sitio de estudio. Se usaron los siguientes símbolos en las tablas para explicar la diferencia significativa entre años consecutivos: el valor de la prueba (+) cuando es

significativo con incremento en cada parámetro promedio ponderado, (-) cuando es significativo con un decremento en la de cada parámetro promedio y (0) si no se presenta ningún cambio significativo entre los parámetros.

Tabla 6.1 Media de los promedios ponderados mensuales de pH en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el pH

Año	TAJ media	Will	LMH media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	4.64		5.16		5.7		5.08	
2004	4.56	0	5.11	0	5.5	0	5.08	0
2005	4.83	0	4.9	0	4.9	0	4.9	0

La tabla 6.1 muestra que no hubo cambios significativos de pH en los años consecutivos 2003-2004 y 2004-2005 para cada sitio.

Tabla 6.2 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para la conductividad.

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC Media	Will
2003	28.7		20.38		73.6		17.13	
2004	31.8	0	24.14	0	146.2	0	32.4	0
2005	22.7	0	34.96	0	171.6	0	54.9	0

La tabla 6.2 muestra que no hubo cambios significativos en la conductividad en ningún sitio.

Tabla 6.3 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión sodio (Na^+).

Año	TAJ media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC Media	Will
2003	60.2		106.9		520.1		61.85	
2004	59.9	0	95.1	0	641.4	0	152.0	+
2005	17.62	-	76.4	0	230.5	0	106.21	0

La tabla 6.3 muestra un decremento del Na^+ del 2004 al 2005 en Tajín, y un incremento del 2003 al 2004 en UV-Mocambo.

Tabla 6.4 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión amonio (NH_4^+).

Año	TAJ media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC Media	Will
2003	29.5		16.6		19.6		15.7	
2004	41.7	0	14.7	0	29.3	0	22.8	0
2005	23.5	-	20.0	0	22.2	0	26.07	0

La tabla 6.4 muestra un decremento del NH_4^+ del 2004 al 2005 en Tajín, mientras que en las demás estaciones no hubo cambios significativos.

Tabla 6.5 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión potasio (K^+).

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	4.5		3.6		21.2		3.07	
2004	24.3	0	11.1	+	26.0	0	7.76	+
2005	3.7	-	6.0	0	14.0	0	4.61	0

Se observa en la tabla 6.5 muestra incrementos significativos en todos los sitios en K^+ para los años consecutivos 2003-2004 y un decremento significativo en el Tajín del 2004- al 2005.

Tabla 6.6 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión magnesio (Mg^{2+}).

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	16.4		22.1		129.7		16.65	
2004	22.1	+	37.8	0	179.8	0	42.29	0
2005	11.2	-	23.5	0	44.2	0	19.64	0

La tabla 6.6 muestra un incremento del 2004 al 2005 y posteriormente un decremento en Tajín, los demás sitios no presentaron cambios significativos.

Tabla 6.7 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión calcio (Ca^{2+}).

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	25.8		20.1		106.6		11.2	
2004	28.9	0	17.1	0	118.0	0	30.6	0
2005	12.3	-	18.3	0	56.1	0	21.7	0

En la tabla 6.7 se muestra un decremento significativo del 2004 al 2005 en Tajin, los demás sitios no presentaron cambios significativos.

Tabla 6.8 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión cloruro (Cl^-).

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	51.9		83.3		536.5		52.9	
2004	49.3	0	85.7	0	720.6	0	113.6	+
2005	24.6	-	80.3	0	1537	+	192.0	0

En la tabla 6.8 se observa un decremento en Tajín del 2004 al 2005 en la concentración del Cl^- coincidiendo con un decremento para el Na^+ en el mismo año consecutivo e igual sitio. Así también se observa un incremento en la concentración del Cl^- en SJU del 2004 al 2005 y en UV-MOC del 2003 al 2004, lo cual no se observa con el Na^+ a pesar de que sus factores de correlación fueron buenos, sin embargo el Cl^- coincide con el K^+ en un incremento del 2003 al 2004 en UV-MOC.

Tabla 6.9 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión nitrato (NO_3^-).

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	26.3		15.9		18.9		9.6	
2004	23.6	0	12.9	0	81.41	0	16.7	0
2005	16.7	0	14.0	0	36.2	0	15.5	0

Tabla 6.10 Media de los promedios ponderados mensuales en los 4 sitios (TAJ, LMH, SJU y UV-MOC) y la prueba de Wilcoxon por año para el ión sulfato (SO_4^{2-}).

Año	TAJ Media	Will	LMH Media	Will	SJU media	Will	UV-MOC media	Will
2003	75.6		41.9		86.86		29.1	
2004	42.9	0	35.14	0	134.1	0	46.9	0
2005	51.4	0	40.54	0	343.2	0	69.7	0

Las tablas 6.9 y 6.10 muestran que no hubo cambios estadísticamente significativos en años consecutivos en la concentración de los iones nitrato y sulfato.

6.1.2 Intercomparación de parámetros físico-químicos y las concentraciones de los iones por sitios.

Los valores de pH, conductividad específica, y concentración de los iones ponderados mensuales obtenidos en los sitios (TAJ, SJU, LMH Y UV-MOC) para el período 2003, 2004, y 2005 de muestras de deposición húmeda son comparados entre sitios mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

La prueba de Kruskal Wallis considera una hipótesis nula relativa a que K muestras provienen de poblaciones continuas idénticas.

Hipótesis nula Ho:

todos los valores del [parámetro o concentración del ion ponderado mensual] son iguales.

Hipótesis alterna H:

no todos los valores del [parámetro o concentración del ion ponderado mensual] son iguales.

Para evaluar la significancia se usa el valor de probabilidad, si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula.

En este estudio se consideran 4 sitios y se elige una muestra de 2 lo que resulta en 6 combinaciones probables (tabla 6.11), de acuerdo con la siguiente formula 6.1.

$$\binom{4}{2} = \frac{4!}{(4-2)!2!} = 6 \tag{6.1}$$

Tabla 6.11. Número de combinaciones entre los 4 sitios de estudio.

Num de Combinaciones	Par de estaciones
1	Tajin-La mancha
2	Tajin-SJU
3	Tajin-UV-MOC
4	La Mancha –SJU
5	La Mancha –UV-MOC
6	SJU-UV-MOC

Las combinaciones que resultan son las utilizadas en la prueba de Wilcoxon para comparar cada parámetro de pH, conductividad específica, y concentración de los iones ponderados mensuales en las combinaciones de sitios establecidos en la tabla 6.11

De la tabla 6.12 a la 6.18 se muestran respectivamente los resultados de estas pruebas para pH, conductividad específica y concentración de los iones ponderados mensuales.

Las medianas de los valores de pH, conductividad específica y concentraciones de iones ponderados mensuales son representadas mediante graficas de caja y se muestran respectivamente en las figuras 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8.

La figura 6.1 muestra la gráfica de caja y su explicación, la cual se usara en las próximas secciones del presente documento. Dentro de la caja se reporta el 95% de los datos como intervalo de confianza.

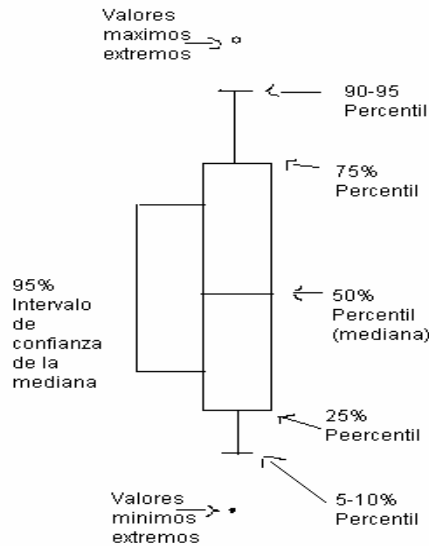


Figura 6.1 Representación de una caja de percentiles

Los valores máximos extremos o mínimos extremos son valores fuera de rango o aberrantes son medidas extremas en un conjunto de datos que pueden afectar tanto la media como la desviación estándar del conjunto de datos distorsionando así el centro y la variabilidad por lo que se usa una de las reglas prácticas para detectar este tipo de valores la cual dice “*La medida cae más de tres veces IQR¹ debajo del cuartil menor, o mas de tres veces IQR arriba del cuartil superior*”. Por lo tanto no se considera en el análisis estadístico

A continuación se presenta el análisis de cada parámetro físico-químico (pH y conductividad específica) y concentración de cada ión de la manera descrita en los párrafos anteriores.

¹ IQR: Rango intercuartil, es decir la diferencia del punto al cuartil 75 % menos el punto al cuartil situado en 25%.

Análisis de pH

La tabla 6.12 muestra que hay diferencia significativa entre los sitio con respecto al pH excepto en las combinaciones de los sitios: La Mancha-UV-MOC y La Mancha-SJU.

Tabla 6.12. Resultados de la prueba de Wilcoxon del pH

Num combinaciones	PAR ESTACIONES	valor de p	P < 0.05
		Will	dif. signif.
1	Tajín-La Mancha	0	Si
2	Tajín-SJU	0	Si
3	Tajín- UV-MOC	0	Si
4	La Mancha-SJU	0.068	No
5	La Mancha-UV-MOC	1	No
6	SJU-UV-MOC	0.046	Si

Tendencia en orden decreciente representada en la figura 6.1.

$$\text{pH: SJU} > \text{LMH} > \text{UV-MOC} > \text{TAJ}$$

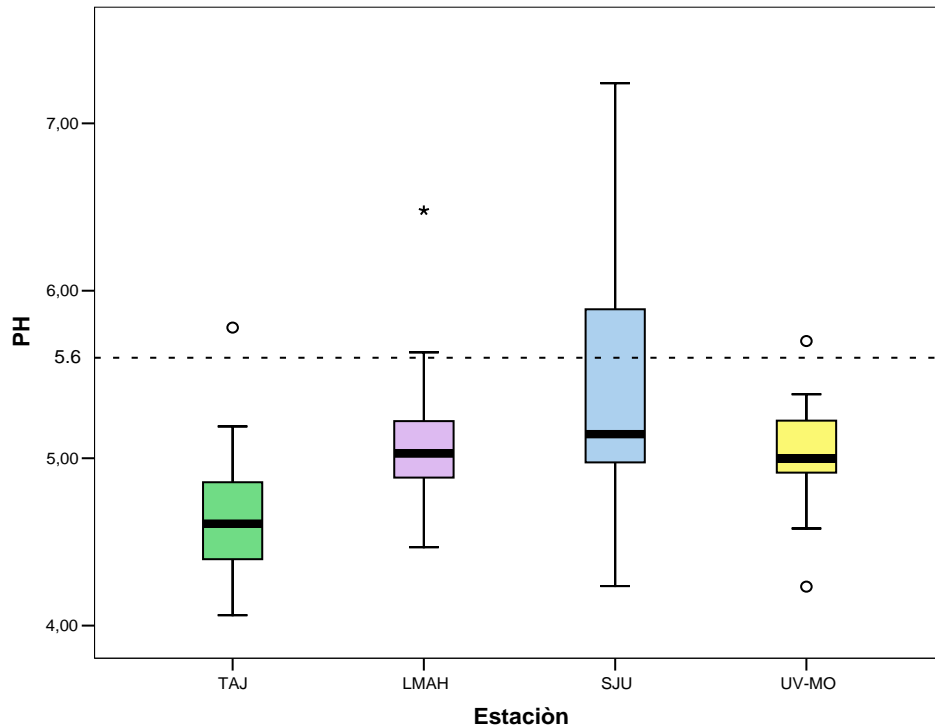


Figura 6.2. Gráfica de caja para comparar medias de pH ponderados mensuales. La media menor de pH se obtiene para TAJ y la media mayor para SJU, sin embargo se observa que predominan valores por debajo del valor de referencia del agua limpia (pH=5.6) por lo que la acidez prevalece en todos los sitios.

Conductancia Especifica

En la tabla 6.13 se encontró que en TAJ- SJU hubo diferencia significativa con los demás sitios.

Tabla 6.13. Resultados de la prueba de Wilcoxon de la conductividad especifica.

Num de combinaciones	PAR ESTACIONES	valor de p	p < 0.05
		Will	dif. signif.
1	Tajin-La Mancha	0,139	No
2	Tajin-SJU	0,006	Si
3	Tajin- UV-MOC	0,443	No
4	La Mancha-SJU	0	Si
5	La Mancha-UV-MOC	0,524	No
6	SJU-UV-MOC	0,003	Si

Tendencia. En orden decreciente representada en la figura donde se muestra que SJU tiene el valor promedio más alto en conductividad de acuerdo a la figura 6.3.

CE: SJU > TAJ > UV-MOC > LMH

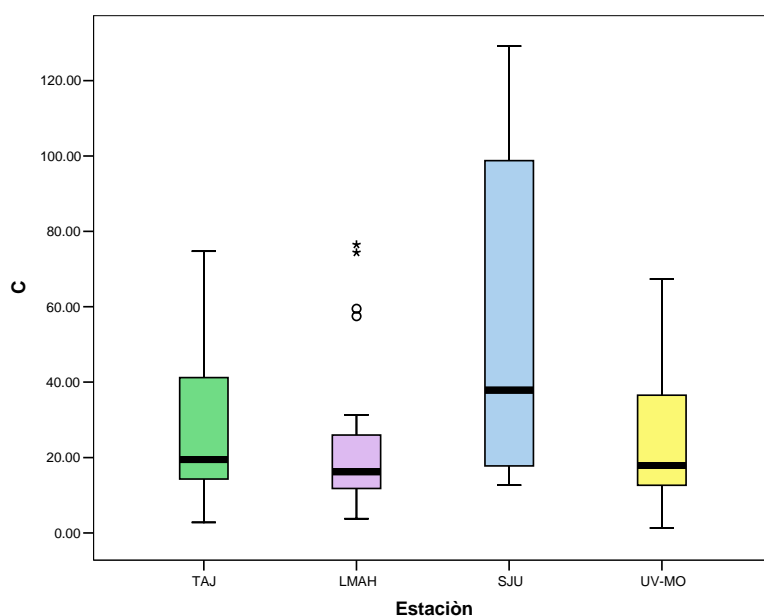


Figura 6.3 Gráfica de caja para comparar medias de sitios de los valores de conductividad especifica experimental ponderados mensuales.

Análisis de los iones, sodio, potasio, magnesio y calcio (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , y Ca^{2+})

De acuerdo con la tabla 6.14, para el ión sodio (Na^+) hay diferencia significativa en todos los sitios excepto en la combinación La Mancha y UV-MOC, con potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), y con magnesio (Mg^{2+}) hubo diferencia significativa entre las combinaciones de los sitios excepto el Mg^{2+} , en la combinación de Tajín-La Mancha, lo que indica el comportamiento semejante de los 4 cationes.

Tabla 6.14. Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración de los iones Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , y Ca^{2+} .

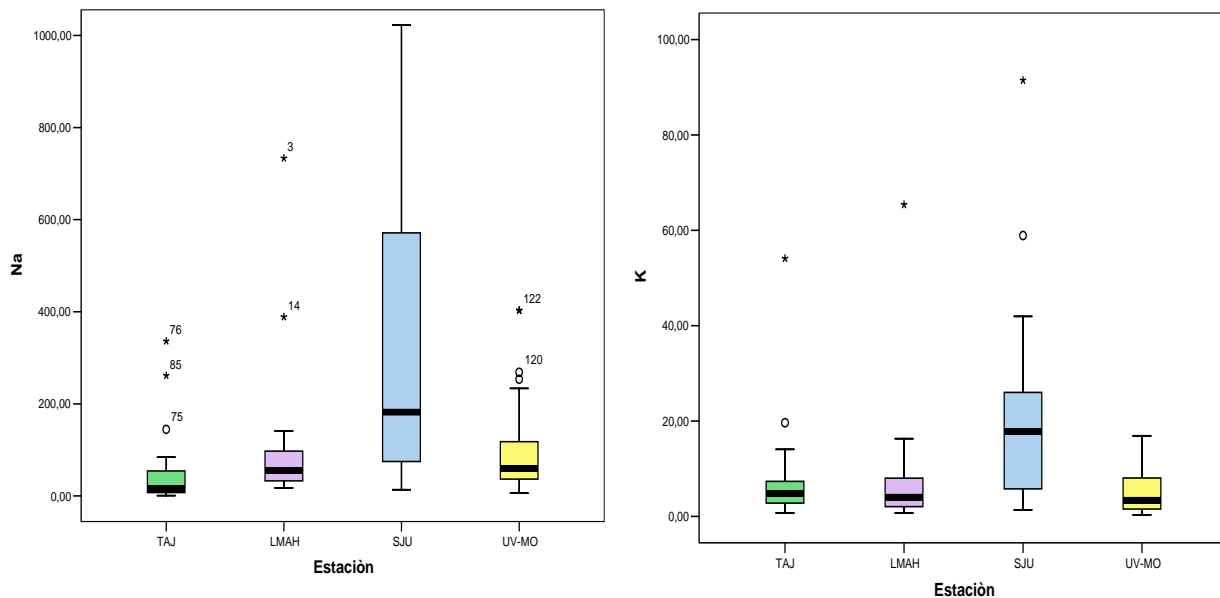
Kw=0		[Na⁺]		[K⁺]		[Ca²⁺]		[Mg²⁺]	
		valor de p	p < 0.05	valor de p	p < 0.05	valor de p	p < 0.05	valor de p	p < 0.05
Num com	PAR ESTACIONES	Will	dif. signif.	Will	dif. signif.	Will	dif. signif.	Will	dif. signif.
1	Tajin-La Mancha	0	Si	0.256	No	0.184	No	0.019	Si
2	Tajin-SJU	0	Si	0	Si	0.007	Si	0	Si
3	Tajin- UV-MOC	0	Si	0.284	No	0.339	No	0.183	No
4	La Mancha-SJU	0	Si	0	Si	0	Si	0.006	Si
5	La Mancha-UV-MOC	0.612	No	0.728	No	0.874	No	0.401	No
6	SJU-UV-MOC	0.001	Si	0	Si	0.001	Si	0.002	Si

Kw: Kruscal-Wallis (Resultado de la prueba de KW).

La tendencia que se observa de acuerdo a la siguiente grafica de caja para el ion sodio es (figura 6.4) :

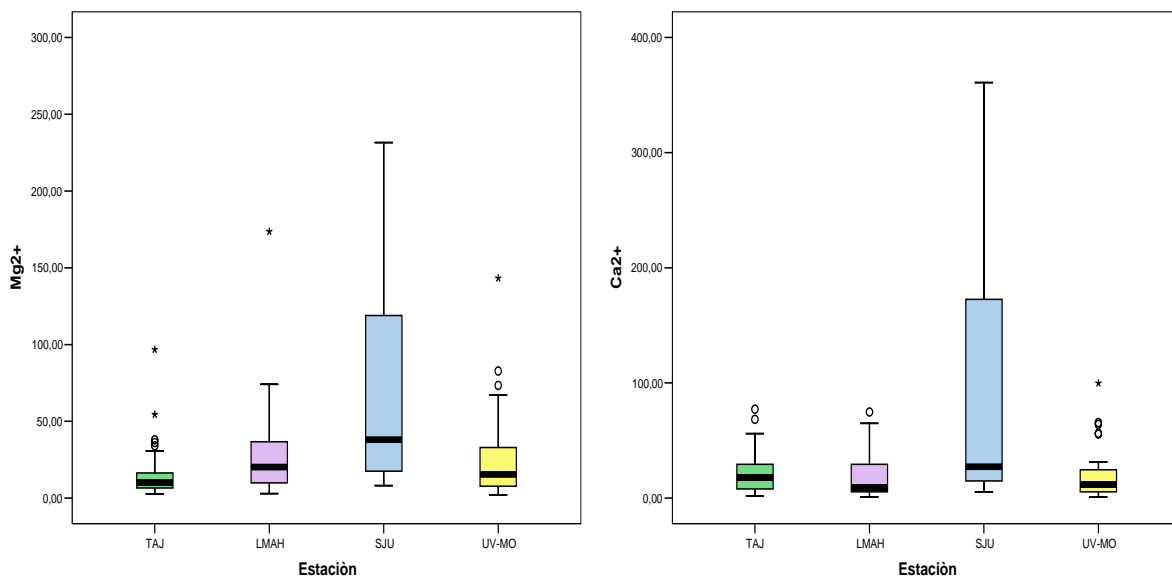
[Na⁺] SJU > LMH > UV- MOC > TAJ

El intervalo de valores en la gráfica de caja de SJU presenta una mayor variabilidad.



a)

b)



c)

d)

Figura 6.4 Graficas de caja de la concentración promedio ponderada mensual de los iones a)Na⁺, b)K⁺, c) Mg²⁺, y d) Ca²⁺.

Análisis del ión amonio NH_4^+

La tabla 6.15 muestra los resultados de comparación para los 4 sitios de estudio del ion amonio NH_4^+ y se observa que TAJ tuvo diferencia significativa con los demás sitios, y SJU con LMH y UV-MOC y LMH- UV-MOC no tuvo diferencia significativa.

Tabla 6.15. Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ión amonio

Kw=0.001 $[\text{NH}_4^+]$

Num com	PAR ESTACIONES	valor de p	p < 0.05
		Will	dif. signif.
1	Tajin-La Mancha	0.001	Si
2	Tajin-SJU	0.001	Si
3	Tajin- UV-MOC	0.008	Si
4	La Mancha-SJU	0.602	No
5	La Mancha-UV-MOC	0.495	No
6	SJU-UV-MOC	0.239	No

La figura 6.5 muestra la gráfica de caja donde TAJ presenta el mayor promedio ponderado mensual de concentración del ión amonio, y la tendencia decreciente observada entre los sitios.

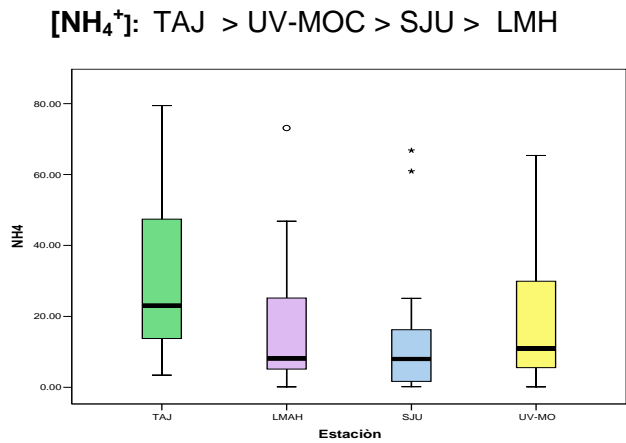


Figura 6.5. Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión amonio.

Análisis del los iones nitrato y sulfato NO_3^- y SO_4^{2-}

La tabla 6.16 muestra los resultado de la prueba no parametrica de Kruscal-Walis del ión nitrato, la cual indica que el ión nitrato no presenta diferencia significativa entre sitios, mientras que la prueba de Kruscal-Walis para el ión sulfato indica que si hubo diferencia significativa entre sitios, las combinaciones se muestran en la tabla 6.17 en los que no hubo diferencia significativa.

Tabla 6.16. Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ión nitrato.

kw=0.079 $[\text{NO}_3^-]$

Num combinaciones	PAR ESTACIONES	valor de p	P < 0.05
1	Tajin-La Mancha	0.035	Si
2	Tajin-SJU	0.849	No
3	Tajin- UV-MOC	0.018	Si
4	La Mancha-SJU	0.348	No
5	La Mancha-UV-MOC	0.625	No
6	SJU-UV-MOC	0.114	No

Esto quiere decir que TAJ tiene diferencia significativa con UV-MOC y LMH.

La figura 6.6 muestra la gráfica de caja de los valores promedio ponderado de las concentraciones del ión nitrato para cada sitio durante el período 2003, 2004 y 2005, observando una tendencia decreciente en el siguiente orden.

$[\text{NO}_3^-]$ SJU > TAJ > LMH > UV-MOC

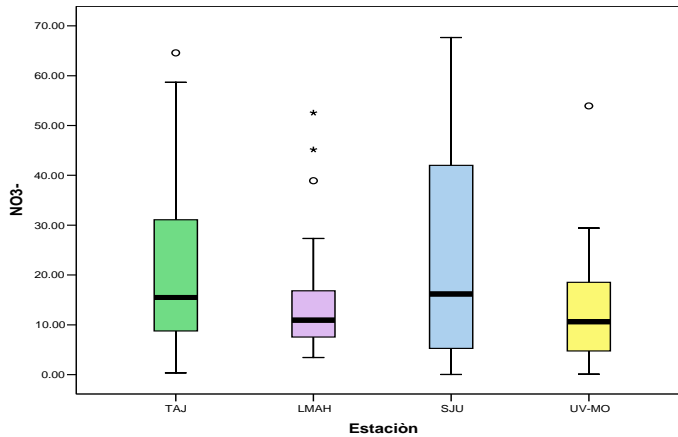


Figura 6.6. Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensual del ión nitrato.

Para el ión sulfato la diferencia significativa se muestra en las combinaciones consecutivas TAJ-LMH-SJU-UV-MOC. La tabla 6.18 nos muestra los resultados de la prueba estadística.

Tabla 6.17. Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ión sulfato.

kw=0.013 [SO₄²⁻]

Num com	PAR ESTACIONES	valor de p	p < 0.05
1	Tajin-La Mancha	0.031	Si
2	Tajin-SJU	0.402	No
3	Tajin- UV-MOC	0.091	No
4	La Mancha-SJU	0.009	Si
5	La Mancha-UV-MOC	0.896	No
6	SJU-UV-MOC	0.011	Si

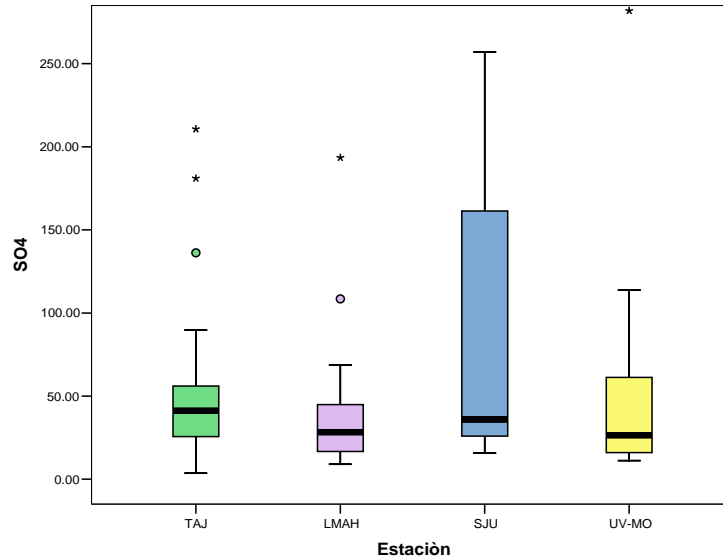


Figura 6.7. Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión sulfato.

El ión nitrato en SJU tiene el valor promedio ponderado más alto y para el ión sulfato TAJ es el sitio con el promedio ponderado mayor por lo que se sugiere que gran parte de la acidez en TAJ es debido a el ión sulfato y en SJU al ión nitrato.

Análisis del ión cloruro (Cl⁻)

La tabla 6.18 muestra el resultado de la prueba estadística para el ión cloruro, la cual muestra que si hubo diferencia significativa en todos los sitios. Excepto entre LMH y UV-MOC.

Tabla 6.18. Resultados de la prueba de Wilcoxon de la concentración del ión cloruro.

kw=0	[Cl ⁻]		
		valor de p	p < 0.05
Num com	PAR ESTACIONES	Will	dif. signif.
1	Tajin-La Mancha	0	Si
2	Tajin-SJU	0	Si
3	Tajin- UV-MOC	0.001	Si
4	La Mancha-SJU	0	Si
5	La Mancha-UV-MOC	0.965	No
6	SJU-UV-MOC	0.002	Si

La figura 6.8 muestra la gráfica de caja de la media ponderada mensual del ión cloruro, a excepción de la combinación entre La Mancha y UV MOC, su comportamiento es muy semejante al del ión sodio y la tendencia decreciente es la siguiente.

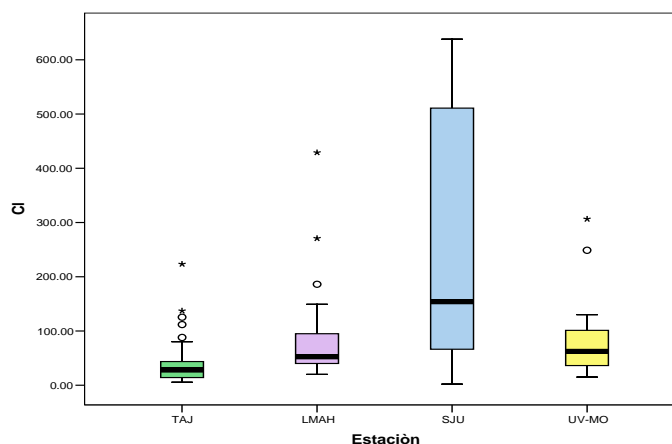


Figura 6.8 Gráfica de caja para comparar medias de los valores de concentración ponderada mensuales del ión cloruro.

[Cl⁻] SJU > LMH > UV- MOC > TAJ

6.2 Análisis del Factor de Correlación de los parámetros físico-químicos y concentración de los iones de las muestras de deposición húmeda.

El análisis de correlación es un método estadístico para determinar la fuerza de la relación o dependencia lineal existente entre las variables.

Con la finalidad de identificar la asociación entre las concentraciones de los iones obtenidos en todas las muestras de depósito húmedo para cada sitio, y su correspondiente año, (2003,2004 y 2005) se obtuvieron las matrices de correlación lineal, usando el coeficiente de Pearson, mostrando bajas correlaciones, por lo que se recurrió a pruebas de relaciones no lineales entre variables denominadas no paramétricas.

Se usó entonces el coeficiente de Spearman (r) y de esta manera se establecen factores de correlación más precisos entre las variables, lo que se observa en las tablas de matriz de correlación para cada sitio y su correspondiente año en el anexo IX.

La correlación es buena para la mayoría de los aniones y cationes, siendo consecuencia de su origen común, es decir que provienen de fuentes similares como el aerosol marino, los campos de cultivo, y la actividad ganadera, entre otros.

Las tablas 6.19, 6.20, 6.21 y 6.22 presentan las correlaciones entre los diferentes parámetros estudiados para los sitios de El Tajín, La Mancha, SJU y la UV-MOC respectivamente. Para cada uno de los sitios mencionados se consideran todas las muestras colectadas durante el periodo del 2003-2005.

Tabla 6.19 Factor de correlación de Spearman de El Tajín para el período 2003-2005

	PH	C	H	Na	NH ₄	K	Mg ²⁺	Ca ²⁺	OH	Cl	NO ₃ ⁻	SO ₄
PH	1.000	-0.691	-1.000	-0.388	-0.232	-0.257	-0.370	-0.306	0.529	-0.375	-0.151	-0.369
C		1.000	0.691	0.483	0.584	0.386	0.460	0.517	-0.512	0.572	0.393	0.669
H			1.000	0.388	0.232	0.257	0.370	0.306	-0.529	0.375	0.151	0.369
Na				1.000	0.588	0.506	0.741	0.712	-0.114	0.805	0.486	0.494
NH ₄					1.000	0.674	0.484	0.680	-0.203	0.662	0.528	0.620
K						1.000	0.376	0.550	-0.092	0.566	0.340	0.233
Mg ²⁺							1.000	0.661	-0.186	0.763	0.409	0.561
Ca ²⁺								1.000	-0.194	0.822	0.516	0.616
OH									1.000	-0.178	-0.024	-0.276
Cl										1.000	0.470	0.613
NO ₃ ⁻											1.000	0.593
SO ₄												1.000

Tabla 6.20 Factor de correlación de sperman de La Mancha para el período 2003-2005.

	PH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4
PH	1.000	-0.096	-1.000	0.220	-0.038	0.047	0.083	-0.043	0.646	0.075	0.150	0.058
C		1.000	0.096	0.528	0.521	0.670	0.659	0.773	0.054	0.776	0.454	0.716
H			1.000	-0.220	0.038	-0.047	-0.083	0.043	-0.646	-0.075	-0.150	-0.058
Na				1.000	0.501	0.580	0.661	0.490	0.209	0.717	0.411	0.634
NH4					1.000	0.727	0.676	0.565	-0.036	0.583	0.625	0.769
K						1.000	0.913	0.711	-0.023	0.730	0.535	0.728
Mg2+							1.000	0.754	-0.018	0.774	0.551	0.780
Ca2+								1.000	0.146	0.803	0.496	0.722
OH									1.000	0.184	0.233	-0.020
Cl										1.000	0.485	0.739
NO3-											1.000	0.722
SO4												1.000

Tabla 6.21 Factor de correlación de sperman de SJU para el período 2003-2005.

	PH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4
PH	1.000	0.197	-1.000	0.303	-0.007	0.359	0.460	0.452	0.622	0.348	0.053	0.165
C		1.000	-0.197	0.753	0.181	0.675	0.799	0.762	0.331	0.762	0.565	0.767
H			1.000	-0.303	0.007	-0.359	-0.460	-0.452	-0.622	-0.348	-0.053	-0.165
Na				1.000	0.135	0.760	0.935	0.825	0.464	0.760	0.428	0.668
NH4					1.000	-0.055	0.065	0.104	-0.021	0.087	0.502	0.266
K						1.000	0.822	0.901	0.562	0.608	0.340	0.704
Mg2+							1.000	0.888	0.526	0.798	0.450	0.707
Ca2+								1.000	0.552	0.716	0.489	0.739
OH									1.000	0.506	0.045	0.246
Cl										1.000	0.388	0.662
NO3-											1.000	0.619
SO4												1.000

Tabla 6.22 Factor de correlación de sperman de La Mancha para el período 2003-2005.

	PH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4
PH	1.000	0.083	-0.999	0.070	0.143	-0.080	0.111	0.318	0.574	-0.068	0.030	-0.058
C		1.000	-0.093	0.331	0.222	0.253	0.434	0.296	0.026	0.420	0.497	0.486
H			1.000	-0.057	-0.152	0.079	-0.115	-0.324	-0.569	0.062	-0.044	0.046
Na				1.000	0.324	0.563	0.739	0.591	0.030	0.763	0.273	0.435
NH4					1.000	0.330	0.488	0.554	-0.031	0.427	0.482	0.511
K						1.000	0.801	0.641	-0.128	0.562	0.269	0.580
Mg2+							1.000	0.794	-0.032	0.733	0.356	0.628
Ca2+								1.000	0.134	0.562	0.390	0.768
OH									1.000	-0.125	-0.075	-0.117
Cl										1.000	0.556	0.542
NO3-											1.000	0.462
SO4												1.000

Los números en negritas describen que la correlación es significativa al 0.01 para valores arriba de 0.6 y para valores de 0.5 a 0.6 es significativa al 0.05.

Las sales: NaCl, MgCl, CaCl₂, CaSO₄, MgSO₄, NH₄SO₄, NH₄NO₃, Ca(NO₃)₂ presentaron las mejores correlaciones. En la tabla 6.23 se muestra la correlación ente los cationes Mg²⁺/Ca²⁺ para todas las estaciones y su correspondiente año.

Con base en el análisis de las correlaciones anuales de los parámetros físico-químicos y concentración de iones para cada sitio de muestreo a continuación se tratará los pares que presentaron una mayor correlación. Las tablas completas de las correlaciones anuales se presentan en el anexo VIII.

Tabla 6.23 Factor de correlación de Mg^{2+}/Ca^{2+} en los 4 sitios de estudio y su correspondiente año.

	2003	2004	2005
TAJ	0.83	0.64	0.44
LMH	0.92	0.68	0.927
SJU	0.87	0.7	0.9
UVM	0.5	0.9	0.8

Estos dos cationes están asociados en el agua por que pertenecen a la misma familia de elementos y su comportamiento químico es semejante. La tabla 6.24 muestra la correlación ente los aniones SO_4^{2-}/NO_3^- para todas las estaciones y su correspondiente año.

Tabla 6.24 Factor de correlación de $(SO_4)^{2-}/(NO_3)^-$ en los 4 sitios de estudio y su correspondiente año.

	2003	2004	2005
TAJ	0.45	0.718	0.48
LMH	0.65	0.811	0.71
SJU	0.55	0.879	0.73
UVM	0.06	0.503	0.82

La asociación entre el ion nitrato y el ion sulfato indica si la fuente es la misma y se observa que en el año 2004 las mejores relaciones resultaron para los sitios LMH y SJU. La tabla 6.25 muestra la correlación entre los aniones SO_4^{2-}/H^+ y NO_3^-/H^+ para todos los sitios y su correspondiente año.

Tabla 6.25. Factor de correlación de SO_4^{2-}/H^+ y NO_3^-/H^+ en los 4 sitios de estudio y su correspondiente año.

	2003	2004	2005
TAJ(SO_4) ²⁻	0.136	0.6	0.321
TAJ(NO_3) ⁻	0.064	0.364	0.045
LMH (SO_4) ²⁻	-0.4	0.147	0.382
LMH (NO_3) ⁻	-0.382	0.014	0.067
SJU(SO_4) ²⁻	-0.648	-0.285	0.283
SJU(NO_3) ⁻	-0.082	-0.309	0.367
UVM (SO_4) ²⁻	0.233	-0.588	0.251
UVM (NO_3) ⁻	-0.117	-0.164	-0.025

La conductividad tiene buena correlación con la mayoría de los iones por que hay una dependencia entre este parámetro y la concentración de los mismos. Ver tablas de correlación Anexo VIII.

6.3 Análisis comparativo entre los iones contenidos en las muestras de la precipitación húmeda con los iones típicos de agua marina.

El cálculo del factor de enriquecimiento para cada ion asociado al agua de mar es un procedimiento que compara los iones contenidos en las muestras de precipitación con los iones típicos de agua marina, determinando el exceso de los diferentes iones que hay en las muestras de agua de lluvia, considerando que el agua de lluvia “limpia” tiene un origen marino y cualquier exceso se atribuye a otras fuentes. Ver Anexo IX

Para realizar los cálculos se utilizaron las concentraciones promedio de los iones ponderados anuales de los 4 sitios estudiados (TAJ, LMH, SJU, UV-MOC) en los años 2003, 2004 y 2005, ver tabla 9.49 Anexo XI. Los resultados de los cálculos se muestran en las tablas 9.50 a la 9.61 del anexo IX.

En esta sección se muestran las tablas 6.26, 6.27, 6.28 que resumen los resultados de las tablas del párrafo anterior del Anexo IX en donde podemos observar los resultados del factor de enriquecimiento (FE), el porcentaje de la sal marina asociada a cada ión (FSM (X) %) y el porcentaje de la fracción no marina de cada ión (FNM (X) %).

Se compara el comportamiento del porcentaje de enriquecimiento debido a fuentes diferentes del mar (FNM (X) %) entre los años de estudio por que entre los sitios no hay variabilidad. La tabla 6.26 muestra la tendencia de los iones provenientes de fuentes no marina.

Tabla 6.26 Tendencia del porcentaje de enriquecimiento debido a fuentes no marinas FNM (X) %

2003	$\text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+$
2004	$\text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+$
2005	$\text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$

De igual manera se analizaron los porcentajes de los iones asociados a la fuente marina (FSM%) y se presentó una jerarquización basada en su mayor aportación marina, que se observa en la tabla 6.27

Tabla 6.27 Tendencia del porcentaje de los iones asociados a la fuente marina

2003	$\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+}$
2004	$\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+}$

2005	$\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-}$
------	---

Así mismo se comparó el comportamiento del pH ponderado promedio anual para cada año y por cada sitio de estudio con el comportamiento del exceso de la sal sulfato no marina, la sal nitrato no marina, y la sal amonio no marina.

Para la sal amonio no marina y la sal nitrato no marino se observa que sus porcentajes son los mayores lo que significa que provienen de fuentes totalmente diferentes al mar, pueden ser en su mayoría antropogénicas, para la sal sulfato no marino se observa la siguiente tendencia junto con el pH y al mismo tiempo con el calcio no marino para los 3 años.

Tabla 6.28 Comparación de la sal sulfato no marina y calcio no marino con el pH para el año 2003 de todos los sitios

Sitio	TAJ	LMH	UV-MOC	SJU
pH	4.55<	5.03<	5.08<	5.26
FNM (X) % SO_4^{2-}	96.63>	86.42>	89.91>	60.09
FNM (X) % Ca^{2+}	96.29>	90.80>	90.14>	86.37

Tabla 6.29 Comparación de la sal sulfato no marina y calcio no marino con el pH para el año 2004 de todos los sitios

Sitio	TAJ	LMH	UV-MOC	SJU
pH	4.55 <	5.03 <	5.08 <	5.26
FNM (X) % SO_4^{2-}	98.27>	80.09>	58.36<	85.98
FNM (X) % Ca^{2+}	98.35>	83.287>	81.03<	83.66

Tabla 6.30. Comparación de la sal sulfato no marina y calcio no marino con el pH para el año 2005 de todos los sitios

Sitio	TAJ	LMH	UV-MOC	SJU
pH	4.55 <	5.03 <	5.08 <	5.26
FNM(X) % SO_4^{2-}	98.31>	89.76>	88.40>	80.36
FNM (X) % Ca^{2+}	96.38>	88.33>	85.39>	80.82

En las tablas 6.28, 6.29, 6.30 se observa que al disminuir el pH o lo que es igual al aumentar la acidez aumenta la concentración de la sal sulfato no marina y así mismo el calcio no marino, de ahí que se induce que estos dos elementos el ión sulfato y el ión calcio provienen de la misma fuente y no es el ambiente marino. Esta tendencia se observó en todas las estaciones para los tres años, excepto para el año 2004 en los sitios UV-MOC y SJU.

Tabla 6.31 Determinación de FE(X), FSM(X) y FNM(X) con respecto al origen marino de la lluvia en muestras de precipitación pluvial del 2003, para las cuatro estaciones.

	SITIO	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	pH pon anual
(x/Na+)Mar	REFERENCIA	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25	
(x/Na+)LLuvia	TAJIN	1.00	0.70	0.26	0.43	1.03	1.64	2.25	7.48	
	LA MANCHA	1.00	0.12	0.11	0.40	0.41	1.95	0.70	1.86	
	SJU	1.00	0.01	0.08	0.23	0.28	1.41	0.11	0.63	
	UV-MOCAMBO	1.00	0.17	0.13	0.30	0.39	1.47	0.53	2.50	
FE(x)	TAJIN	1.00	75079.07	7.28	3.62	26.95	0.91	241632.93	29.71	
	LA MANCHA	1.00	13305.32	3.12	3.36	10.87	1.08	75257.06	7.37	
	SJU	1.00	1369.77	2.07	1.95	7.34	0.79	11300.85	2.51	
	UV-MOCAMBO	1.00	18282.15	3.68	2.53	10.14	0.82	56513.20	9.91	
FSM(x)%	TAJIN	100.00	0.00	86.27	27.60	3.71	109.69	0.00	3.37	
	LA MANCHA	100.00	0.01	32.10	29.77	9.20	92.23	0.00	13.58	
	SJU	100.00	0.07	48.31	51.39	13.63	127.28	0.01	39.91	
	UV-MOCAMBO	100.00	0.01	27.18	39.46	9.86	122.67	0.00	10.09	
FNM(x)%	TAJIN	0.00	100.00	86.27	72.40	96.29	-9.69	100.00	96.63	
	LA MANCHA	0.00	99.99	67.90	70.23	90.80	7.77	100.00	86.42	
	SJU	0.00	99.93	51.69	48.61	86.37	-27.28	99.99	60.09	
	UV-MOCAMBO	0.00	99.99	72.82	60.54	90.14	-22.67	100.00	89.91	
X exceso (mg/L)	TAJIN	0.00	0.38	0.12	0.17	0.54	-0.09	1.23	3.95	4.55
	LA MANCHA	0.00	0.11	0.07	0.24	0.32	0.13	0.60	1.38	5.03
	SJU	0.00	0.13	0.41	1.19	2.54	-4.06	1.11	3.99	5.26
	UV-MOCAMBO	0.00	0.15	0.09	0.17	0.32	-0.30	0.48	2.04	5.08
X Origen Marino (mg/L)	TAJIN	0.55	0.00	0.02	0.07	0.02	0.98	0.00	0.14	
	LA MANCHA	0.86	0.00	0.03	0.10	0.03	1.55	0.00	0.22	
	SJU	10.53	0.00	0.38	1.26	0.40	18.93	0.00	2.65	
	UV-MOCAMBO	0.91	0.00	0.03	0.11	0.03	1.63	0.00	0.23	

Tabla 6.32 Determinación de FE(X), FSM(X) y FNM(X) con respecto al origen marino de la lluvia en muestras de precipitación pluvial del 2004, para las cuatro estaciones.

	SITIO	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	pH pon anual
(x/Na+)Mar	REFERENCIA	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25	
(x/Na+)LLuvia	TAJIN	1.00	0.97	0.69	0.44	2.30	5.90	4.09	14.57	
	LA MANCHA	1.00	0.14	0.14	0.36	0.23	1.21	0.48	1.80	
	SJU	1.00	0.04	0.04	0.20	0.21	0.97	0.16	0.60	
	UV-MOCAMBO	1.00	0.12	0.12	0.26	0.24	1.40	0.35	1.26	
FE(x)	TAJIN	1.00	104221.73	19.08	3.65	60.43	3.28	440204.11	57.87	
	LA MANCHA	1.00	14812.80	3.76	3.00	6.12	0.67	52099.80	7.13	
	SJU	1.00	4800.38	1.24	1.69	5.44	0.54	17027.01	2.40	
	UV-MOCAMBO	1.00	12795.13	3.35	2.20	6.20	0.78	38177.98	5.02	
FSM(x)%	TAJIN	100.00	0.00	94.76	27.39	1.65	30.49	0.00	1.73	
	LA MANCHA	100.00	0.01	26.58	33.34	16.34	148.85	0.00	14.02	
	SJU	100.00	0.02	80.55	59.13	18.37	184.81	0.01	41.64	
	UV-MOCAMBO	100.00	0.01	29.83	45.38	16.13	128.88	0.00	19.91	
FNM(x)%	TAJIN	0.00	100.00	94.76	72.61	98.35	69.51	100.00	98.27	
	LA MANCHA	0.00	99.99	73.42	66.66	83.66	-48.85	100.00	85.98	
	SJU	0.00	99.98	19.45	40.87	81.63	-84.81	99.99	58.36	
	UV-MOCAMBO	0.00	99.99	70.17	54.62	83.87	-28.88	100.00	80.09	
X exceso (mg/L)	TAJIN	0.00	0.73	0.49	0.24	1.71	3.09	3.09	10.81	4.51
	LA MANCHA	0.00	0.20	0.15	0.36	0.29	-0.88	0.72	2.29	5.13
	SJU	0.00	0.56	0.11	1.04	2.13	-10.40	1.99	4.45	4.96
	UV-MOCAMBO	0.00	0.24	0.17	0.29	0.39	-0.80	0.71	2.02	4.91
X Origen Marino (mg/L)	TAJIN	0.75	0.00	0.03	0.09	0.03	1.36	0.00	0.19	
	LA MANCHA	1.49	0.00	0.05	0.18	0.06	2.67	0.00	0.37	
	SJU	12.60	0.00	0.46	1.51	0.48	22.66	0.00	3.17	
	UV-MOCAMBO	1.99	0.00	0.07	0.24	0.08	3.58	0.00	0.50	

Tabla 6.33 Determinación de FE(X), FSM(X) y FNM(X) con respecto al origen marino de la lluvia en muestras de precipitación pluvial del 2005, para las cuatro estaciones.

	SITIO	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	pH pon anual
(x/Na+)Mar	REFERENCIA	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25	
(x/Na+)LLuvia	TAJIN	1.00	1.11	0.44	1.64	1.05	2.21	3.09	14.93	
	LA MANCHA	1.00	0.06	0.05	0.22	0.20	1.55	0.29	1.28	
	SJU	1.00	0.08	0.12	0.19	0.33	2.49	0.69	2.46	
	UV-MOCAMBO	1.00	0.26	0.05	0.15	0.26	1.85	0.40	2.17	
FE(x)	TAJIN	1.00	119141.42	12.11	13.69	27.64	1.23	332816.28	59.27	
	LA MANCHA	1.00	6467.46	1.45	1.82	5.21	0.86	31033.27	5.09	
	SJU	1.00	8922.19	3.18	1.57	8.57	1.38	74709.75	9.77	
	UV-MOCAMBO	1.00	27550.84	1.48	1.28	6.84	1.03	43560.67	8.62	
FSM(x)%	TAJIN	100.00	0.00	91.74	7.30	3.62	81.31	0.00	1.69	
	LA MANCHA	100.00	0.02	68.84	55.02	19.18	116.31	0.00	19.64	
	SJU	100.00	0.01	31.44	63.67	11.67	72.34	0.00	10.24	
	UV-MOCAMBO	100.00	0.00	67.70	77.96	14.61	97.20	0.00	11.60	
FNM(x)%	TAJIN	0.00	100.00	91.74	92.70	96.38	18.69	100.00	98.31	
	LA MANCHA	0.00	99.98	31.16	44.98	80.82	-16.31	100.00	80.36	
	SJU	0.00	99.99	68.56	36.33	88.33	27.66	100.00	89.76	
	UV-MOCAMBO	0.00	100.00	32.30	22.04	85.39	2.80	100.00	88.40	
X exceso (mg/L)	TAJIN	0.00	0.28	0.10	0.38	0.25	0.10	0.78	3.69	4.66
	LA MANCHA	0.00	0.09	0.02	0.14	0.24	-0.37	0.42	1.52	5.01
	SJU	0.00	0.13	0.12	0.10	0.44	1.05	1.06	3.37	4.92
	UV-MOCAMBO	0.00	0.23	0.02	0.03	0.20	0.05	0.36	1.70	4.97
X Origen Marino (mg/L)	TAJIN	0.25	0.00	0.01	0.03	0.01	0.45	0.00	0.06	
	LA MANCHA	1.47	0.00	0.05	0.18	0.06	2.64	0.00	0.37	
	SJU	1.53	0.00	0.06	0.18	0.06	2.74	0.00	0.38	
	UV-MOCAMBO	0.88	0.00	0.03	0.11	0.03	1.59	0.00	0.22	

6.4 Intercomparación de parámetros físico-químicos y concentración de iones por año y sitio.

Los promedios ponderados mensuales para el pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes para cada sitio y su correspondiente año se representan en las figuras 6.9 a 6.10.

pH

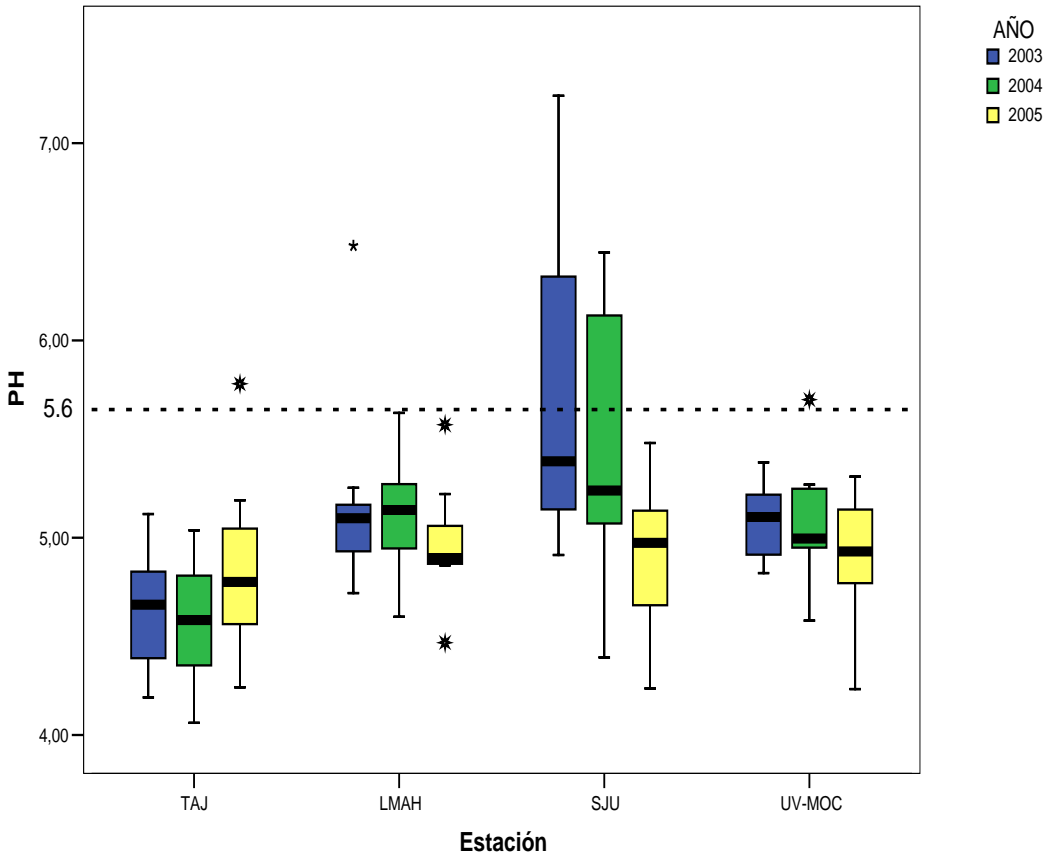


Figura 6.9. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de pH

El pH considerado como el principal indicador de las lluvias ácidas presenta un comportamiento variable entre sitios, los valores mínimos se muestran en la figura 9 en el Tajín para los tres años de estudio (2003,4.19; 2004,4.06; 2005,4.24). esto es debido a que los contaminantes son transportados por los vientos hasta esta región impactando considerablemente en el material de construcción de la zona Arqueológica.

Para el sitio de SJU se observa que la mayoría de sus datos tienden hacia valores menos acidos que presentaron los valores máximos (2003, 7.24; 2004,6.45; 2005, 5.48).

En la figura 6.9 se observa que en el 2003 hubo una disminución del pH entre sitios del sur al norte. En el 2004, Tajín presentó el valor mínimo de pH y en el 2005 no se observarán cambios muy drásticos en la mediana del pH entre los sitios aunque estos valores están por debajo de 5.6 (referencia para una lluvia normal).

Conductividad. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

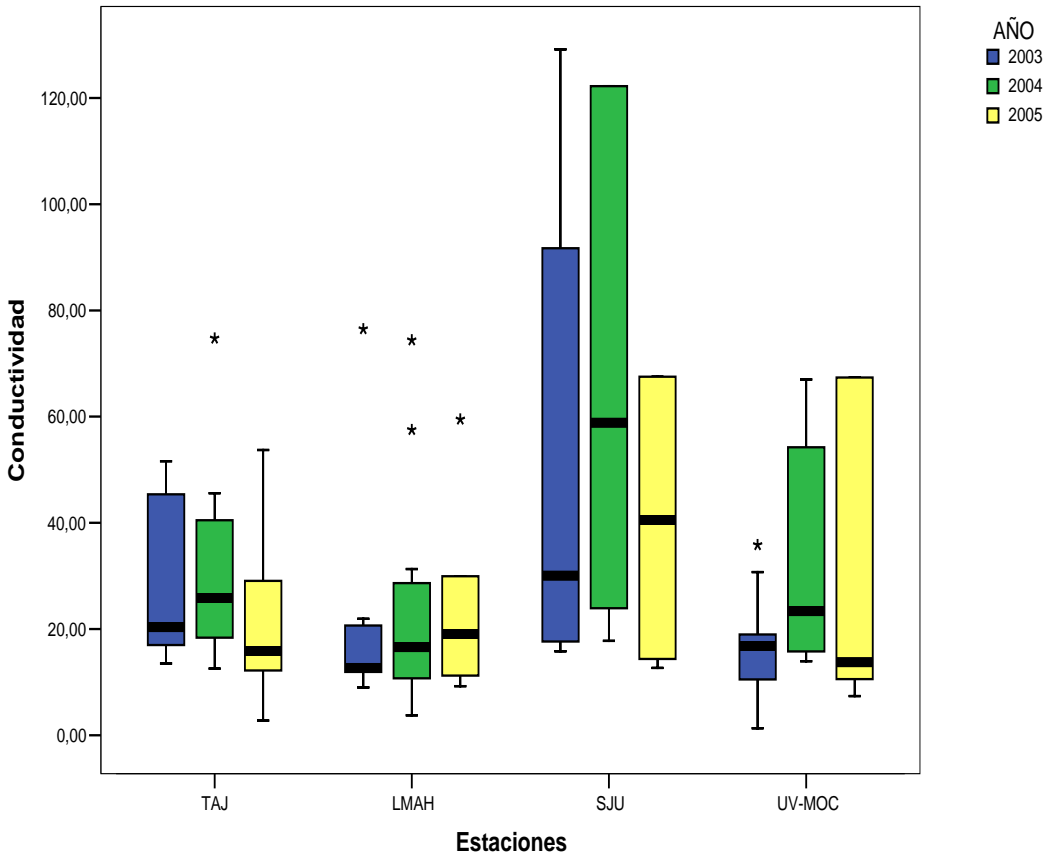


Figura 6.10. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de la conductividad específica.

La figura 6.10 muestra que del 2003 al 2004 se observa un aumento de la conductividad experimental específica en todos los sitios en su valor promedio ponderado y para el 2005 una disminución excepto en LMH.

El valor máximo se registra en SJU para el año 2003 en 129.16 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) este valor es muy probablemente influenciado por las altas concentraciones de cationes que aparecen en las graficas del K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , y Ca^{2+} a lo largo de esta sección en el sitio de SJU para el año 2003, por que provienen de una fuente natural común: los aerosoles marinos, partículas de suelos carentes de conductividad vegetal y presencia de

cubierta asfáltica.

El valor mínimo de conductancia específica se registró en TAJ para el año 2005 y fue de 2.79 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ion Sodio

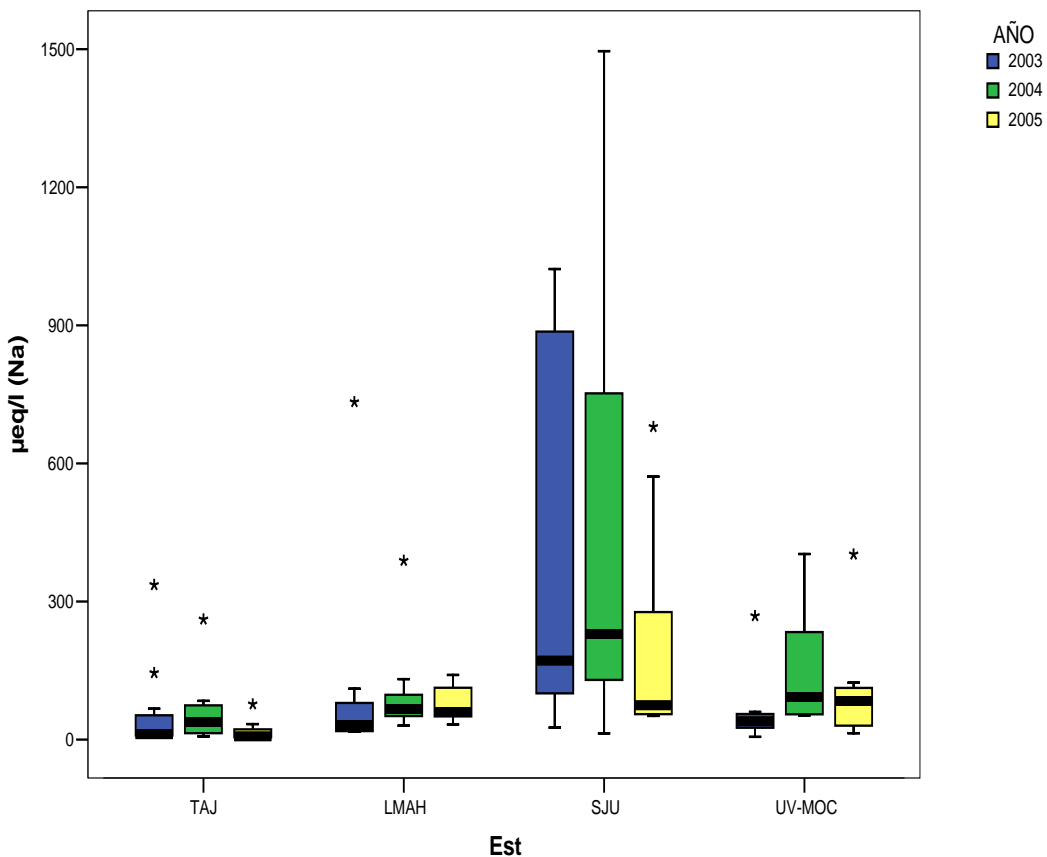


Figura 6.11. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de la concentración del ión sodio.

Los valores máximos se presentaron en SJU: 2004, 1495.76 $\mu\text{eq}/\text{L}$, 2003, 1022.5 $\mu\text{eq}/\text{L}$; y 2005, 571.48 $\mu\text{eq}/\text{L}$,

Los valores de sodio en SJU son consecuencia de la influencia marina ya que en los resultados del factor de enriquecimiento debido al origen marino fueron más altos en estos sitios.

Ion Potasio.

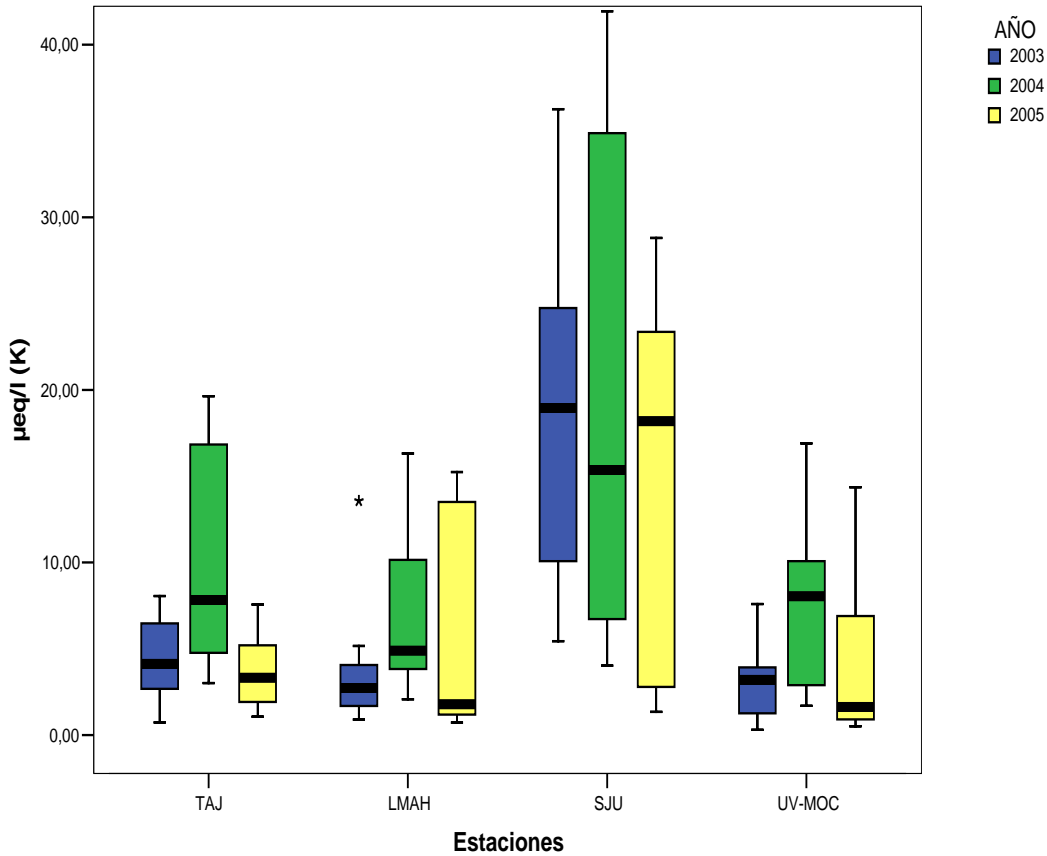


Figura 6.12. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año de la concentración del ión potasio.

Los valores máximos se presentan en SJU (36.26 μ eq/L, 2003; 41.94 μ eq/L, 2004 y 28.80 μ eq/L, 2005). Este ión tiene la misma fuente de origen principal que los cationes restantes debido al tipo de condiciones físicas y geográficas que prevalecen en los alrededores de la zona donde están ubicados los sitios de monitoreo

El potasio es un catión que se encuentra en la sal del mar y causa la neutralización de los componentes ácidos de la lluvia y para SJU en el 2003 se obtuvo una buena correlación con el pH ($r=0.745$), lo cual confirma que ayudó a la neutralización de la lluvia ácida. (Ver tabla 9.42 del Anexo VIII para SJU).

Las mayores medianas promedio se observaron durante los 3 años en SJU.

Ion Magnesio

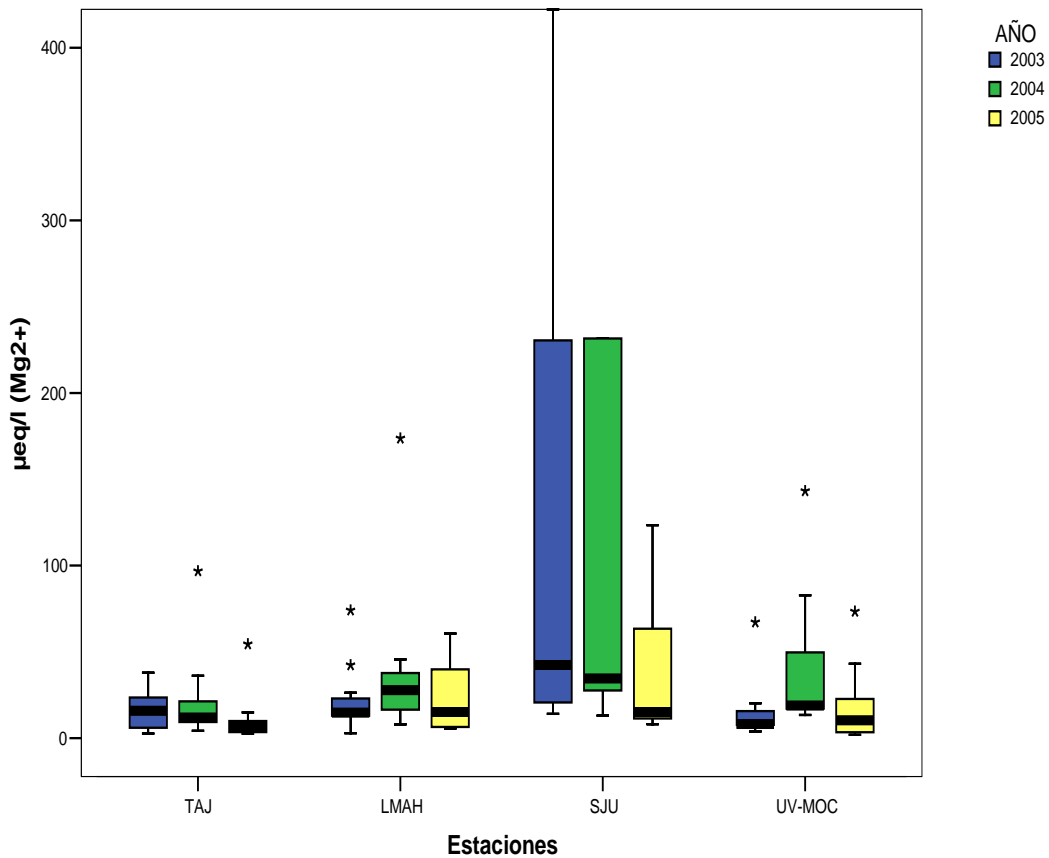


Figura 6.13. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ión magnesio.

La figura 6.13 muestra los valores máximos del ión magnesio alcanzados en el sitio de SJU son: $426.21 \mu\text{ eq/L}$, 2003; y $123.37 \mu\text{ eq/L}$, 2005.

Ion Calcio

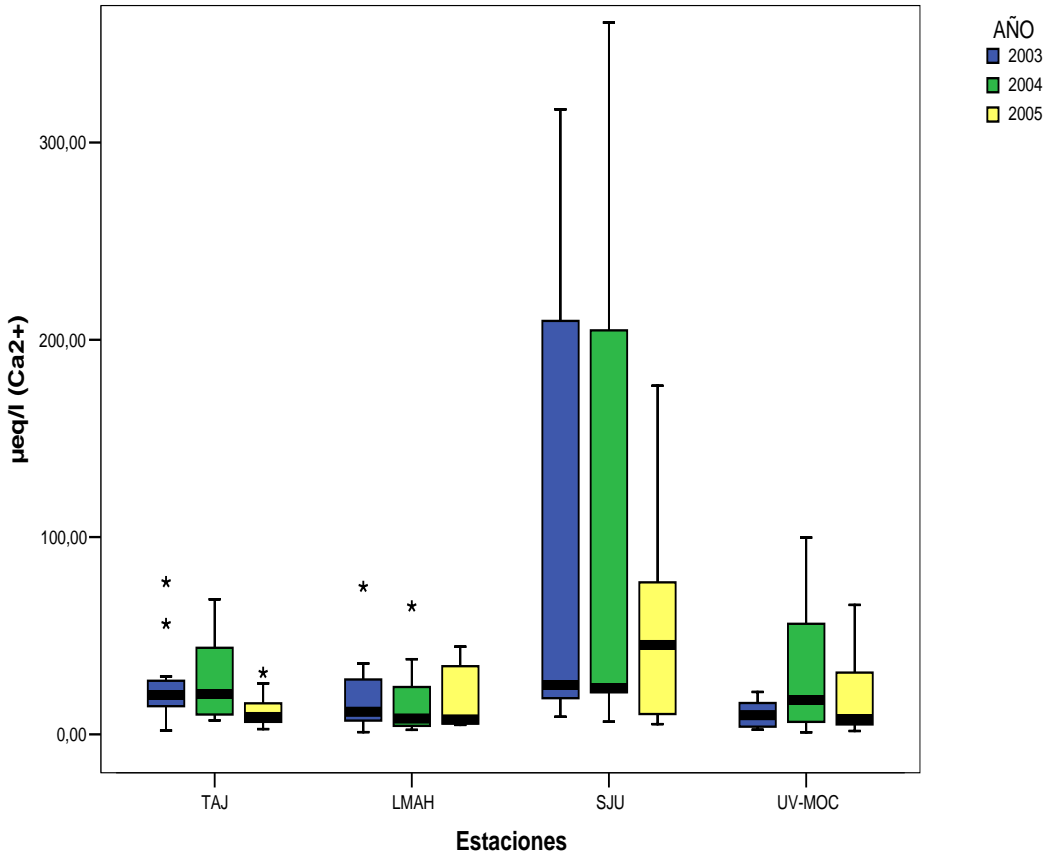


Figura 6.14. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ión calcio.

La figura 6.14 muestra los valores máximos del ión magnesio alcanzados en el sitio de SJU son: 2003, 316.81 µ eq/L, 2004, 343.02 µ eq/L y 2005, 183.37 µ eq/L

El aumento en las concentraciones, indica que este ión influyó considerablemente en el balance iónico de las muestras colectadas en el 2003, 2004 por lo que al observar la gráfica de pH se ve que los datos están hacia valores ligeramente alcalinos y por ello se concluye que tienen un efecto neutralizador en los elementos de la lluvia ácida provocando lluvias con tendencia ligeramente alcalina, lo cual se comprobó con el análisis de correlación.

Ion Nitrato

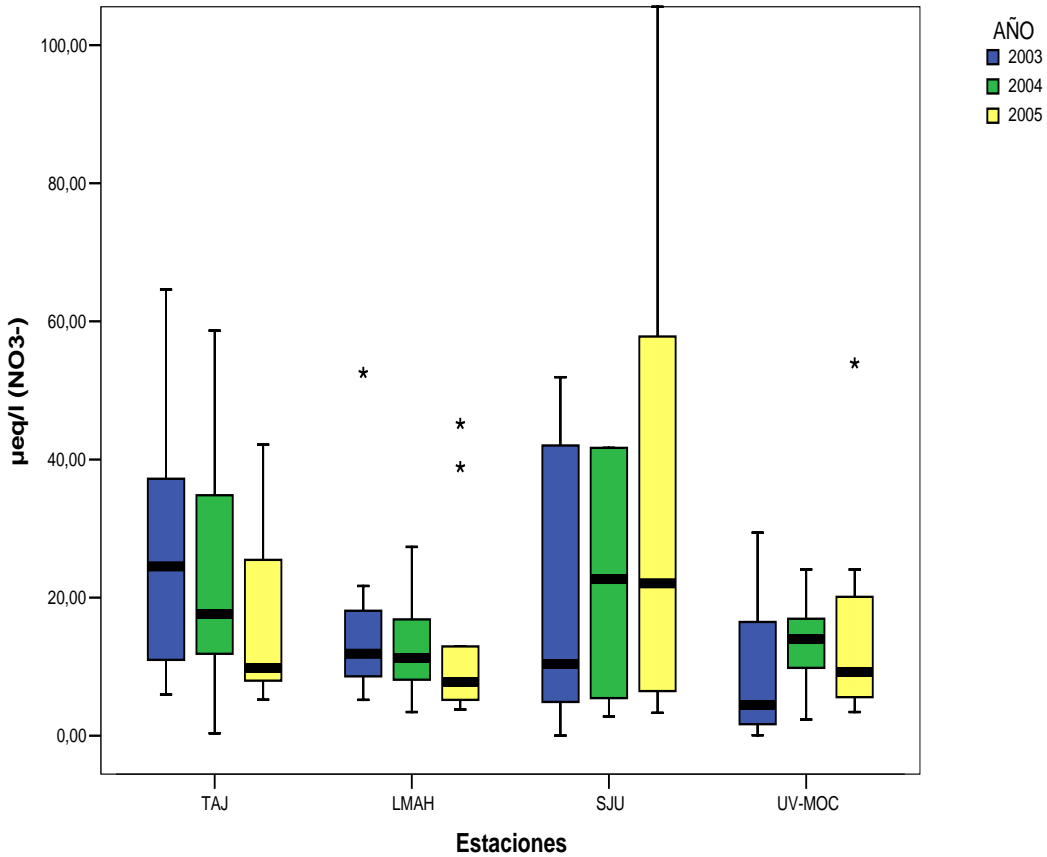


Figura 6.15. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ión nitrato

Los promedios ponderados para el ión nitrato varían de (9.64-36.27 μ eq/L), los valores mas altos se presentrón en SJU 105.92 μ eq/L en el 2005 y en TAJ en el 2003 64.60 μ eq/L. lo cual se puede explicar por las actividades turísticas y comerciales en el puerto de Veracruz muy cerca de la fortaleza de SJU, provocando así un mayor flujo de uso del transporte así también es conocido que los óxidos de nitrógeno están asociados como productos de la quema de combustibles en el parque automotor y fuentes estacionarias como el dique, y contenedores.(Bravo et al, 1996).

Ion Sulfato

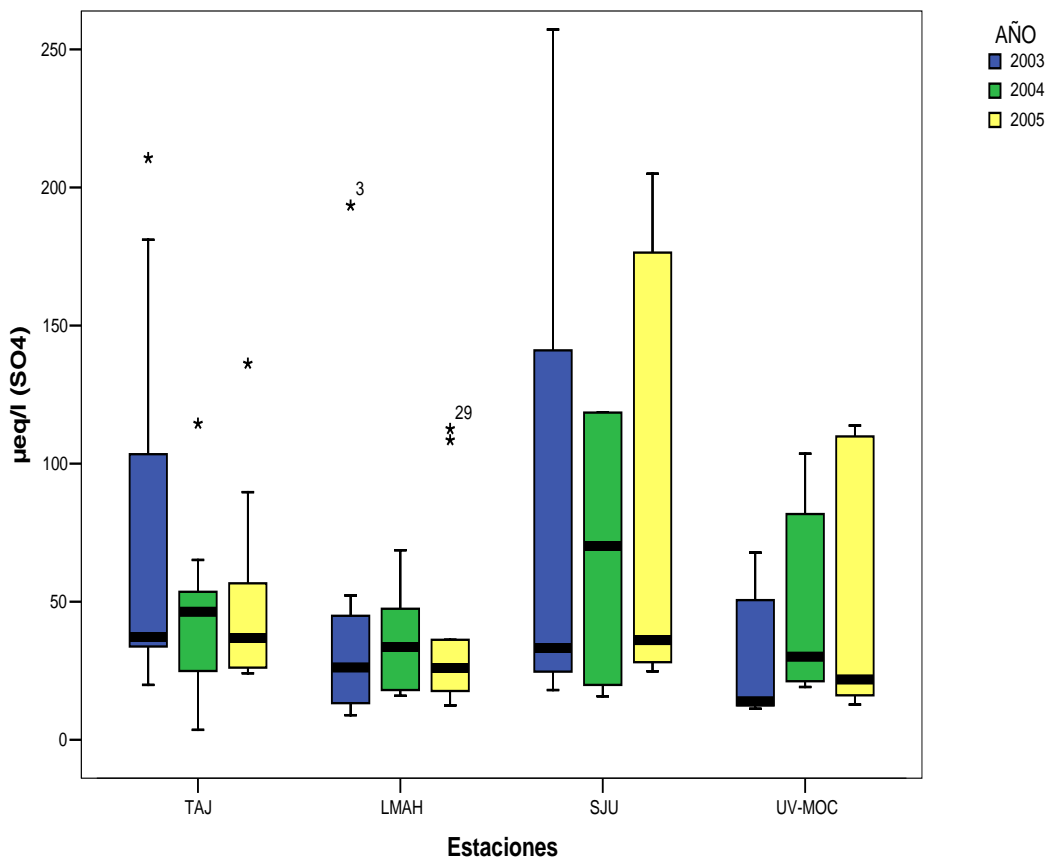


Figura 6.16. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ión sulfato.

Los valores máximos se presentaron en SJU (257.19 μ eq/L) en 2003 y TAJ (210.68 μ eq/L) en el 2005.

Ion Cloruro

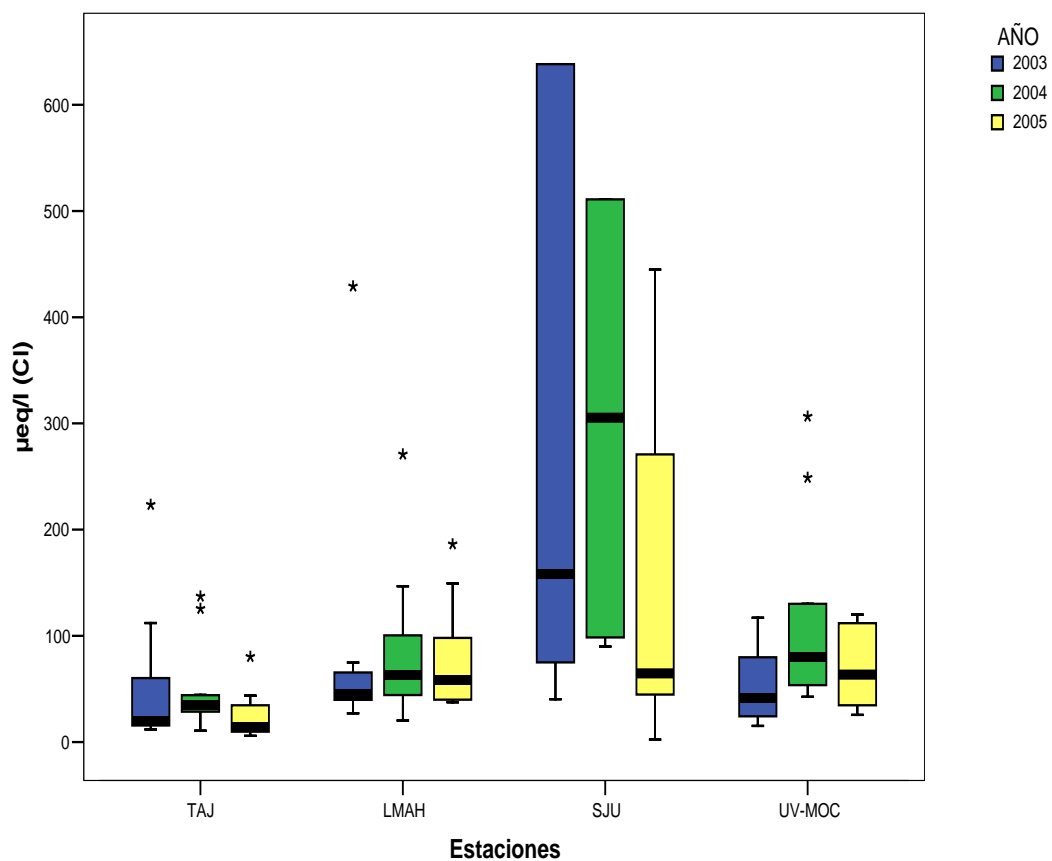


Figura 6.17. Gráfica de caja de los promedios ponderados mensuales por sitio y por año del ión cloruro.

En SJU se tienen los máximos más altos.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El balance iónico es un método para la validación en la cuantificación de los aniones y cationes, se observó que el año 2005 presento menos variabilidad, y la diferencia que hubo con los demás años fué que los análisis se hicieron al mismo tiempo, tanto para aniones como para cationes, no así para los años anteriores. Esto se debió a la carencia de cromatógrafos lo cual se remedió en el año 2005.

En el análisis estadístico por años consecutivo para cada sitio con respecto al pH no hubo cambios estadísticamente significativos de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis. Mientras que en el análisis por sitio hay diferencia significativa en los valores de pH entre todos los sitios en los 3 años estudiados; TAJ muestra el pH promedio ponderado mensual mas bajo y SJU el mas alto, sin embargo se encuentran por debajo del valor de referencia de la lluvia limpia (pH=5.6).

El análisis de conductividad específica experimental observada en SJU tiene una diferencia significativa cuando se compara con los demás sitios y los iones sodio, potasio, magnesio y calcio presentaron los mayores valores ponderados mensual y anual en SJU y su menor valor ponderado mensual en TAJ, con ello podemos explicar que SJU sea el sitio de mayor pH ponderado mensual y anual, siendo aun este ácido y por debajo de los valores de referencia de una lluvia limpia. En el análisis de la conductividad por años consecutivos en cada sitio no mostró diferencia significativa, entre entre los años consecutivos

Los iones magnesio y sodio presentaron un comportamiento de tendencia igual que el ión potasio y calcio en sus concentraciones ponderadas mensuales, esto nos indica que pueden provenir de las mismas fuentes. El catión que tuvo la menor concentración fue el ión potasio. Del 2004 al 2005 se muestra que hubo un decremento estadísticamente significativo para los cuatro cationes básicos en el sitio de Tajín, el ión potasio mostró un incremento significativo del 2003 al 2004 en La Mancha y UV-MOC.

La mayoría de los valores de concentración de los cationes básicos (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , y Ca^{2+}) fueron altos en SJU por lo que se observa al mismo tiempo que fué el sitio más alcalino, a su vez la conductividad presento también valores altos en SJU como resultado de las altas concentraciones de los iones básicos, ya que la conductividad depende de la concentración.

El ión amonio presenta en TAJ el mayor promedio ponderado entre los sitios y también presentó diferencia significativa con los demás, esto se debe a las actividades ganaderas y agropecuarias del sitio ya que son una fuente de este ión. De igual comportamiento que los cationes básicos el ión amonio tuvo un decremento del 2004 al 2005. en el sitio de Tajín.

El ión nitrato no presentó diferencia significativa entre sitios excepto en TAJ con UV-MOC y LMH por lo que se puede decir que las concentraciones ponderadas mensuales del ión nitrato fueron estables en los sitios. Sin cambios significativos en años consecutivos por sitio.

El ión sulfato mostró diferencia significativa de acuerdo con la ubicación geográfica de los sitios en ambas direcciones, ya sea hacia el norte o hacia el sur, al igual que el ión nitrato no presentó cambios significativos en años consecutivos por sitio.

Al comparar a los iones que son precursores de la lluvia ácida tenemos que el ión nitrato mostró su valor promedio más alto en SJU mientras que para el ión sulfato TAJ mostró el promedio ponderado más alto. Con estos resultados se puede evidenciar una mayor contaminación atmosférica por fuentes antropogénicas, sin conocer exactamente su origen ya que estos contaminantes viajan varios kilómetros de sus fuentes, pero si podemos concluir que son los sitios más afectados.

Las sales que mostraron buenas correlaciones con cloruros son: sodio, calcio y magnesio; con sulfatos: calcio, magnesio y amonio; el nitrato con el calcio y el amonio, lo que indica que dichas sales provienen de un origen común. La mayoría de origen marino y corteza terrestre.

La correlación entre el ión sulfato y el ión nitrato presentó los valores más altos en el 2004 para Tajín, La Mancha y SJU. En el 2005 para la Mancha, SJU y UV MOC. Estos valores representan la fuerza de la asociación de los precursores de lluvia ácida, así también se mostró que la mayor correlación de sulfatos con el ión hidrógeno se presentó en Tajín en el año 2004 y en el 2005 con los nitratos. SJU mostró correlaciones positivas con el ión hidrógeno en el 2005, aunque fue mejor con el nitrato, con estos resultados concluimos que la acidez en Tajín puede estar asociada con el ión sulfato y la acidez en SJU con el ión nitrato. Lo que coincide con lo observado en el estudio por sitio al comparar los promedios ponderados más altos de sulfatos y nitratos.

Al realizar el análisis comparativo entre los iones contenido en las muestras de la lluvia con los iones típicos de agua marina se encontró que el ión amonio y el nitrato no marino presentaron el mayor porcentaje de sal no asociada al mar, esta tendencia se presentó en los cuatro sitios de

estudio. Esto confirma que existen fuentes diferentes asociadas al ambiente marino como son las antropogénicas para ambos iones.

Se observó una tendencia en los tres años que al aumentar la acidez o disminuir el pH la concentración del ión sulfato no marino y el ión calcio no marino era mayor, lo que indica que también hay una contribución de acidez por el bióxido de azufre. Proveniente de fuentes fijas como son la Termoeléctrica de Tuxpan principalmente.

RECOMENDACIONES.

Se sugiere realizar la determinación de aniones y cationes simultáneamente ya que esto permite una menor variabilidad en la obtención del balance iónico, el cual es una referencia de la cantidad de aniones y cationes presentes en las muestras.

También se recomienda realizar una determinación de otros analitos como son fosfatos, carbonatos y algunos metales como el aluminio, vanadio, níquel, y manganeso.

Es recomendable que los muestreos se realicen por evento, es decir de una manera secuencial, además de incluir el tiempo del evento, para así tener una mayor confiabilidad y representación de las especie a cuantificar.

Se sugiere realizar un análisis de trayectoria de masas de aire para conocer las posibles fuentes de los precursores de lluvia ácida.

Se sugiere realizar otro tipo de pruebas estadísticas como es la prueba de cluster ya que se podría comparar la agrupación de similitudes y divergencias entre las variables a estudiar proporcionando más información acerca de los resultados obtenidos con la prueba de correlaciones.

CAPITULO 8. BIBLIOGRAFIA

- Baez A.P., Belmont, R.D., García R.M., Torres M.C.B., Padilla H.G. **(2006)**, "*Rainwater chemical composition at two sites in Central México*". Laboratorio de Química Atmosférica, Centro de ciencias de la atmosfera, UNAM, México. Atmos. Res. 80(1), 67-85.
- Bravo A.H., Saavedra R. M.I., Sánchez A.P., Torres J.R., Granada M.L., **(1998)** "*Identificación del origen genérico de los precursores de la lluvia ácida mediante el análisis comparativo entre iones contenidos en las muestras de precipitación con iones típicos del agua marina*". Sección de Contaminación Ambiental, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.
- Bravo A.H., Saavedra R.M.I., Torres J.R., Sanchez A.P., Granada M.L., Soto A.R., Harris J. **(2000)**. "*Impacto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas*". Revista Ciencia y Desarrollo. México.D.F.
- Bravo A.H., Sosa E.R., Sánchez A.P., Alarcón J.A.L., Soto R.A., **(2006)**. "*La lluvia ácida en México*" El Faro . Boletín Informativo de la Coordinación de la investigación científica. Mayo, año VI, No. 62.
- Bravo A.H., Sosa E.R., Sánchez A.P., Soto R., Alarcón J.A.L., **(2005)** "*Precipitación ácida en la costa del Golfo de México*". p 535-552. En: Botello. A.V., Rendón J-Osten Von., Gol-Bouchot G. y Agraz-Hernández C. (Eds). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Auton. De Campeche. Uni. Nal. Autón. De México. Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Bravo A.H., Sosa E.R., Sánchez A.P., Soto A.R., Santacruz M.J.D., Reyes T.J., Ortega M.B.O., Pescador C.L., Velásquez M.A., Hernández T.J., López P.M., Con U.M.J., Anrubio V.E.J., Vázquez B.A., Villanueva S., Ramírez E., Paredes M.S., Nakamura S., Chan R.M., Fitz D., Grosjean D., Kahl J., Scheff P., Brezonik P., Keener T., Lu M., Heckel P. **(2006)**. Informe final "*Taller Internacional sobre la influencia de la calidad del Aire, en las Zonas Arqueológicas Mayas en Mesoamérica*". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, National Science Foundation. Llevado a cabo del 16-21 Octubre, 2005. Cancún, Quintana Roo, México.

- Bravo A.H., Soto A.R., Sosa E.R., Sanchez A.P., Alarcon J.A.L., Kahl, J.J., **(2006)**. *"Effect of rain on building material of the Tajín archaeological zone in Veracruz, México"*. Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987), 144(2), 655-60.
- Bravo A.H., Torres J.R., **(1996)**. *"Características fisicoquímicas y fuentes de contaminantes atmosféricos"*, p. 409-422. En: Botello A.V., Rojas J.L.– Galaraviz., Benítez J.A., Zarate D. Lomeli (Eds).(1996) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental Diagnostico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 5.666 p.
- Bravo A.H., Torres J.R., Harris J., Saavedra R.M., Sanchez A.P., Camacho C.R., Sosa E.R., y Gamboa R.M. T., **(1996)**. *"Estudio de caso sobre química atmosférica y lluvia ácida"*, p 433-457. En: Botello A.V., Rojas J.L.– Galaraviz., Benítez J.A., Zarate D. (Eds). (1996) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental Diagnostico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 5.666 p.
- Botello. A.V., Rendón J-Osten Von., Gol-Bouchot G. y Agraz-Hernández C. (Eds). **(2005)**. Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Auton. De Campeche. Uni. Nal. Autón. De México. Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Colin J.L., Renard D., Lescoat V., Jaffrezo J.L., Gros J.M.y Strauss B. **(1989)**. *"Relationship Between Rain and Snow Acidity and Air Mass Trajectory in Eastern France"*. Atmos Environ. 2387: 1487-1498.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). **(1997)**. "Rutas Continentales de los Contaminantes" Québec, 46 p, dirección electrónica: <http://www.cec.org>.
- Finlayson-Pitts J.B. y Pitts N.J.Jr. **(1986)**. Atmospheric chemistry; fundamentals and experimental techniques. Wiley, New York. cap 11.
- G.D.F., (Gobierno del Distrito Federal). Secretaria del Medio Ambiente. **(2001)**. Compendio Estadístico Del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM 1986 – 2001. Dirección General de Gestión Ambiental del Aire. Dirección de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico. www.sma.df.gob/diciembre2006.

- Guzmán A.P., Villanueva F., y Botello A.V. **(2004)**. *“Metales en tres lagunas costeras del estado de Veracruz”*. En: A. V Botello. J. Rendón-von Osten. G. Gol-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds).(2005). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Auton. De Campeche. Uni. Nal. Autón. De México. Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Herrera R. M. (Conferencia conmemorativa Aniversario del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología) **(2006)**. (PEP/RMNE/GSIPAC). *“Campañas oceanograficas en el Sur del Golfo de México”* Programa de Monitoreo Ambiental del Golfo de México, Lab. de Fisicoquímica.
- Jímenez C. B. E. La contaminación ambiental en México; causas, efectos y tecnología apropiada. **(2001)**.México: Limusa, Colegio de Ingenieros Ambientales de Méx, A.C., Instituto de Ingeniería de la UNAM y FEMISCA. 926 p.
- Manahan Stanley **(1994)**. Environmental Chemistry. 4^o Edition University of Missouri. Lewis publishers. Columbia. pp 286- 1991.
- NADP National Atmospheric Deposition Program/ National Trends Network.**(2002)** www.nadp.sws.uiuc.edu
- Parungo F., Bravo A.H., Keene C.W., y Galloway J.N. **(1988)**. Ion concentraciones and pH of rainwater.p 93-105. En: Parungo F. and Miller J. (Ed). Air Chemistry Studies Over the Gulf of México. NOAA Technical Memorandum ERL ESG-29. Environmental Sciences Group. Boulder,Colorado.pp 93-105.
- Parungo F.N., Clarence Hoyt.S., Bravo A.H. **(1990)**. The investigation of Air Quality and Acid Rain over the Gulf of Mexico . Atmos Environ. 24 A(1): 109-123.
- Paz S.F. “Los procesos económicos y el medio ambiente el caso del sureste mexicano” **(1996)**.Memorias. La situación ambiental en México. UNAM pp 27-35.
- Ponce V.G., y Botello A.V. **(2005)**. *“Niveles de Hidrocarburos en el Golfo de México”*, p. 269-298. En: A. V Botello. J. Rendón-Von Osten. G. Gol-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds). (2005). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Auton. De Campeche. Uni. Nal. Autón. De México. Instituto Nacional de Ecología. 696 p.

- Quintana B.A., Parungo F., Bravo A.H. **(1988)**. "Sulfate, Nitrate, and Biological Particulates in Aerosols". En Parungo F and Miller F. (Eds). *Air Chemistry Studies Over the Gulf of México*. NOAA Technical Memorandum ERL ESG-29. Environmental Sciences Group. Boulder, Colorado. pp 53-71.
- Ramírez B. V. **(2005)**. "Evaluación del efecto de la lluvia ácida en el material de construcción de la Fortaleza de San Juan de Ulúa Veracruz, México", tesis profesional, México, Facultad de Química, UNAM. 98 p.
- Ruiz B. J. **(2004)**. "Efecto de la lluvia ácida en el material pétreo constituyente de los monumentos de la zona arqueológica del Tajín, Veracruz, México, tesis profesional, México, Facultad de Ingeniería, ENEP Aragón, UNAM. 69 p.
- Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. **(1999)**. (PPAZMCM); Programa de Precipitaciones Ácidas en la Zona Metropolitana de la Cd. De México. Dirección General de Ecología del Departamento del Distrito Federal. 89 p.
- Seinfeld J. y Pandis S. **(1998)**. *Atmospheric Chemistry and physics from air pollution to climate change*. A Wiley Interscience publication- John Wiley. 363 p.
- Seto S., Nakamura A., Noguchi I., Ohizumi T., Fukuzaki N., Toyama Syuji., Masahito M., Hayashi Kazuhiko., Hara. H. **(2002)**. "*Annual and seasonal trends in chemical composition of precipitation in Japan during 1989-1998*". Hiroshima Prefectural Institute for Public Health and Environmental Sciences Minami-manchi, Minami-Ku, Hiroshima, Japan. *Atmos Environ* 36; 3505-3517.
- Singer A., Shamay y Freid M. **(1993)**. "Acid Rain on MT. Carmel, Israel". *Atmos Environ*. 27A(6):2287-2293.
- Soto A.R. **(1999)**. "*Efectos de la lluvia ácida sobre el material constituyente de los monumentos mayas mexicanos*". Tesis doctoral. México D.F. Facultad de Ingeniería. División de Estudios de Posgrado. UNAM. Cap 1-8.
- Spiro G.T. **(2004)** *Química Medio-Ambiental*. 2d.Ed. Pearson Pentrice Hall. 504 p.

Swedish Ministry of Agriculture. **(1982)**. Acidificación en Europa (Segunda evaluación-resumen preliminar-Medio Ambiente en Europa) Publicado en 1998 por la Agencia Europea del Medio Ambiente (www.eea.eu.int).

SMN. (Oficinas del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional de Aguas del gobierno de México). **(2002)**

Toledo O. A. **(1996)**. "Caracterización Ambiental del Golfo de México", p, 1-24. En: A. V. Botello, J. L. Rojas – Galaraviz, J. A. Benítez, D. Zarate Lomeli (Eds). (2005) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental Diagnostico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 566 p.

US.EPA, (U.S. Environmental Protection Agency) **(1994)**. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement systems. Vol. V. Precipitation Measurement Systems. EPA-600/R-94, 038e . U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park. NC.

Weimer R. C. **(1993)** Estadística. CECSA 2da.Edición.

Zaleta L. **(2001)**. "Tajín. Misterio y belleza". Ed. Amate Litográfica. Xalapa, Veracruz, México. Cap. 1 y 3, pp 1-63.

Páginas de internet.

<http://www.elbalero.gob.mx/explora/html/veracruz/economia.html/diciembre> 2006.

www.ecología.edu.mx/noviembre 2006.

www.epa.gov/acidrain/enespanol/index_espanol.html#causa/julio 2006.

www.nadp.sws.uiuc.edu octubre2006.

www.sma.df.gob/diciembre2006

www.smn.com.mx/ diciembre 2006.

<http://www.tecnun.es/.../Hipertexto/10CAtm1/10-9Llu.jpg/octubre,2006>

<http://www.uv.mx/universidad/infgral/cronologia/75-84/75-84.html/octubre> 2006.

ANEXO I

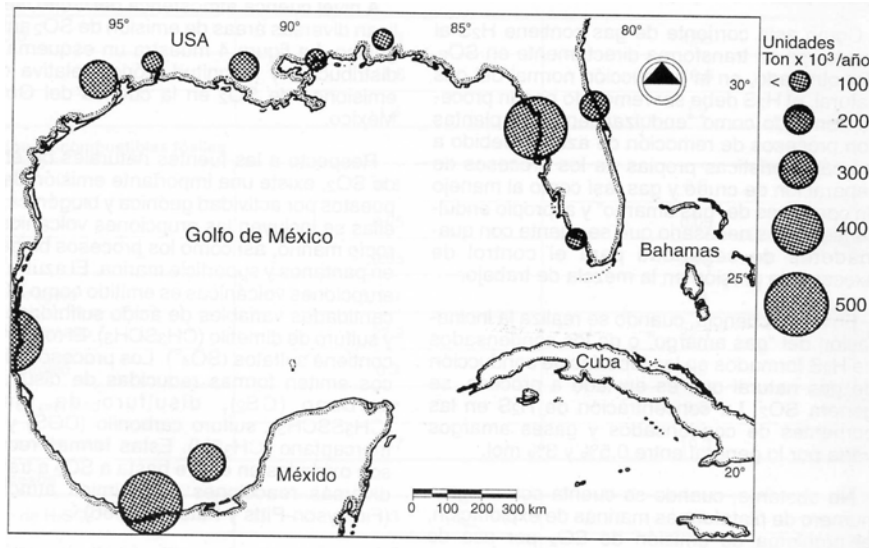


Figura.18. Distribución y magnitud relativa de la emisión de SO₂ de 11 regiones costeras en el Golfo de México. Los círculos representan la proporción de las emisiones. Fuente: Bravo, 1987 y Bioxman, 1986 citado en Botello A.V., 2005.

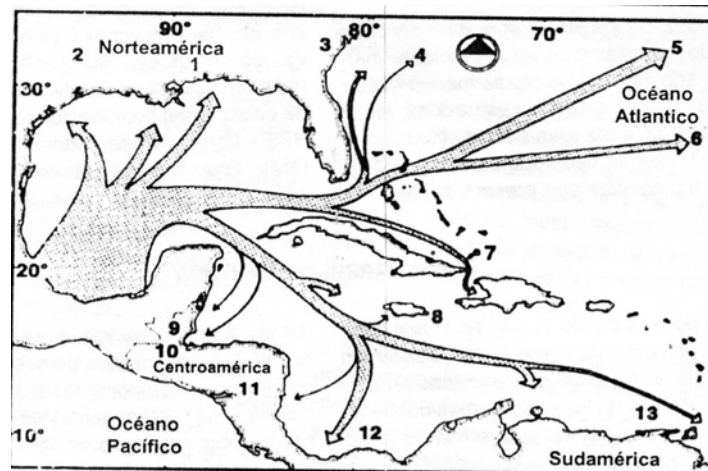


Figura.19. Principales rutas marítimas en el Golfo de México y Mar Caribe utilizadas para la exportación de petróleo crudo mexicano de la sonda de Campeche. Fuente (Ponce,2005) citado en Botello A.V.,2005

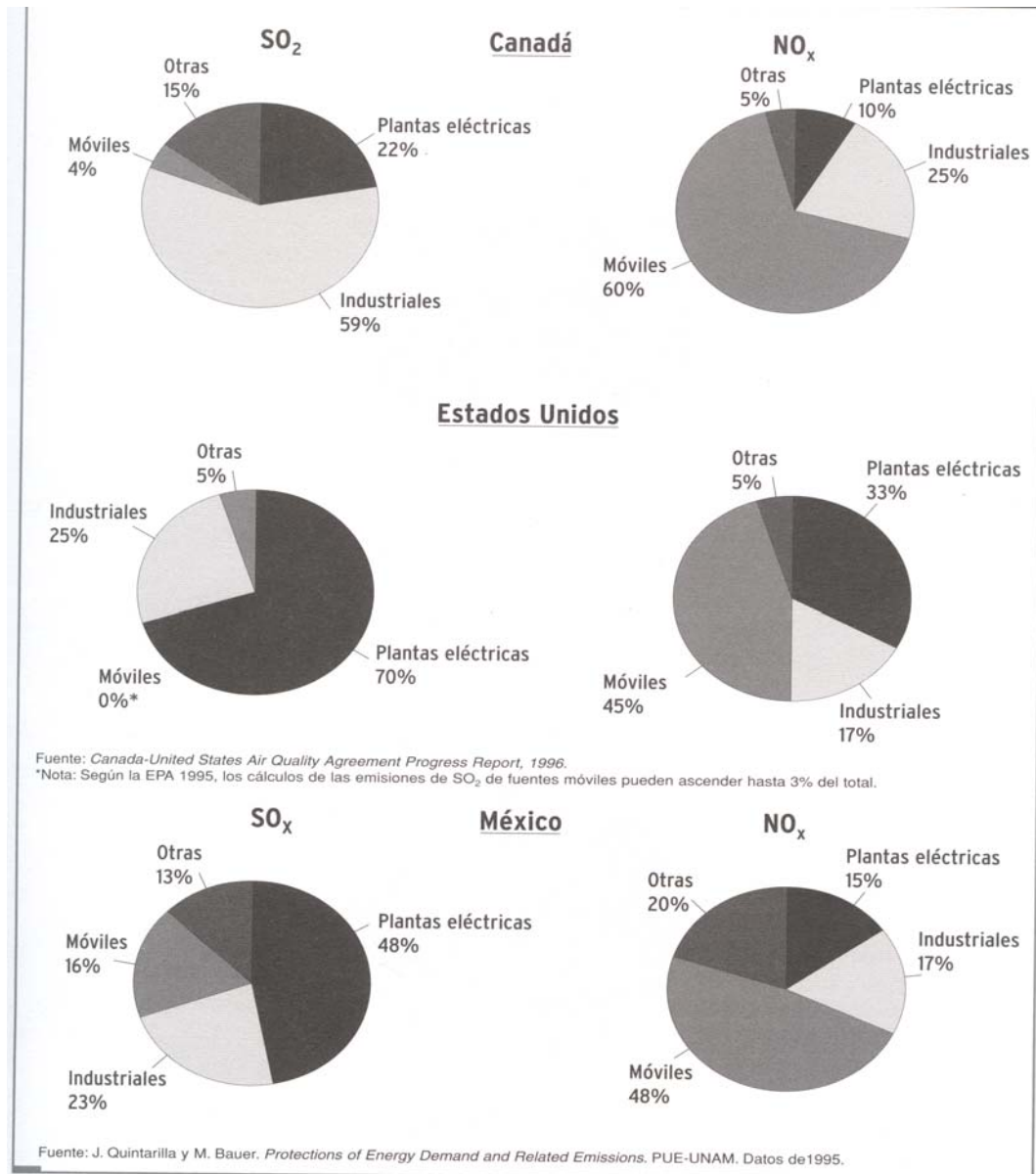


Figura.20. Emisiones de SO₂ y NO_x en Canadá, Estados Unidos y México.

Curva de calibración del ión sodio.

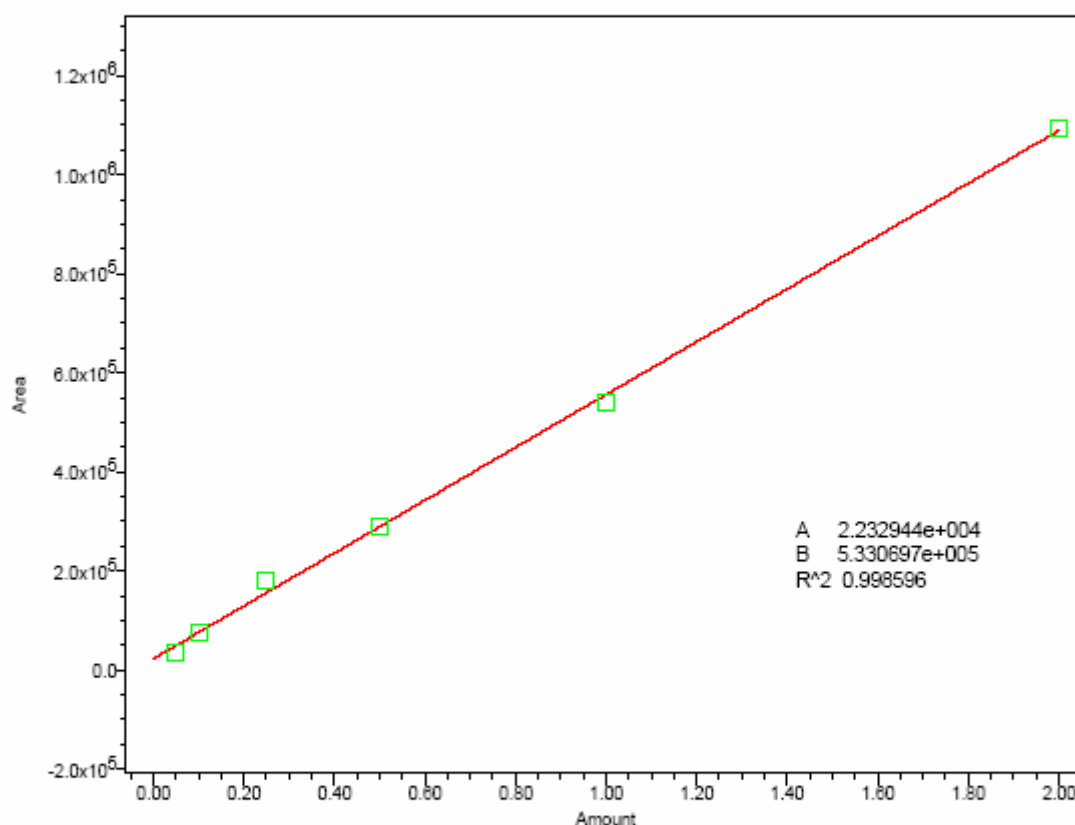


Calibración

Reported by User: System

Project Name: LARAMA

Processing Method:	metodo 1071	Project Name:	LARAMA
Processing Method ID:	16614	System:	HPLC1
Calibration ID:	16615	Channel:	Satin Ch 1
Date Calibrated:	02/09/2006 04:40:25 p.m.	Proc. Chnl. Descr.:	****



Peak: Sodio

	Name	Level	X Value	Response	Calc. Value	% Deviation	Manual	Ignore
1	Sodio		0.050000	33683.000000	0.021296	-57.403	No	No
2	Sodio		0.100000	75771.000000	0.100252	0.252	No	No
3	Sodio		0.250000	160523.000000	0.296760	18.704	No	No
4	Sodio		0.500000	289753.000000	0.501667	0.333	No	No
5	Sodio		1.000000	540024.500000	0.971158	-2.884	No	No
6	Sodio		2.000000	1093194.000000	2.008864	0.443	No	No

Las unidades de "amount" en el eje de las x corresponden a ppm.

Curva de calibración del ión amonio.

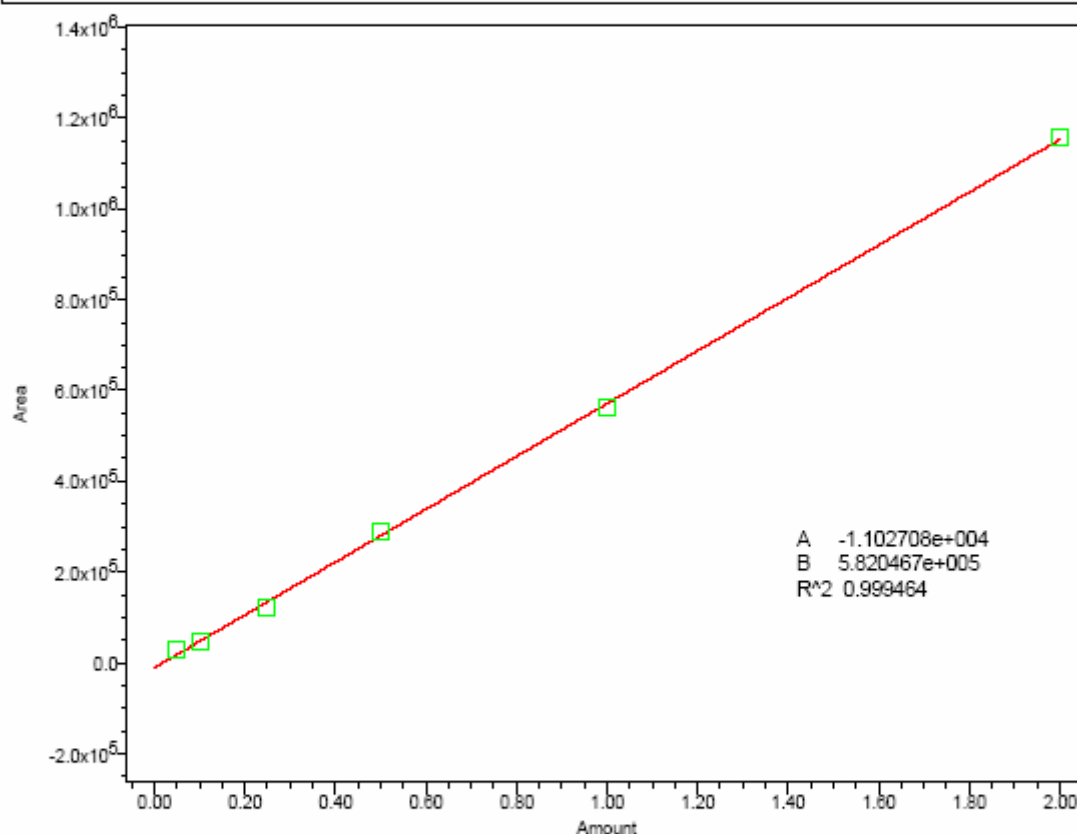


Calibración

Reported by User: System

Project Name: LARAMA

Processing Method:	metodo 1071	Project Name:	LARAMA
Processing Method ID:	16614	System:	HPLC1
Calibration ID:	16615	Channel:	Satin Ch 1
Date Calibrated:	02/09/2006 04:40:25 p.m.	Proc. Chnl. Descr.:	****



Peak: Amonio

Name	Level	X Value	Response	Calc. Value	% Deviation	Manual	Ignore
1	Amonio	0.050000	29418.000000	0.069488	38.975	No	No
2	Amonio	0.100000	46112.000000	0.098169	-1.831	No	No
3	Amonio	0.250000	119725.000000	0.224642	-10.143	No	No
4	Amonio	0.500000	289168.000000	0.515758	3.152	No	No
5	Amonio	1.000000	562997.500000	0.986217	-1.378	No	No
6	Amonio	2.000000	1156399.000000	2.005726	0.286	No	No

Las unidades de "amount" en el eje de las x corresponden a ppm.

Curva de calibración del ión potasio.

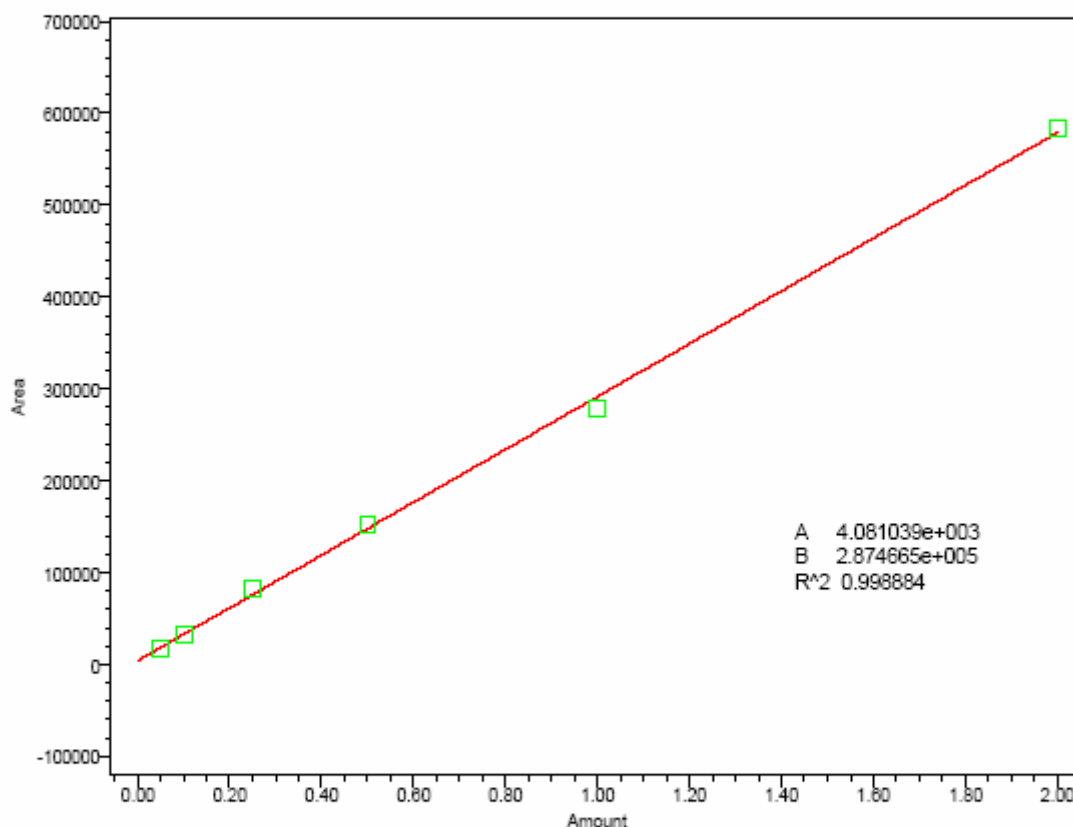


Calibración

Reported by User: System

Project Name: LARAMA

Processing Method:	metodo 1071	Project Name:	LARAMA
Processing Method ID:	16614	System:	HPLC1
Calibration ID:	16615	Channel:	Satin Ch 1
Date Calibrated:	02/09/2006 04:40:25 p.m.	Proc. Chnl. Descr.:	****



Peak: Potasio

	Name	Level	X Value	Response	Calc. Value	% Deviation	Manual	Ignore
1	Potasio		0.050000	16598.000000	0.043535	-12.929	No	No
2	Potasio		0.100000	32925.000000	0.100339	0.339	No	No
3	Potasio		0.250000	82203.000000	0.271760	8.704	No	No
4	Potasio		0.500000	151851.000000	0.513347	2.669	No	No
5	Potasio		1.000000	278284.500000	0.953862	-4.614	No	No
6	Potasio		2.000000	583946.000000	2.017157	0.858	No	No

Las unidades de "amount" en el eje de las x corresponden a ppm.

Curva de calibración del ión magnesio.



Calibración

Reported by User: System

Project Name: LARAMA

Processing Method: metodo 1071

Project Name: LARAMA

Processing Method ID: 16614

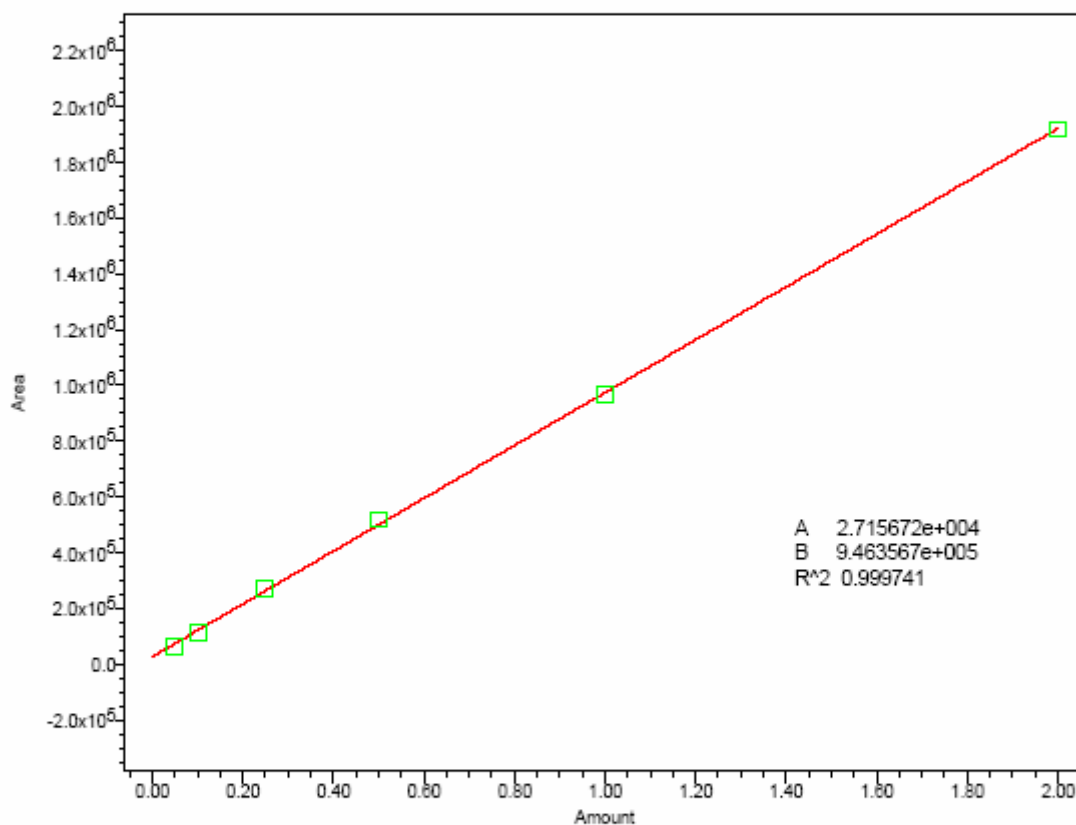
System: HPLC1

Calibration ID: 16615

Channel: Satin Ch 1

Date Calibrated: 02/09/2006 04:40:25 p.m.

Proc. Chnl. Descr.: ****



Peak: Magnesio

	Name	Level	X Value	Response	Calc. Value	% Deviation	Manual	Ignore
1	Magnesio		0.050000	64010.000000	0.038942	-22.115	No	No
2	Magnesio		0.100000	112287.000000	0.089956	-10.044	No	No
3	Magnesio		0.250000	271544.000000	0.258240	3.296	No	No
4	Magnesio		0.500000	519364.000000	0.520108	4.022	No	No
5	Magnesio		1.000000	969789.500000	0.996065	-0.394	No	No
6	Magnesio		2.000000	1916737.000000	1.996689	-0.166	No	No

Las unidades de "amount" en el eje de las x corresponden a ppm.

Curva de calibración del ión calcio.

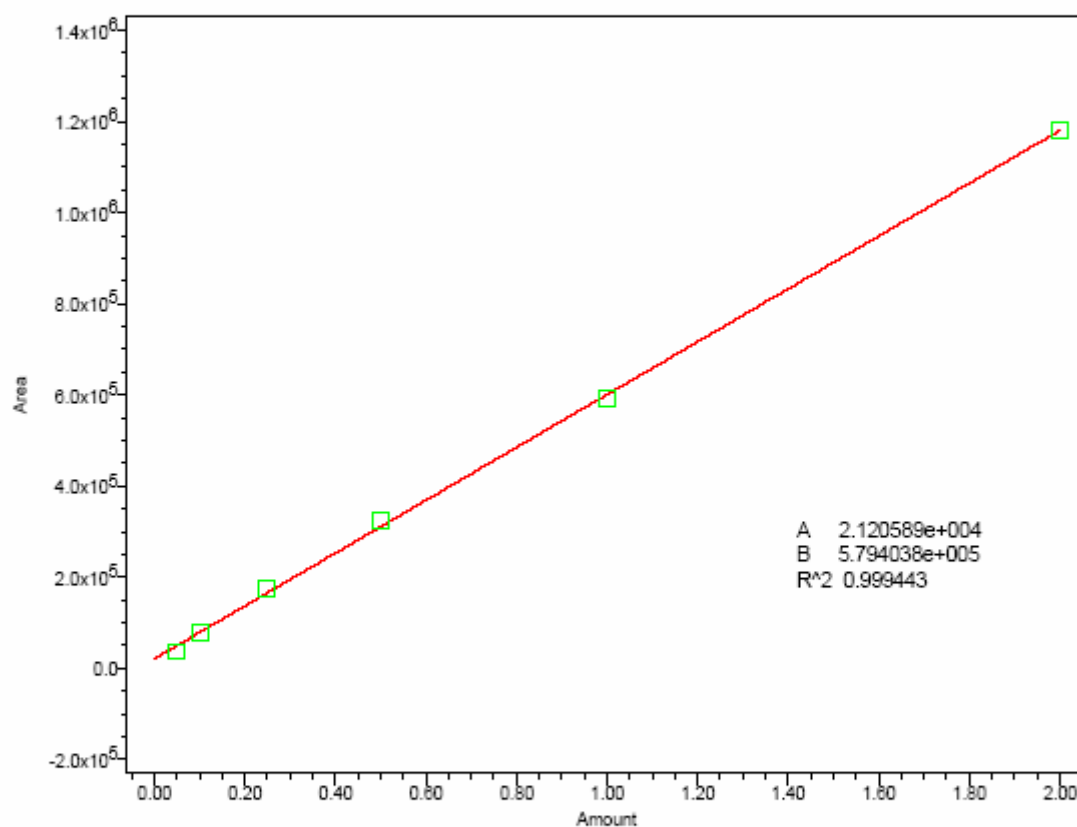


Calibración

Reported by User: System

Project Name: LARAMA

Processing Method:	metodo 1071	Project Name:	LARAMA
Processing Method ID:	16614	System:	HPLC1
Calibration ID:	16615	Channel:	Satin Ch 1
Date Calibrated:	02/09/2006 04:40:25 p.m.	Proc. Chnl. Descr.:	****



Peak: Calcio

	Name	Level	X Value	Response	Calc. Value	% Deviation	Manual	Ignore
1	Calcio		0.050000	37151.000000	0.027520	-44.960	No	No
2	Calcio		0.100000	79060.500000	0.099835	-0.165	No	No
3	Calcio		0.250000	175331.500000	0.266007	6.403	No	No
4	Calcio		0.500000	323785.000000	0.522225	4.445	No	No
5	Calcio		1.000000	590644.000000	0.982800	-1.720	No	No
6	Calcio		2.000000	1180948.000000	2.001613	0.081	No	No

Las unidades de "amount" en el eje de las x corresponden a ppm.

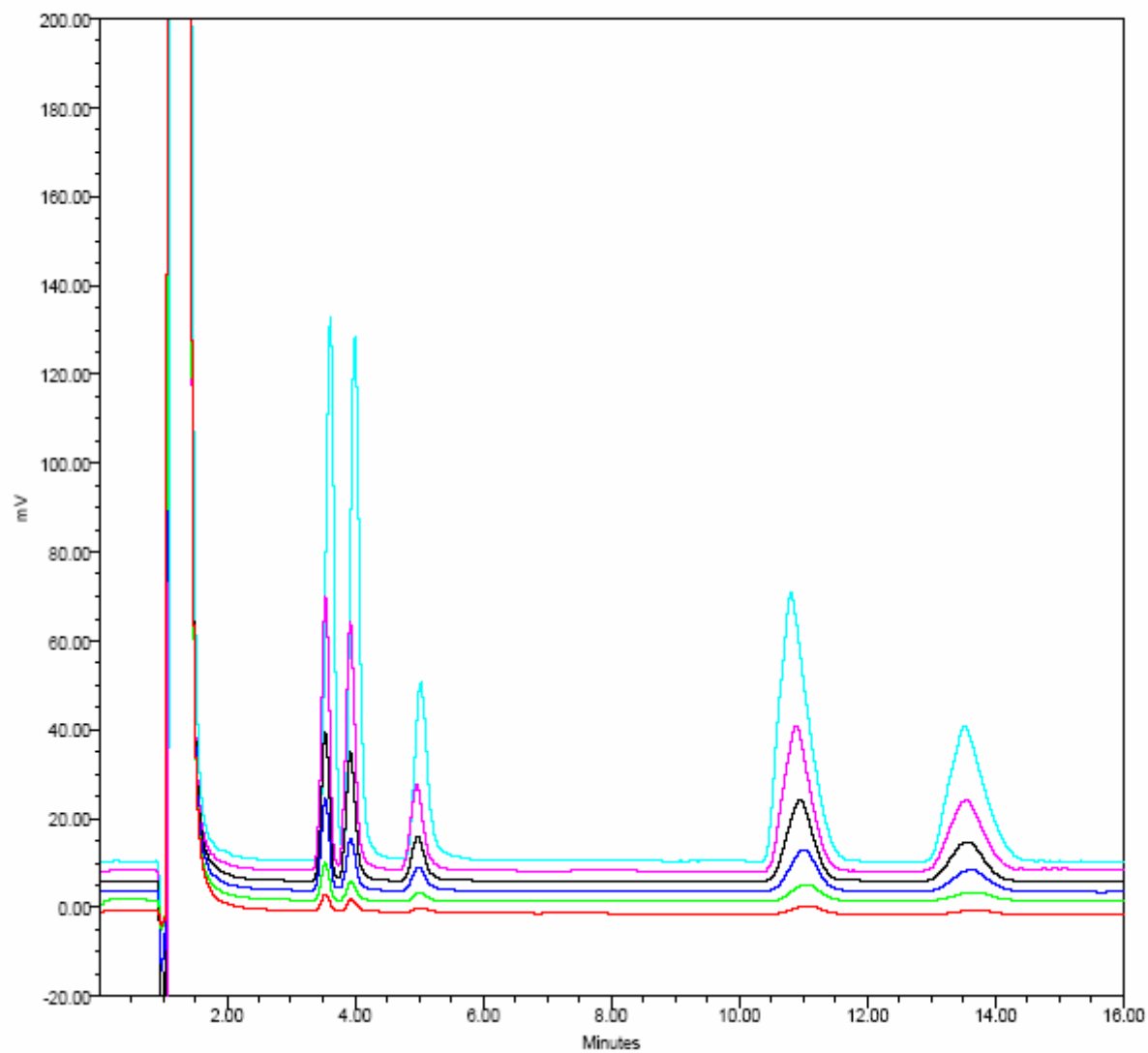
Cromatogramas de la curva de calibración de cationes.



Summary All

Reported by User: System

Project Name: LARAMA



- SampleName 0.05ppm;
- SampleName 0.1 ppm;
- SampleName 0.25 ppm
- SampleName 0.5 ppm;
- SampleName 1.0 ppm;
- SampleName 2 ppm;

Análisis de cationes.

Cromatograma de la muestra de El Tajín 24 de enero del 2005.



Individual

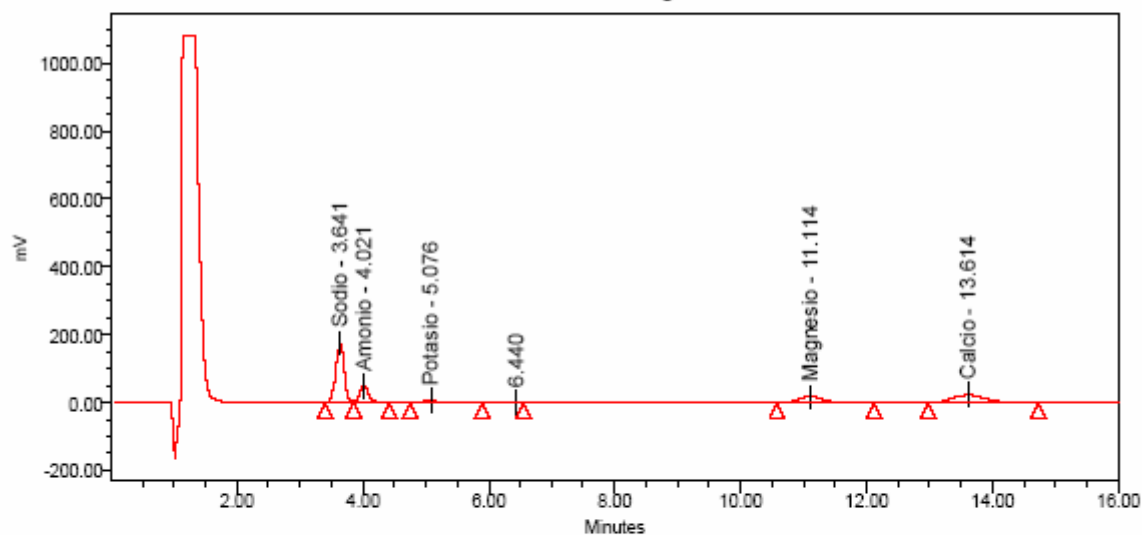
Reported by User: System

Project Name: LARAMA

SAMPLE INFORMATION

Sample Name:	Tajin 24 ENERO-05	Acquired By:	System
Sample Type:	Unknown	Date Acquired:	02/09/2006 05:50:53 p.m.
Vial:	7	Acq. Method Set:	Tajin Cationes
Injection #:	1	Date Processed:	02/09/2006 08:36:12 p.m.
Injection Volume:	100.00 ul	Processing Method:	metodo 1071
Run Time:	16.0 Minutes	Channel Name:	Satin Ch 1
Sample Set Name:		Proc. Chnl. Descr.:	

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1	Sodio	3.641	1583348	175522	2.928	ppm
2	Amonio	4.021	456572	46882	0.803	ppm
3	Potasio	5.076	115146	7680	0.386	ppm
4	Magnésio	11.114	525971	18103	0.527	ppm
5	Calcio	13.614	874945	23621	1.473	ppm

Análisis de cationes.

Cromatograma de la muestra de San Juan de Ulúa 27 de septiembre del 2005.

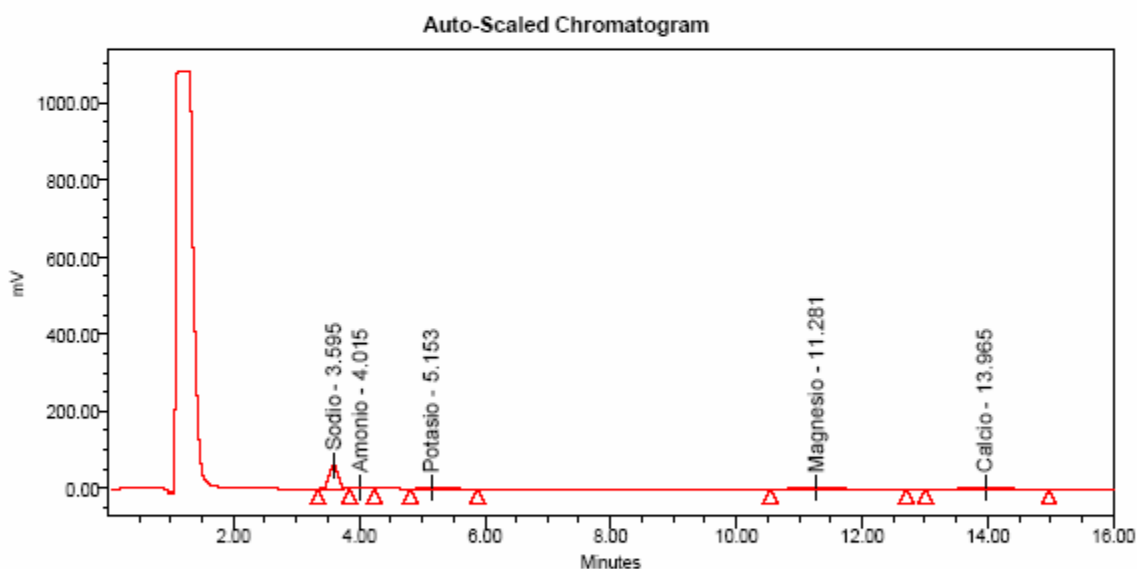


Individual

Reported by User: System

Project Name: LARAMA

SAMPLE INFORMATION			
Sample Name:	SJU 27 -SEPTIEMBRE-05	Acquired By:	System
Sample Type:	Unknown	Date Acquired:	07/09/2006 07:17:55 p.m.
Vial:	35	Acq. Method Set:	Tajin Cationes
Injection #:	1	Date Processed:	07/09/2006 07:37:15 p.m.
Injection Volume:	100.00 ul	Processing Method:	metodo 1071
Run Time:	16.0 Minutes	Channel Name:	Satin Ch 1
Sample Set Name:		Proc. Chnl. Descr.:	



Peak Results						
	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1	Sodio	3.595	589801	61270	1.044	ppm
2	Amonio	4.015	16575	1656	0.052	ppm
3	Potasio	5.153	36515	1915	0.102	ppm
4	Magnesio	11.281	157259	4803	0.127	ppm
5	Calcio	13.965	81089	2005	0.091	ppm

Análisis de cationes. Cromatograma de la muestra de La Mancha

3 de mayo del 2005.



Individual

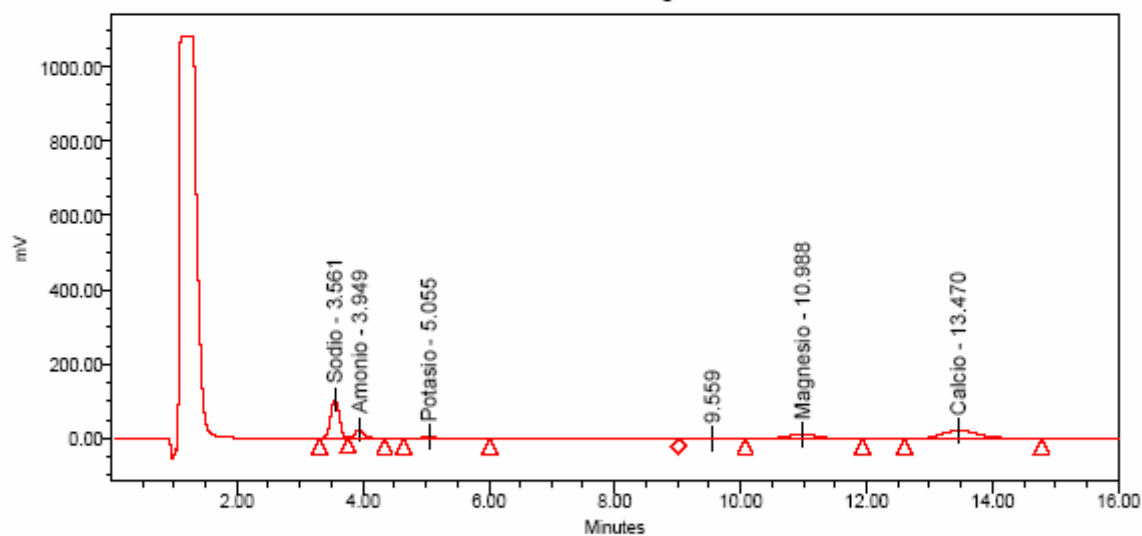
Reported by User: System

Project Name: LARAMA

SAMPLE INFORMATION

Sample Name:	LA MANCHA 03-MAYO-05 Dil	Acquired By:	System
Sample Type:	Unknown	Date Acquired:	04/09/2006 03:33:40 p.m.
Vial:	22	Acq. Method Set:	Tajin Cationes
Injection #:	1	Date Processed:	04/09/2006 03:51:27 p.m.
Injection Volume:	100.00 ul	Processing Method:	metodo 1071
Run Time:	16.0 Minutes	Channel Name:	Satin Ch 1
Sample Set Name:		Proc. Chnl. Descr.:	

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1	Sodio	3.561	976850	105199	1.791	ppm
2	Amonio	3.949	231282	22537	0.416	ppm
3	Potasio	5.055	61485	3751	0.200	ppm
4	Magnesio	10.988	351448	11537	0.343	ppm
5	Calcio	13.470	865952	22134	1.458	ppm

Análisis de cationes.

Cromatograma de la muestra de UV-MOC 2,3 de enero del 2005.



Individual

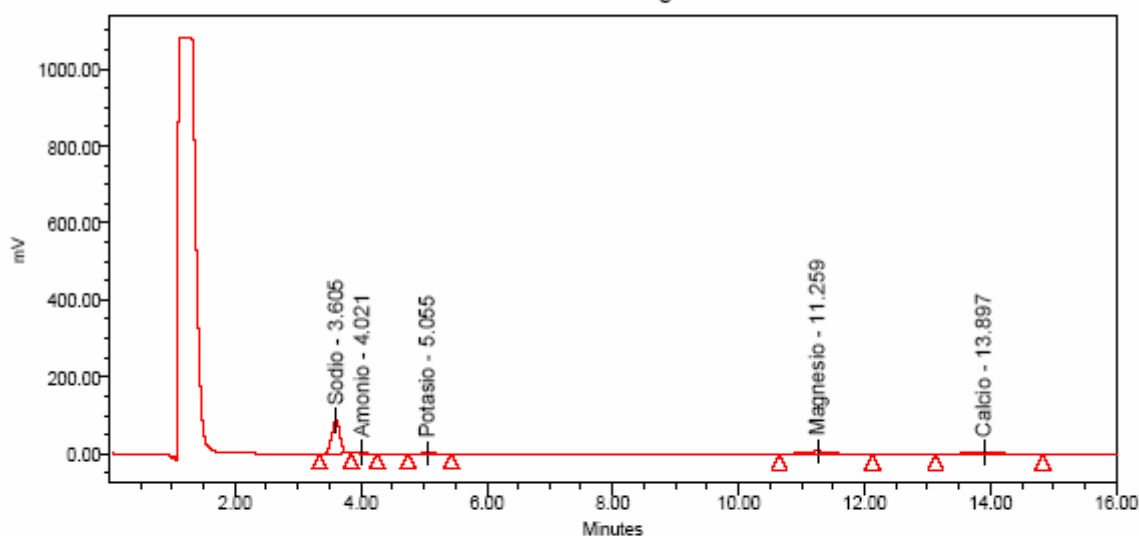
Reported by User: System

Project Name: LARAMA

SAMPLE INFORMATION

Sample Name:	UV-MOC 2,3 ENERO-05	Acquired By:	System
Sample Type:	Unknown	Date Acquired:	02/09/2006 05:05:20 p.m.
Vial:	5	Acq. Method Set:	Tajin Cationes
Injection #:	1	Date Processed:	02/09/2006 08:36:11 p.m.
Injection Volume:	100.00 ul	Processing Method:	metodo 1071
Run Time:	16.0 Minutes	Channel Name:	Satin Ch 1
Sample Set Name:		Proc. Chnl. Descr.:	

Auto-Scaled Chromatogram



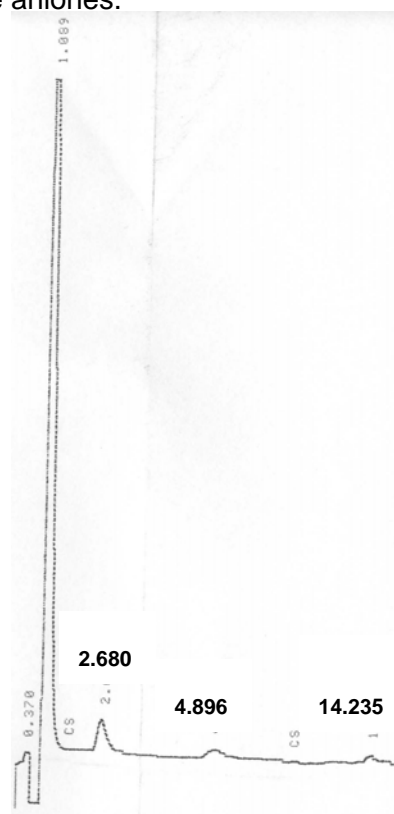
Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1	Sodio	3.605	772985	86084	1.408	ppm
2	Amonio	4.021	18281	2002	0.050	ppm
3	Potasio	5.055	23419	1436	0.067	ppm
4	Magnesio	11.259	212143	7227	0.195	ppm
5	Calcio	13.897	146732	4023	0.217	ppm

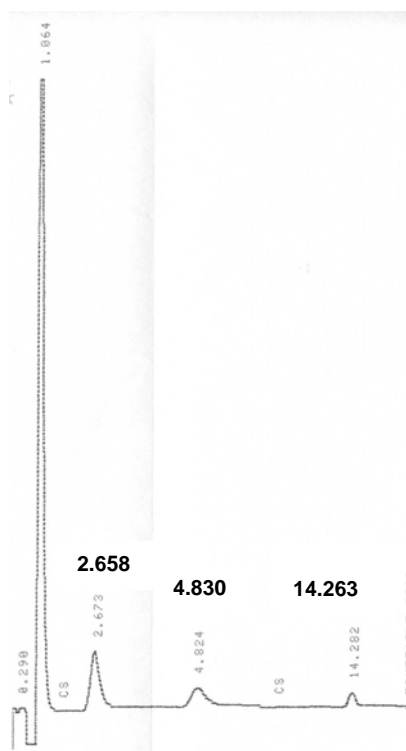
Cromatogramas de la curva de calibración de aniones.



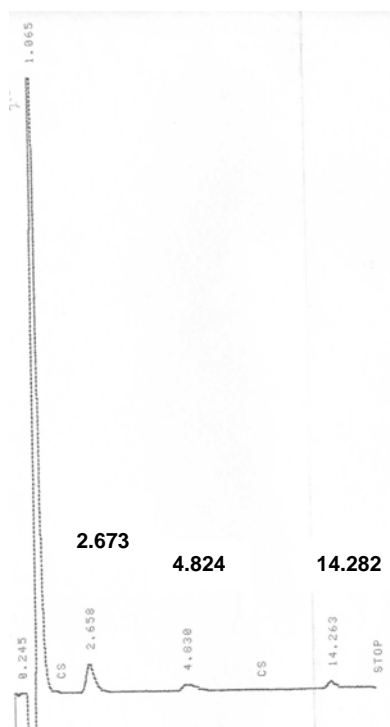
a) Concentración 1 ppm sol estándar.



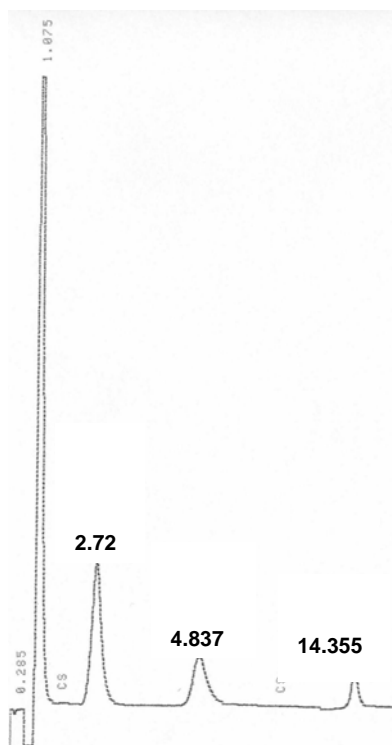
b) Concentración 2 ppm sol estándar



c) Concentración 4 ppm sol estándar.



d) Concentración 8 ppm sol estándar



e) Concentración 10 ppm sol estándar

- 1.-Ecuación de la curva de calibración del ión cloruro.(Cl⁻) : $Y = 377.7x + 29.7$
Coeficiente de correlación: 0.99983
- 2.-Ecuación de la curva de calibración del ión nitato (NO₃⁻) : $Y = 131.216x - 15.08$
Coeficiente de correlación: 0.99937
- 3.-Ecuación de la curva de calibración del ión sulfato (SO₄²⁻) : $Y = 95.4x + 16.4$
Coeficiente de correlación: 0.99925

Tabla 9.1 Datos para obtener la curva de calibración de aniones.

Pico	1	2	3
tr (min)	2.6	4.8	14.23
[Anión]	Cloruro	Nitrato	Sulfato
ppm	Altura (mV)	Altura (mV)	Altura (mV)
1	387	128	107
2	778	238	224
4	1586	513	379
8	3035	1009	791
10	3805	1317	966

tr: tiempo de retención
mV: milivolt
min: minutos

Tabla 9.2 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de El Tajín 2003

Muestras TAJIN 2003	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μ S)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
6,7-Ene-03	1.18	4.48	24.91	0.60	0.32	0.33	0.11	0.09	1.23	0.60	2.83
14,15-Ene-03	1.6	5.80	14.74	0.48	0.11	0.45	0.25	1.34	0.83		2.53
23,24-Ene-03	2.2	4.38	24.26	<L.D.	0.33	0.19	0.00	0.23	0.36	0.88	3.09
26,27-Ene-03	2.39	4.26	26.12	<L.D.	0.34	0.18	0.07	0.23	0.39	0.97	2.91
	7.37										
07-feb-03	2.4	4.49	31.20	1.37	0.86	0.08	0.22	0.36	2.60	1.53	5.21
10-feb-03	3.6	4.43	42.53	3.69	1.21	0.16	0.51	0.64	4.53	2.36	12.63
16-feb-03	2.8	5.79	30.73	<L.D.	0.33	0.05	0.11	0.15	1.72	3.13	7.23
27-feb-03	2.2	3.65	115.30	0.18	0.91	0.40	0.64	1.32	3.21	4.92	15.10
	11										
15-mar-03	4.6	4.18	77.25	2.20	3.21	0.75	0.63	1.71	3.51	4.83	16.24
29-mar-03	16.4	4.39	42.43	3.65	0.70	0.19	0.41	0.96	4.10	1.64	6.59
	21										
09-abr-03	12	5.12	49.57	7.73	1.11	0.29	0.41	1.55	7.93	2.28	7.08
	12										
02-jun-03	25.4	4.67	24.79	<L.D.	0.86	0.10	0.04	0.43	0.34	0.83	3.17
04-jun-03	22.86	5.11	14.43	<L.D.	0.86	0.15	0.01	0.25	0.35	0.70	1.90
14-jun-03	3.81	5.9	41.97								
16-jun-03	8.89	4.68	19.34	0.42	0.29	0.03	0.12	0.20	0.35	0.50	1.80
17-jun-03	2.54	4.5	30.71								
25,26,27-Jun-03	7.112	5.09	16.22	1.16	0.30	0.11	0.13	0.55	1.27	0.25	1.52
29-jun-03	6.35	5.47	12.58	<L.D.	0.63	0.02	0.08	0.48	0.55	0.22	1.68
	76.96										
06-jul-03	11.43	5.47	14.46	0.49	0.55	0.05	0.14	0.50	1.01	0.60	1.58
07-jul-03	15.24	5.5	8.04	0.43	**	<L.D.	0.20	0.15	1.10		
8,9-Jul-03	20.32	4.79	15.59	0.46	0.08	0.05	0.22	0.11	1.25	0.50	1.37
12-14-Jul-03	5.08	4.28	44.26	0.68	0.47	0.25	0.22	0.65	2.56	2.40	9.85
15,16-Jul-03	13.97	5.33	16.93	1.01	0.52	0.23	0.29	2.12	1.90	1.58	1.90
18,19,20-Jul-03	12.7	5.2	9.51	0.57	0.35	0.22	0.19	0.31	<L.D.	2.21	2.56
23,24,25-Jul-03	6.35	4.95	20.15	0.61	0.42	0.26	0.21	0.57	1.47	1.06	2.97
26,27-Jul-03	31.75	5.68	8.65	0.18	0.36	0.23	0.16	0.26	0.99	2.90	1.11
28-jul-03	5.08	4.87	12.34								
	121.92										
31, 1-15 Agos-03	65.024	4.64	17.01	0.21	0.35	0.25	0.19	0.30	0.73	1.60	1.78
19-ago-03	5.08	5.58	6.36	0.26	0.33	0.22	0.17	0.33	0.50	0.73	1.17
20,22-25 Agos	12.7	4.97	12.26	0.44	0.33	0.22	0.25	0.29	1.03	3.39	1.41
26-31 Agos 03	6.35	5.62	15.96	0.39	0.62	0.23	0.21	0.67	0.94	0.55	2.86
	89.154										
1, 2 Sept 03	5.08	5.43	11.89	0.27	0.34	0.22	0.17	0.23	1.07	0.08	0.14
3-6-Sep-03	58.42	4.22	28.48	0.40	0.33	0.08	0.07	0.10		0.71	2.51
14,15-Sep-03	45.72	5.2	7.96	0.14	0.11	0.11	<L.D.		0.57	0.23	0.65
16-sep-03	7.62	4.36	26.96	0.27	0.46	0.12	0.02	0.03	0.85	0.65	2.25
18-21-Sep-03	8.89	6.37	17.47	0.06	0.94	0.25	0.04	0.04	0.90	0.62	1.64
22,23-Sep-03	10.16	4.5	18.70	0.23	0.18	0.02	0.02	<L.D.	0.66	1.82	1.25
28-sep-03	13.97	4.06	41.01	<L.D.	2.14	0.23				5.70	3.51
29-sep-03	46.99	4.93	8.45	0.18	0.08	0.02	0.02	<L.D.	0.65		0.50
	196.85										
1,2-Oct-03	2.54	4.35	23.83	0.26	0.13	<L.D.	0.08	0.21	0.78	3.57	1.97
3,4,5-Oct-03	16.51	4.73	10.06	0.03	0.08					0.23	0.66
7,8-Oct-03	13.97	4.68	12.06	0.29	0.33	<L.D.	0.04	0.04		0.39	0.85
13-19-Oct-03	95.25	4.13	56.77	0.13	0.13	0.01	0.05	0.08	0.67	0.30	1.28
21,22-Oct-03	2.54	4.92	13.76	0.38	0.56	0.01	0.08	0.20	0.71	0.59	1.34
31-oct-03	16.51	5.47	13.95	0.85	0.81	1.59	0.10	0.42			
	147.32										
8-11-Nov-03	31.75	4.59	13.48	0.32	0.11	0.02	0.05	0.21			
12-14-Nov-03	26.67	4.71	14.05	0.18	0.13	0.02	0.05	0.08	0.46	5.80	1.13
15-23-Nov-03	15.24	4.75	38.16	3.33	0.40	0.06	0.41	0.62	0.85	0.89	2.85
	73.66										
02-dic-03	5.08	4.63	18.59	0.40	<L.D.	0.08	0.14	0.28	1.07	0.94	1.17
06-dic-03	6.35	4.49	18.45	<L.D.	0.13	0.18	0.23	0.18	0.40	0.22	0.96
15-dic-03	10.16	5.75	8.68	0.20	0.35	0.08	0.20	0.60	0.69	0.86	0.85
	21.59										

LD: Límite de detección; LC: Límite de cuantificación, MI: Muestra insuficiente; No hubo muestra.

Tabla 9.3 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de La Mancha 2003.

Muestras La Mancha 2003	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
07-Ene-03	2	5.25	24.50	0.01	LD	0.15	0.34	0.63	1.72	-	1.43
08-Ene-03	2.5	4.78	17.00	1.03	LD	0.09	0.11	0.71	3.11	-	1.57
24-Ene-03	2	5.2	23.70	0.01	LD	0.09	0.11	0.71	0.17	-	1.99
	6.5										
21-Mar-03	2	6.48	76.49	16.86	1.32	0.53	0.90	1.50	15.22	3.26	9.30
	2										
09-Abr-03	20.5	5.18	9.51	1.11	0.23	0.08	0.33	0.28	1.47	0.56	1.70
15-Abr-03	1	4.84	58.70	1.39	0.14	0.05	0.12	0.52	1.01	0.20	9.29
	21.5										
24-May-03	11.00	6.01	19.50	2.79	0.71	0.14	0.20	0.66	2.76	1.21	2.59
27-May-03	6.89	4.9	25.35	0.44	1.14	0.11	0.20	0.25	1.73	1.83	2.58
29-May-03	3.00	4.86	23.10	1.73	0.23	0.34	0.27	0.01	2.55	0.74	2.07
	20.89										
04-Jun-03	9.5	5.55	10.09	0.01	0.54	0.32	0.10	0.19	0.63	0.95	0.74
05-Jun-03	29.5	5.3	8.85	0.01	0.22	0.32	0.33	0.38	0.60	0.64	0.74
17-Jun-03	23.5	5.26	13.61	1.13	-	0.31	0.28	0.29	1.98	0.41	0.75
19-Jun-03	14	5.2	10.06	0.48	-	0.29	0.09	0.04	1.36	0.28	0.00
21-Jun-03	1	4.8	23.18	0.27	-	0.30	0.11	0.03	1.02	0.42	0.98
23-Jun-03	19	5.35	10.36	1.07	0.15	0.02	0.30	0.17	2.90	0.00	1.05
26-Jun-03	19	4.81	21.72	0.49	LD	0.02	0.10	0.20	3.14	0.00	1.27
27-Jun-03	31	5.09	10.85	0.02	0.05	0.02	LD	LD	1.25	0.36	0.00
28-Jun-03	15	5.1	8.11	0.31	LD	0.02	0.22	0.15	1.29	ld	ld
29-Jun-03	3.5	5.38	8.53	0.57	0.18	0.01	0.08	0.02	1.14	0.00	0.43
	165										
07-Jul-03	17	4.97	23.72	2.58	0.00	0.06	0.26	0.03	4.40	0.00	1.14
08-Jul-03	85	5.07	8.89	0.68	0.00	0.04	0.18	0.10	1.00	0.34	0.39
09-Jul-03	13	5.2	25.91	7.90	0.00	0.15	0.43	0.19	5.11	0.26	0.98
10-Jul-03	12.5	5.35	22.91	0.57	0.83	0.01	0.08	0.02	4.22	0.39	1.32
16-Jul-03	4.5	4.87	18.62	0.81	LD	0.12	0.28	0.26	2.63	0.42	1.47
17-Jul-03	21	5.63	19.17	0.86	0.24	0.13	0.32	0.35	1.95	0.12	1.23
19-Jul-03	16	5.5	11.50	0.27	LD	0.08	0.15	0.21	LD	1.37	1.79
20-Jul-03	8	4.63	21.82	0.66	0.15	0.11	0.26	0.28	1.87	0.93	1.84
26-Jul-03	60	5.79	21.73	1.20	LD	0.19	0.26	0.41	4.15	0.00	1.37
27-Jul-03	41	5.68	6.55	0.87	LD	0.15	0.30	0.32	1.15	3.77	0.06
28-Jul-03	14	5.37	8.14	0.41	0.22	0.11	0.20	0.28	1.20	0.34	0.60
29-Jul-03	1	5.66	18.07	0.43	0.13	0.09	0.19	0.16	2.82	0.63	1.17
	293										
01-Ago-03	8	5.8	11.23	0.55	LD	0.19	0.28	0.60	1.17	0.00	0.00
04-Ago-03	2	6.35	39.53	1.34	0.40	0.23	0.76	0.74	6.51	0.58	3.01
05-Ago-03	9.5	4.94	9.95	0.19	LD	LD	LD	LD	1.15	0.34	0.78
13-Ago-03	5	5.15	13.64	0.53	LD	0.13	0.25	0.25	1.96	2.93	0.60
14-Ago-03	60	5.18	8.53	0.44	0.13	0.10	0.19	0.16	1.25	0.36	0.64
16-Ago-03	1	5.61	24.46	0.44	0.13	0.10	0.19	0.16	1.80	1.30	1.60
18-Ago-03	14.5	4.67	21.91	0.70	LD	0.10	0.23	0.22	2.48	0.00	1.30
19-Ago-03	20	5.2	6.04	0.26	LD	0.09	0.17	0.18	0.63	0.00	0.00
20-Ago-03	18.5	4.97	7.99	0.18	LD	LD	LD	LD	0.33	0.55	0.01
21-Ago-03	0.5	5.01	21.18	0.43	LD	0.10	0.25	0.34	1.87	1.35	1.65
23-Ago-03	31.5	4.56	22.27	0.40	LD	0.11	0.19	LD	1.85	0.80	0.82
29-Ago-03	2	5.33	12.87	0.55	0.15	0.16	0.29	0.28	1.77	0.48	0.61
30-Ago-03	0.5	4.81	17.71	0.27	LD	LD	LD	LD	0.30	26.60	2.77
	173										
05-Sep-03	8	4.29	29.46	LC	LC	LC	LC	1.30	1.80	1.30	1.60
13-Sep-03	30	4.49	18.63	0.54	0.12	0.18	0.08	0.09	0.78	0.33	1.20
14-Sep-03	23.5	4.98	13.47						2.02	0.55	0.58
15-Sep-03	48	5.42	9.45	0.95	0.10	0.01	0.10	0.01	1.15	0.36	0.75
16-Sep-03	9	5.29	7.55	0.99	LD	0.11	0.08	0.07	0.98	0.35	0.72
17-Sep-03	2	5.49	5.16	0.17	LD	LC	0.01	0.03	0.72	0.10	0.50
20-Sep-03	3.5	4.56	20.60	0.92	0.10	0.01	0.06	0.01	1.87	1.37	1.79
28-Sep-03	24	4.66	11.20						0.86	ld	ld
29-Sep-03	18.5	5.4	3.37	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.85	0.00	0.00
30-Sep-03	35	5.28	12.20	1.13	0.29	0.01	0.06	0.01	1.74	0.32	0.64
	201.5										
02-Oct-03	3	5.54	7.29	0.86	LC	0.40	0.37	0.30	1.25	0.36	0.01
04-Oct-03	3	5.5	6.69	0.24	0.10	0.01	0.01	0.01	0.91	0.28	0.62
05-Oct-03	1	5.62	1.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.09	0.00	0.01
06-Oct-03	13	5.3	7.78	0.46	0.14	0.06	0.02	0.01	0.72	ld	0.00
07-Oct-03	9	4.98	10.90	0.43	0.11	0.06	0.03	0.00	0.78	0.34	0.08
08-Oct-03	18	5.62	1.33	0.01	0.09	0.00	0.00	0.00	0.25	0.01	0.01
13-Oct-03	20	4.75	11.13	0.24	0.10	0.01	0.01	0.01	0.45	0.36	0.68
15-Oct-03	6	4.35	16.50	0.25	0.00	0.01	0.01	0.00	0.87	0.00	1.80
18-Oct-03	20	5.24	6.30	0.59	0.20	0.01	0.01	0.01	1.15	3.77	0.06
31-Oct-03	4.5	4.48	36.70	3.05	0.44	0.09	0.29	0.17	6.51	0.58	3.01
	97.5										
01-Nov-03				19.46	1.42	0.80	1.34	0.33			
08-Nov-03	12	5.13	7.82	0.28	0.00	0.01	0.02	0.01	0.78	0.21	0.00
11-Nov-03	0.5	5.25	23.10	0.59	0.20	0.01	0.01	0.01	2.50	0.75	2.00
14-Nov-03	11	5.06	16.20	3.50	0.00	0.10	0.28	0.28	2.35	1.21	2.60
01-Nov-03		4.5	22.80	1.16	0.78	0.22	0.31	0.20			
	23.5										
02-Dic-03	5	4.43	NM	3.85	0.18	0.26	0.66	0.93	4.64	0.69	4.02
03-Dic-03	7.5	5.19	20.00	2.13	0.25	0.20	0.47	0.48	1.67	1.37	1.79
06-Dic-03	3	4.69	20.00	1.37	0.00	0.11	0.38	0.97	1.82	1.23	0.53
	15.5										

Tabla 9.4 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de SJU 2003.

Muestras SJU 2003	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (µS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
07-Ene-03	9.93	6.43	371.00	81.00		2.80	8.90	10.00	104.74	0.01	18.70
08-Ene-03	6.63	5.56	196.00	2.21	0.00	0.97	0.24	0.44	10.87	0.01	1.60
15-Ene-03	1.00	6.25	263.00	33.40	0.00	3.10	0.05	7.40	73.24	2.71	19.34
16-Ene-03	0.08	8.32	595.20	42.20	0.70	40.60	16.40	29.40	108.03	0.01	30.33
	17.64										
24-Mar-03	0.68	7.24	91.71	23.50	1.10	0.80	2.80	4.20	19.79	2.61	6.78
	0.68										
22-May-03	0.42	6.39	130.76	10.34	1.50	1.22	1.92	3.16	23.00	2.36	4.91
27-May-03	0.27	6.14	153.82	40.50	0.70	0.50	0.80	4.20	27.01	5.09	7.85
28-May-03	0.16	6.66	81.93	12.23	1.30	1.10	1.00	2.50	14.00	1.42	3.33
	0.84										
04-Jun-03	0.49	5.89	37.94	4.01	0.56	1.02	0.30	0.89	7.97	0.84	1.61
05-Jun-03	0.02	5.99			0.73	0.52	ld	1.62			
17-Jun-03	0.20	5.94		11.20	1.83	3.03	1.31	1.56	16.34	1.94	4.21
18-Jun-03	0.20	6.12	44.83	9.44	0.29	0.36	0.83	1.00	8.06	0.96	1.60
20-Jun-03	0.60	6.23	23.34	2.58	0.41	0.34	0.53	0.86	3.49	0.55	2.17
21-Jun-03	0.03	6.95	39.15								
23-Jun-03	0.33	5.28	25.02	2.49	0.41	0.14	0.50	0.85	8.46	0.95	3.68
25-Jun-03		4.74	53.20	9.57	0.27	0.36	0.76	0.87	8.61	0.94	2.42
26-Jun-03	0.13	6.45	93.56	23.99	0.00	0.44	1.78	ld	196.30	0.72	3.45
27-Jun-03	4.50	5.28	9.49	0.16	0.20	0.29	0.07	0.10	1.10	0.01	0.83
28-Jun-03	0.20	5.22	19.23	15.87	0.41	0.41	ld	1.16	13.95	1.28	5.71
	6.69										
04-Jul-03	1.00	5.12	22.41	12.16	0.43	0.39	0.89	1.78	2.14	1.24	3.59
06-Jul-03	0.37	4.74	26.32	1.21	0.82	0.32	0.18	0.49	2.42	1.14	3.24
07-Jul-03	2.50	5.51	12.09	1.92	0.41	0.32	0.27	0.46	1.83	0.50	1.71
08-Jul-03	1.10	5.12	44.13	0.71	0.00	0.01	0.24	0.13	4.87	0.75	3.05
09-Jul-03	1.90	4.71	24.92	1.04	0.33	0.04	0.21	0.13	2.47	0.66	1.69
10-Jul-03	0.15	5.7	59.53	2.63	0.28	0.14	0.77	0.67	0.70	0.54	0.54
11-Jul-03	0.08	6.59		2.00	0.46	0.21	0.69	1.40	1.46	0.01	1.24
13-Jul-03	0.60	5.04	17.86	0.73	0.11	0.05	0.17	0.31	2.07	LD	1.41
16-Jul-03	1.50	5.3	11.74	0.49	0.30	0.21	0.17	0.18	1.32	0.01	0.00
17-Jul-03		5.62	15.77	1.25	0.00	0.22	0.24	0.30	1.74	0.01	0.74
18-Jul-03	2.80	5.14	14.93	0.91	0.00	0.26	0.24	0.26	0.38	7.87	0.01
19-Jul-03	0.75	5.42	16.73	1.10	0.35	0.29	0.22	0.29	0.56	2.94	3.14
20-Jul-03	1.65	4.98	9.71	0.36	0.30	0.20	0.17	0.16	0.68	0.00	0.70
23-Jul-03	0.02	5.6	77.40	10.88	0.54	0.86	1.53	2.10	1.38	0.23	1.19
25-Jul-03	0.50	5.31	28.50	1.97	0.46	0.07	0.62	2.79	0.07	0.01	0.61
26-Jul-03	5.15	5.28	9.96	0.13	0.28	0.21	0.13	0.14	0.76	0.01	0.61
27-Jul-03	4.00	5.03	18.37	1.11	0.00	0.35	0.27	0.32	0.98	16.70	2.38
	22.97										
01-Ago-03	0.76	5.8	33.67						5.83	0.01	2.67
06-Ago-03	0.05	6.59	39.00								
14-Ago-03	1.17	5.68	13.34	1.06	0.00	0.20	0.32	0.43	1.46	1.24	3.28
16-Ago-03	1.16	5.52	20.61	2.10	0.31	0.30	0.29	0.29	2.20	0.01	0.98
19-Ago-03	0.20	5.3	21.89	1.12	0.30	0.25	0.23	0.27	3.22	8.40	3.22
20-Ago-03	0.30	5.32	12.14	1.31	0.00	0.32	0.25	0.24	1.08	0.00	0.81
21-Ago-03	0.71	4.9	17.76	0.66	0.00	0.23	0.16	0.16	1.38	0.23	1.19
22-Ago-03	0.98	4.59	21.71	0.66	0.00	0.23	0.16	0.16			
23-Ago-03	3.12	4.91	13.43	0.44	0.20	0.17	0.09	0.26	0.64	0.32	1.90
25-Ago-03	0.58	5.43	22.17	1.49	0.00	0.73	0.33	0.52	3.57	0.00	1.30
26-Ago-03	0.68	4.97	23.09	0.26	0.00	0.07	0.16	0.29			
27-Ago-03	1.45	5.13	27.93	0.25	0.05	0.03	0.10	0.19	3.91	2.45	1.95
29-Ago-03	0.63	5.03	10.92	0.40	0.00	0.12	0.08	0.04	1.04	0.01	0.62
30-Ago-03	1.77	5.35	10.22	0.00	0.84	0.26	0.24	0.07	1.06	0.00	0.93
31-Ago-03	1.39	5.64	8.27	0.05	0.64	0.22	0.09	0.21	0.64	0.32	1.90
	14.94										
01-Sep-03	1.97	5.65	7.26	1.06	0.13	0.14	0.18	0.32	0.64	7.13	0.00
03-Sep-03	1.50	4.88	27.29	0.71	0.01	0.32	1.18	0.01	1.27	0.01	1.89
04-Sep-03	0.39	5.75	33.57	6.05	0.00	0.89	0.50	0.36	2.20	0.01	2.10
05-Sep-03	0.76	5.43	10.86	0.71	0.00	0.32	0.18	0.01	0.32	0.01	0.71
07-Sep-03	0.15	5.29	20.22	4.88	0.19	0.46	0.43	0.84	68.20	0.88	9.11
09-Sep-03	0.17	4.38	18.73	4.08	0.47	1.39	0.28	1.15	1.15	0.66	0.88
14-Sep-03	2.07	5.46	13.45						2.10	0.00	1.00
15-Sep-03	1.96	5.96	24.10	3.35	0.00	0.33	0.38	0.01	0.23	2.35	1.47
16-Sep-03	1.94	5.56	23.71	6.00	0.06	0.69	0.57	0.56	2.87	0.01	0.56
17-Sep-03	1.22	5.64	9.23						0.50	0.01	0.26
19-Sep-03	0.52	4.81	19.52						1.09	0.01	2.00
20-Sep-03	0.52	5.1	11.16	1.41	0.00	0.31	0.38	0.24			
21-Sep-03	0.70	5.02	16.73	2.05	6.24	0.13	0.17	0.08	1.61	0.01	1.00
23-Sep-03	1.14	4.74	16.27						1.30	0.01	1.30
28-Sep-03	7.58	5.69	9.52	3.32	0.00	1.03	0.20	0.24	1.00	0.00	0.70
29-Sep-03	2.20	5.87	14.06	1.65	0.18	0.21	0.34	0.24	1.33	0.01	0.20
30-Sep-03	4.75	5.77	33.03	12.76	0.00	0.96	1.27	0.95			
	29.53										
03-Oct-03	0.13	5.74	77.23								
04-Oct-03	0.37	5.58	68.81	13.46	0.01	0.21	1.09	0.35			
06-Oct-03	4.69	5.62		2.28	0.00	0.38	0.31	0.31	2.41	0.41	0.22
08-Oct-03	0.04	5.72	29.18	3.10	0.00	0.34	0.46	0.60	3.25	0.01	0.56
15-Oct-03	1.11	4.67	19.64	1.25	0.10	0.30	0.13	0.16	2.60	ld	1.12
16-Oct-03	0.97	5.15	18.20	2.80	0.00	0.40	0.20	0.06	2.80	0.05	1.20
17-Oct-03	2.68	5.06	11.74	LC	LD	2.16	LC	LC	2.20	0.01	0.90
18-Oct-03	0.70	5.04	21.28	6.01	0.00	0.27	0.60	0.47	3.40	0.00	0.80
31-Oct-03	0.41	6.9	94.95	22.15	0.00	2.16	6.98	11.27	44.50	3.60	15.00
03-Nov-03	1.71	4.89	16.56	1.08	0.00	0.23	0.17	0.18	1.60	0.05	1.40
07-Nov-03	2.05	4.59	20.51	3.26	0.00	0.54	0.20	0.13	1.20	LD	1.75
08-Nov-03	1.95	5.56	24.17	6.69	0.00	0.34	0.61	0.28	5.00	0.00	1.01
09-Nov-03	0.15	4.67	96.11	1.89	0.00	0.54	0.22	0.31	161.58	15/0.13	5.50/85
11-Nov-03	0.67	5.16	30.91	3.60	0.24	0.49	0.34		3.13	LD	0.49
12-Nov-03	0.08	6.16	80.89								
14-Nov-03	0.60	6.36	31.87						0.51	0.01	0.05
	7.20										
02-Dic-03	0.65	6.86	20.51	21.77	0.00	1.24	4.06	7.56	51.20	0.43	9.50
06-Dic-03	0.70	6.15	48.43	2.76	0.00	1.58	4.67	3.20	68.20	0.88	9.11
	1.35										

Tabla 9.5 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de UV-MOC 2003.

Muestras UV-MOC 2003	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μ S)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
6-7/Ene/03	2.98	5.22	13.60	1.18	0.06	0.04	0.02	0.06	2.74	2.14	0.14
11-Ene-03	0.20	4.36	36.10	1.52	0.66	0.06	0.06	0.10	3.89	0.22	3.01
15-Ene-03	1.10	4.58	29.40	1.90	0.34	0.07	0.12	0.00	4.41	0.01	1.54
	4.28										
26-May-03	0.35	5.30	42.54	0.57	1.54	0.04	0.20	0.34	4.25	2.74	4.89
29-May-03	0.18	4.87	22.46	0.65	0.46	0.01	0.16	0.28	2.27	0.82	1.68
	0.53										
03-Jun-03	0.25	6.13	7.91	0.02	0.36	0.01	0.01	0.30	0.30	0.64	0.55
08-Jun-03	0.18	5.48	20.54	0.31	1.03	0.01	0.13	0.56	1.17	2.08	1.94
18-Jun-03	0.93	5.73	7.05	0.22	0.00	0.01	0.03	0.11	0.86	0.03	0.00
20-Jun-03	2.03	5.45	4.64	0.13	0.15	LD	0.01	0.05	0.27	0.00	0.00
23-Jun-03	0.48	4.58	20.91	0.62	0.25	0.01	0.10	0.25	1.03	0.67	2.14
26-Jun-03	0.35	6.57	37.34	0.01	0.01	0.11	0.46	1.74	0.53	0.00	1.74
27-Jun-03	2.05	5.19	7.37	0.01	LD	0.01	0.02	LD	0.57	0.42	0.77
30-Jun-03	0.55	5.43	4.87	0.21	LD	0.01	0.01	0.15	0.39	0.29	0.00
	6.80										
04-Jul-03	0.13	5.06	25.93	1.43	0.60	0.03	0.23	0.87	2.17	1.51	3.21
07-Jul-03	1.03	5.31	15.89	2.22	LD	0.03	0.28	0.29	2.55	0.45	0.92
09-Jul-03	0.23	4.64	38.25	5.92	0.33	0.27	0.37	0.38	5.09	0.93	2.54
16-Jul-03	2.73	6.80	10.90	3.24	0.02	0.01	0.13	0.25	0.25	0.84	0.00
17-Jul-03	1.73	5.80	9.90	3.24	0.02	0.01	0.13	0.25	0.84	LD	LD
18-Jul-03	0.98	5.94	14.99	1.13	0.17	0.16	0.23	0.12	1.55	0.58	0.87
19-Jul-03	0.78	5.39	9.29	0.24	0.23	0.13	0.16	0.08	0.98	0.90	0.73
20-Jul-03	0.43	5.26	9.84	0.29	0.11	0.11	0.13	0.08	1.02	0.01	0.48
25-26/Jul/2003	4.83	5.16	8.11	0.96	0.00	0.15	0.22	0.14	0.73	0.00	0.99
27-Jul-03	0.88	5.56	13.83	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	1.61	0.71	0.99
	13.70										
01-Ago-03	0.93	6.02	20.70	0.40	0.01	0.04	0.13	0.50	0.86	1.70	1.73
06-Ago-03	0.18	6.11	34.22	0.01	0.37	0.32	0.51	1.39	0.52	0.80	2.07
13-14/AGO/2003	1.30	5.43	10.30	0.76	0.23	0.06	0.01	0.14	0.01	5.01	0.49
16-18/AGO/2003	1.75	5.07	11.59	0.97	0.24	0.12	0.01	0.01	0.84	LD	0.83
19-Ago-03	0.48	4.96	21.06	1.55	0.35	0.15	0.25	0.01	1.50	2.90	0.44
20-21/AGO/2003	1.20	4.82	11.41	0.01	1.71	0.73	LD	LD	0.85	1.71	0.84
22-23/AGO/2003	0.40	5.19	7.03	0.24	0.01	0.14	0.11	0.01	0.43	1.71	0.73
24-25/AGO/2003	2.00	5.01	9.00	0.26	0.01	0.13	0.13	0.01	0.40	0.00	0.72
26-27/AGO/2003	0.25	4.85	13.40	0.37	0.14	0.15	0.15	0.01	0.72	0.96	0.93
29-31/AGO/2003	3.85	5.27	6.00	0.23	0.01	0.15	0.12	0.01	0.63	0.01	0.01
	12.33										
2-3/SEP/03	0.53	4.50	22.61	0.87	0.19	0.07	0.10	0.14	0.01	0.25	1.40
3-4/SEP/03	1.08	4.40	26.78	0.65	0.00	0.05	0.01	0.05	ld	0.01	2.80
06-Sep-03	0.70	4.79	13.36	0.65	0.20	0.14	0.07	0.13	0.10	0.05	1.30
15-17/SEP/03	1.40	5.13	16.46	1.10	0.15	0.60	0.10	0.01	2.00	0.01	1.80
22-23/SEP/03	0.20	4.72	20.83	1.32	0.05	0.15	0.02	0.05	2.00	0.05	1.90
19-20/SEP/03	0.45	4.92	12.81	0.42	0.25	0.11	0.02	0.87	0.70	0.01	1.90
27-28/SEP/03	3.00	4.93	8.87	0.30	0.12	0.06	0.05	0.07	0.05	0.01	0.52
28-29/SEP/03	1.05	5.50	11.06	1.71	0.00	0.11	0.19	0.03	1.75	0.00	0.23
29-30/SEP/03	3.20	5.41	23.14	2.08	0.00	0.12	0.17	0.01	6.20	0.01	1.40
31-01/sep/03				0.01	0.19	0.07	0.19	0.23	0.33	0.30	0.61
	11.60										
3-6/OCT/03	2.48	5.35	12.64	1.44	0.00	0.12	0.14	0.22	0.90	0.01	0.80
6-7/OCT/03	0.18	5.43	23.80	0.57	0.00	0.10	0.06	0.16	1.90	0.01	1.30
7-8/OCT/03	0.48	5.38	8.03	0.15	0.00	0.09	0.02	0.30	0.70	0.05	0.90
14-15/OCT/03	0.28	4.67	16.66	0.91	0.00	0.19	0.07	0.06	0.05	1.91	2.30
15-16/OCT/03	0.95	5.15	9.53	0.17	0.00	0.12	0.06	1.15	0.80	0.01	5.50
16-17/OCT/03	0.43	5.02	10.27	0.18	0.01	0.12	0.06	1.14	0.10	0.01	4.30
17-18/OCT/03	0.75	5.39	12.60	1.10	0.01	0.15	0.06	0.10	1.40	0.01	5.60
	5.53										
-OCT-03 al 1/NOV	0.33	5.03	22.12	0.27	0.36	0.22	0.23	0.50	1.00	5.20	1.30
2-3/NOV/03	2.05	4.97	10.47	0.27	0.36	0.22	0.23	0.50	0.50	0.01	1.40
6-7/NOV/03	2.38	4.66	18.45	0.94	0.24	0.04	0.10	0.10	0.80	0.01	2.10
8-9/NOV/03	1.75	4.89	25.49	3.17	0.48	0.14	0.46	0.24	3.60	0.01	4.30
10-11/NOV/03	0.50	4.91	31.44	1.05	0.35	0.22	0.26	0.55			
	7.01										
01-Dic-03	0.45	5.32	51.00	5.70	0.45	0.26	0.81	0.52	4.15	0.01	0.60
05-Dic-03	0.70	4.87	45.00	6.48	0.32	0.32	0.82	0.31			
	1.15										

Tabla 9.6 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de El Tajín 2004.

Muestras TAJIN 2004	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
16-18 Ene-04	2.54	30.39	4.46	<L.D.	1.13	15.04	0.48	0.82	7.07	0.98	1.66
19-Ene-04	2.54	33.58	4.3	7.37	1.28	3.79	1.01	1.16	9.60	2.73	4.74
22-Ene-04	3.81	84.67	4.38	7.62	1.86	1.84	1.13	1.39	5.10	1.48	2.80
23-Ene-04	2.54	79.24	4.23	8.23	1.26	2.80	2.10	2.10	5.70	2.14	3.20
28,29 Ene-04	15.24	85.75	3.93	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	3.51	0.57	2.42
	26.67										
09-Feb-04	6.35	17.20	4.69	0.39	0.25	0.09	0.21	0.55	0.58	0.93	1.04
12-Feb-04	3.81	18.20	4.64	1.23	0.90	2.49	0.54	1.14	3.51	1.44	3.95
16-Feb-04	8.89	19.20	4.14	1.72	1.26	0.35	0.71	1.03	1.36	1.35	2.28
27-Feb-04	1.27	21.20	4.13	1.68	1.73	0.47	0.47	2.21	1.97	2.62	4.57
28-Feb-04	6.35	22.20	4.26	1.38	0.50	0.13	0.23	0.63	1.64	0.97	2.32
	26.67										
06-Mar-04	2.54	91.10	4.03	1.05	2.80	0.30	0.32	1.03	1.49	3.18	7.41
08-Mar-04	3.81	34.90	4.89	2.37	1.16	0.31	0.20	0.66	2.60	1.84	2.66
12-14 Mar	3.81	106.60	3.82	3.62	0.69	0.23	0.63	0.08	2.76	1.46	5.00
14-Mar-04	6.35	40.10	4.97	1.42	2.39	0.30	0.22	1.04	0.94	1.35	2.65
14,15 Mar-04	5.08	96.60	3.89	1.21	1.37	0.30	0.69	1.07	1.45	1.95	6.26
16,17 Mar-04	3.81	56.90	4.25	1.09	1.32	0.28	0.95	0.65	1.55	1.96	2.91
27-Mar-04	8.89	21.30	5.04	1.95	0.49	0.16	0.35	0.43	2.25	0.69	1.07
29-Mar-04	8.89	18.70	4.69	0.80	0.51	0.09	0.17	0.12	1.32	0.82	1.37
30-Mar-04	21.59	20.40	4.7	1.44	0.42	0.11	0.21	0.11	0.23	0.60	1.40
31-Mar-04	5.08	40.50	4.22	0.82	0.20	0.18	0.14	0.28	1.21	1.21	2.32
	69.85										
3,4 Abr-04	5.08	28.70	5.22	0.52	1.97	0.27	0.06	1.25	0.79	2.02	2.38
5,6 Abr-04	2.54	36.40	5.7	0.05	0.42	0.11	0.06	0.12	1.26	0.75	1.30
08-Abr-04	2.54	26.40	5.13	0.40	1.29	0.89	0.10	1.10	0.34	1.02	1.18
11,12 Abr-04	5.08	54.60	4.26	1.84	1.38	0.36	0.20	0.86	2.50	1.16	4.11
13-Abr-04	6.35	53.70	4.32	3.18	1.08	0.30	0.28	0.76	3.08	0.88	2.60
26,27Abr-04	6.35	8.74	5.42	0.14	0.52	0.33	0.13	0.16	0.53	7.52	2.29
28-Abr-04	2.54	77.20	4.28	9.75	0.19	0.69	0.36	2.19	1.48	8.05	9.88
	30.48										
7,8 May-04	8.89	29.10	5.69	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	0.63	0.49	0.04
9,10 May-04	3.81	28.50	5.88	1.71	1.10	0.41	0.55	1.62	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
14-May-04	21.59	21.40	4.65	0.84	0.57	3.46	0.09	0.25	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
15-May-04	13.97	19.50	4.59	0.85	0.49	0.17	0.13	0.25	0.74	0.61	0.01
15,16 May-04	5.08	54.30	3.98	0.58	0.25	3.01	0.13	0.20	0.89	0.44	0.85
	53.34										
02-Jun-04	2.54	37.50	4.78	0.11	0.57	0.17	0.04	<L.D.	0.61	1.02	5.57
03-Jun-04	7.62	5.55	5.29	0.04	0.00	0.19	0.20	<L.D.	0.75	0.54	0.46
05-Jun-04	16.51	17.60	4.82	1.10	0.49	0.26	0.31	0.41	1.50	1.04	2.06
07-Jun-04	3.81	12.30	5.03	0.88	0.25	0.10	<L.D.	<L.D.	0.61	1.02	5.67
08-Jun-04	6.35	16.50	4.47	0.48	0.15	0.17	0.25	0.16	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
10-Jun-04	45.72	12.40	5.29	0.01	0.16	0.03	0.01	0.01	0.78	1.03	0.50
17-Jun-04	6.35	13.00	5.26	0.74	0.28	0.21	0.18	0.46	1.12	0.24	0.50
26-Jun-04	5.08	22.90	5.69	1.70	0.66	0.34	0.26	0.63	2.19	1.06	0.90
	93.98										
10,11 Jul-04	13.97	10.10	4.89	<L.D.	0.26	0.27	0.09	0.14	0.78	<L.D.	0.34
23-Jul-04	3.81	21.60	4.74	1.04	0.31	0.35	0.17	0.25	1.91	0.10	0.33
	17.78										
10-Ago-04	12.7	19.70	4.6	0.01	0.27	0.05	0.05	0.30	0.28	0.32	0.95
12-Ago-04	2.54	33.00	4.68	0.64	0.55	0.69	0.03	1.40	2.41	0.64	2.40
14-Ago-04	15.24	22.95	5.75	2.60	0.50	0.29	0.35	0.33	2.89	1.22	2.37
17-Ago-04	19.05	11.39	4.76	<L.D.	1.01	0.24	0.02	0.03	1.01	<L.D.	1.01
30-Ago-04	11.43	13.80	4.76	0.01	0.20	0.01	0.10	0.15	0.54	0.01	0.01
	60.96										
01-Sep-04	35.56	47.85	4.85	0.01	0.47	0.04	0.07	2.78	2.90	0.76	0.60
06-Sep-04	30.48	70.60	4.2	0.02	0.50	0.22	0.11	1.00	0.19	1.19	3.20
08-Sep-04	6.35	10.20	4.76	0.01	0.12	0.03	1.03	0.02	0.72	1.34	2.06
10-Sep-04	12.7	81.10	3.99	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	0.54	0.75	0.34
11-Sep-04	8.89	13.40	4.67	0.01	0.24	<L.D.	<L.D.	0.02	<L.D.	0.16	0.75
12-Sep-04	8.89	41.18	4.12	0.12	4.13	0.05	0.04	0.12	0.54	1.34	4.43
20-Sep-04	8.89	22.82	4.4	0.06	0.36	0.16	0.04	0.07	0.34	0.84	1.86
24-Sep-04	12.7	38.66	4.2	1.07	1.39	0.32	0.14	0.29	0.76	0.80	2.74
27-Sep-04	21.24	19.42	4.66	0.46	0.59	0.12	0.03	0.26	1.78	1.79	5.00
28-Sep-04	16.51	14.66	4.2	0.01	0.25	0.05	0.01	0.01	0.42	0.36	1.35
	162.21										
03-Oct-04	25.4	13.23	4.63	0.25	0.12	0.05	0.01	0.01	0.50	0.52	1.09
04-Oct-04	5.08	14.67	4.66	0.16	0.13	0.07	0.02	0.01	0.49	0.50	1.01
4,5 Oct	53.34	33.15	4.82	0.22	2.40	1.60	0.10	0.30	0.42	7.42	1.53
5,6 Oct	33.02	5.25	4.98	0.01	0.01	0.08	0.01	0.01	0.20	0.43	1.63
15-Oct-04	Sin lectura	28.60	4.25	0.03	0.31	0.05	0.01	0.01	<L.D.	1.02	0.45
	116.84										
30-Nov-04		20.38	4.53	0.57	0.49	0.32	0.05	0.14	0.55	0.68	2.22
	0										
11-Dic-04	8.89	38.81	4.9	4.20	0.62	0.14	0.32	0.85	7.18	3.76	5.00
15-Dic-04	5.08	42.94	5.96	1.57	0.63	0.45	0.03	0.51	3.26	3.71	6.04
19-Dic-04	5.08	45.15	4.2	1.10	1.30	0.46	0.44	0.92	1.05	2.24	6.55
23-Dic-04	5.08	73.21	4.2	0.36	0.40	0.39	0.06	1.65	7.81	3.31	6.97
25-Dic-04	5.08	32.95	4	0.73	0.29	0.21	0.05	0.43	0.92	1.95	3.35
	29.21										

Tabla 9.7 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de La Mancha 2004.

Muestras La Mancha 2004	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
06-Ene-04	1	4.63	41.50	4.95	0.00	0.52	0.81	1.00	7.23	0.79	4.59
08-Ene-04	0.5	4.95	51.00	6.02	0.53	10.48	1.10	1.21	14.77	1.20	3.42
17-Ene-04	2	4.78	48.00	2.96	1.68	0.45	0.98	2.06	2.58	2.70	5.27
24-Ene-04	2	4.63	36.00						5.52	1.93	3.75
28-Ene-04	2	4.53	13.70	0.73	0.87	0.01	0.08	0.41	3.62	1.35	3.56
31-Ene-04	10	4.82	74.40	0.90	0.21	0.32	0.51	0.53	1.60	0.58	0.85
	17.5										
26-Feb-04	1.5	6.88	74.40	10.97	0.00	2.47	2.81	1.45	8.39	0.69	1.80
28-Feb-04	1	5.25	74.40	5.89	0.80	2.68	1.06	1.08	11.43	3.21	4.12
	2.5										
23-Mar-04	9.5	5.04	21.60	2.46	0.18	0.17	0.34	0.38	3.53	0.71	1.65
24-Mar-04	2	5	20.80								
29-Mar-04	0.5	4.64	62.50								
	12										
05-Abr-04	1	5.67	9.51	1.76	0.85	1.00	3.34	2.35	12.62	5.26	6.88
09-Abr-04	1	5.67	9.51	2.71	1.14	1.47	0.65	2.09	4.71	3.63	3.79
27-Abr-04	70	5.02	58.70	1.44	0.41	0.14	0.22	0.02	1.63	0.58	1.47
	72										
08-May-04	4	4.89	27.66	2.09	6.52	0.45	0.26	0.20	2.31	1.66	2.36
10-May-04	85	5.32	20.60						1.37	1.06	2.84
18-May-04	3	5.41	13.99	0.64	0.66	0.17	0.21	ld	2.39	0.85	1.04
20-May-04	3	4.88	27.56	3.45	0.47	0.17	0.43	0.14	3.45	1.95	1.51
21-May-04	1.5	4.82	10.80	1.17	0.21	0.20	0.36	0.03	0.85	0.34	1.18
	39										
03-Jun-04	17.5	5.2	27.77	4.44	0.16	0.29	0.58	0.20	5.20	0.53	1.87
04-Jun-04	54	5.29	7.92						1.59	1.14	1.28
05-Jun-04	35	5.15	8.33	0.78	0.17	0.12	0.25	ld	1.53	1.03	1.86
07-Jun-04	21	5.12	11.87	1.17	0.21	0.20	0.36	0.03	1.19	0.61	1.59
08-Jun-04	29	5.45	7.97						1.24	1.31	0.89
10-Jun-04	17	5.01	17.80	2.74	0.00	0.24	0.79	0.38	2.89	1.32	1.31
17-Jun-04	4.5	4.61	36.00	2.44	lc	0.40	0.50	0.43	5.34	0.94	0.54
18-Jun-04	3	6.09	32.40	3.61	0.42	0.47	0.54	0.13	4.07	0.97	1.11
19-Jun-04	27	5.54	20.80								
27-Jun-04	27	5.41	18.20						2.37	0.75	0.56
	235										
02-Jul-04	0.5	5.72	40.70						1.61	0.42	0.65
06-Jul-04	34	5.35	15.80	2.30	0.00	0.20	0.29	0.17	1.24	1.31	0.89
07-Jul-04	2.5	5.37	5.70	1.75	0.00	0.13	0.28	0.29	2.89	1.32	1.31
11-Jul-04	36	5.32	6.68	1.20	LD	0.07	0.13	0.09	0.09	1.07	1.86
12-Jul-04	56.5	5.59	4.90	0.43	lc	0.03	0.03	0.03	0.65	LD	LD
27-Jul-04	1.5	4.78	18.70	1.52	0.20	0.20	0.30	0.52	2.83	1.02	2.07
	131										
02-Ago-04	10	5.21	7.00	0.72	0.06	0.47	0.02	0.01	0.78	LD	LD
10-Ago-04	8	5.17	8.80	0.72	lc	0.32	0.33	0.31	1.27	LD	0.69
13-Ago-04	21	5.12	13.00	0.31	0.31	0.33	0.26	0.22	0.52	0.65	0.29
14-Ago-04	1.5	5.34	13.30	1.41	0.25	0.32	0.19	0.27	0.90	LD	LD
19-Ago-04	5.5	5.72	9.60	0.71	0.30	0.31	0.32	0.25	1.61	LD	LD
20-Ago-04	5.5	6.32	104.60	7.32	lc	0.92	0.97	2.35	14.70	1.30	2.80
21-Ago-04	9.5	5.25	13.30	2.18	0.00	0.23	0.32	0.42	2.31	LD	0.32
25-Ago-04	17	4.83	18.20	2.02	0.23	0.00	0.32	0.26	2.39	LD	0.51
26-Ago-04	6	5.58	33.90	6.12	0.14	0.93	0.67	0.70	5.96	LD	1.63
28-Ago-04	13.5	4.97	11.30	0.55	lc	0.10	0.32	0.42	0.85	LD	3.01
30-Ago-04	1	4.68	27.40								
	98.5										
21-Sep-04	1.5	5.88	49.70	7.19	1.05	0.69	0.74	0.84	21.61	3.57	5.97
26-Sep-04	1.5	MI		7.94	2.43	0.80	1.07	1.39	7.84	2.18	6.13
30-Sep-04	28	5.16	3.42	0.01	LD	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	0.20
	31										
03-Oct-04	50	4.91	12.00	1.12	0.16	0.21	0.09	0.09	1.61	0.42	0.65
04-Oct-04	17	4.94	10.83	1.12	0.01	0.07	0.07	0.01	1.36	0.61	0.57
05-Oct-04	21.5	4.88	13.96	1.45	0.01	0.05	0.14	0.01	1.98	0.28	0.82
10-Oct-04	3	5.39	11.41	0.85	0.50	0.29	0.12	0.17			
15-Oct-04	2	MI	22.41	1.22	0.58	0.11	0.12	0.09	1.66	1.30	2.33
31-Oct-04	9	4.64	21.85	1.23	0.08	0.05	0.09	0.01	2.34	0.85	1.87
	102.5										
15-Nov-04	7.5	5.25	25.97	3.02	0.02	0.16	0.32	0.19	5.20	0.53	1.87
	7.5										
14-Dic-04	10	4.6	31.31	0.70	0.42	0.48	0.47	0.55	3.60	1.25	3.30

Tabla 9.8 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de SJU 2004.

Muestras SJU 2004	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (µS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
02-Ene-04	0.34	6.73	1896.00	21.75	0.01	7.91	15.05	16.09	400.00	125.00	75.00
07-Ene-04	0.17	6.86	989.00	21.76	0.01	6.16	12.25	10.19	46.99	0.37	6.43
17-Ene-04	0.17	6.85	266.00								
28-Ene-04	0.65	5.85	177.00	46.37	0.01	1.05	3.34	2.35	38.80	0.25	6.17
31-Ene-04	0.11	6.40	575.00	21.56	0.01	1.19	3.82	4.25	52.57	2.56	10.47
	1.435										
08-Feb-04	0.21	6.82	138.00	23.05	0.01	1.40	3.90	5.60	46.99	3.30	6.43
26-Feb-04	0.36	6.32	113.00	13.93	0.01	1.34	2.18	3.23	1.28	1.46	5.27
	0.57										
23-Mar-04	0.35	5.89	76.90	0.32	ld	ld	ld	ld	16.03	1.81	4.43
	0.35										
05-Abr-04	0.21	6.43	105.80	6.98	1.63	0.72	2.10	3.05	23.03	3.30	6.97
06-Abr-04	0.15	6.47	136.00	12.61	0.01	0.81	2.10	2.95	30.16	2.42	8.22
14-15/04/2004	0.39	6.5	126.80	12.94	0.01	0.74	2.03	2.98	1.41	0.28	0.31
27-Abr-04	0.69	6.1	72.70	8.69	0.44	0.44	0.01	0.01	14.47	2.29	5.14
	1.44										
01-May-04	3.35	5.3	33.70	4.69	0.73	0.28	0.56	1.29	5.62	1.28	3.09
14-May-04	0.82	6.52	285.00	70.71	0.89	0.32	6.05	4.11	30.16	2.42	8.22
15-May-04	0.51	5.05	63.00	11.68	1.33	0.61	1.34	1.32	11.90	2.76	4.62
16-17-May-04	0.53	5.64	22.40	4.52	0.13	0.23	0.41	0.28	5.51	0.86	1.27
19-May-04	0.40	4.88	30.50	4.84	0.13	0.26	0.41	0.32	5.52	1.07	2.47
20-May-04	2.00	4.9	20.30	3.29	0.49	0.25	0.54	0.26	3.92	0.79	1.47
26-May-04	0.45	4.96	35.00	10.25	0.58	0.27	1.04	0.49	4.61	2.30	3.87
	8.06										
02-Jun-04	0.01	6.85									
03-Jun-04	1.10	6.01	20.70	4.33	0.23	0.28	0.52	0.38	5.00	0.40	1.84
04-Jun-04	1.39	5.27	37.30	7.19	0.15	0.32	0.78	0.61	8.42	0.65	2.07
05-Jun-04	3.10	5.22	16.70	3.80	0.14	0.23	0.58	0.33	4.19	0.40	0.26
07-Jun-04	0.15	6.48	17.20								
09-Jun-04	1.05	5	19.60	2.39	0.66	0.29	0.31	0.34	2.89	0.50	0.26
12-Jun-04	0.25	6.1	20.70	3.26	0.92	0.74	0.44	0.44	2.85	0.99	2.01
17-Jun-04	1.59	5.07	22.36	3.38	0.12	0.33	0.27	0.34	4.16	LD	0.53
18-Jun-04	1.61	5.77	24.64	3.14	0.18	0.19	0.28	0.70	3.88	0.17	0.74
23-Jun-04	2.36	5.16	11.07	0.74	0.01	0.01	0.06	0.12	0.81	LD	0.45
25-Jun-04	0.06	5.25	33.32	2.95	0.01	0.50	0.12	0.46	4.72	0.52	2.01
26-Jun-04	0.16	6.85	36.67	5.25	0.01	0.97	0.37	4.80	5.54	0.52	1.14
27-Jun-04	1.24	6.09	27.31	3.23	0.23	0.10	0.33	0.79	4.13	0.61	2.00
28-Jun-04	0.25	5.78	23.55	2.74	0.20	0.57	0.17	0.57	0.01	0.38	0.22
29-Jun-04	2.09	5.94	5.44	0.33	0.01	0.08	0.01	0.06	0.35	0.01	0.01
	16.408										
02-Jul-04	0.2	6.21	31.93	4.38	0.13	0.97	0.28	0.95	4.12	1.53	2.90
05-Jul-04	0.95	4.98	18.92	1.94	0.00	0.06	0.17	0.22	2.45	0.12	1.03
06-Jul-04	0.61	5.04	28.92	3.97	0.00	0.13	0.34	0.15	5.10	0.00	0.63
10-Jul-04	0.85	6.39	54.52	9.33	0.35	1.77	1.09	1.30	8.23	0.68	1.85
12-Jul-04	0.4	5.28	12.36	3.05	0.11	0.28	0.35	0.29	2.45	0.00	0.89
16-Jul-04	0.81	4.64	17.42	0.57	0.18	0.12	0.13	0.35	0.57	0.68	0.70
23-Jul-04	0.59	5.12	6.67	0.44	0.15	0.13	0.05	0.09	0.48	0.01	0.13
25-Jul-04	0.52	5.93	12.69	1.41	0.00	0.07	0.86	0.14	1.46	0.22	0.38
	4.93										
02-Ago-04	0.34	5.33	28.82	3.76	0.00	0.48	0.23	0.32	4.56	0.55	1.60
03-Ago-04	0.20	5.72	14.08	1.62	0.00	0.32	0.01	0.11	1.23	0.44	0.63
10-Ago-04	1.75	MI	MI						2.25	0.77	1.35
13-Ago-04	1.35	5.16	23.98	2.99	0.18	0.02	0.22	0.00	4.53	0.53	0.27
14-Ago-04	0.69	5.34		4.31	0.00	0.14	0.36	0.06	6.07	0.30	0.25
15-Ago-04	0.75	4.94	30.86	3.74	0.00	0.08	0.33	0.21	5.66	0.58	0.95
16-Ago-04	0.80	5.49	17.94	2.35	0.00	0.22	0.15	0.85	3.20	0.00	1.73
17-Ago-04	0.70	5.67	11.39	1.89	0.00	0.45	0.01	0.00	1.47	0.42	0.12
18-Ago-04	0.22	6.04	18.17	3.17	0.00	1.39	0.01	0.14	1.52	0.67	0.72
20-Ago-04	0.06	5.46	10.77	1.67	0.00	0.44	0.01	1.49	1.33	ld	ld
20-Ago-04	0.52	4.91	90.97	1.67	0.44	0.01	ld	1.49	1.33	ld	ld
22-Ago-04	0.07	4.94	51.76								
25-Ago-04	0.70	5.36	3.87	0.36	0.09	0.27	0.01	0.01	0.12	0.00	0.00
26-Ago-04	0.40	5.31	19.14	4.45	0.38	0.79	0.34	2.21	6.00	1.04	0.77
27-Ago-04	0.45	5.01	28.92	3.02	0.00	0.11	0.20	1.67	4.00	0.46	1.34
29-Ago-04	0.25	4.94	5.73	2.28	0.00	0.44	0.09	0.64	3.45	1.25	1.80
30-Ago-04	0.50	4.65	18.49	1.51	0.00	0.36	0.01	0.00	1.77	0.36	0.15
	9.736										
01-Sep-04	0.50	6.46	47.85	8.30	1.31	0.39	0.00	0.19	4.27	0.96	1.68
08-Sep-04	0.90	6.95	79.25	12.48	0.00	5.83	0.24	0.01	15.30	1.07	0.33
10-Sep-04	0.05	4.32	32.69	1.01	0.00	0.23	0.01	0.45	1.26	1.00	2.50
11-Sep-04	0.80	4.49	56.45	5.51	0.00	0.32	0.50	2.44	8.30	1.00	2.02
17-Sep-04	0.09	4.76	31.10	4.17	0.36	0.53	0.16	0.30	3.60	1.50	3.08
18-Sep-04	0.25	4.64	23.20	2.50	0.01	0.31	0.01	0.01	2.19	0.65	2.29
22-Sep-04	0.53	5.94	49.90	9.70	0.46	0.76	0.69	0.45	8.55	1.17	2.28
24-Sep-04	0.25	4.98	11.15	0.89	0.09	0.01	0.02	0.05	1.31	0.48	0.99
25-Sep-04	1.35	4.98	10.80	1.22	0.16	0.01	0.02	0.01	1.47	0.31	1.14
26-Sep-04	2.56		42.80	4.03	0.32	0.20	0.28	0.32	4.46	1.47	4.10
29-Sep-04	0.10	5.65	29.30	4.02	0.20	0.68	0.14	0.27	2.94	0.83	1.89
30-Sep-04	0.27	5.07	20.40	4.33	0.01	0.38	0.30	0.20	4.17	0.35	1.22
	7.645										
23-oct-04	7.00	5.04	15.20	2.53	0.01	0.01	0.11	0.01	2.77	ld	0.93
04-Oct-04	3.90	5.25	21.60	13.46	0.01	0.21	1.09	0.35	13.00	ld	2.04
05-Oct-04	3.55	5.13	12.60	1.74	0.03	0.01	0.08	0.01	2.69	0.44	1.21
06-Oct-04	0.74	5.14	16.95	2.62	0.15	0.19	0.28	0.10	3.20	0.44	0.72
10-Oct-04	0.15	4.83	52.00	9.30	0.01	1.20	0.47	0.32	7.90	1.39	4.59
15-Oct-04	0.49	5.65	25.40	4.29	0.19	0.27	0.26	0.61	4.33	0.47	2.22
16-Oct-04	0.09	MI	123.20	35.16	0.36	12.35	0.80	0.81	11.49	1.01	5.78
28-Oct-04	0.05	MI	72.80	11.16	0.39	0.37	0.94	1.87	9.50	3.53	6.89
29-Oct-04	0.16	MI	25.30						0.91	1.29	2.84
	16.12										

Tabla 9.9 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de UV-MOC 2004

Muestras UV-MOC 2004	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μ S)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
22,23/01/2004	0.26	5.44	55.00	5.85	0.48	0.35	1.12	1.43	8.70	1.54	5.50
27,28/01/2004	0.15	4.67	56.00	5.78	0.43	0.23	0.81	1.03	9.04	1.42	4.10
	0.41										
7,8/02/2004	0.20	5.27	67.00	9.27	0.55	0.66	1.74	2.00	10.87	1.41	3.93
	0.20										
23-Mar-04	0.80	5.7	15.80	1.85	0.53	0.11	0.22	0.46	2.84	0.61	1.60
	0.80										
4,5/04/2004	0.15	6.51	37.90	4.25	1.84	0.33	0.45	1.81			
13,14/04/2004	0.20	5.66	67.80	7.30	0.56	0.35	1.18	1.72	1.61	0.93	4.60
26,27/04/04	0.33	4.99	53.40	4.70	0.76	0.45	0.32	0.44			
26,27/04/04	0.00			8.69	0.44	0.44	0.01	0.00	10.39	1.57	3.48
	0.68										
1,2/05/04	1.13	5.44	14.97	4.61	0.97	0.23	0.45	0.77	4.16	0.95	2.45
13-14-05-04	0.28	4.94	36.50	3.60	4.48	0.43	0.56	0.63	4.85	2.56	4.00
14,15/05/04	0.18	5.53	145.10	34.19	0.56	0.81	3.09	1.18	21.80	0.16	5.57
16,17/05/04	0.55	5.5	12.80	2.23	0.18	0.16	0.22	0.06	3.40	0.00	0.80
19,20/05/04	0.65	5.02	12.50	1.45	0.58	0.45	0.55	0.41	1.70	0.67	0.42
26-May-04	0.33	4.99		3.68	0.73	0.44	0.22	0.29			
	3.10										
1,2/06/04	0.80	4.77	14.97	0.87	0.34	0.11	0.44	0.30	1.25	1.63	1.08
2,3/06/04	0.63	5.2	6.48	0.76	0.12	0.12	0.52	0.20	0.80	0.36	3.91
3,4/06/04	0.45	4.94	28.20	4.44	0.22	0.17	0.45	0.07	5.80	0.95	1.18
4,5/06/04	2.40	5.24	77.50	0.94	0.17	0.11	0.22	0.02	1.54	1.19	0.59
8,9/06/04	1.60	4.73	11.50	0.27	0.32	0.09	0.07	ld	0.82	0.72	1.13
10,11/06/04	0.15	4.2	40.80	1.51	0.61	0.78	0.16	ld	1.64	1.19	3.80
16-17-06-04	1.18	4.95	54.60	1.17	0.00	0.37	0.21	0.15	10.75	0.54	0.67
17-18-06-04	0.80	5.9	19.30	2.18	0.28	0.45	0.31	1.04	2.90	1.09	1.58
22-23-06-04		4.92	8.20	1.84	0.00	0.43	0.22	0.05	1.66	0.00	1.32
23-jun				0.62	0.25	0.01	0.10	0.28	0.19	0.30	1.60
25-26-06-04		5.47	22.20	0.01	0.00	0.19	3.70	1.73	5.08	0.62	2.14
26-27-06-04	0.45	5.17	28.30	5.17	0.00	0.11	0.46	1.74	5.14	1.38	2.47
28-29-06-04	1.08	5.69	22.00	0.49	0.12	0.17	0.03	0.08			
			29.80	0.21	0.00	0.01	0.01	0.15			
	9.53										
1-2-07-04	0.53	5.36	22.00	2.97	0.00	0.46	0.39	0.87	2.93	1.09	2.17
4-5-07-04	0.45	5.18	13.10	1.43	0.60	0.03	0.23	0.87			
8-9-07-04	0.83	4.98	15.20	2.22	0.00	0.03	0.28	0.29	1.46	LD	1.61
10-11 JUL04		6.02	4.50	5.92	0.33	0.27	0.37	0.38	0.01	0.00	0.00
19-20-0704		5.47							3.65	0.99	1.75
22-23-07-04	2.58	4.78	13.00	0.70	0.11	0.60	0.21	ld	1.24	0.00	1.02
24-25-0704	0.78	5.09	10.80	0.89	0.39	1.22	0.07	0.12			
	5.15										
16-17-08-04	0.40	5	11.00	0.73	0.00	0.66	0.13	0.01	1.45	0.00	0.60
19-20-08-04	0.23	5.47	22.10								
25-26-08-04	0.55	5.04		2.79	0.18	0.43	0.47	0.76	3.62	1.47	2.50
26-27-08-04	0.25	4.96	15.90	1.28	0.18	0.27	0.19	0.13	1.69	1.04	1.86
28-30-08-04	0.95	4.75	13.70	0.67	0.11	0.20	0.15	ld	0.97	1.45	1.69
30-16-08-04	2.85	4.99	15.00	1.14	0.00	0.30	0.13	0.06	2.34	0.39	0.32
	5.23										
7-8-09-04	0.43	4.87	20.60	2.46	0.27	0.19	0.34	ld	3.09	0.99	1.99
8-9-08-04									1.46	0.00	1.61
10-11--09-04	1.95	4.27	34.80	1.48	0.00	0.18	0.18	0.26	1.97	1.20	1.42
17-18-09-04	0.30	4.77	17.31	0.92	0.33	0.05	0.14	0.04	1.08	0.82	0.85
19-20-09-04	0.25	4.99	41.27	8.42	0.17	0.20	0.72	0.15	8.30	0.70	1.71
21-22-09-04	0.28	5.43	15.24	1.61	0.38	0.07	0.15	0.17	2.00	0.98	1.26
24-25-09-04	1.63	5.10	7.50	0.25	0.10	0.03	0.02	0.01	0.67	1.00	0.17
27-28-09-03	0.38	4.90	21.49	1.26	0.33	0.06	0.15	0.11			
29-30-09-04			31.58	2.80	0.33	0.09	0.26	0.02			
	5.20										
1-3-10-04	3.90	5.08	14.19	2.00	0.01	0.06	0.16	0.02	2.26	0.53	0.75
3-4-10-04	1.90	5.12	22.31	3.57	0.17	0.07	0.32	0.01	4.05	0.00	0.69
4-5-10-04		5.26	21.01	4.39	0.01	0.12	0.37	0.02			
5-6-10-04	0.15	5.34	23.34	3.60	0.01	0.10	0.36	0.05	4.41	0.29	0.97
27-28-10-04	0.40	4.64	27.71	1.09	0.43	0.03	0.12	0.01	1.68	0.86	1.31
28-29-10-04	0.15	4.53	33.41	0.89	0.65	0.25	0.15	0.19	1.39	1.07	1.87
29-30-10-04	0.65	4.57	31.58						3.45	0.58	2.14
	7.15										

Tabla 9.10 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de El Tajín 2005

Muestras TAJIN 2005	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μ S)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
21-02-05	1.75	4.62	29.40	0.01	0.26	0.17	0.01	0.19	1.53	1.70	4.45
24-02-05	0.35	4.49	29.49	0.17	0.91	0.20	0.70	0.43	0.86	1.64	3.62
	2.1										
01-03-05	0.15	4.35	52.84	1.78	0.63	0.36	0.26	0.46	3.43	3.41	6.54
06-03-05	0.3	4.39	46.11	2.85	0.59	0.28	0.34	0.43	4.93	1.97	3.91
08-03-05	0.3	4.12	56.59	1.29	1.11	0.26	0.01	0.53	2.07	3.18	7.46
15-03-05	0.15	4.11	83.58	0.93	2.90	0.39	0.22	1.98	1.40	4.84	13.59
19-03-05	0.25	4.3	41.60	1.54	0.88	0.26	0.13	0.27	1.81	0.91	4.41
	1.15										
30-04-05	0.35	5.19	11.99	0.02	0.32	0.13	0.05	0.18	0.42	0.53	2.17
	0.35										
03-05-05	0.7	5.13	17.34	0.99	0.57	0.15	0.14	0.26	1.80	LD	2.02
05-05-05	1.3	4.97	14.40	1.01	0.97	0.18	0.11	0.27	1.50	1.63	3.02
16-05-05	0.85	5.14	22.30	0.28	1.57	0.31	0.08	0.60	0.71	3.02	4.13
17-05-05	0.55	5.73	22.00	0.76	1.65	0.23	0.16	0.59	2.64	3.42	LD
	3.4										
15-06-05	0.9	4.5	14.03	0.03	0.27	0.10	0.04	0.13	LD	0.72	2.03
21-06-05	1.9	4.74	11.87	0.01	0.25	0.12	0.03	0.14	0.42	0.44	2.08
24-06-05	1.5	8.08	7.59	0.12	0.18	0.17	0.04	0.17	0.28	9.32	1.79
25-06-05	1.35	4.5	12.35	0.50	0.22	0.50	0.01	0.20	0.27	LD	LD
27-06-05	2.4	5.01	6.98	0.12	0.12	0.17	0.05	0.10	0.33	LD	0.64
29-06-05	2.45	5.37	6.85	0.19	0.22	0.15	0.02	0.12	0.22	LD	0.88
	10.5										
06-07-05	0.3	5.78	9.31	0.01	L.D	0.07	0.08	0.16	0.25	0.83	LD
	0.3										
03-08-05	2.5	5.23	8.66	0.01	0.20	0.07	0.03	0.06	LD	0.71	0.61
05-08-05	0.45	4.66	17.38	0.38	0.41	0.14	0.07	0.33	0.65	1.24	2.03
15-08-05	1	4.82	11.03	0.08	0.16	0.06	0.03	0.04	0.18	ld	1.00
22-08-06	2.15	4.74	11.72	0.12	0.15	0.02	0.03	0.18	0.53	0.60	1.45
23-08-05	1.8	4.53	16.07	0.09	0.14	0.21	0.04	0.12	LD	LD	1.93
24-08-05	0.25	4.78	8.68	0.23	0.31	0.01	0.03	0.05	0.39	0.52	0.92
	8.15										
06-09-05	2.5	4.66	13.41	0.12	0.19	0.01	0.02	0.13	0.52	0.63	1.64
07-09-05	3.5	4.39	19.00	0.29	0.22	0.04	0.01	0.02	0.49	0.18	3.13
07-09-05	3.5	5.39	19.00	0.34	0.27	LD	2.57	LD	0.49	0.18	3.13
16-09-05	2.45	4.41	18.00	0.44	0.23	0.15	0.08	0.11	0.33	0.66	2.26
27-09-05	2.15	4.29	29.60	0.07	0.30	0.02	0.02	0.12	0.44	0.51	3.20
	14.1										
03-10-05	2.50	4.78	8.31	0.08	0.18	0.11	0.03	0.07	0.20	0.46	1.45
06-10-05	3.45	4.8	8.86	0.02	0.07	0.01	0.01	0.02	0.15	LD	0.83
07-10-05	4.60	4.66	13.26	0.28	0.15	0.13	0.05	0.09	0.57	0.44	1.33
12-10-05	1.40	4.79	6.66	0.18	0.19	0.10	0.06	0.00	1.73	0.53	1.03
17-10-05	1.30	4.1	30.60	0.14	0.33	0.01	0.04	0.04			
25-10-05	0.05	4.39	29.20	0.70	0.40	0.10	0.17	0.33	1.02	0.66	4.19
28-10-05	0.05	4.985	24.70	0.68	0.61	0.32	0.08	0.35	1.13	1.88	3.55
31-10-05	0.40	4.47	16.22	0.10	0.23	0.09	0.03	0.07	0.31	LD	2.23
	13.75										
07-11-05	0.15	4.02	39.80	0.18	0.28	0.12	0.05	0.13	0.75	4.70	0.30
08-11-05	1.1	4.57	12.31	0.23	LD	0.06	0.12	0.34	0.33	LD	1.40
11-11-05	0.5	4.58	16.50	0.77	0.13	0.04	0.07	0.03	1.19	0.72	1.44
	1.75										
19-12-05	0.4	5.41	13.53	0.72	0.55	0.27	0.09	0.49	1.09	0.56	1.89
15-12-05	0.25	4.68	15.60	0.53	0.31	0.20	0.06	0.57	0.95	0.52	0.56
	0.65										

Tabla 9.11 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de La Mancha 2005.

Muestras La Mancha 2005	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
05-Ene-05	5.5	4.79	33.72	3.52	0.56	0.59	0.74	0.73	4.12	0.59	1.78
19-Ene-05	6.5	4.93	19.69	1.81	0.52	0.60	0.59	0.66	2.74	0.01	1.71
12											
04-Feb-05	5.00	4.99	10.21	0.63	0.36	0.49	0.47	0.55	1.25	0.54	2.08
19-Feb-05	15.00	4.87	23.92	1.75	0.74	0.54	0.49	0.60	2.63	0.89	1.12
20.00											
02-Mar-05	2	4.09	82.62	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	5.36	2.62	9.94
04-Mar-05	1.5	5.41	44.86	2.50	0.75	0.54	0.65	0.76	6.94	1.64	3.95
11-Mar-05	0.5	6.56	56.97	6.87	0.89	0.81	1.16	1.19	11.67	2.80	4.69
12-Mar-05	5	4.56	54.85	3.09	0.87	0.57	0.72	0.90	4.15	2.53	3.76
9											
03-May-05	6	6.1	63.50	4.14	0.79	0.47	0.49	2.97	6.89	2.46	5.38
04-May-05	5	6.25	76.30	12.42	1.80	0.64	0.86	1.04	6.27	3.22	5.45
06-May-05	34	5.58	17.40	1.49	0.62	0.31	0.22	0.34	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
21-May-05	4	5.07	28.40	1.23	1.37	0.29	0.11	0.71	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
49											
15-Jun-05	11.82	5.37	6.85	1.09	LD	LD	0.05	0.08	1.27	0.28	0.46
16-Jun-05	14.25	5.21	5.91	0.53	LD	LD	0.05	0.05	0.79	LD	LD
21-Jun-05	12.8	5.14	16.87	2.63	LD	LD	0.17	0.25	2.50	0.58	1.05
22-Jun-05	29.4	5.05	5.11	0.26	LD	LD	0.01	0.02	0.50	LD	0.54
24-Jun-05	29.4	4.89	11.24	1.75	LD	LD	0.10	0.12	1.92	0.42	0.79
26-Jun-05	9.13	5.33	8.84	0.58	0.18	0.14	0.07	0.13	1.10	0.05	0.39
28-Jun-05	5.22	5.15	13.78	2.06	LD	LD	0.11	0.14	2.27	0.34	0.65
29-Jun-05	6.67	4.91	12.72	1.34	LD	LD	0.05	0.07	1.55	0.40	0.93
118.69											
02-Jul-05	5	5.05	10.23	0.75	LD	LD	0.04	0.13	0.68	0.81	1.19
06-Jul-05	9	5.19	15.32	0.78	0.43	0.14	0.11	0.27	1.45	1.67	1.05
12-Jul-05	2	3.86	71.30	2.19	0.40	0.12	0.21	0.44	3.18	0.86	7.34
13-Jul-05	117	5.12	4.75	0.27	LD	LD	0.05	0.04	0.50	LD	LD
14-Jul-05	18	5.07	4.76	0.21	LD	LD	0.02	0.02	0.45	0.36	LD
16-Jul-05	24	5.02	10.23	1.09	LD	LD	0.07	LD	1.36	0.36	0.61
17-Jul-05	14	4.57	20.80	1.70	LD	LD	LD	LD	2.58	0.44	1.44
18-Jul-05	36.5	4.95	11.51	1.36	LD	LD	0.06	0.08	1.65	0.41	0.74
22-Jul-05	32	4.69	22.40	1.60	0.01	0.11	0.17	0.08	3.37	0.60	1.60
24-Jul-05	2.5	6.24	MI	2.09	0.12	0.30	0.27	1.08	3.51	0.72	1.57
25-Jul-05	5	5.52	4.49	0.35	LD	LD	0.05	0.15	0.24	0.55	0.27
26-Jul-05	20	5.35	0.97	1.41	LD	LD	0.16	0.12	0.30	1.49	0.36
27-Jul-05	15	5.41	15.24	1.79	LD	LD	0.07	0.14	0.48	2.17	0.68
300											
03-Ago-05	4	5.15	16.77	1.85	LD	LD	0.12	0.18	0.46	2.68	4.19
06-Ago-05	16	5.11	8.47	0.85	LD	LD	0.04	0.06	0.06	1.17	0.65
07-Ago-05	6	5.32	10.33	1.21	LD	LD	0.06	0.08	0.21	1.48	0.65
13-Ago-05	51	5.17	8.25	0.40	LD	LD	0.26	0.05	0.59	0.58	0.65
16-Ago-05	68	4.84	10.60	0.86	LD	LD	0.06	0.04	1.04	0.53	1.06
18-Ago-05	38	5.06	8.98	1.04	LD	LD	0.06	0.09	0.68	0.81	0.93
19-Ago-05	9	4.81	10.47	0.64	LD	LD	0.05	0.07	0.11	0.89	1.48
20-Ago-05	78	5.29	4.54	0.46	LD	LD	0.03	0.00	0.54	0.24	0.09
21-Ago-05	19	5.36	4.65	0.41	LD	LD	0.05	0.02	0.29	1.23	0.22
22-Ago-05	31	5.15	6.06	0.44	LD	LD	0.03	0.01	0.66	0.41	0.72
23-Ago-05	111	5.5	32.30	4.27	LD	LD	0.24	0.38	0.20	7.42	0.01
23-Ago-05	111	5.5	32.30	4.47	LD	LD	0.60	0.21	7.42	0.01	1.17
24-Ago-05	32	5.65	16.85	3.34	LD	LD	0.17	0.21	1.19	3.54	0.52
26-Ago-05	2	5.71	6.76	0.90	LD	LD	0.04	0.07	0.11	1.05	0.56
576											
02-Sep-05	22	5.16	10.38	0.70	0.17	0.17	0.05	0.09	1.30	0.57	1.07
03-Sep-05	43	4.71	8.90	0.47	0.09	0.10	0.07	0.07	0.90	0.42	0.70
05-Sep-05	20	5.17	6.99	0.67	0.09	0.01	0.08	0.12	0.94	0.36	0.61
06-Sep-05	39	4.72	12.63	0.44	0.21	0.14	0.04	0.09	0.84	0.41	0.83
14-Sep-05	25.5	5.18	10.08	0.75	0.07	0.01	0.07	0.10	1.47	0.40	0.70
17-Sep-05	9.5	4.95	7.44	0.45	0.15	0.12	0.04	0.06	0.86	0.54	0.66
16-Sep-05	42	5.48	6.47	1.22	0.09	0.01	0.16	0.18	2.29	0.54	1.35
20-Sep-05	5	4.72	18.83	0.69	0.20	0.12	0.01	0.07	1.33	0.68	1.23
26-Sep-05	10	4.68	13.08	1.83	0.10	0.13	0.21	0.27	3.48	0.86	1.62
28-Sep-05	9.5	4.53	24.80	0.84	LD	LD	0.05	0.08	0.16	1.80	0.38
225.5											
04-Oct-05	54	4.82	10.50	0.74	0.08	0.01	0.08	0.08	1.16	LD	LD
05-Oct-05	108	5.3	3.60	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
06-Oct-05	4	4.6	6.12	0.26	0.12	0.05	0.07	0.13	0.53	LD	LD
07-Oct-05	1	5.366	12.22	0.18	0.13	0.01	0.03	0.04	1.26	0.37	1.63
11-Oct-05	48	4.76	12.90	0.50	LD	LD	0.08	0.11	1.01	0.70	1.47
25-Oct-05	21	5.25	12.47	0.94	0.64	0.17	0.07	0.09	1.92	0.62	1.33
28-Oct-05	67	4.61	22.00	1.03	0.24	0.06	0.10	0.16	2.00	0.84	1.70
29-Oct-05	3.5	4.75	16.24	1.42	0.29	0.15	0.12	0.17	2.71	0.84	1.34
31-Oct-05	25	4.841	13.02	0.50	0.07	0.04	0.04	0.04	1.02	0.58	1.45
331.5											
01-Nov-05	0.5	4.36	42.60	1.35	0.01	0.05	0.15	0.01	5.41	0.63	3.54
07-Nov-05	1.5	4.94	29.70	2.19	0.37	0.17	0.19	0.18	1.93	0.91	5.20
08-Nov-05	5	4.99	22.30	0.73	0.01	0.03	0.07	0.01	1.46	0.41	1.00
09-Nov-05	13	5.13	8.53	1.32	0.01	0.01	0.09	0.03	1.52	LD	0.50
10-Nov-05	1.5	4.52	24.30	1.56	0.09	0.13	0.14	0.11	2.70	0.80	2.37
11-Nov-05	2.5	4.82	15.21	1.07	0.01	0.18	0.10	0.08	1.86	0.60	0.88
17-Nov-05	7.5	4.88	12.98	0.70	0.19	0.05	0.09	0.50	1.14	0.84	2.41
21-Nov-05	2	4.37	41.60	3.80	0.25	0.18	0.53	0.70	6.41	1.90	3.24
33.5											

Tabla 9.12 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de SJU 2005.

Muestras SJU 2005	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (µS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
03-Ene-05	0.1	4.35	3288.00	3.68	Encubierto	0.40	0.03	0.38	3538.00	17.50	901.00
04-Ene-05	0.06	4.39	166.34	14.11	Encubierto	1.44	1.42	1.93	53.83	1.58	11.24
05-Ene-05	0.04	4.12	190.52	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<
09-Ene-05	0.25	4.11	89.75	5.58	0.03	0.55	0.35	0.35	18.51	2.15	4.22
19-Ene-05	0.41	4.3	130.56	19.91	0.27	0.78	2.14	2.50	29.33	1.37	6.68
	0.86										
04-Feb-05	0.04	4.62	914.88	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<	0.08	1.37	7.76
18-Feb-05	0.45	4.62	96.74	16.32	0.28	1.00	1.78	4.33	16.85	2.11	7.94
19-Feb-05	0.10	4.49	4803.50	12.48	Encubierto	0.52	0.24	0.01	17.27	29.23	22.38
	0.59										
04-Mar-05	0.15	5.48	59.85	6.37	0.43	1.13	0.77	1.95	0.08	1.37	7.76
	0.15										
05-May-05	0.65	5.09	72.50	6.93	2.33	0.59	0.70	1.69	10.97	4.36	8.97
17-May-05	0.4	5.56	59.40	4.08	2.19	0.90	0.44	1.21	7.39	3.95	7.69
	1.05										
14-15-jun-05	3.2	6.17	22.00	3.69	LD	0.19	0.32	0.41	4.38	0.03	1.11
16-Jun-05	1.13	5.07	22.80	1.84	0.14	0.27	0.16	0.21	0.58	1.70	3.46
20-Jun-05	1.04	5	18.40	4.02	LD	0.35	0.37	0.34	4.51	0.45	2.26
21-Jun-05	1.44	5.56	43.20	9.49	LD	0.57	0.75	0.76	8.37	0.66	2.12
22-Jun-05	8.15	5.45	10.54	1.54	LD	0.20	0.14	0.13	2.13	0.51	0.59
24-Jun-05	s/l	5.4	12.44	0.91	0.09	0.03	0.12	0.20	1.75	0.01	1.02
25-Jun-05	40.25	5.11	10.47	0.50	0.14	0.01	0.09	0.19	1.75	0.01	1.02
26-Jun-05	3.9	5.25	11.02	0.94	0.26	0.12	0.10	0.21	1.53	0.57	1.95
26-Jun-05	3.9	4.81	56.10	0.94	0.26	0.12	0.10	0.21	1.53	0.57	1.95
27-Jun-05	0.4	5.16	27.60	1.75	0.40	0.42	0.17	0.45	2.51	1.55	3.32
28-Jun-05	1.3	4.95	34.90	0.44	0.01	0.03	0.13	0.74	7.37	0.83	2.66
28-Jun-05	1.3	4.95	34.90	8.47	LD	0.48	0.86	0.74	7.37	0.83	2.66
	66.01										
05-Jul-05	0.45	6.23	4.60	0.44	0.01	0.13	0.03	0.13	0.27	LD	LD
12-Jul-05	1.6	4.86	20.20	1.22	0.01	0.07	0.13	0.34	2.08	0.01	1.65
13-Jul-05	1.08	4.84	10.82	0.76	LD	0.06	0.05	0.07	1.14	0.51	1.10
14-Jul-05	0.26	6.28	25.80	2.15	0.01	0.49	0.36	0.80	1.80	0.74	1.53
16-Jul-05	3.2	5.49	7.47	0.54	0.01	0.13	0.05	0.35	0.18	0.08	0.81
17-18 Jul-05	1.75	4.73	20.10	1.05	0.02	0.05	0.17	0.49	1.64	0.38	2.19
22-Jul-05	1.6	4.87	19.90	0.82	0.03	0.01	0.09	0.26	1.58	0.01	1.46
27-Jul-05	0.07	MI	MI	21.18	0.01	10.70	0.52	4.91	5.51	LD	4.61
27-Jul-05	1.07	MI	MI	18.52	LD	10.47	1.06	6.38	5.51	LD	5.61
28-Jul-05	1.15	5.64	13.79	1.81	LC	0.19	0.11	0.60	1.77	0.71	1.64
	12.23										
02-Ago-05	0.58	6.01	16.91	4.11	LD	0.73	0.43	0.90	3.24	0.41	2.07
03-Ago-05	29.8	4.97	12.09	1.10	LD	0.11	0.13	0.26	1.47	0.60	1.31
05-Ago-05	0.31	5.06	11.58	4.86	0.01	0.84	0.36	0.30	6.56	1.14	1.73
06-Ago-05	4.9	5.14	6.41	0.10	LD	LC	LC	LC	0.32	LD	LD
07-Ago-05	0.7	6.13	37.50	2.65	0.09	0.33	0.44	0.60	3.50	0.82	1.69
08-Ago-05	1.06	5.33	13.76	1.11	0.01	0.42	0.11	0.33	1.46	1.54	1.89
09-Ago-05	0.155	6.34	24.80	2.82	0.62	1.09	0.19	0.74	2.74	1.35	2.76
11-Ago-05	2.42	4.68	11.83	0.63	0.07	0.05	0.04	0.10	0.42	0.54	1.23
13-Ago-05	4.25	4.75	15.61	1.25	0.12	0.09	0.13	0.15	1.92	0.37	2.17
17-Ago-05	1	4.9	12.18	0.63	0.10	0.05	0.08	0.17	6.15	7.01	6.41
16-Ago-05	3.05	4.63	12.81	0.67	0.12	0.13	0.03	0.10	1.12	0.72	1.44
18-Ago-05	0.44	4.88	26.80	3.56	0.10	0.64	0.32	0.16	3.92	0.89	2.87
19-Ago-05	1.96	4.96	11.35	0.58	0.04	0.30	0.08	0.16	0.60	6.34	0.83
20-Ago-05	3.61	5.06	10.51	0.99	0.12	0.24	0.13	0.20	1.52	0.57	1.24
21-Ago-05	0.645	5.17	14.05	1.61	LD	0.08	0.13	0.15	2.11	0.49	1.04
22-23 Ago-05	5.9	6	13.60	2.06	LD	0.48	0.10	0.06	0.31	5.78	0.83
24-Ago-05	0.795	4.43	22.70	3.93	LD	0.50	0.56	0.61	3.89	0.91	2.95
25-Ago-05	0.05	6.531	60.70	8.75	0.29	5.40	0.54	1.02	4.94	1.30	4.78
26-Ago-05	0.15	6.28	37.60	1.52	0.32	0.65	0.07	0.43	3.09	1.25	3.87
	61.775										
01-Sep-05	0.575	4.94	17.71	3.63	LD	0.83	0.05	0.47	2.99	0.84	3.27
02-Sep-05	0.52	5.07	14.44	1.55	LD	0.12	LD	0.55	0.99	LD	1.45
03-Sep-05	3.705	4.94	9.72	0.39	0.05	LD	0.02	0.04	0.84	0.19	0.47
04-Sep-05	1.24	4.76	3.11	1.01	0.08	0.01	0.09	0.04	2.28	0.89	1.58
05-Sep-05	1.95	7.25	14.42	1.89	0.00	0.09	0.10	0.11	1.74	0.39	1.46
06-Sep-05	0.38	4.71	35.90	2.80	1.50	0.70	0.45	0.03	5.38	0.31	3.14
07-Sep-05	0.295	5.25	48.60	2.80	1.50	0.75	0.45	0.03	9.86	LD	2.74
07-Sep-05	0.295	5.25	48.60	7.00	LD	0.70	0.79	0.40	9.86	LD	2.74
14-Sep-05	3.1	4.7	14.29	1.38	0.01	0.01	0.11	0.08	2.17	0.55	1.21
15-Sep-05	0.95	4.87	13.24	1.74	LD	0.08	0.09	0.19	1.38	0.39	1.14
16-Sep-05	1.75	5.12	12.08	1.47	LD	0.04	0.08	0.22	2.02	0.30	0.85
17-Sep-05	3.73	5.7	8.59	0.38	0.07	0.01	0.04	0.01	0.62	0.25	0.81
19-Sep-05	0.99	4.68	10.46	0.38	0.07	0.01	0.04	0.01	0.78	0.56	0.78
20-Sep-05	3.8	4.9	10.55	0.70	0.12	0.13	0.10	0.08	1.39	0.34	1.38
26-Sep-05	0.372	4.94	48.60	7.87	0.01	0.41	0.47	0.34	10.20	1.32	2.52
27-Sep-05	0.73	5.04	20.60	1.90	0.16	0.22	0.18	0.19	1.82	1.21	1.08
28-Sep-05	0.27	5.78	18.99	3.61	0.01	0.87	0.12	0.09	2.13	LD	1.29
	24.652										
02-Oct-05	11.36	4.52	13.62	0.59	0.15	0.03	0.06	0.08	0.76	0.12	1.54
04-Oct-05	15.8	5.2	20.70	2.74	0.01	0.01	0.19	0.16	3.99	6.10	1.14
06-Oct-05	7.8	5.12	13.88	0.88	1.15	0.01	0.14	0.14	1.40	LD	1.46
13-Oct-05	0.9	4.41	23.80	1.13	0.15	0.01	0.14	0.14	2.29	0.71	2.58
14-Oct-05	0.94	5.39	22.30	3.92	0.01	1.11	0.12	0.11	1.84	0.43	2.65
26-Oct-05	2.05	4.16	58.40	3.67	0.01	0.02	0.29	0.21	2.09	0.58	2.99
28-Oct-05	1.45	4.67	23.50	1.54	0.36	0.09	0.13	0.14	2.44	LD	2.59
30-Oct-05	0.45	4.19	68.30	4.32	0.00	0.97	0.25	0.50	4.37	1.94	5.52
31-Oct-05	2.28	4.05	42.20	0.28	0.16	0.01	0.01	0.01	2.30	LC	1.93
	43.03										

Tabla 9.13 Parámetros físico-químicos (pH, conductividad específica), volumen de lluvia y concentración de aniones y cationes de UV-MOC 2005.

Muestras UV-MOC 2005	Volumen de lluvia (mm)	pH	Conductividad Experimental (μS)	CATIONES (ppm)					ANIONES (ppm)		
				Na+	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
03-Ene-05	0.18	6.46	495.16	19.14	LD	0.54	1.13	1.71	110.90	2.60	23.95
19-Ene-05	0.325	4.53	41.88	3.78	0.43	0.57	0.76	0.79	5.75	0.50	7.79
	0.505										
1-2-Mar-05	0.225	4.04	9.32	1.25	0.60	0.50	0.50	0.64	2.50	1.50	6.47
04-Mar-05	0.15	5.02	4.50	1.55	0.63	0.50	0.56	0.61	6.17	1.49	3.50
	0.375										
04-05 May-05	0.27	5.1	72.50	2.30	2.28	0.30	0.27	1.05	4.26	3.35	5.47
21-22-May-05	0.175	6.71	59.40	3.70	1.85	0.23	0.28	1.72	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<
	0.445										
14-15 Jun-05	1.95	5.82	11.82	1.64	LD	0.07	0.14	0.29	2.07	0.30	0.77
15-16 Jun-05	0.425	4.86	14.25	0.87	LD	0.13	0.09	0.09	1.45	0.44	1.47
19-20 Jun-05	0.55	4.98	12.80	1.75	LD	0.05	0.09	0.13	1.82	0.44	0.68
20-21 Jun-05	0.75	5.53	29.40	4.98	0.01	0.12	0.35	0.21	6.67	1.93	0.51
21-22 Jun-05	0.75	5.58	9.13	1.41	LD	0.07	0.08	0.05	1.66	LD	0.46
23-24 Jun-05	3.85	5.37	5.22	0.21	LD	LD	0.04	0.10	0.43	LD	0.38
24-27 Jun-05	2.2	5.28	6.67	0.34	0.06	LD	0.04	0.11	0.60	0.25	0.48
27-28 Jun-05	3.925	5.3	20.40	3.88	LD	0.09	0.25	0.15	3.74	0.27	1.04
28-29 Jun-05	0.2	5	6.76	0.67	0.21	0.21	0.07	0.17	0.93	0.44	0.89
	14.6										
05-06 Jul-05	0.45	<<<<<<<	<<<<<<<	0.16	0.30	0.03	0.04	0.17	0.59	1.09	1.07
12-13 Jul-05	0.55	5.7	12.27	3.88	LD	0.10	0.11	0.20	2.07	0.41	0.74
13-14 Jul-05	0.9	4.98	8.17	0.51	LD	LD	0.11	0.15	0.71	0.41	0.65
15-18 Jul-05	4.3	5.55	5.65	LD	0.36	LD	LC	LC	0.58	LD	0.50
21-22 Jul-05	0.625	4.59	25.50	2.26	LD	0.10	0.17	0.17	3.15	0.31	1.05
25-26 Jul-05	0.425	4.53	18.43	1.39	LD	LD	0.08	0.23	0.73	0.40	0.58
26-27 Jul-05	0.825	5.226	7.37	0.42	LD	LD	0.03	0.18	0.61	0.24	0.49
27-28 Jul-05	0.5	5.35	12.52	0.92	0.12	0.08	0.09	0.41	1.42	0.36	0.65
	8.575										
01-13 Ago-05	4.5	5.1	10.94	LD	1.47	0.07	LC	0.11	1.58	0.45	1.17
15-16 Ago-05	1	4.96	9.88	0.06	0.70	0.06	LD	LD	1.22	0.43	0.96
16-17 Ago-05	0.425	4.75	21.00	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	<<<<<<<	LD	2.46	0.92	1.41
17-18 Ago-05	0.6	5.18	8.60	1.56	LD	0.05	LC	0.43	0.96	0.35	0.68
18-19 Ago-05	1.55	5.15	7.10	LD	0.42	LD	LC	0.22	0.74	0.32	0.68
19-22 Ago-05	1.85	5.75	12.82	1.22	0.01	0.03	0.13	0.14	2.53	0.97	1.56
22-23 Ago-05	1.6	6	5.55	LD	0.54	LD	LC	LC	0.76	LD	0.50
23-24 Ago-05	1.95	4.77	13.44	0.49	LD	LD	0.03	0.08	0.67	0.30	1.16
25-26 Ago-05	0.15	5.22	7.75	0.39	0.16	LD	0.02	0.13	0.73	0.40	0.58
	13.625										
1-02 Sep-05	0.25	5.1	3.67	0.07	0.00	LD	0.00	0.00	0.21	LC	LC
02-05 Sep-05	4.85	4.79	10.70	0.35	0.06	0.01	0.04	0.01	1.00	0.39	0.67
05-06 Sep-05	0.2	4.52	28.40	2.13	0.14	0.07	0.18	0.13	3.86	0.61	1.83
06-07 Sep-05	0.2	5.47	19.60	2.50	0.14	0.15	0.25	0.25	4.20	0.69	0.26
13-14 Sep-05	1.675	4.75	12.43	0.43	0.25	LD	0.02	0.05	0.85	0.56	0.98
14-15 Sep-05	1.175	4.92	9.84	0.29	0.07	0.01	0.04	0.03	0.52	0.27	0.47
15-19 Sep-05	4.5	5.25	12.63	0.22	0.08	0.01	0.05	0.08	0.63	0.14	1.00
19-20 Sep-05	2.55	5.13	6.21	0.24	0.22	0.07	0.01	0.10	0.47	0.55	0.42
25-26 Sep-05	0.475	4.56	28.30	2.44	0.22	0.17	0.16	0.17	4.27	0.05	2.18
26-27 Sep-05	1.425	4.87	8.05	0.18	0.08	0.01	0.03	0.01	0.64	0.34	0.55
27-28 Sep-05	0.225	4.98	12.69	1.06	0.13	0.06	0.08	0.12	1.93	0.53	0.73
	17.525										
03-08 Oct-05	4.8	5.52	11.22	1.08	0.10	0.07	0.06	0.09	1.85	LC	LC
12-13 Oct-05	3.03	4.62	16.77	0.30	0.15	0.08	0.01	0.07	0.43	0.18	0.65
13-14-Oct-05	2.375	4.57	6.08	0.43	0.13	0.01	0.01	0.02	1.00	0.43	0.97
15-17 Oct-05	1.1	4.21	36.40	0.88	0.37	0.14	0.07	0.15	1.53	1.32	3.05
25-26 Oct-05	0.675	4.99	10.96	1.45	0.17	0.06	0.13	0.15	1.97	0.28	0.94
27-28 Oct-05	2	4.71	18.30	0.77	0.41	LD	0.06	0.07	1.40	0.66	1.97
28-31 Oct-05	4.6	4.96	11.34	0.52	0.10	0.05	0.03	0.04	0.97	0.28	0.69
	18.58										
3-10 al 02-Nov	0.525	5.53	11.61	0.45	0.06	0.00	0.03	0.59	0.86	0.20	2.30
06-07 Nov-05	0.525	4.52	17.12	0.70	0.19	0.05	0.09	0.50	2.42	0.62	3.20
07-08 Nov-05	1.375	5.12	7.91	0.60	0.01	0.05	0.06	0.01	0.99	0.50	0.54
10-11 Nov-05	0.15	4.6	19.00	2.16	0.14	0.06	0.18	0.13	3.76	1.05	2.45
19-21 Nov-05	0.125	5.99	55.70	27.54	LC	0.53	1.36	3.47	19.50	2.14	8.10
	2.7										

Tabla 9.14 Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios de estudio en el año 2003.

CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD		
Muestras TAMH 2003	Conductividad Teórica (mS)	Conductividad Experimental (mS)	Muestras LMH 2003	Conductividad Teórica (mS)	Conductividad Experimental (mS)	Muestras SJJ 2003	Conductividad Teórica (mS)	Conductividad Experimental (mS)	Muestras UV MOC 2005	Conductividad Teórica (mS)	Conductividad Experimental (mS)
6-7-Ene-03	20.34	24.91	07-ene-03	10.08	24.50	07-ene-03	485.90	371.00	6-7/Ene-03	13.72	13.60
14-15-Ene-03	11.09	14.74	08-ene-03	18.32	17.00	08-ene-03	34.22	196.00	11-ene-03	32.14	36.10
23-24 Ene-03	20.40	24.26	24 ene-03	6.39	23.70	15 ene-03	272.02	263.00	15 ene-03	25.70	29.40
26-27 Ene-03	25.40	26.12				16 ene-03	579.00	696.20			
07-feb-03	30.05	31.20	21-mar-03	93.01	76.49	24-mar-03	131.12	91.71	26 may-03	26.09	42.64
10-feb-03	49.43	42.53							29-may-03	9.56	22.46
16-feb-03	14.00	30.73	03-abr-03	12.82	9.51	22-may-03	103.69	130.76	03-jun-03	4.40	7.91
27-feb-03	110.32	115.30	15-abr-03	18.04	58.70	27-may-03	176.42	153.82	08-jun-03	14.21	20.54
16 mar-03	71.77	77.26	24 mar-03	21.11	19.50	28-may-03	79.43	81.93	18-jun-03	3.60	7.06
29-mar-03	44.24	42.43	27 may-03	19.00	25.35				20-jun-03	2.91	4.64
			28-may-03	10.70	23.10	04-jun-03	36.32	37.94	23-jun-03	16.87	20.91
09-abr-03	54.35	49.57				10-jun-03	40.50	44.03	26-jun-03	9.59	37.34
02-jun-03	15.93	24.79	04-jun-03	7.67	10.09	20-jun-03	22.29	23.34	27-jun-03	4.50	7.37
04-jun-03	9.92	14.43	05-jun-03	8.23	8.85	21-jun-03	0.06	39.15	30-jun-03	3.44	4.87
14-jun-03	0.44	41.97	17-jun-03	12.15	13.61	23-jun-03	35.14	25.02			
16-jun-03	12.04	19.34	19-jun-03	7.63	10.06	26-jun-03	65.78	63.20	04-jul-03	20.34	25.93
17-jun-03	11.06	30.71	21-jun-03	10.46	23.18	28-jun-03	486.86	93.96	07-jul-03	15.18	15.89
25-26-27-Jun	12.75	16.22	23-jun-03	13.14	10.36	27-jun-03	6.97	9.49	08-jul-03	30.87	30.25
27-jun-03	7.84	12.58	26-jun-03	14.90	21.72	20-jun-03	77.00	19.23	15-jul-03	10.04	10.90
			27-jun-03	6.24	10.85				17-jul-03	10.04	9.90
08-jul-03	10.36	14.46	28-jun-03	7.88	8.11	04-jul-03	48.72	22.41	18-jul-03	9.68	14.99
07-jul-03	5.74	8.04	29-jun-03	6.54	8.53	06-jul-03	23.42	26.32	19-jul-03	7.59	9.29
08-Jul-03	12.30	15.59				07-jul-03	16.48	12.09	20-jul-03	6.47	9.84
12-14-Jul-03	38.53	44.26	07-jul-03	20.70	23.72	08-jul-03	18.80	44.13	26-Jul-03	8.26	8.11
15-16-Jul-03	20.83	16.93	08-jul-03	0.37	0.89	10-jul-03	15.60	59.53	27-jul-03	5.77	13.83
18-19-20-Jul	10.87	9.51	09-jul-03	33.97	25.91	13-jul-03	12.18	17.86			
23-24-25-Jul	15.99	20.15	10-jul-03	16.84	22.91	16-jul-03	8.57	11.74	01-ago-03	8.09	20.70
26-27-Jul-03	10.48	8.66	16-jul-03	15.62	18.62	17-jul-03	10.06	15.77	06-ago-03	11.88	34.22
28-jul-03	12.34		17-jul-03	11.33	19.17	18-jul-03	16.71	14.93	13-14/AGO/0004	10.51	10.30
			19-jul-03	5.63	11.60	19-jul-03	13.75	16.73	16-18/AGO/0003	8.61	11.69
31-1-15 Agos	16.43	17.01	20-jul-03	18.40	21.02	20-jul-03	9.09	9.71	19 ago-03	16.84	21.06
19-ago-03	7.48	6.36	26-jul-03	15.55	21.73	23-jul-03	45.10	77.40	20-21/AGO/2003	17.89	11.41
20-22-25 Agos	15.30	12.28	27-jul-03	12.02	6.55	25-jul-03	19.46	28.50	22-23/AGO/2003	6.07	7.03
26-31 Agos-03	11.70	15.96	28-jul-03	9.45	8.14	26-jul-03	6.80	9.96	24-26/AGO/2003	4.94	9.00
			29-jul-03	11.12	18.07	27-jul-03	31.06	18.37	26-27/AGO/2003	7.86	13.40
									29-31/AGO/0003	4.63	6.00
1-2-Sept-03	7.80	11.89	01-ago-03	7.64	11.23	01-ago-03	14.62	33.67	2-3/SEP-03	15.74	22.61
3-6-Sept-03	26.16	20.40	04-ago-03	26.92	39.53	06-ago-03	0.10	39.00	3-4/SEP-03	17.09	26.78
14-15-Sept-03	5.00	7.96	05-ago-03	7.71	9.95	14-ago-03	12.37	13.34	06-sep-03	9.81	13.36
16-sep-03	21.88	26.96	13-ago-03	13.62	13.64	16-ago-03	14.84	20.61	15-17/SEP-03	12.45	16.46
18-21-Sept-03	8.37	17.47	14-ago-03	8.73	8.53	19-ago-03	25.98	21.89	22-23/SEP-03	15.59	20.83
22-23-Sept-03	16.61	16.70	16-ago-03	10.05	24.46	20-ago-03	9.88	12.14	19-30/SEP-03	11.50	12.81
28-sep-03	48.01	41.03	18-sep-03	16.87	21.91	21-ago-03	11.31	12.76	27-28/SEP-03	6.18	6.87
29-sep-03	6.61	8.46	19-ago-03	5.68	6.04	22-ago-03	12.04	21.71	28-29/SEP-03	9.81	11.06
			20-ago-03	5.49	7.98	23-ago-03	10.30	13.43	29-30/SEP-03	20.90	23.14
1-2-Oct-03	24.49	23.03	21-ago-03	13.09	21.18	25-ago-03	17.27	22.17	31-01/sep/04	3.81	
3-4-5-Oct-03	7.50	10.06	23-ago-03	16.88	22.27	26-ago-03	6.01	23.09			
7-8-Oct-03	10.47	12.06	29-ago-03	10.53	12.87	27-ago-03	16.66	27.93	3-6/OCT-03	8.56	12.64
13-19-Oct-03	29.64	56.77	30-ago-03	39.21	17.71	25-sep-03	7.40	10.92	6-7/OCT-03	8.22	23.80
21-22-Oct-03	11.17	13.76				30-ago-03	9.60	10.22	7/OCT-03	4.96	8.03
31 oct-03	11.00	13.96	05-sep-03	28.01	29.46	31 ago-03	7.89	8.27	14-16/OCT-04	13.81	16.86
			13-sep-03	16.63	18.63				15-16/OCT-03	11.34	9.53
8-11-Nov-03	11.00	19.48	14-sep-03	8.95	13.47	01-sep-03	15.21	7.26	16-17/OCT-03	10.11	10.27
12-14-Nov-03	16.48	14.05	15-sep-03	7.50	9.45	03-sep-03	15.71	37.38	17-18/OCT-03	10.64	12.60
15-23-Nov-03	23.16	38.16	16-sep-03	7.61	7.55	04-sep-03	24.57	33.57			
			17-sep-03		5.16	05-sep-03	5.33	10.06	31-OCT-03 al 1/NOV	17.04	22.12
02-dic-03	14.65	18.59	20-sep-03	18.87	20.80	07-sep-03	171.16	20.22	2-3/NOV-03	10.52	10.47
06-dic-03	15.32	18.45	28-sep-03	9.51	11.20	09-sep-03	36.33	18.73	6-7/NOV-03	14.31	18.45
15 dic-03	8.22	8.88	29-sep-03	3.29	3.37	14-sep-03	6.26	13.45	8-9/NOV-03	26.36	25.49
			30-sep-03	10.24	12.20	15-sep-03	13.97	24.10	10-11/NOV-03	11.18	31.44
						16-sep-03	26.22	23.71			
02-oct-03	9.25	7.29	02-oct-03	9.25	7.29	17-sep-03	2.03	9.23	01-dic-03	30.76	51.00
04-oct-03	4.74	6.69	04-oct-03	4.74	6.69	19-sep-03	8.81	19.52	05-dic-03	25.24	45.00
05-oct-03	1.15	1.00	05-oct-03	1.15	1.00	20-sep-03	8.81	11.16			
06-oct-03	5.11	7.78	06-oct-03	5.11	7.78	21-sep-03	38.45	16.73			
07 oct-03	7.41	10.80	07 oct-03	7.41	10.80	23-sep-03	9.85	16.27			
08 oct-03	1.78	1.33	08 oct-03	1.78	1.33	26-sep-03	13.99	9.52			
13-oct-03	0.90	11.13	13-oct-03	0.90	11.13	29-sep-03	10.30	14.06			
15-oct-03	19.04	16.50	15-oct-03	19.04	16.50	30-sep-03	30.57	33.03			
18-oct-03	11.06	6.30	18-oct-03	11.06	6.30						
31-oct-03	38.23	36.70	31-oct-03	38.23	36.70	03-oct-03	0.64	77.23			
						04-oct-03	36.48	88.81			
01-nov-03	66.53		01-nov-03	66.53		08 oct-03	19.16	29.18			
08-nov-03	5.28	7.82	08-nov-03	5.28	7.82	15 oct-03	18.40	19.64			
11-nov-03	11.45	23.10	11-nov-03	11.45	23.10	16-oct-03	17.10	18.20			
14-nov-03	20.73	16.20	14-nov-03	20.73	16.20	17-oct-03	12.32	11.74			
01-nov-03	19.13	22.80	01-nov-03	19.13	22.80	18-oct-03	28.55	21.28			
						31-oct-03	224.16	94.96			
02-dic-03	41.14	NM	02-dic-03	41.14	NM						
03-dic-03	17.88	20.00	03-dic-03	17.88	20.00	03 nov-03	8.57	16.66			
06-dic-03	20.49	20.00	06-dic-03	20.49	20.00	07 nov-03	21.87	20.51			
						08-nov-03	30.90	24.17			
						09-nov-03	14.49	96.11			
						11-nov-03	20.65	30.91			
						12-nov-03	0.24	80.89			
						14-nov-03	1.29	31.87			
						14 nov-03	13.96	31.87			
						02-dic-03	205.77	20.51			
						06-dic-03	191.04	48.43			

Tabla 9.15 Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios de estudio en el año 2004.

CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD		
Muestras TAJM 2003	Conductividad Teórica (mS)	Conductividad Experimental (mS)	Muestras LJM 2003	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)	Muestras SJJ 2004	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)	Muestras UV-MOC 2004	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)
16-18 Ene	66,76	30,39	06-ene-04	45,35	41,50	02-ene-04	1220,84	1896,00	22-23/01/2004	49,15	56,00
19-ene-04	80,08	33,58	08-ene-04	82,29	51,00	07-ene-04	247,95	989,00	27-28/01/2004	52,10	56,00
22-ene-04	65,46	84,67	17-ene-04	41,75	48,00	17-ene-04		266,00			
23-ene-04	80,74	79,24	24-ene-04	24,27	36,00	28-ene-04	212,23	177,00	7,8/02/2004	66,19	67,00
28-29 Ene		85,75	26-ene-04	28,25	13,70	31-ene-04	200,38	575,00			
09-feb-04	14,59	17,20	31-ene-04	17,07	74,40				23-mar-04	17,08	15,80
12-feb-04	36,04	18,20				08-feb-04	195,03	138,00			
16-feb-04	46,86	19,20	26-feb-04	64,99	74,40	26-feb-04	59,37	113,00	4,5/04/2004	24,83	37,90
27-feb-04	56,78	21,20	28-feb-04	61,41	74,40				13,14/04/2004	36,81	67,80
28-feb-04	33,25	22,20				23-mar-04	40,08	76,90	26,27/04/04	20,47	53,40
06-mar-04	62,09	91,10	23-mar-04	21,50	21,60				26,27/04/04	47,61	
08-mar-04	26,92	34,90	24-mar-04	3,50	20,80	05-abr-04	98,62	105,80			
12-14 Mar	77,30	106,60	29-mar-04	9,01	62,50	06-abr-04	119,15	136,00	1,2/05/04	31,29	14,97
14-mar-04	26,15	40,10				14-15/04/2004	50,98	126,80	13-14-05-04	50,72	36,50
14,15 Mar	68,66	96,60	05-abr-04	68,32	9,51	27-abr-04	58,41	72,70	14,15/05/04	146,40	145,10
16,17 Mar	41,14	56,90	09-abr-04	39,41	9,51				16,17/05/04	15,88	12,80
27-mar-04	18,74	21,30	27-abr-04	14,38	58,70	01-may-04	36,94	33,70	19,20/05/04	17,98	12,50
29-mar-04	16,73	18,70				14-may-04	269,10	285,00	26-may-04	17,22	MI
30-mar-04	15,19	20,40	08-may-04	46,32	27,66	15-may-04	76,13	63,00			
31-mar-04	30,67	40,50	10-may-04	7,33	20,60	16,17-May-04	27,76	22,40	1,2/06/04	17,37	14,97
			18-may-04	13,35	13,99	19-may-04	33,33	30,50	2,3/06/04	11,62	6,48
3,4 Abr	21,02	28,70	20-may-04	27,12	27,56	20-may-04	27,29	20,30	3,4/06/04	31,29	28,20
5,6 Abr	7,60	36,40	21-may-04	13,57	10,80	26-may-04	49,63	35,00	4,5/06/04	10,96	77,50
08-abr-04	16,62	25,40							8,9/06/04	12,07	11,50
11,12 Abr	41,82	54,60	03-jun-04	28,99	27,77	02-jun-04	0,00		10,11/06/04	36,89	40,80
13-abr-04	41,12	53,70	04-jun-04	7,20	7,92	03-jun-04	26,83	20,70	16-17-06-04	32,67	54,60
26,27Abr	16,41	8,74	05-jun-04	11,64	8,33	04-jun-04	43,95	37,30	17-18-06-04	19,95	19,30
28-abr-04	67,35	77,20	07-jun-04	12,19	11,87	05-jun-04	24,53	16,70	22-23-06-04	14,38	8,20
			08-jun-04	5,89	7,97	07-jun-04	0,00	17,20	23-jun-03	5,24	MI
7,8 May	2,66	29,10	10-jun-04	22,85	17,80	09-jun-04	21,24	19,60	25-26-06-04	35,62	22,20
9,10 May	16,65	28,50	17-jun-04	30,99	36,00	12-jun-04	24,08	20,70	26-27-06-04	34,96	28,30
14-may-04	19,62	21,40	18-jun-04	23,96	32,40	17-jun-04	22,88	22,36	28-29-06-04	2,96	22,00
15-may-04	16,77	19,50	19-jun-04	1,01	20,80	18-jun-04	20,77	24,64		0,97	29,80
15,16 May	48,58	54,30	27-jun-04	7,62	18,20	23-jun-04	6,69	11,07			
						25-jun-04	23,08	33,32	1-2-07-04	21,85	22,00
02-jun-04	14,25	37,50	02-jul-04	4,96	40,70	26-jun-04	42,37	36,67	4-5-07-04	11,52	13,10
03-jun-04	5,59	5,55	06-jul-04	13,32	15,60	27-jun-04	22,88	27,31	8-9-07-04	14,62	15,20
05-jun-04	18,25	17,80	07-jul-04	16,06	9,70	28-jun-04	11,45	23,95	10-11-Jul-04	17,95	4,50
07-jun-04	11,82	12,30	11-jul-04	7,65	6,68	29-jun-04	2,32	5,44	19-20-07-04	11,10	MI
08-jun-04	15,40	16,50	12-jul-04	3,50	4,90				22-23-07-04	13,03	13,00
10-jun-04	5,73	12,40	27-jul-04	21,51	18,70	02-jul-04	28,31	31,93	24-25-07-04	9,33	10,60
17-jun-04	10,17	13,00				05-jul-04	15,35	18,92			
26-jun-04	17,16	22,90	02-ago-04	6,68	7,00	06-jul-04	26,33	28,92	16-17-08-04	10,36	11,00
			10-ago-04	9,99	8,80	10-jul-04	53,33	54,52	19-20-08-04	1,19	22,10
10,11 Jul	8,74	10,10	13-ago-04	9,02	13,00	12-jul-04	17,59	12,36	25-26-08-04	25,92	MI
23-jul-04	16,44	21,60	14-ago-04	9,86	13,30	16-jul-04	14,20	17,42	26-27-08-04	14,89	15,90
			19-ago-04	9,63	9,60	23-jul-04	6,07	6,67	28-30-08-04	13,80	13,70
10-ago-04	12,58	19,70	20-ago-04	63,70	104,60	29-jul-04	11,38	12,89	30-16-08-04	13,03	15,00
12-ago-04	23,71	33,00	21-ago-04	14,94	13,30						
14-ago-04	20,25	22,95	25-ago-04	18,10	18,20	02-ago-04	23,98	28,82	7-8-09-04	21,86	20,60
17-ago-04	13,52	11,39	26-ago-04	35,27	33,90	03-ago-04	8,65	14,08	8-9-09-04	3,98	MI
30-ago-04	9,00	13,80	28-ago-04	11,18	11,30	10-ago-04	6,44	MI	10-11-09-04	30,27	34,80
			30-ago-04	7,31	27,40	13-ago-04	21,19	23,98	17-18-09-04	13,83	17,31
01-sep-04	22,95	47,85				14-ago-04	26,57	MI	19-20-09-04	46,17	41,27
06-sep-04	31,46	70,60	21-sep-04	81,22	49,70	15-ago-04	27,74	30,86	21-22-09-04	13,74	15,24
08-sep-04	15,37	10,20	26-sep-04	60,10		16-ago-04	17,64	17,94	24-25-09-04	6,59	7,50
10-sep-04	38,00	81,10	30-sep-04	2,56	3,42	17-ago-04	9,48	11,39	27-28-09-03	9,59	21,49
11-sep-04	9,11	13,40				18-ago-04	14,72	16,17	29-30-09-04	8,81	31,58
12-sep-04	49,26	41,18	03-oct-04	12,74	12,00	20-ago-04	13,01	10,77			
20-sep-04	18,87	22,82	04-oct-04	10,89	10,83	22-ago-04	17,04	90,97	1-3-10-04	14,05	14,19
24-sep-04	36,13	38,66	05-oct-04	13,56	13,96	25-ago-04	4,02	51,76	3-4-10-04	21,77	22,31
27-sep-04	20,69	19,42	10-oct-04	6,89	11,41	26-ago-04	3,52	3,87	4-5-10-04	13,43	21,01
28-sep-04	25,30	14,66	15-oct-04	12,31	22,41	28-ago-04	37,02	19,14	5-6-10-04	21,74	23,34
			31-oct-04	16,53	21,85	27-ago-04	25,86	28,92	27-28-10-04	16,04	27,71
03-oct-04	11,65	13,23				29-ago-04	21,92	5,73	28-29-10-04	21,80	33,41
04-oct-04	10,94	14,67	15-nov-04	23,69	25,97	30-ago-04	16,16	18,49	29-30-10-04	16,63	31,58
4,5 Oct	30,14	33,15									
5,6 Oct	5,72	5,25				01-sep-04	36,04	47,85			
15-oct-04	22,57	28,60	14-dic-04	27,53	31,31	08-sep-04	73,66	79,25			
						10-sep-04	25,92	32,69			
30-nov-04	17,92	20,38				11-sep-04	53,44	56,45			
						17-sep-04	30,31	31,10			
11-dic-05	42,67	38,81				18-sep-04	20,82	23,20			
15-dic-05	23,31	42,94				22-sep-04	50,15	49,90			
19-dic-05	43,54	45,15				24-sep-04	10,11	11,15			
23-dic-05	54,85	73,21				25-sep-04	11,23	10,80			
25-dic-05	45,61	32,95				26-sep-04	26,07	42,80			
						29-sep-04	21,33	29,30			
						30-sep-04	25,10	20,40			
						2,3-oct-04	15,72	15,20			
						04-oct-04	66,61	21,60			
						05-oct-04	13,84	12,60			
						06-oct-04	18,51	16,95			
						10-oct-04	51,75	52,00			
						15-oct-04	26,39	25,40			
						16-oct-04	136,13	123,20			
						28-oct-04	64,38	72,80			
						29-oct-04	4,93	25,30			

Tabla 9.16 Conductividad teórica y experimental de los 4 sitios de estudio en el año 2005.

CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD			CONDUCTIVIDAD		
Muestras TAJIN 2005	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)	Muestras LMH 2005	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)	Muestras SJU 2005	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)	Muestras UV-MOC 2005	Conductividad Teórica mS	Conductividad Experimental (mS)
21-feb-05	17,97	29,40	05-ene-05	30,33	495,16	03-ene-05	MI	3288,00	03-ene-05	307,31	495,16
24-feb-05	25,73	29,49	19-ene-05	22,64	495,16	04-ene-05	MI	166,34	19-ene-05	44,07	41,88
01-mar-05	39,97	52,84	04-feb-05	15,42	10,21	05-ene-05	MI	190,52	1-2-Mar-05	52,58	9,32
06-mar-05	41,02	46,11	19-feb-05	23,76	23,92	09-ene-05	87,60	89,75	04-mar-05	31,31	4,50
08-mar-05	47,98	56,59	02-mar-05	48,17	82,62	19-ene-05	148,51	130,56	04-mar-05	31,31	4,50
15-mar-05	64,25	83,58	04-mar-05	34,87	44,86	04-feb-05	MI	914,88	04-05 may-05	37,84	72,50
19-mar-05	33,57	41,60	11-mar-05	59,63	56,97	18-feb-05	110,48	96,74	21-22-May-05	22,44	59,40
06-mar-05	41,02	46,11	12-mar-05	40,61	54,85	19-feb-05	123,10	4803,50	14-15 jun-05	10,92	11,82
08-mar-05	47,98	56,59	03-may-05	47,34	72,50	04-mar-05	33,85	59,85	15-16 jun-05	12,02	14,25
15-mar-05	64,25	83,58	03-may-05	52,71	72,50	05-may-05	64,94	72,50	19-20 jun-05	13,16	12,80
19-mar-05	33,57	41,60	04-may-05	65,28	72,50	17-may-05	50,45	59,40	20-21 jun-05	31,14	29,40
30-abr-05	7,25	11,99	06-may-05	11,10	72,50	14-15-jun-05	21,30	22,00	21-22 jun-05	8,43	9,13
03-may-05	13,67	17,34	21-may-05	11,47	59,40	16-jun-05	14,41	22,80	23-24 jun-05	3,57	5,22
05-may-05	18,16	14,40	15-jun-05	6,35	6,85	20-jun-05	26,95	18,40	24-27 jun-05	5,14	6,67
16-may-05	19,42	22,30	16-jun-05	6,21	5,91	21-jun-05	48,13	43,20	27-28 jun-05	20,80	20,40
17-may-05	21,53	22,00	21-jun-05	17,52	16,87	22-jun-05	11,46	10,54	28-29 jun-05	10,01	6,76
15-jun-05	14,82	14,03	22-jun-05	2,98	5,11	24-jun-05	9,23	12,44	05-06 jul-05	5,39	
21-jun-05	10,67	11,87	24-jun-05	10,96	11,24	25-jun-05	9,62	10,47	12-13 jul-05	15,73	12,27
24-jun-05	14,51	7,59	26-jun-05	6,96	6,84	26-jun-05	11,30	11,02	13-14 jul-05	8,04	8,17
25-jun-05	15,21	12,35	28-jun-05	13,71	13,78	26-jun-05	14,75	56,10	15-18 jul-05	3,98	5,65
27-jun-05	6,05	6,98	29-jun-05	9,63	12,72	27-jun-05	19,62	27,60	21-22 jul-05	23,02	25,50
29-jun-05	4,46	6,85	02-jul-05	8,30	10,23	28-jun-05	25,98	34,90	25-26 jul-05	16,70	18,43
06-jul-05	3,05	9,31	06-jul-05	12,84	15,32	28-jun-05	47,43	34,90	26-27 jul-05	5,48	7,37
03-ago-05	4,44	8,66	12-jul-05	68,78	71,30	05-jul-05	2,54	4,60	27-28 jul-05	9,62	12,52
05-ago-05	15,56	17,38	13-jul-05	4,65	4,75	12-jul-05	14,57	20,20	01-13 ago-05	13,77	10,94
15-ago-05	7,40	11,03	14-jul-05	4,94	4,76	13-jul-05	10,88	10,82	15-16 ago-05	10,56	9,88
22-ago-06	10,53	11,72	16-jul-05	9,90	10,23	14-jul-05	15,32	25,60	16-17 ago-05	13,32	21,00
23-ago-05	13,00	16,07	17-jul-05	19,94	20,80	17-jul-05	4,76	7,47	17-18 ago-05	9,92	8,60
24-ago-05	9,78	8,68	18-jul-05	12,01	11,51	17-18 jul-05	16,27	20,10	18-19 ago-05	7,14	7,10
03-ago-05	4,44	8,66	22-jul-05	20,65	22,40	22-jul-05	11,99	19,90	19-22 ago-05	11,75	12,82
05-ago-05	15,56	17,38	24-jul-05	20,80	MI	27-jul-05	97,43	MI	22-23 ago-05	4,46	5,55
15-ago-05	7,40	11,03	24-jul-05	19,41	MI	27-jul-05	98,40	MI	23-24 ago-05	9,77	13,44
22-ago-06	10,53	11,72	25-jul-05	6,46	4,49	28-jul-05	12,81	13,79	25-26 ago-05	6,42	7,75
23-ago-05	13,00	16,07	26-jul-05	9,47	0,97	02-ago-05	23,75	16,91	1-02 sep-05	3,41	3,67
24-ago-05	9,78	8,68	26-jul-05	10,47	0,97	03-ago-05	12,24	12,09	02-05 sep-05	9,85	10,70
06-sep-05	11,87	13,41	27-jul-05	13,83	15,24	05-ago-05	34,06	11,58	05-06 sep-05	27,01	26,40
07-sep-05	18,89	19,00	03-ago-05	20,30	16,77	06-ago-05	3,45	6,41	06-07 sep-05	19,30	19,60
07-sep-05	17,36	19,00	06-ago-05	8,55	8,47	07-ago-05	20,09	37,50	13-14 sep-05	11,40	12,43
16-sep-05	19,10	18,00	07-ago-05	10,09	10,33	08-ago-05	12,28	13,76	14-15 sep-05	7,09	9,84
27-sep-05	23,02	29,60	13-ago-05	6,79	8,25	09-ago-05	22,80	24,80	15-19 sep-05	5,26	12,63
03-oct-05	8,96	8,31	16-ago-05	10,88	10,60	11-ago-05	11,70	11,83	19-20 sep-05	6,35	6,21
06-oct-05	6,74	8,66	18-ago-05	8,74	8,98	13-ago-05	16,33	15,61	25-26 sep	27,74	28,30
07-oct-05	12,01	13,26	19-ago-05	11,02	10,47	17-ago-05	31,79	12,18	26-27 sep-05	7,67	8,05
12-oct-05	12,19	6,66	20-ago-05	4,40	4,54	16-ago-05	14,81	12,81	27-28 sep-05	12,45	12,69
17-oct-05	29,75	30,60	21-ago-05	4,88	4,65	18-ago-05	26,79	26,80	03-08 oct-05	8,45	11,22
25-oct-05	24,43	29,20	22-ago-05	5,89	6,06	19-ago-05	15,67	11,35	12-13 oct-05	11,52	16,77
28-oct-05	16,02	24,70	23-ago-05	29,73	32,30	20-ago-05	11,88	10,51	13-14 oct-05	14,18	6,08
31-oct-05	15,33	16,22	23-ago-05	30,88	32,30	21-ago-05	12,69	14,05	15-17 oct-05	32,40	36,40
07-nov-05	42,93	39,80	24-ago-05	18,41	16,85	22-23 ago-05	14,13	13,60	25-26 oct-05	13,60	10,96
08-nov-05	13,01	12,31	26-ago-05	6,48	6,76	24-ago-05	37,70	22,70	27-28 oct-05	15,47	18,30
11-nov-05	16,01	16,50	02-sep-05	9,46	10,38	25-ago-05	50,53	60,70	28-31 oct-05	8,50	11,34
19-dic-05	11,52	13,53	03-sep-05	11,68	8,90	26-ago-05	17,71	37,60	3-10 al 02-nov-05	7,38	11,61
15-dic-05	15,05	15,80	05-sep-05	7,64	6,99	01-sep-05	24,22	17,71	06-07 nov-05	22,38	17,12
			06-sep-05	11,91	12,63	02-sep-05	11,10	14,44	07-08 nov-05	7,39	7,91
			06-sep-05	12,15	12,63	03-sep-05	7,58	9,72	10-11 nov-05	25,91	19,00
			14-sep-05	8,84	10,08	04-sep-05	15,91	3,11	19-21 nov-05	126,31	55,70
			17-sep-05	8,91	7,44	05-sep-05	10,06	14,42			
			16-sep-05	11,70	6,47	06-sep-05	35,99	35,90			
			20-sep-05	13,74	18,83	07-sep-05	40,31	48,60			
			26-sep-05	23,01	13,08	07-sep-05	45,83	48,60			
			28-sep-05	17,96	24,80	14-sep-05	16,69	14,29			
			04-oct-05	10,32	10,50	15-sep-05	13,63	13,24			
			05-oct-05	1,75	3,60	16-sep-05	12,08	12,08			
			06-oct-05	11,75	6,12	17-sep-05	4,06	6,59			
			07-oct-05	6,67	12,22	19-sep-05	11,40	10,46			
			11-oct-05	11,61	12,90	20-sep-05	11,44	10,55			
			25-oct-05	13,07	12,47	26-sep-05	49,88	46,60			
			28-oct-05	18,98	22,00	27-sep-05	15,62	20,60			
			28-oct-05	17,46	22,00	28-sep-05	16,16	18,99			
			28-oct-05	18,98	22,00	02-oct-05	15,60	13,62			
			29-oct-05	19,29	16,24	04-oct-05	25,73	20,70			
			31-oct-05	10,43	13,02	06-oct-05	14,07	13,88			
			01-nov-05	33,24	42,60	13-oct-05	24,83	23,80			
			07-nov-05	19,93	29,70	14-oct-05	18,80	22,30			
			08-nov-05	9,73	22,30	26-oct-05	40,88	58,40			
			09-nov-05	9,56	8,53	28-oct-05	20,03	23,50			
			10-nov-05	23,50	24,30	30-oct-05	50,94	68,30			
						31-oct-05	38,47	42,20			

Tabla 9.17 Balance iónico de los cationes y aniones cuantificados en los 4 sitios de estudio del año 2003.

TAJIN 2003		SAN JUAN DE ULUA 2003		LA MANCHA 2003		UV-MOCAMBO 2003	
Muestras	Σ+/Σ-	Muestras	Σ+/Σ-	Muestras	Σ+/Σ-	Muestras	Σ+/Σ-
6,7-Ene-03	0.96	07-ene-03	1.44	07-ene-03	0.89	6-7/Ene/03	0.58
14,15-Ene-03	1.69	08-ene-03	0.49	08-ene-03	0.90	11-ene-03	0.90
23,24-Ene-03	0.86	15-ene-03	0.76	24-ene-03	1.16	15-ene-03	0.89
26,27-Ene-03	1.10	16-ene-03	1.56				
		24-mar-03	2.08	21-mar-03	1.44	26-may-03	0.56
07-feb-03	0.86			09-abr-03	1.29	29-may-03	
10-feb-03	0.80	22-may-03	1.12	15-abr-03	0.53		
16-feb-03	0.15	27-may-03	2.08			03-jun-03	1.24
27-feb-03	0.85	28-may-03	1.72	24-may-03	1.42	08-jun-03	1.06
				27-may-03	0.96	18-jun-03	0.79
15-mar-03	0.96	04-jun-03	1.11	29-may-03	1.05	20-jun-03	2.73
29-mar-03	1.16	05-jun-03				23-jun-03	1.04
		17-jun-03	1.47	04-jun-03	1.22	26-jun-03	2.52
09-abr-03	1.29	18-jun-03	2.01	05-jun-03	1.69	27-jun-03	0.23
		20-jun-03	1.51	17-jun-03	1.28	30-jun-03	1.37
02-jun-03	1.07	21-jun-03		19-jun-03	1.01		
04-jun-03	1.19	23-jun-03	0.68	21-jun-03	0.82	04-jul-03	1.10
14-jun-03		25-jun-03	1.83	23-jun-03	0.90	07-jul-03	1.42
16-jun-03	1.37	26-jun-03	0.21	26-jun-03	0.48	09-jul-03	1.68
17-jun-03		27-jun-03	0.86	27-jun-03	0.30	16-jul-03	1.20
25,26,27-Jun-03	1.62	28-jun-03	1.48	28-jun-03	1.31	17-jul-03	1.10
29-jun-03	1.27			29-jun-03	1.14	18-jul-03	1.25
		04-jul-03	4.73			19-jul-03	0.83
06-jul-03	1.31	06-jul-03	1.07	07-jul-03	1.00	20-jul-03	1.07
07-jul-03	1.48	07-jul-03	1.71	08-jul-03	1.41	25-26/Jul/2003	1.88
8,9-Jul-03	0.92	08-jul-03	0.31	09-jul-03	2.36	27-jul-03	0.04
12-14-Jul-03	0.52	09-jul-03	0.93	10-jul-03	0.54		
15,16-Jul-03	1.79	10-jul-03	0.77	16-jul-03	0.79	01-ago-03	0.63
18,19,20-Jul 03	0.97	11-jul-03	2.19	17-jul-03	1.21	06-ago-03	2.00
23,24,25-Jul 03	0.94	13-jul-03	0.89	19-jul-03	0.67	13-14/AGO/2003	0.65
26,27-Jul-03	0.63	16-jul-03	1.91	20-jul-03	0.93	16-18/AGO/2003	1.67
28-jul-03		17-jul-03	1.50	26-jul-03	0.69	19-ago-03	1.25
		18-jul-03	0.63	27-jul-03	0.89	20-21/AGO/2003	1.87
31, 1-15 Agos 03	1.06	19-jul-03	0.86	28-jul-03	1.30	22-23/AGO/2003	0.56
19-ago-03	1.36	20-jul-03	2.07	29-jul-03	0.47	24-25/AGO/2003	1.25
20,22-25 Agos	0.79	23-jul-03	1.53			26-27/AGO/2003	0.79
26-31 Agos 03	1.16	25-jul-03	2.40	01-ago-03	2.53	29-31/AGO/2003	1.66
		26-jul-03	1.44	04-ago-03	0.73		
1, 2 Sept 03	1.91	27-jul-03	0.30	05-ago-03	0.36	2-3/SEP/03	2.91
3-6-Sep-03	1.71			13-ago-03	0.58	3-4/SEP/03	1.25
14,15-Sept-03	0.64	01-ago-03		14-ago-03	1.09	06-sep-03	2.33
16-sep-03	1.07	06-ago-03		16-ago-03	0.52	15-17/SEP/03	0.93
18-21-Sept-03	0.96	14-ago-03	0.78	18-ago-03	0.87	22-23/SEP/03	0.90
22,23-Sept-03	0.73	16-ago-03	1.91	19-ago-03	2.41	19-20/SEP/03	1.54
28-sep-03	1.28	19-ago-03	0.37	20-ago-03	1.01	27-28/SEP/03	3.30
29-sep-03	0.91	20-ago-03	2.17	21-ago-03	0.63	28-29/SEP/03	1.79
		21-ago-03	1.01	23-ago-03	0.77	29-30/SEP/03	0.55
1,2-Oct-03	0.66	22-ago-03		29-ago-03	1.12	31-01/sep/03	1.49
3,4,5-Oct-03	1.38	23-ago-03	1.07	30-ago-03	0.07		
7,8-Oct-03	2.39	25-ago-03	1.10			3-6/OCT/03	2.21
13-19-Oct-03	1.89	26-ago-03		05-sep-03	1.11	6-7/OCT/03	0.54
21,22-Oct-03	1.33	27-ago-03	0.21	13-sep-03	1.50	7-8/OCT/03	0.75
31-oct-03		29-ago-03	0.91	14-sep-03		14-15/OCT/03	0.93
		30-ago-03	1.64	15-sep-03	1.11	15-16/OCT/03	0.58
8-11-Nov-03		31-ago-03	1.01	16-sep-03	1.27	16-17/OCT/03	0.90
12-14-Nov-03	0.33			17-sep-03	0.39	17-18/OCT/03	0.42
15-23-Nov-03	2.56	01-sep-03	0.68	20-sep-03	0.70		
		03-sep-03	2.00	28-sep-03	0.22	31-OCT-03 al 1/NOV/03	0.65
02-dic-03	0.98	04-sep-03	3.28	29-sep-03	1.13	2-3/NOV/03	2.12
06-dic-03	2.08	05-sep-03	2.44	30-sep-03	1.13	6-7/NOV/03	1.36
15-dic-03	1.53	07-sep-03	0.15			8-9/NOV/03	1.21
		09-sep-03	2.88			10-11/NOV/03	>>>>>
minimo	0.15	14-sep-03		02-oct-03	2.33		
maximo	2.56	15-sep-03	2.50	04-oct-03	0.48	01-dic-03	2.91
1er percentil	0.88	16-sep-03	3.88	05-oct-03	1.60	05-dic-03	<<<<<<
3er percentil	1.38	17-sep-03		06-oct-03	1.80		
mediana	1.09	19-sep-03		07-oct-03	1.35	minimo	0.04
		20-sep-03		08-oct-03	1.05	maximo	3.30
		21-sep-03	1.42	13-oct-03	1.08	1er percentil	0.79
		23-sep-03		15-oct-03	0.91	3er percentil	1.68
		28-sep-03	0.78	18-oct-03	0.47	mediana	1.20
		29-sep-03	1.71	31-oct-03	0.88		
		30-sep-03					
		03-oct-03		01-nov-03			
		04-oct-03		08-nov-03	0.88		
		06-oct-03	1.92	11-nov-03	0.35		
		08-oct-03	2.06	14-nov-03	1.36		
		15-oct-03	1.11	01-nov-03			
		16-oct-03	1.51				
		17-oct-03	0.79	02-dic-03	1.43		
		18-oct-03	1.28	03-dic-03	1.70		
		31-oct-03	1.33	06-dic-03	1.98		
		03-nov-03					
		07-nov-03	2.91				
		08-nov-03	2.26				
		09-nov-03					
		11-nov-03	2.21				
		12-nov-03					
		14-nov-03					
		02-dic-03	1.03				
		06-dic-03	0.33				
		minimo	0.15				
		maximo	4.73				
		1er percentil	0.86				
		3er percentil	2.00				
		mediana	1.44				

Las celdas vacías se debio a no tener muestra ya sea de aniones ó cationes.

Tabla 9.18 Balance iónico de los cationes y aniones cuantificados en los 4 sitios de estudio del año 2004.

TAJIN 2004		SAN JUAN DE ULUA 2004		UV-MOC 2004		LA MANCHA 2004	
Muestras	Σ+Σ-	Muestras	Σ+Σ-	Muestras	Σ+Σ-	Muestras	Σ+Σ-
16-18 Ene	2.25	02-ene-04	0.21	22,23/01/2004	1.19	06-ene-04	1.18
19-Ene-04	1.64	07-ene-04	1.79	27,28/01/2004	1.16	08-ene-04	1.42
22-Ene-04	3.04	17-ene-04				17-ene-04	1.92
23-Ene-04	3.19	28-ene-04	1.99	7,8/02/2004	1.70	24-ene-04	
28,29 Ene		31-ene-04	0.86			28-ene-04	0.69
				23-mar-04	1.26	31-ene-04	1.98
09-Feb-04	1.86	08-feb-04	1.08				
12-Feb-04	1.42	26-feb-04	5.80	4,5/04/2004		26-feb-04	2.96
16-Feb-04	3.12			13,14/04/2004	3.48	28-feb-04	1.12
27-Feb-04	2.10	23-mar-04	0.03	26,27/04/04			
28-Feb-04	1.78			26,27/04/04	1.06	23-mar-04	1.22
		05-abr-04	0.87			24-mar-04	
06-Mar-04	1.53	06-abr-04	0.84	1,2/05/04	1.85	29-mar-04	
08-Mar-04	1.50	14-15-ab-04	1.77	13-14-05-04	1.93		
12-14 Mar-04	1.99	27-abr-04	0.75	14,15/05/04	2.53	05-abr-04	0.93
14-Mar-04	2.73			16,17/05/04	1.20	09-abr-04	1.40
14,15 Mar-04	1.85	01-may-04	1.51	19,20/05/04	2.70	27-abr-04	1.37
16,17-Mar-04	2.17	14-may-04	3.62	26-may-04			
27-Mar-04	1.81	15-may-04	1.64			08-may-04	3.60
29-Mar-04	1.34	16,17-may-04	1.33	1,2/06/04	1.52	10-may-04	
30-Mar-04	2.90	19-may-04	1.28	2,3/06/04	0.93	18-may-04	0.88
31-Mar-04	1.35	20-may-04	1.60	3,4/06/04	1.29	20-may-04	1.47
		26-may-04	2.45	4,5/06/04	1.04	21-may-04	2.11
3,4 Abr-04	2.03			8,9/06/04	0.96		
5,6 Abr-04	0.55	02-jun-04		10,11/06/04	1.35	03-jun-04	1.41
08-Abr-04	3.60	03-jun-04	1.46	16-17-06-04	0.30	04-jun-04	
11,12 Abr-04	1.60	04-jun-04	1.48	17-18-06-04	1.52	05-jun-04	0.75
13-Abr-04	2.03	05-jun-04	1.92	22-23-06-04	1.66	07-jun-04	1.39
26,27Abr-04	0.36	07-jun-04		23-jun-03	1.46	08-jun-04	0.05
28-Abr-04	1.71	09-jun-04	2.11	25-26-06-04	2.02	10-jun-04	1.69
		12-jun-04	1.96	26-27-06-04	1.64	17-jun-04	1.15
7,8 May-04		17-jun-04	1.63	28-29-06-04		18-jun-04	1.59
9,10 May-04		18-jun-04	1.66			19-jun-04	
14-May-04		23-jun-04	1.58	1-2-07-04	1.52	27-jun-04	
15-May-04	3.80	25-jun-04	0.98	4-5-07-04			
15,16 May	4.84	26-jun-04	2.78	8-9-07-04	1.95	02-jul-04	
		27-jun-04	1.33	10-11 JUL04		06-jul-04	1.89
02-jun-04	0.41	28-jun-04	1.48	19-20-0704		07-jul-04	0.93
03-jun-04	0.72	29-jun-04	2.16	22-23-07-04	1.53	11-jul-04	1.27
05-jun-04	1.40			24-25-0704		12-jul-04	1.42
07-jun-04	0.42	02-jul-04	1.46			27-jul-04	1.07
08-jun-04		05-jul-04	1.31	16-17-08-04	1.31		
10-jun-04	0.34	06-jul-04	1.41	19-20-08-04		02-ago-04	2.52
17-jun-04	2.10	10-jul-04	2.22	25-26-08-04	1.28	10-ago-04	1.77
26-jun-04	1.78	12-jul-04	2.22	26-27-08-04	1.02	13-ago-04	2.54
		16-jul-04	2.14	28-30-08-04	0.82	14-ago-04	4.61
10,11 Jul-04	1.67	23-jul-04	2.86	30-16-08-04	1.03	19-ago-04	2.12
23-jul-04	1.86	25-jul-04	2.70			20-ago-04	1.09
				7-8-09-04	1.16	21-ago-04	2.14
10-Ago-04	1.86	02-jul-04	1.46	8-9-08-04		25-ago-04	1.98
12-Ago-04	1.32	05-jul-04	1.31	10-11-09-04	1.44	26-ago-04	1.93
14-Ago-04	1.30	06-jul-04	1.41	17-18-09-04	1.47	28-ago-04	0.98
17-Ago-04	1.67	10-jul-04	2.22	19-20-09-04	1.63	30-ago-04	
30-Ago-04	2.88	12-jul-04	2.22	21-22-09-04	1.19		
		16-jul-04	2.14	24-25-09-04	0.71	21-sep-04	0.62
01-Sep-04	1.75	23-jul-04	2.86	27-28-09-04		26-sep-04	1.71
06-Sep-04	1.72	25-jul-04	2.70	29-30-09-04		30-sep-04	1.17
08-Sep-04	1.31						
10-Sep-04		02-ago-04	1.26	1-3-10-04	1.27	03-oct-04	1.33
11-Sep-04	1.99	03-ago-04	1.58	3-4-10-04	1.56	04-oct-04	1.15
12-Sep-04	2.49	10-ago-04		4-5-10-04		05-oct-04	1.16
20-Sep-04	1.19	13-ago-04	1.17	5-6-10-04	1.32	10-oct-04	
24-Sep-04	2.42	14-ago-04	1.26	27-28-10-04	1.19	15-oct-04	0.88
27-Sep-04	0.51	15-ago-04	1.13	28-29-10-04	1.39	31-oct-04	0.76
28-sep-04	1.75	16-ago-04	1.31	29-30-10-04			
		17-ago-04	1.91			15-nov-04	0.92
03-oct-04	0.97	18-ago-04	2.65	minimo	0.30		
04-oct-04	0.93	20-ago-04	2.27	maximo	3.48	14-dic-04	
4,5 Oct-04	1.36	20-ago-04	2.57	1er percentil	1.71		
5,6 Oct-04	0.32	22-ago-04		3er percentil	1.63	minimo	0.05
15-oct-04	3.00	25-ago-04	1.81	mediana	1.35	maximo	4.61
		26-ago-04	1.87			1er percentil	0.97
30-nov-04	1.39	27-ago-04	1.65			3er percentil	1.91
		29-ago-04	1.04			mediana	1.37
11-Dic-04	0.82	30-ago-04	1.67				
15-Dic-04	0.52						
19-Dic-04	1.37	01-sep-04	2.66				
23-Dic-04	0.47	08-sep-04	1.56				
25-Dic-04	1.41	10-sep-04	1.17				
		11-sep-04	1.52				
minimo	0.32	17-sep-04	1.37				
maximo	4.84	18-sep-04	1.18				
1er percentil	1.31	22-sep-04	1.78				
3er percentil	2.14	24-sep-04	0.90				
mediana	1.71	25-sep-04	1.07				
		26-sep-04	1.01				
		29-sep-04	1.70				
		30-sep-04	1.63				
		2,3-oct-04	1.33				
		04-oct-04	1.72				
		05-oct-04	0.85				
		06-oct-04	1.45				
		10-oct-04	1.48				
		15-oct-04	1.47				
		16-oct-04	2.50				
		28-oct-04	1.47				
		29-oct-04					
		minimo	0.03				
		maximo	5.80				
		1er percentil	1.31				
		3er percentil	2.12				
		mediana	1.57				

Las celdas vacías se debio a no tener muestra ya sea de aniones ó cationes.

Tabla 9.19 Balance iónico de los cationes y aniones cuantificados en los 4 sitios de estudio del año 2005.

TAJÍN 2005		SAN JUAN DE ULUA 2005		LA MANCHA 2005		UV-MOCAMBO 2005	
Muestras	$\Sigma+/\Sigma-$	Muestras	$\Sigma+/\Sigma-$	Muestras	$\Sigma+/\Sigma-$	Muestras	$\Sigma+/\Sigma-$
21-feb-05	0.33	03-ene-05		05-ene-05	1.92	3-ene-05	0.28
24-feb-05	1.38	04-ene-05	0.51	19-ene-05	1.91		
		05-ene-05				19-ene-05	1.01
01-mar-05	0.73	09-ene-05	0.59	04-feb-05	1.56		
06-mar-05	1.00	19-ene-05	1.27	19-feb-05	1.92	1-2-Mar-05	1.15
08-mar-05	0.86					4-mar-05	0.74
15-mar-05	1.01	04-feb-05		02-mar-05			
19-mar-05	1.25	18-feb-05	1.69	04-mar-05	0.85		
		19-feb-05	0.43	11-mar-05	1.11	04-05 may-05	1.10
30-abr-05	0.63			12-mar-05	1.39	21-22-May-05	
		04-mar-05	2.66				
03-may-05	1.19			03-may-05	1.23	14-15 jun-05	1.27
05-may-05	1.03	05-may-05	1.05	04-may-05	2.28	15-16 jun-05	0.85
16-may-05	0.98	17-may-05	0.97	06-may-05		19-20 jun-05	1.41
17-may-05	1.35			21-may-05		20-21 jun-05	1.14
						21-22 jun-05	1.32
15-jun-05	1.11	14-15 jun-05	1.45	15-jun-05	1.19	23-24 jun-05	1.10
21-jun-05	0.72	16-jun-05	1.10	16-jun-05	1.62	24-27 jun-05	1.03
24-jun-05	0.16	20-jun-05	1.33	21-jun-05	1.50	27-28 jun-05	1.55
25-jun-05	3.80	21-jun-05	1.82	22-jun-05	0.86	28-29 jun-05	1.36
27-jun-05	1.55	22-jun-05	1.16	24-jun-05	1.33		
29-jun-05	1.48	24-jun-05	0.98	26-jun-05	1.39	05-06 jul-05	0.64
		25-jun-05	0.76	28-jun-05	1.36	12-13 jul-05	2.39
06-jul-05	0.90	26-jun-05	0.99	29-jun-05	1.13	13-14 jul-05	1.22
		27-jun-05	0.92			15-18 jul-05	0.86
03-ago-05	1.01	28-jun-05	0.29	02-jul-05	0.89	21-22 jul-05	1.29
05-ago-05	1.07	28-jun-05	1.81	06-jul-05	1.01	25-26 jul-05	2.75
15-ago-05	1.30			12-jul-05	1.16	26-27 jul-05	1.12
22-ago-05	0.80	05-jul-05	4.24	13-jul-05	1.80	27-28 jul-05	1.36
23-ago-05	1.38	12-jul-05	1.04	14-jul-05	1.07		
24-ago-05	1.27	13-jul-05	0.90	16-jul-05	1.03	01-13 ago-05	1.27
		14-jul-05	1.87	17-jul-05	0.92	15-16 ago-05	0.88
06-sep-05	0.78	16-jul-05	2.25	18-jul-05	1.21	16-17 ago-05	
07-sep-05	0.84	17-18 jul-2005	1.07	22-jul-05	0.81	17-18 ago-05	2.08
07-sep-05	2.99	22-jul-05	0.95	24-jul-05	1.27	18-19 ago-05	1.02
16-sep-05	1.29	27-jul-05		25-jul-05	0.49	19-22 ago-05	0.62
27-sep-05	0.91	27-jul-05		26-jul-05	1.43	22-23 ago-05	0.98
		28-jul-05	1.30	27-jul-05	1.07	23-24 ago-05	0.94
						25-26 ago-05	1.02
03-oct-05	0.89	02-ago-05	1.98	03-ago-05	0.73	1-02 sep-05	1.94
06-oct-05	1.05	03-ago-05	1.09	06-ago-05	1.03	02-05 sep-05	0.80
07-oct-05	1.06	05-ago-05	1.20	07-ago-05	0.92	05-06 sep-05	0.98
12-oct-05	0.54	06-ago-05	1.30	13-ago-05	1.21	06-07 sep-05	1.16
17-oct-05		07-ago-05	1.33	16-ago-05	0.97	13-14 sep-05	1.02
25-oct-05	0.99	08-ago-05	0.86	18-ago-05	1.23	14-15 sep-05	1.17
28-oct-05	0.78	09-ago-05	1.52	19-ago-05	0.84	15-19 sep-05	0.58
31-oct-05	1.07	11-ago-05	1.34	20-ago-05	1.30	19-20 sep-05	1.22
		13-ago-05	0.95	21-ago-05	0.85	25-26 sep-05	1.03
07-nov-05	1.28	17-ago-05	0.15	22-ago-05	0.74	26-27 sep-05	0.83
08-nov-05	1.70	16-ago-05	0.96	23-ago-05	1.01	27-28 sep-05	0.99
11-nov-05	1.00	18-ago-05	1.21	23-ago-05	1.10		
		19-ago-05	0.44	24-ago-05	1.47	03-08 oct-05	1.27
19-dic-05	1.32	20-ago-05	1.09	26-ago-05	1.15	12-13 oct-05	1.81
15-dic-05	2.15	21-ago-06	1.09			13-14 oct-05	1.00
		22-23 ago-05	0.96	02-sep-05	0.88	15-17 oct-05	1.07
minimo	0.16	24-ago-05	1.60	03-sep-05	1.20	25-26 oct-05	1.28
maximo	3.80	25-ago-05	2.43	05-sep-05	1.18	27-28 oct-05	0.93
1er percentil	0.83	26-ago-05	0.68	06-sep-05	1.29	28-31 oct-05	0.97
3er percentil	1.30			14-sep-05	0.87		
mediana	1.04	01-sep-05	1.32	17-sep-05	1.04		
		02-sep-05	1.83	16-sep-05	0.83	3-10 al 02-nov-05	0.76
		03-sep-05	0.97	20-sep-05	0.91	06-07 nov-05	0.72
		04-sep-05	0.68	26-sep-05	0.96	07-08 nov-05	0.87
		05-sep-05	1.14	28-sep-05	1.01	10-11 nov-05	0.86
		06-sep-05	1.26			19-21 nov-05	1.99
		07-sep-05	0.80	04-oct-05	1.90		
		07-sep-05	1.23	05-oct-05		minimo	0.28
		14-sep-05	0.98	06-oct-05	3.76	maximo	2.75
		15-sep-05	1.57	07-oct-05	0.31	1er percentil	0.88
		16-sep-05	1.13	11-oct-05	0.73	3er percentil	1.28
		17-sep-05	0.69	25-oct-05	1.05	mediana	1.03
		19-sep-05	0.97	28-oct-05	0.95		
		20-sep-05	0.89	29-oct-05	1.00		
		26-sep-05	1.17	31-oct-05	0.68		
		27-sep-05	1.40				
		28-sep-05	2.25	04-oct-05	1.90		
				05-oct-05			
		02-oct-05	1.34	06-oct-05	3.76		
		04-oct-05	0.64	07-oct-05	0.31		
		06-oct-05	1.83	11-oct-05	0.73		
		13-oct-05	0.89	25-oct-05	1.05		
		14-oct-05	1.92	28-oct-05	0.95		
		26-oct-05	2.02	29-oct-05	1.00		
		28-oct-05	1.04	31-oct-05	0.68		
		30-oct-05	1.20				
		31-oct-05	1.06	01-nov-05	0.49		
				07-nov-05	0.88		
		minimo	0.15	08-nov-05	0.72		
		maximo	4.24	09-nov-05	1.40		
		1er percentil	0.95	10-nov-05	0.89		
		3er percentil	1.45	11-nov-05	0.98		
		mediana	1.10	17-nov-05	0.91		
				21-nov-05	1.09		
				minimo	0.31		
				maximo	3.76		
				1er percentil	0.88		
				3er percentil	1.31		
				mediana	1.04		

Las celdas vacías se debió a no tener muestra ya sea de aniones ó cationes.

Tablas de resultados ponderados mensuales y anuales de: pH, conductividad específica, concentración de aniones y cationes de los cuatro sitios de estudio del año 2003.

Tabla 20 Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueologica de El Tajin para el año 2003
TAJIN 2003

Mes	pH Ponderado	Conductivida Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lt}$	Na+ $\mu\text{eq/lt}$	NH4+ $\mu\text{eq/lt}$	K+ $\mu\text{eq/lt}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lt}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lt}$	Cl- $\mu\text{eq/lt}$	NO3- $\mu\text{eq/lt}$	SO42- $\mu\text{eq/lt}$
Enero	4.44	22.90	35.91	8.69	15.74	6.77	7.97	22.47	17.20	10.82	59.67
Febrero	4.19	51.61	64.41	67.04	47.05	4.13	30.70	29.36	88.19	46.46	210.68
Marzo	4.33	50.06	46.29	144.84	69.25	8.05	37.93	56.04	112.05	37.70	181.03
Abril	5.12	49.57	7.59	336.12	61.55	7.32	34.07	77.25	223.51	36.72	147.16
Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Junio	4.86	20.33	13.91	7.40	39.28	2.58	4.12	17.81	12.90	10.22	47.53
Julio	5.07	13.55	8.49	20.80	17.01	3.86	16.28	25.06	32.32	24.53	37.21
Agosto	4.73	15.65	18.56	11.33	20.14	6.18	16.51	16.19	21.95	27.88	36.77
Septiembre	4.50	18.33	31.77	9.86	20.58	2.42	2.69	1.92	11.93	13.17	31.06
Octubre	4.27	41.19	53.35	9.48	12.53	4.75	4.03	5.38	14.48	5.95	24.37
Noviembre	4.66	18.79	21.82	38.76	9.68	0.74	10.14	12.36	16.96	64.60	36.56
Diciembre	4.80	13.89	15.87	8.19	11.28	2.78	16.00	19.96	19.59	11.13	19.90
PPA	4.55	23.57	28.07	23.73	21.16	3.68	9.75	13.99	25.24	19.77	42.51

Tabla 21 Resultados de los parámetros ponderados de La Mancha para el año 2003
LA MANCHA 2003

Mes	pH Ponderado	Conductivida Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lt}$	Na+ $\mu\text{eq/lt}$	NH4+ $\mu\text{eq/lt}$	K+ $\mu\text{eq/lt}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lt}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lt}$	Cl- $\mu\text{eq/lt}$	NO3- $\mu\text{eq/lt}$	SO42- $\mu\text{eq/lt}$
Enero	5.00	21.37	10.05	17.50	0.00	2.78	14.88	34.20	50.12	0.00	34.47
Febrero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	6.48	76.49	0.33	733.41	73.13	13.57	74.07	74.85	429.09	52.56	193.47
Abril	5.16	11.80	6.97	48.95	12.70	2.05	26.35	14.60	40.84	8.77	42.76
Mayo	5.18	21.95	6.65	80.98	43.51	4.10	17.07	21.52	67.38	21.70	52.23
Junio	5.15	11.75	7.11	18.61	5.61	4.01	14.82	8.95	45.61	5.18	11.73
Julio	5.25	14.78	5.59	18.61	3.75	2.72	19.57	11.52	63.76	12.69	17.88
Agosto	4.92	12.72	12.03	17.88	2.89	2.34	14.31	7.16	38.71	8.59	12.59
Septiembre	4.87	12.27	13.60	32.20	6.80	1.21	5.57	4.74	35.62	5.58	13.89
Octubre	4.94	9.01	11.39	20.15	7.22	0.90	2.91	1.14	27.18	14.92	8.95
Noviembre	5.10	12.07	7.98	78.03	0.24	1.33	11.81	6.81	43.75	11.10	26.20
Diciembre	4.72	20.00	19.06	110.39	9.92	5.17	42.29	35.93	74.93	18.09	47.12
PPA	5.03	13.12	9.39	37.51	5.93	2.49	14.29	8.91	47.45	9.73	16.66

Tabla 22 Resultados de los parámetros ponderados de la Fortaleza de San Juan De Ulúa para el año 2003
SAN JUAN DE ULUA 2003

Mes	pH Ponderado	Conductivida Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lt}$	Na+ $\mu\text{eq/lt}$	NH4+ $\mu\text{eq/lt}$	K+ $\mu\text{eq/lt}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lt}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lt}$	Cl- $\mu\text{eq/lt}$	NO3- $\mu\text{eq/lt}$	SO42- $\mu\text{eq/lt}$
Enero	5.89	300.15	1.28	2110.80	0.18	58.90	426.21	316.81	1909.21	2.55	257.19
Febrero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	7.24	91.71	0.06	1022.25	60.94	20.48	230.44	209.58	558.08	42.02	141.02
Abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	6.32	129.16	0.47	886.66	66.81	24.74	114.42	168.29	638.12	49.33	115.72
Junio	5.38	16.88	4.20	100.59	17.24	11.05	19.87	18.34	197.84	4.90	30.60
Julio	5.14	15.80	7.18	61.18	12.99	6.09	20.67	19.10	40.36	51.91	29.63
Agosto	5.10	77.08	8.35	26.14	13.68	5.44	14.12	11.51	50.64	10.11	36.01
Septiembre	5.39	25.15	3.93	182.13	2.83	17.41	43.63	18.81	85.36	12.60	18.02
Octubre	5.18	14.52	6.62	131.61	0.58	22.07	41.24	30.91	118.04	5.25	24.69
Noviembre	4.91	24.63	13.46	161.74	1.37	10.08	27.12	8.91	75.06	0.01	22.41
Diciembre	6.36	34.99	0.43	518.21	0.00	36.26	360.17	264.43	1692.42	10.68	193.39
PPA	5.26	74.10	5.54	457.77	7.45	20.20	101.04	73.44	419.64	17.84	69.16

Tabla 23 Resultados de los parámetros ponderados del Instituto de Ingeniería de la UV-Mocambo para el año 2003
UV-MOCAMBO 2003

Mes	pH Ponderado	Conductivida Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lt}$	Na+ $\mu\text{eq/lt}$	NH4+ $\mu\text{eq/lt}$	K+ $\mu\text{eq/lt}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lt}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lt}$	Cl- $\mu\text{eq/lt}$	NO3- $\mu\text{eq/lt}$	SO42- $\mu\text{eq/lt}$
Enero	4.89	18.72	13.00	60.08	8.95	1.26	3.91	2.37	90.90	24.16	13.20
Febrero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	5.11	35.85	7.84	25.96	65.37	0.77	15.36	15.97	79.90	29.41	67.81
Junio	5.26	9.16	5.52	6.14	5.67	0.31	3.97	8.70	15.26	4.48	11.26
Julio	5.38	30.74	4.15	33.34	2.72	2.33	15.67	9.70	28.40	5.92	13.93
Agosto	5.18	10.53	6.65	18.73	14.23	4.69	7.76	3.95	17.57	16.48	12.27
Septiembre	4.91	16.83	12.19	48.57	4.45	3.92	8.14	3.89	61.79	0.31	26.34
Octubre	5.22	12.07	6.05	39.67	0.12	3.21	7.76	21.53	24.28	1.67	54.68
Noviembre	4.82	18.97	15.10	55.57	19.30	3.55	20.19	15.11	41.42	4.28	50.57
Diciembre	5.00	1.33	10.08	268.60	20.55	7.59	67.16	19.57	117.03	0.08	12.48
PPA	5.08	17.62	8.40	39.52	8.58	3.10	11.36	8.76	37.59	7.70	23.62

PPA:Promedio Ponderado Anual.

Tablas de resultados ponderados mensuales y anuales de: pH, conductividad específica, concentración de aniones y cationes de los cuatro sitios de estudio del año 2004.

Tabla 24 Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueológica de El Tajin para el año 2004
TAJIN 2004

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lit}$	Na+ $\mu\text{eq/lit}$	NH4+ $\mu\text{eq/lit}$	K+ $\mu\text{eq/lit}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lit}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lit}$	Cl- $\mu\text{eq/lit}$	NO3- $\mu\text{eq/lit}$	SO42- $\mu\text{eq/lit}$
Enero	4.06	74.73	86.78	261.35	79.46	138.75	96.77	68.43	137.19	17.62	56.10
Febrero	4.31	19.39	48.90	54.29	44.74	14.04	36.21	44.46	44.48	19.85	48.71
Marzo	4.40	39.15	40.07	65.08	47.83	4.70	26.35	20.46	34.84	18.24	51.05
Abril	4.58	38.56	26.08	84.17	58.17	9.65	14.16	41.29	43.91	49.88	65.11
Mayo	4.58	25.83	26.20	38.63	30.68	54.10	12.03	18.05	20.65	8.71	3.58
Junio	5.04	14.32	9.17	18.02	14.08	3.28	9.85	7.63	28.40	15.02	24.66
Julio	4.85	12.56	14.02	9.69	15.00	7.35	8.82	8.16	28.82	0.35	7.03
Agosto	4.82	17.36	15.24	29.61	30.87	4.83	10.22	12.02	36.61	6.44	25.12
Septiembre	4.34	41.81	45.38	7.64	40.42	3.02	8.63	46.96	31.74	15.51	46.44
Octubre	4.80	20.13	15.92	7.16	62.61	19.63	4.24	7.11	10.67	58.66	29.95
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre	4.36	45.60	43.36	84.08	35.70	7.81	16.32	43.37	125.58	49.81	114.53
PPA	4.51	30.36	30.72	32.82	40.62	13.35	13.59	24.83	37.32	25.26	40.60

Tabla 25 Resultados de los parámetros ponderados de La Mancha para el año 2004
LA MANCHA 2004

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lit}$	Na+ $\mu\text{eq/lit}$	NH4+ $\mu\text{eq/lit}$	K+ $\mu\text{eq/lit}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lit}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lit}$	Cl- $\mu\text{eq/lit}$	NO3- $\mu\text{eq/lit}$	SO42- $\mu\text{eq/lit}$
Enero	4.74	57.5085714	18.26	68.31	26.68	16.32	45.56	38.13	87.11	17.62	47.4953143
Febrero	5.63	74.40	2.33	388.80	17.73	65.38	173.65	64.97	270.89	27.34	56.74
Marzo	5.01	23.17	9.84	107.01	9.97	4.35	27.98	18.96	99.55	11.43	34.32
Abril	5.03	3.77	9.34	63.60	23.67	4.36	22.16	4.05	51.48	11.07	32.81
Mayo	5.29	12.95	5.08	55.94	43.10	5.59	28.34	2.29	36.43	14.03	47.45
Junio	5.24	14.04	5.78	87.87	8.15	5.42	36.75	6.58	59.75	16.06	26.93
Julio	5.41	8.53	3.86	50.73	0.13	2.29	10.88	4.61	20.32	10.83	16.50
Agosto	5.10	19.09	7.93	73.59	7.91	8.02	27.47	20.57	66.45	3.43	19.02
Septiembre	5.18	5.77	6.63	32.24	7.91	2.08	7.95	5.84	40.44	7.39	15.94
Octubre	4.88	13.27	13.06	51.89	6.36	3.57	8.12	2.76	48.34	7.71	17.00
Noviembre	5.25	25.97	5.62	131.37	1.16	4.10	26.34	9.48	146.64	8.53	38.90
Diciembre	4.60	31.31	25.12	30.45	23.27	12.29	38.68	27.45	101.52	20.13	68.64
PPA	5.13	13.97	7.35	64.58	11.36	5.18	21.97	8.64	50.62	11.60	27.77

Tabla 26 Resultados de los parámetros ponderados de la Fortaleza de San Juan De Ulúa para el año 2004
SAN JUAN DE ULUA 2004

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lit}$	Na+ $\mu\text{eq/lit}$	NH4+ $\mu\text{eq/lit}$	K+ $\mu\text{eq/lit}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lit}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lit}$	Cl- $\mu\text{eq/lit}$	NO3- $\mu\text{eq/lit}$	SO42- $\mu\text{eq/lit}$
Enero	6.13	718.71	0.75	1495.76	0.55	91.46	632.99	360.82	3895.75	547.34	521.61
Febrero	6.45	122.21	0.36	752.12	0.55	34.87	231.57	204.75	511.00	34.42	118.51
Marzo	5.89	76.90	1.29	13.77	0.00	0.00	0.00	0.00	452.05	29.14	92.14
Abril	6.26	98.77	0.56	435.00	25.06	15.38	88.85	78.04	486.52	41.68	107.64
Mayo	4.39	318.85	40.40	2875.07	200.65	41.94	540.08	325.11	1266.45	124.99	372.53
Junio	5.34	19.20	4.56	129.66	9.14	5.39	27.61	20.75	98.52	4.57	15.92
Julio	5.07	23.92	8.46	138.93	6.76	11.20	34.61	21.47	90.05	5.45	19.88
Agosto	5.14	24.64	7.28	115.24	4.80	6.72	13.12	23.39	93.25	7.54	15.77
Septiembre	4.96	40.85	10.94	226.00	14.58	23.22	19.84	21.35	159.14	16.18	48.22
Octubre	5.12	17.79	7.49	233.03	1.59	4.02	30.04	6.43	153.93	2.79	28.87
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PPA	4.96	78.62	10.94	547.84	31.23	14.50	105.10	65.22	345.86	32.16	79.34

Tabla 27 Resultados de los parámetros ponderados del Instituto de Ingeniería de la UV-Mocambo para el año 2004
UV-MOCAMBO 2004

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ $\mu\text{eq/lit}$	Na+ $\mu\text{eq/lit}$	NH4+ $\mu\text{eq/lit}$	K+ $\mu\text{eq/lit}$	Mg2+ $\mu\text{eq/lit}$	Ca2+ $\mu\text{eq/lit}$	Cl- $\mu\text{eq/lit}$	NO3- $\mu\text{eq/lit}$	SO42- $\mu\text{eq/lit}$
Enero	4.99	55.37	10.20	253.35	25.57	7.82	82.73	63.96	248.89	24.08	103.61
Febrero	5.27	67.00	5.37	403.25	30.47	16.90	143.20	99.80	306.53	22.70	81.74
Marzo	5.70	15.80	2.00	80.48	29.36	2.82	18.11	22.95	80.09	9.82	33.28
Abril	5.25	54.22	5.64	233.61	52.12	10.08	49.68	56.07	45.40	14.97	95.68
Mayo	5.21	24.30	6.14	217.84	56.02	8.61	46.49	26.39	130.11	12.97	41.56
Junio	5.00	37.29	9.99	55.06	10.53	4.81	19.68	12.11	88.87	15.76	26.57
Julio	4.91	13.95	12.22	55.13	9.20	13.77	18.13	11.44	42.65	2.35	26.99
Agosto	4.95	14.78	11.21	52.48	2.75	8.26	14.34	6.24	59.69	11.46	19.13
Septiembre	4.58	22.42	26.30	63.86	6.89	2.89	13.41	6.34	53.73	16.94	21.21
Octubre	4.96	19.28	11.00	105.02	5.40	1.70	17.18	1.05	80.04	5.89	19.13
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PPA	4.91	24.70	12.34	86.61	13.16	6.19	21.65	11.74	78.41	11.40	26.23

Tablas de resultados ponderados mensuales y anuales de: pH, conductividad específica, concentración de aniones y cationes de los cuatro sitios de estudio del año 2005.

Tabla 28 Resultados de los parámetros ponderados de la Zona Arqueologica de El Tajín para el año 2005
TAJIN 2005

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ µeq/lt	Na+ µeq/lt	NH4+ µeq/lt	K+ µeq/lt	Mg2+ µeq/lt	Ca2+ µeq/lt	Cl- µeq/lt	NO3- µeq/lt	SO42- µeq/lt
Enero											
Febrero	4.60	53.71	25.38	1.60	20.41	4.48	10.29	11.48	40.00	27.21	89.68
Marzo	4.24	53.63	57.26	76.91	60.59	7.56	14.93	31.25	80.36	42.14	136.25
Abril	5.19	11.99	6.46	0.87	17.73	3.33	4.12	8.98	11.84	8.53	45.14
Mayo	5.11	18.21	7.74	33.98	63.44	5.46	9.61	20.03	43.67	31.10	54.14
Junio	4.88	9.22	13.30	6.84	11.13	4.94	2.59	6.86	7.82	23.71	24.08
Julio	5.78	2.79	1.66	6.84	0.00	1.79	6.58	7.98	7.05	13.36	LD
Agosto	4.78	38.72	16.70	3.99	10.16	2.23	2.76	5.74	5.92	7.41	26.15
Septiembre	4.53	19.45	29.58	11.48	13.42	1.07	54.46	3.21	12.97	6.34	56.69
Octubre	4.61	12.41	24.65	6.71	8.91	2.05	3.02	2.65	14.25	5.23	25.61
Noviembre	4.49	15.86	32.62	16.53	3.40	1.58	8.28	11.50	17.25	9.80	27.40
Diciembre	4.98	14.33	10.43	28.16	25.44	6.33	6.79	25.92	29.22	8.77	28.67
PPA	4.66	15.44	22.13	10.92	15.45	2.82	16.96	6.60	15.67	12.53	39.03

Tabla 29 Resultados de los parámetros ponderados de La Mancha para el año 2005
LA MANCHA 2005

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ µeq/lt	Na+ µeq/lt	NH4+ µeq/lt	K+ µeq/lt	Mg2+ µeq/lt	Ca2+ µeq/lt	Cl- µeq/lt	NO3- µeq/lt	SO42- µeq/lt
Enero	4.86	26.12	13.80	112.83	29.82	15.24	54.22	34.53	95.10	4.44	36.24
Febrero	4.90	20.49	12.68	63.95	35.73	13.50	39.92	29.32	64.44	12.92	28.29
Marzo	4.47	59.47	34.03	140.66	46.85	14.87	60.61	44.45	149.51	38.91	108.51
Abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	5.57	29.95	2.67	126.52	45.56	9.26	25.46	38.11	186.35	45.17	112.57
Junio	5.06	9.26	8.71	50.57	0.77	0.72	5.61	4.80	38.41	3.80	12.47
Julio	4.96	9.72	10.84	50.57	0.97	1.19	6.04	5.27	37.61	5.19	14.50
Agosto	5.22	17.70	6.01	97.29	0.00	1.52	20.28	5.66	98.10	5.82	17.68
Septiembre	4.90	149.42	12.72	32.91	6.51	2.04	6.92	5.73	39.92	7.67	19.58
Octubre	4.87	11.25	13.52	33.43	9.18	1.15	6.54	5.43	40.86	8.70	23.73
Noviembre	4.87	16.22	13.55	55.33	4.62	1.50	9.89	9.36	52.81	7.94	31.90
Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PPA	5.01	32.78	9.79	63.93	4.91	1.98	13.18	7.29	64.13	6.84	19.63

Tabla 30 Resultados de los parámetros ponderados de la Fortaleza de San Juan De Ulúa para el año 2005
SAN JUAN DE ULLUA 2005

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ µeq/lt	Na+ µeq/lt	NH4+ µeq/lt	K+ µeq/lt	Mg2+ µeq/lt	Ca2+ µeq/lt	Cl- µeq/lt	NO3- µeq/lt	SO42- µeq/lt
Enero	4.24	491.12	58.02	571.48	7.99	18.22	105.70	77.06	12851.04	57.80	2398.80
Febrero	4.59	952.87	23.78	679.44	12.68	23.36	123.37	176.73	444.86	105.92	205.00
Marzo	5.48	59.85	3.31	277.10	23.82	28.80	63.37	97.31	2.26	22.06	161.41
Abril	0.00	67.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	5.22	67.51	6.08	254.22	126.20	18.17	49.20	75.31	270.89	67.68	176.43
Junio	5.14	15.88	7.30	55.34	6.58	2.23	11.75	11.55	64.64	3.71	25.90
Julio	5.02	14.38	9.49	55.34	0.61	27.28	15.18	45.48	44.82	3.31	36.05
Agosto	4.96	12.69	10.89	51.58	1.74	4.66	10.03	10.32	40.10	21.69	28.11
Septiembre	4.97	13.25	10.60	55.53	5.07	2.79	8.10	5.19	51.55	6.48	24.83
Octubre	4.66	21.22	21.98	74.62	15.24	1.34	11.40	6.41	66.47	37.73	33.10
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PPA	4.92	20.53	12.13	66.35	7.03	4.50	11.82	12.43	107.02	17.09	39.09

Tabla 31 Resultados de los parámetros ponderados del Instituto de Ingeniería de la UV-Mocambo para el año 2005
UV-MOCAMBO 2005

Mes	pH Ponderado	Conductividad Experimental Ponderada (mS)	H+ µeq/lt	Na+ µeq/lt	NH4+ µeq/lt	K+ µeq/lt	Mg2+ µeq/lt	Ca2+ µeq/lt	Cl- µeq/lt	NO3- µeq/lt	SO42- µeq/lt
Enero	4.72	203.44	19.12	402.56	15.33	14.35	73.37	55.78	1219.06	20.10	281.84
Febrero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	4.23	7.39	58.54	59.60	33.90	12.80	43.13	31.34	111.90	24.09	109.87
Abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	5.31	67.35	4.90	123.87	116.98	6.90	22.74	65.66	120.13	53.94	113.78
Junio	5.33	12.41	5.90	78.18	0.69	1.32	10.76	7.26	57.45	4.59	14.26
Julio	5.14	9.17	7.93	78.18	11.36	0.51	3.62	5.09	26.41	3.43	12.75
Agosto	5.10	10.58	7.93	14.05	37.27	0.91	1.97	5.74	38.11	7.08	21.86
Septiembre	4.92	152.52	11.99	17.22	6.40	0.64	3.43	1.74	25.68	5.57	15.92
Octubre	4.77	13.74	16.97	30.45	9.09	1.43	3.35	3.39	34.65	5.04	17.21
Noviembre	4.93	13.25	11.75	83.71	3.30	1.65	10.37	19.14	63.55	9.20	38.60
Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PPA	4.97	45.76	8.10	38.42	12.57	1.21	5.59	5.75	46.12	5.77	19.97

Tabla 9.32 Resultados de la prueba estadística no paramétrica para el análisis por años consecutivos de los parámetros : pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes.

	PH	POH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4
LMAH													
p	0.261	0.302	0.665	0.261	0.174	0.831	0.093	0.308	0.78	0.429	0.557	0.416	0.683
SJU													
p	0.036	0.009	0.503	0.036	0.433	0.904	0.512	0.198	0.48	0.009	0.125	0.535	0.751
TAJ													
p	0.258	0.81	0.288	0.258	0.045	0.086	0.013	0.106	0.094	0.822	0.097	0.344	0.666
UV-MOC													
p	0.572	0.666	0.181	0.541	0.069	0.544	0.05	0.055	0.429	0.972	0.158	0.375	0.181

Tabla 9.33 Resultados de la prueba estadística no paramétrica Wilcoxon para el análisis por años consecutivos de los parámetros : pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes por sitio del 2003-2004.

	PH	POH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4
LMAH													
p	0.538	0.262	0.58	0.538	0.124	0.51	0.023	0.176	0.498	0.325	0.295	0.792	0.389
SJU													
p	0.406	0.705	0.45	0.406	0.762	0.895	0.935	0.87	0.514	0.705	0.545	0.45	0.94
TAJ													
p	0.622	0.622	0.87	0.622	0.577	0.158	0.02	0.718	0.768	0.67	0.224	0.818	0.45
UV-MOC													
p	1	0.806	0.05	1	0.014	0.253	0.022	0.027	0.191	0.806	0.06	0.253	0.086

Tabla 9.34 Resultados de la prueba estadística no paramétrica Wilcoxon para el análisis por años consecutivos de los parámetros : pH, conductividad específica y concentración de aniones y cationes por sitio del 2004-2005.

	PH	POH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4
LMAH													
p	0.147	0.895	0.553	0.147	0.895	0.722	0.166	0.210	0.644	0.792	0.895	0.291	0.598
SJU													
p	0.072	0.007	0.290	0.072	0.253	0.627	0.310	0.122	0.310	0.007	0.041	0.935	0.624
TAJ													
p	0.108	0.533	0.140	0.108	0.014	0.035	0.009	0.033	0.033	0.533	0.053	0.375	0.673
UV-MOC													
p	0.369	0.369	0.327	0.369	0.414	0.806	0.060	0.060	0.414	0.935	0.414	0.568	0.624

Tabla 9.35 Resultados de la estadística básica de los datos ponderados mensuales de los 4 sitios

Evaluación de la deposición húmeda en la costa del Golfo de México para el periodo 2003-2005

SITIO	ANO			PH	POH	C	H	Na	NH4	K	Mg2+	Ca2+	OH	Cl	NO3-	SO4		
TAJ	2003	N	Valid	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	
			Missing	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			Media	4.63	8.98	28.72	28.91	60.23	29.46	4.51	16.40	25.80	0.00	51.92	26.29	75.63		
			Mediana	4.66	8.87	20.33	21.82	11.33	20.14	4.13	16.00	19.96	0.00	19.59	24.53	37.21		
			Desviación Std.	0.31	0.31	15.81	19.08	100.50	21.30	2.33	12.58	22.23	0.00	66.07	18.53	69.09		
			Varianza	0.10	0.10	250.07	364.09	10099.77	453.65	5.43	158.26	494.36	0.00	4365.40	343.21	4773.86		
			Minimo	4.19	8.60	13.55	7.59	7.40	9.68	0.74	2.69	1.92	0.00	11.93	5.95	19.90		
			Maximo	5.12	9.65	51.61	64.41	336.12	69.25	8.05	37.93	77.25	0.00	223.51	64.60	210.68		
		2004	N	Valid	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
				Missing	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			Media	4.56	9.12	31.77	33.74	59.97	41.78	24.29	22.14	28.90	0.00	49.35	23.64	42.93		
			Mediana	4.58	9.14	25.83	26.20	38.63	40.42	7.81	12.03	20.46	0.00	34.84	17.62	46.44		
			Desviación Std.	0.29	0.38	18.56	22.54	72.78	19.83	40.68	26.38	20.80	0.00	41.76	19.70	30.92		
			Varianza	0.09	0.15	344.34	507.88	5297.11	393.30	1654.58	695.83	432.54	0.00	1744.28	388.19	955.98		
		Minimo	4.06	8.72	12.56	9.17	7.16	14.08	3.02	4.24	7.11	0.00	10.67	0.35	3.58			
		Maximo	5.04	9.84	74.73	86.78	261.35	79.46	138.75	96.77	68.43	0.00	137.19	58.66	114.53			
	2005	N	Valid	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	10.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	10.00	
			Missing	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	
		Media	4.83	8.85	22.76	20.52	17.63	23.46	3.71	11.22	12.33	0.02	24.58	16.69	51.38			
		Mediana	4.78	9.06	15.86	16.70	6.84	15.57	3.33	6.79	8.98	0.00	14.25	9.80	36.90			
		Desviación Std.	0.42	0.81	17.67	15.83	22.38	21.26	2.17	14.83	9.40	0.05	22.65	12.36	36.33			
		Varianza	0.18	0.65	312.11	250.47	500.80	451.93	4.72	220.04	88.37	0.00	512.87	152.77	1320.15			
		Minimo	4.24	6.76	2.79	1.66	0.87	3.40	1.07	2.59	2.65	0.00	5.92	5.23	24.08			
		Maximo	5.78	9.73	53.71	57.26	76.91	63.44	7.56	54.46	31.25	0.17	80.36	42.14	136.25			

LMAH	2003	N	Valid	11.00	10.00	11.00	11.00	11.00	10.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	10.00	11.00
			Missing	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00
		Media		5.16	8.60	20.38	9.16	106.97	16.58	3.65	22.15	20.13	0.00	83.36	15.92	41.93
		Mediana		5.10	8.78	12.72	7.98	32.20	7.01	2.72	14.88	11.52	0.00	45.61	11.89	26.20
		Desviación Std.		0.47	0.43	19.12	4.89	210.24	23.34	3.55	20.18	21.49	0.01	115.57	13.91	52.56
		Varianza		0.22	0.19	365.40	23.92	44200.25	544.98	12.58	407.15	461.68	0.00	13357.49	193.57	2762.68
		Minimo		4.72	7.52	9.01	0.33	17.50	0.24	0.90	2.91	1.14	0.00	27.18	5.18	8.95
		Maximo		6.48	8.90	76.49	19.06	733.41	73.13	13.57	74.07	74.85	0.03	429.09	52.56	193.47
	2004	N	Valid	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
			Missing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Media		5.11	8.82	24.15	9.41	95.15	14.67	11.15	37.82	17.14	0.01	85.74	12.96	35.14
		Mediana		5.14	8.85	16.57	7.28	65.95	9.06	4.89	27.72	8.03	0.00	63.10	11.25	33.56
		Desviación Std.		0.29	0.57	21.45	6.58	96.97	12.56	17.59	44.40	18.84	0.01	67.97	6.54	17.28
		Varianza		0.08	0.32	460.19	43.23	9404.01	157.81	309.36	1971.23	354.87	0.00	4619.41	42.72	298.73
		Minimo		4.60	7.34	3.77	2.33	30.45	0.13	2.08	7.95	2.29	0.00	20.32	3.43	15.94
		Maximo		5.63	9.55	74.40	25.12	388.80	43.10	65.38	173.65	64.97	0.05	270.89	27.34	68.64
	2005	N	Valid	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
			Missing	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
		Media		4.97	8.83	34.96	12.85	76.40	20.00	6.10	23.55	18.27	0.00	80.31	14.06	40.55
		Mediana		4.90	8.89	19.10	12.70	59.64	9.18	1.78	15.09	7.55	0.00	58.62	7.81	26.01
		Desviación Std.		0.28	0.28	42.85	8.31	39.55	19.32	6.34	21.02	16.25	0.00	52.01	15.05	37.65
		Varianza		0.08	0.08	1835.90	69.11	1564.16	373.28	40.16	441.85	264.02	0.00	2704.83	226.42	1417.89
		Minimo		4.47	8.22	9.26	2.67	32.91	0.77	0.72	5.61	4.80	0.00	37.61	3.80	12.47
		Maximo		5.57	9.13	149.42	34.03	140.66	46.85	15.24	60.61	44.45	0.01	186.35	45.17	112.57

SJU	2003	N	Valid	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
			Missing	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
		Media		5.69	8.00	73.58	4.60	520.13	19.62	21.25	129.79	106.67	0.03	536.51	18.94	86.87
		Mediana		5.39	8.28	30.09	4.07	171.94	12.99	18.95	42.43	25.00	0.01	157.94	10.39	33.31
		Desviación Std.		0.74	0.63	88.59	4.35	661.73	25.92	16.26	154.37	120.64	0.05	700.77	20.39	85.58
		Varianza		0.55	0.40	7848.63	18.89	437891.36	671.83	264.44	23831.10	14553.26	0.00	491083.45	415.73	7323.42
		Minimo		4.91	6.76	15.81	0.06	26.14	0.18	5.44	14.12	8.91	0.00	40.36	0.01	18.02
		Maximo		7.24	8.67	300.15	13.46	2110.80	66.81	58.90	426.21	316.81	0.17	1909.21	51.91	257.19
	2004	N	Valid	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00
			Missing	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00
		Media		5.47	7.99	146.18	8.21	641.46	29.30	26.02	179.86	118.01	0.02	720.67	81.41	134.11
		Mediana		5.24	7.90	58.88	5.92	229.52	6.76	15.38	34.61	23.39	0.01	305.59	22.66	70.18
		Desviación Std.		0.67	0.50	220.77	11.94	900.52	64.74	27.92	241.39	141.64	0.01	1172.12	167.69	172.94
		Varianza		0.44	0.25	48738.67	142.51	810943.88	4191.38	779.51	58271.50	20061.24	0.00	1373873.24	28119.22	29909.39
		Minimo		4.39	7.43	17.79	0.36	13.77	0.55	4.02	13.12	6.43	0.00	90.05	2.79	15.77
		Maximo		6.45	8.84	718.71	40.40	2875.07	200.65	91.46	632.99	360.82	0.04	3895.75	547.34	521.61
	2005	N	Valid	9.00	9.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
			Missing	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
		Media		4.92	8.78	171.63	16.83	230.52	22.21	14.10	44.23	56.15	0.00	1537.40	36.27	343.29
		Mediana		4.97	8.67	40.54	10.60	74.62	7.99	18.17	15.18	45.48	0.00	64.64	22.06	36.05
		Desviación Std.		0.37	0.55	310.65	16.91	242.08	39.66	11.34	44.56	57.35	0.00	4245.04	34.91	774.38
		Varianza		0.14	0.31	96503.96	286.12	58604.10	1572.85	128.70	1985.49	3288.98	0.00	18020351.89	1218.95	

Las Tablas corresponden a la matriz de correlaciones totales, no lineal (Sperman r) entre los parámetros físico-químicos del deposito húmedo del sitio El Tajín (TAJ), para los años a)2003 b)2004 y c)2005.

a)Tabla 9.36 TAJIN 2003

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	-0.055	-0.009	0.109	0.182	0.127	-0.064	-0.136	-0.555	-1.000	-0.145
Na+		1.000	0.500	0.745	0.555	0.745	0.836	0.564	0.455	0.055	0.409
NH4-			1.000	0.536	0.591	0.500	0.273	0.764	0.573	0.009	0.509
Mg2+				1.000	0.836	0.964	0.682	0.645	0.336	-0.109	0.618
Ca+					1.000	0.891	0.391	0.782	0.436	-0.182	0.645
CL-						1.000	0.582	0.636	0.345	-0.127	0.691
NO3-							1.000	0.455	0.245	0.064	0.055
SO4=								1.000	0.682	0.136	0.555
C									1.000	0.555	0.518
H+										1.000	0.145
K+											1.000

b) Tabla 9.37 TAJIN 2004

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	-0.509	-0.591	-0.636	-0.909	-0.636	-0.364	-0.600	-0.782	-1.000	-0.345
Na+		1.000	0.391	0.909	0.600	0.800	0.282	0.691	0.564	0.509	0.391
NH4-			1.000	0.364	0.436	0.391	0.727	0.664	0.618	0.591	0.473
Mg2+				1.000	0.636	0.791	0.209	0.582	0.464	0.636	0.391
Ca+					1.000	0.773	0.191	0.636	0.745	0.909	0.145
CL-						1.000	0.236	0.782	0.527	0.636	0.173
NO3-							1.000	0.718	0.464	0.364	0.309
SO4=								1.000	0.727	0.600	0.109
C									1.000	0.782	0.227
H+										1.000	0.345
K+											1.000

c)Tabla 9.38 TAJIN 2005

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	-0.282	0.261	-0.491	-0.073	-0.427	-0.045	-0.321	-0.673	-1.000	0.091
Na+		1.000	0.430	0.492	0.597	0.588	0.451	0.273	0.159	0.282	0.360
NH4-			1.000	0.491	0.673	0.661	0.636	0.697	0.321	-0.261	0.782
Mg2+				1.000	0.445	0.691	0.336	0.903	0.618	0.491	0.027
Ca+					1.000	0.718	0.736	0.503	0.273	0.073	0.682
CL-						1.000	0.555	0.685	0.527	0.427	0.545
NO3-							1.000	0.479	0.236	0.045	0.636
SO4=								1.000	0.709	0.321	0.285
C									1.000	0.673	0.200
H+										1.000	-0.091
K+											1.000

Las Tablas corresponden a la matriz de correlaciones totales, no lineal (Sperman r) entre los parámetros físico-químicos del deposito húmedo del sitio La Mancha (LMH), para los años a)2003, b)2004, y c)2005.

a)Tabla 9.39 La Mancha 2003

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	0.205	0.345	0.482	0.373	0.473	0.382	0.400	0.291	-1.000	0.364
Na+		1.000	0.681	0.469	0.387	0.483	0.717	0.688	0.323	-0.205	0.374
NH4-			1.000	0.564	0.648	0.442	0.624	0.624	0.418	-0.345	0.479
Mg2+				1.000	0.918	0.836	0.491	0.800	0.627	-0.482	0.800
Ca+					1.000	0.891	0.588	0.845	0.782	-0.373	0.891
CL-						1.000	0.612	0.782	0.791	-0.473	0.927
NO3-							1.000	0.685	0.648	-0.382	0.503
SO4=								1.000	0.782	-0.400	0.673
C									1.000	-0.291	0.736
H+										1.000	-0.364
K+											1.000

b)Tabla 9.40 La Mancha 2004

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	0.350	-0.263	-0.028	-0.168	-0.161	-0.014	-0.147	-0.147	-1.000	-0.119
Na+		1.000	0.007	0.427	0.420	0.622	0.196	0.301	0.503	-0.350	0.343
NH4-			1.000	0.627	0.147	0.140	0.648	0.669	0.186	0.263	0.680
Mg2+				1.000	0.685	0.622	0.867	0.853	0.783	0.028	0.916
Ca+					1.000	0.818	0.462	0.552	0.860	0.168	0.657
CL-						1.000	0.448	0.692		0.161	0.573
NO3-							1.000	0.811	0.573	0.014	0.706
SO4=								1.000	0.741	0.147	0.804
C									1.000	0.147	0.699
H+										1.000	0.119
K+											1.000

c)Tabla 9.41 La Mancha 2005

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	-0.085	-0.317	-0.406	-0.382	-0.030	-0.067	-0.382	-0.273	-1.000	-0.382
Na+		1.000	0.728	0.827	0.778	0.875	0.395	0.705	0.401	0.085	0.699
NH4-			1.000	0.867	0.917	0.900	0.800	0.850	0.700	0.317	0.783
Mg2+				1.000	0.927	0.842	0.503	0.806	0.709	0.406	0.939
Ca+					1.000	0.830	0.661	0.939	0.794	0.382	0.891
CL-						1.000	0.612	0.794	0.600	0.030	0.697
NO3-							1.000	0.709	0.515	0.067	0.370
SO4=								1.000	0.648	0.382	0.733
C									1.000	0.273	0.806
H+										1.000	0.382
K+											1.000

Las Tablas corresponden a la matriz de correlaciones totales, no lineal (Sperman r) entre los parámetros físico-químicos del deposito húmedo del sitio San Juan de Ulúa (SJU), para los años a)2003, b) 2004, y c)2005.

a)Tabla 9.42 SJU 2003

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	0.782	0.383	0.794	0.818	0.806	0.382	0.648	0.479	-1.000	0.745
Na+		1.000	-0.083	0.939	0.758	0.830	0.006	0.552	0.697	-0.782	0.830
NH4-			1.000	-0.133	0.000	0.100	0.600	0.300	0.033	-0.383	-0.150
Mg2+				1.000	0.879	0.830	0.067	0.588	0.612	-0.794	0.903
Ca+					1.000	0.806	0.248	0.758	0.539	-0.818	0.867
CL-						1.000	-0.139	0.745	0.648	-0.806	0.927
NO3-							1.000	0.055	-0.103	-0.382	-0.067
SO4=								1.000	0.721	-0.648	0.588
C									1.000	-0.479	0.564
H+										1.000	-0.745
K+											1.000

b)Tabla 9.43 SJU 2004

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	0.042	-0.500	0.250	0.267	0.345	0.309	0.285	0.321	-1.000	0.067
Na+		1.000	0.000	0.900	0.700	0.758	0.636	0.794	0.648	-0.042	0.767
NH4-			1.000	-0.150	-0.100	-0.067	0.083	-0.067	-0.017	0.500	-0.017
Mg2+				1.000	0.767	0.783	0.717	0.883	0.733	-0.250	0.733
Ca+					1.000	0.733	0.933	0.750	0.950	-0.267	0.883
CL-						1.000	0.879	0.964	0.891	-0.345	0.817
NO3-							1.000	0.879	0.988	-0.309	0.933
SO4=								1.000	0.891	-0.285	0.867
C									1.000	-0.321	0.967
H+										1.000	-0.067
K+											1.000

c)Tabla 9.44 SJU 2005

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	-0.276	0.233	-0.133	0.017	-0.600	-0.367	-0.283	-0.233	-1.000	0.200
Na+		1.000	0.678	0.812	0.728	0.603	0.812	0.795	0.929	0.276	0.418
NH4-			1.000	0.467	0.433	0.333	0.733	0.483	0.700	-0.233	0.067
Mg2+				1.000	0.967	0.483	0.617	0.917	0.900	0.133	0.683
Ca+					1.000	0.283	0.550	0.850	0.800	-0.017	0.783
CL-						1.000	0.667	0.567	0.717	0.600	-0.183
NO3-							1.000	0.733	0.817	0.367	0.133
SO4=								1.000	0.867	0.283	0.617
C									1.000	0.233	0.367
H+										1.000	-0.200
K+											1.000

Las Tablas corresponden a la matriz de correlaciones totales, no lineal (Sperman r) entre los parámetros físico-químicos del deposito húmedo del sitio UV-MOC (UV-MOC), para los años a)2003, b)2004, y c)2005.

a)Tabla 9.45 UV-MOC 2003

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	-0.700	-0.483	-0.167	0.233	-0.633	0.117	-0.233	-0.133	-1.000	-0.317
Na+		1.000	0.167	0.350	0.083	0.800	-0.450	0.183	-0.033	0.700	0.467
NH4-			1.000	0.433	0.133	0.500	0.250	0.017	0.067	0.483	0.133
Mg2+				1.000	0.500	0.383	-0.383	0.250	0.150	0.167	0.517
Ca+					1.000	0.050	-0.333	0.450	-0.050	-0.233	0.117
CL-						1.000	-0.083	0.283	0.200	0.633	0.233
NO3-							1.000	0.067	0.567	-0.117	-0.600
SO4=								1.000	0.700	0.233	-0.117
C									1.000	0.133	-0.417
H+										1.000	0.317
K+											1.000

b)Tabla 9.46 UV-MOC 2004

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	0.539	0.770	0.612	0.685	0.527	0.164	0.588	0.479	-1.000	0.152
Na+		1.000	0.673	0.758	0.770	0.527	0.491	0.806	0.758	-0.539	0.297
NH4-			1.000	0.758	0.842	0.406	0.309	0.830	0.588	-0.770	0.442
Mg2+				1.000	0.915	0.576	0.503	0.879	0.782	-0.612	0.612
Ca+					1.000	0.576	0.624	0.939	0.782	-0.685	0.552
CL-						1.000	0.576	0.406	0.648	-0.527	0.018
NO3-							1.000	0.503	0.855	-0.164	0.164
SO4=								1.000	0.697	-0.588	0.467
C									1.000	-0.479	0.273
H+										1.000	-0.152
K+											1.000

c)Tabla 9.47 UV-MOC 2005

	PH	Na+	NH4-	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=	C	H+	K+
PH	1.000	0.243	0.000	-0.183	0.067	-0.067	0.000	-0.283	0.067	-0.996	-0.300
Na+		1.000	0.067	0.787	0.686	0.669	0.477	0.418	0.368	-0.197	0.561
NH4-			1.000	0.150	0.467	0.383	0.400	0.533	-0.150	-0.025	0.250
Mg2+				1.000	0.817	0.833	0.783	0.650	0.233	0.209	0.850
Ca+					1.000	0.950	0.900	0.867	0.117	-0.075	0.850
CL-						1.000	0.900	0.883	0.233	0.050	0.950
NO3-							1.000	0.817	0.217	-0.025	0.883
SO4=								1.000	0.233	0.251	0.867
C									1.000	-0.075	0.267
H+										1.000	0.285
K+											1.000

FACTOR DE ENRIQUECIMIENTO

Un método sencillo para identificar el posible origen de los precursores de la lluvia ácida es la aplicación de procedimientos de comparación sencilla con relaciones conocidas de iones presentes en el ambiente marino.

Diversos autores han propuesto que la presencia de iones Na^+ y Cl^- presentes en la lluvia esta íntimamente ligada a un origen marino, y que dada su abundancia y a que no se tienen importantes emisores antropogénicos de estos iones, pueden ser tomados como especies de referencia en la identificación del origen de la composición de la lluvia (Munn y Rodhe, 1985; Parungo et al., 1988; Colin et al., 1989; Singer et al., 1993 citados en Bravo et al 1998).

El factor de enriquecimiento (EF) se define para una sustancia (X) como :

$$EF_x = \frac{(X / \text{Na}^+)_{\text{muestras}}}{(X / \text{Na})_{\text{agua de mar}}} \quad \text{A.1}$$

Un factor de enriquecimiento igual a 1 indica que la sustancia existe en cantidades relativas comparables en la muestra y en el agua de mar:

Si $F_x > 1$ Ha sido enriquecida con respecto al agua de mar.

Si $F_x < 1$ Ha sido disminuido o eliminada.

$(X/\text{Na}^+)_{\text{ll}}$ =Relación de concentraciones entre el ion X y el ion Na^+ determinados analíticamente en la muestra de agua de lluvia.

$(X/\text{Na}^+)_{\text{M}}$ =Relación de concentraciones entre el ion X y el ion Na encontrados típicamente en el mar.

La tabla 9.48. Presenta las concentraciones y relaciones típicas de los principales iones encontrados en el mar, de acuerdo a Riley y Chester, 1971 citado en Bravo et al 1998.

Tabla 9.48 Concentraciones y relaciones típicas de los principales iones en aguas marinas.

	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	NH_4^+	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
Concentración (g/Kg)	10.77	1.29	0.412	0.399	1.E-04	19.35	1.E-04	2.71
(X/Na^+)	1	0.12	0.04	0.04	1.E-05	1.8	1.E-05	0.25

Porcentaje de la sal marina asociada a cada ion : $FSM(X) \%$

$$FSM(X)\% = \frac{(\text{Na}^+)_{LL} \cdot \left(\frac{X}{\text{Na}^+} \right)_M \cdot 100}{X_{LL}} \quad \text{A.2}$$

Tabla 9.49 Valores Ponderados Anuales en ($\mu\text{eq/L}$) y ppm de los siguientes iones: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} .

ESTACION	pH Ponderado	Na+ Ponderado (me/L)	NH4+ Ponderado (me/L)	K+ Ponderado (me/L)	Mg2+ Ponderado(me/L)	Ca 2+ Ponderado (me/L)	Cl- Ponderado (me/L)	NO3- Ponderado (me/L)	SO42- Ponderado (me/L)	Na+ Ponderado (ppm)	NH4+ Ponderado (ppm)	K+ Ponderado (ppm)	Mg2+ Ponderado(ppm)	Ca 2+ Ponderado (ppm)	Cl- Ponderado (ppm)	NO3- Ponderado (ppm)	SO42- Ponderado (ppm)
TAJIN 2003	4.55	23.73	21.16	3.68	9.75	13.99	25.24	19.77	42.51	0.55	0.38	0.14	0.24	0.56	0.89	1.23	4.08
LA MANCHA2003	5.03	37.51	5.93	2.49	14.29	8.91	47.45	9.73	16.66	0.86	0.11	0.10	0.35	0.36	1.68	0.60	1.60
SJU 2003	5.26	457.77	7.45	20.20	101.04	73.44	419.64	17.84	69.16	10.53	0.13	0.79	2.46	2.94	14.88	1.11	6.64
UV-MOCAMBO 2003	5.08	39.52	8.58	3.10	11.36	8.76	37.59	7.70	23.62	0.91	0.15	0.12	0.28	0.35	1.33	0.48	2.27

ESTACION	pH Ponderado	Na+ Ponderado (me/L)	NH4+ Ponderado (me/L)	K+ Ponderado (me/L)	Mg2+ Ponderado(me/L)	Ca 2+ Ponderado (me/L)	Cl- Ponderado (me/L)	NO3- Ponderado (me/L)	SO42- Ponderado (me/L)	Na+ Ponderado (ppm)	NH4+ Ponderado (ppm)	K+ Ponderado (ppm)	Mg2+ Ponderado(ppm)	Ca 2+ Ponderado (ppm)	Cl- Ponderado (ppm)	NO3- Ponderado (ppm)	SO42- Ponderado (ppm)
TAJIN 2004	4.44	32.82	40.62	13.35	13.59	24.83	37.32	25.26	40.60	0.75	0.73	0.52	0.33	1.00	1.32	1.57	3.90
LA MANCHA 2004	5.13	64.58	11.36	5.18	21.97	8.64	50.62	11.60	27.77	1.49	0.20	0.20	0.53	0.35	1.79	0.72	2.67
SJU 2004	4.96	547.84	31.23	14.50	105.10	65.22	345.86	32.16	79.34	12.60	0.56	0.57	2.55	2.61	12.26	1.99	7.62
UV-MOCAMBO 2004	4.91	86.61	13.16	6.19	21.65	11.74	78.41	11.40	26.23	1.99	0.24	0.24	0.53	0.47	2.78	0.71	2.52

ESTACION	pH Ponderado	Na+ Ponderado (me/L)	NH4+ Ponderado (me/L)	K+ Ponderado (me/L)	Mg2+ Ponderado(me/L)	Ca 2+ Ponderado (me/L)	Cl- Ponderado (me/L)	NO3- Ponderado (me/L)	SO42- Ponderado (me/L)	Na+ Ponderado (ppm)	NH4+ Ponderado (ppm)	K+ Ponderado (ppm)	Mg2+ Ponderado(ppm)	Ca 2+ Ponderado (ppm)	Cl- Ponderado (ppm)	NO3- Ponderado (ppm)	SO42- Ponderado (ppm)
TAJIN 2005	4.66	10.92	15.45	2.82	16.96	6.60	15.67	12.53	39.03	0.25	0.28	0.11	0.41	0.26	0.56	0.78	3.75
LA MANCHA2005	5.01	63.93	4.91	1.98	13.18	7.29	64.13	6.84	19.63	1.47	0.09	0.08	0.32	0.29	2.27	0.42	1.89
SJU 2005	4.92	66.35	7.03	4.50	11.82	12.43	107.02	17.09	39.09	1.53	0.13	0.18	0.29	0.50	3.79	1.06	3.75
UV-MOCAMBO 2005	5.09	83.37	6.00	1.95	11.19	7.03	73.31	9.53	17.94	1.92	0.11	0.08	0.27	0.28	2.60	0.59	1.72

Tablas de la Determinación de FE(x), FSM(x)% y FNM(x)% en muestras de los 4 sitios para el año 2003.a)Tajín, b)La Mancha c)SJU y c)UV-MOC.

Tablas de

a) Tabla 9.50 Tajín 2003

la

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO ₃ -	SO ₄ -
ppm anual	0.55	0.38	0.14	0.24	0.56	0.89	1.23	4.08
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na⁺)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na⁺)_{LLuvia}	1.00	0.70	0.26	0.43	1.03	1.64	2.25	7.48
FE(x)	1.00	75079.07	7.28	3.62	26.95	0.91	241632.93	29.71
FSM(x)%	100.00	0.00	13.73	27.60	3.71	109.69	0.00	3.37
FNM(x)%	0.00	100.00	86.27	72.40	96.29	-9.69	100.00	96.63
X exceso (mg/L)	0.00	0.38	0.12	0.17	0.54	-0.09	1.23	3.95
X Origen Marino	0.55	0.00	0.02	0.07	0.02	0.98	0.00	0.14

b) Tabla 9.51 La Mancha 2003

MUESTRA	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ₂ ⁺	Ca ⁺	CL ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻
ppm anual	0.86	0.11	0.10	0.35	0.36	1.68	0.60	1.60
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na⁺)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na⁺)_{LLuvia}	1.00	0.12	0.11	0.40	0.41	1.95	0.70	1.86
FE(x)	1.00	13305.32	3.12	3.36	10.87	1.08	75257.06	7.37
FSM(x)%	100.00	0.01	32.10	29.77	9.20	92.23	0.00	13.58
FNM(x)%	0.00	99.99	67.90	70.23	90.80	7.77	100.00	86.42
X exceso (mg/L)	0.00	0.11	0.07	0.24	0.32	0.13	0.60	1.38
X Origen Marino	0.86	0.00	0.03	0.10	0.03	1.55	0.00	0.22

c) Tabla 9.52 San Juan De Ulúa 2003

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4-	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=
ppm anual	10.53	0.13	0.79	2.46	2.94	14.88	1.11	6.64
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na+)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na+)_{LLuvia}	1.00	0.01	0.08	0.23	0.28	1.41	0.11	0.63
FE(x)	1.00	1369.77	2.07	1.95	7.34	0.79	11300.85	2.51
FSM(x)%	100.00	0.07	48.31	51.39	13.63	127.28	0.01	39.91
FNM(x)%	0.00	99.93	51.69	48.61	86.37	-27.28	99.99	60.09
X exceso (mg/	0.00	0.13	0.41	1.19	2.54	-4.06	1.11	3.99
X Origen Mar	10.53	0.00	0.38	1.26	0.40	18.93	0.00	2.65

d) Tabla 9.53 UV-Mocambo 2003

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4-	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=
ppm anual	0.91	0.15	0.12	0.28	0.35	1.33	0.48	2.27
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na+)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na+)_{LLuvia}	1.00	0.17	0.13	0.30	0.39	1.47	0.53	2.50
FE(x)	1.00	18282.15	3.68	2.53	10.14	0.82	56513.20	9.91
FSM(x)%	100.00	0.01	27.18	39.46	9.86	122.67	0.00	10.09
FNM(x)%	0.00	99.99	72.82	60.54	90.14	-22.67	100.00	89.91
X exceso (mg/	0.00	0.15	0.09	0.17	0.32	-0.30	0.48	2.04
X Origen Mar	0.91	0.00	0.03	0.11	0.03	1.63	0.00	0.23

Determinación de FE(x), FSM(x)% y FNM(x)% en muestras de los 4 sitios para el año 2004.a)Tajín, b)La Mancha c)SJU y c)UV-MOC.

a) Tabla 9.54 Tajín 2004

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
Anual ppm	0.75	0.73	0.52	0.33	1.74	4.45	3.09	11.00
AGUA DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na⁺)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na⁺)_{LLuvia}	1.00	0.97	0.69	0.44	2.30	5.90	4.09	14.57
FE(x)	1.00	104221.73	19.08	3.65	60.43	3.28	440204.11	57.87
FSM(x)%	100.00	0.00	5.24	27.39	1.65	30.49	0.00	1.73
FNM(x)%	0.00	100.00	94.76	72.61	98.35	69.51	100.00	98.27
X exceso (mg/L)	0.00	0.73	0.49	0.24	1.71	3.09	3.09	10.81
X Origen Marino	0.75	0.00	0.03	0.09	0.03	1.36	0.00	0.19

b) Tabla 9.55 La Mancha 2004

MUESTRA	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ₂ ⁺	Ca ⁺	CL ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
Anual ppm	1.49	0.20	0.20	0.53	0.35	1.79	0.72	2.67
AGUA DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na⁺)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na⁺)_{LLuvia}	1.00	0.14	0.14	0.36	0.23	1.21	0.48	1.80
FE(x)	1.00	14812.80	3.76	3.00	6.12	0.67	52099.80	7.13
FSM(x)%	100.00	0.01	26.58	33.34	16.34	148.85	0.00	14.02
FNM(x)%	0.00	99.99	73.42	66.66	83.66	-48.85	100.00	85.98
X exceso (mg/L)	0.00	0.20	0.15	0.36	0.29	-0.88	0.72	2.29
X Origen Marino	1.49	0.00	0.05	0.18	0.06	2.67	0.00	0.37

c) Tabla 9.56 San Juan De Ulúa 2004

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=
Anual ppm	12.60	0.56	0.57	2.55	2.61	12.26	1.99	7.62
AGUA DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na+)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na+)_{LLuvia}	1.00	0.04	0.04	0.20	0.21	0.97	0.16	0.60
FE(x)	1.00	4800.38	1.24	1.69	5.44	0.54	17027.01	2.40
FSM(x)%	100.00	0.02	80.55	59.13	18.37	184.81	0.01	41.64
FNM(x)%	0.00	99.98	19.45	40.87	81.63	-84.81	99.99	58.36
X exceso (mg/L)	0.00	0.56	0.11	1.04	2.13	-10.40	1.99	4.45
X Origen Marino	12.60	0.00	0.46	1.51	0.48	22.66	0.00	3.17

d) Tabla 9.57 UV-Mocambo 2004

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4-	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=
Anual ppm	1.99	0.24	0.24	0.53	0.47	2.78	0.71	2.52
AGUA DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na+)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na+)_{LLuvia}	1.00	0.12	0.12	0.26	0.24	1.40	0.35	1.26
FE(x)	1.00	12795.13	3.35	2.20	6.20	0.78	38177.98	5.02
FSM(x)%	100.00	0.01	29.83	45.38	16.13	128.88	0.00	19.91
FNM(x)%	0.00	99.99	70.17	54.62	83.87	-28.88	100.00	80.09
X exceso (mg/L)	0.00	0.24	0.17	0.29	0.39	-0.80	0.71	2.02
X Origen Marino	1.99	0.00	0.07	0.24	0.08	3.58	0.00	0.50

Tablas de la Determinación de FE(x), FSM(x)% y FNM(x)% en muestras de los 4 sitios para el año 2005.a)Tajín, b)La Mancha c)SJU y c)UV-MOC.

a) Tabla 9.58 Tajín 2005

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4+	K+	Mg2+	Ca+	CL ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
Anual ppm	0.25	0.28	0.11	0.41	0.26	0.56	0.78	3.75
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na⁺)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na⁺)_{LLuvia}	1.00	1.11	0.44	1.64	1.05	2.21	3.09	14.93
FE(x)	1.00	119141.42	12.11	13.69	27.64	1.23	332816.28	59.27
FSM(x)%	100.00	0.00	8.26	7.30	3.62	81.31	0.00	1.69
FNM(x)%	0.00	100.00	91.74	92.70	96.38	18.69	100.00	98.31
X exceso (mg/L)	0.00	0.28	0.10	0.38	0.25	0.10	0.78	3.69
X Origen Marino	0.25	0.00	0.01	0.03	0.01	0.45	0.00	0.06

b) Tabla 9.59 La Mancha 2005

MUESTRA	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ₂ ⁺	Ca ⁺	CL ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
Anual ppm	1.47	0.09	0.08	0.32	0.29	2.27	0.42	1.89
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na⁺)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na⁺)_{LLuvia}	1.00	0.06	0.05	0.22	0.20	1.55	0.29	1.28
FE(x)	1.00	6467.46	1.45	1.82	5.21	0.86	31033.27	5.09
FSM(x)%	100.00	0.02	68.84	55.02	19.18	116.31	0.00	19.64
FNM(x)%	0.00	99.98	31.16	44.98	80.82	-16.31	100.00	80.36
X exceso (mg/L)	0.00	0.09	0.02	0.14	0.24	-0.37	0.42	1.52
X Origen Marino	1.47	0.00	0.05	0.18	0.06	2.64	0.00	0.37

c) Tabla 9.60 San Juan De Ulua 2005

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4-	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=
Anual ppm	1.53	0.13	0.18	0.29	0.50	3.79	1.06	3.75
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na+)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na+)_{LLuvia}	1.00	0.08	0.12	0.19	0.33	2.49	0.69	2.46
FE(x)	1.00	8922.19	3.18	1.57	8.57	1.38	74709.75	9.77
FSM(x)%	100.00	0.01	31.44	63.67	11.67	72.34	0.00	10.24
FNM(x)%	0.00	99.99	68.56	36.33	88.33	27.66	100.00	89.76
X exceso (mg/	0.00	0.13	0.12	0.10	0.44	1.05	1.06	3.37
X Origen Mar	1.53	0.00	0.06	0.18	0.06	2.74	0.00	0.38

d) Tabla 9.61 UV-Mocambo 2005

	CATIONES (ppm)					ANIONES ppm		
	Na+	NH4-	K+	Mg2+	Ca+	CL-	NO3-	SO4=
ponderado	0.88	0.23	0.05	0.14	0.23	1.63	0.36	1.92
DE MAR] [g/Kg]	10.76	1.00E-04	0.39	1.29	0.41	19.35	1.00E-04	2.71
(x/Na+)_{Mar}	1.00	0.00	0.04	0.12	0.04	1.80	0.00	0.25
(x/Na+)_{LLuvia}	1.00	0.26	0.05	0.15	0.26	1.85	0.40	2.17
FE(x)	1.00	27550.84	1.48	1.28	6.84	1.03	43560.67	8.62
FSM(x)%	100.00	0.00	67.70	77.96	14.61	97.20	0.00	11.60
FNM(x)%	0.00	100.00	32.30	22.04	85.39	2.80	100.00	88.40
X exceso (mg/	0.00	0.23	0.02	0.03	0.20	0.05	0.36	1.70
X Origen Mar	0.88	0.00	0.03	0.11	0.03	1.59	0.00	0.22