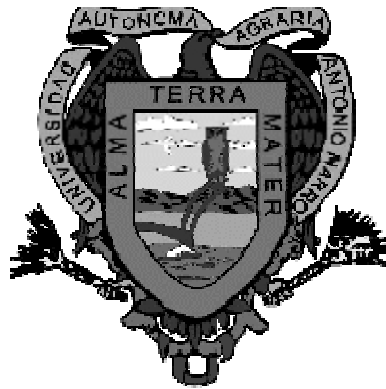


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS
POR CROMATOGRFIA DE GASES, EN AGUA
SUBTERRÁNEA DEL MUNICIPIO DE GUASAVE, SINALOA.**

POR

KARLA VIRGINIA MELLADO MORENO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA

DICIEMBRE DEL 2007

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA

**DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS POR
CROMATOGRAFIA DE GASES, EN AGUA SUBTERRÁNEA DEL
MUNICIPIO DE GUASAVE, SINALOA**

POR
KARLA VIRGINIA MELLADO MORENO

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

MC. Sofía Comparán Sánchez
Presidente del Jurado

Dra. Gpe. Durga Rodríguez Meza
1er. Sinodal
CIIDIR-SINALOA

Dr. Ernesto Cerna Chávez
2do. Vocal

MC. Alejandro Escobar Sánchez
3er. Vocal

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
NOVIEMBRE 2007

AGRADECIMIENTOS

Es difícil encontrar las palabras precisas para expresar las emociones que nacen por haber culminado la etapa más importante en mi vida, sin embargo, el espacio para hacer mención a todas aquellas personas a las cuales les debo mi más profundo agradecimiento, es muy escaso.

Agradezco sinceramente a **Dios**, por la familia que tengo y por permitirme llegar siempre hasta donde he querido, a pesar de los obstáculos que eso tenga que implicar.

A mi “Alma Terra Mater” la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** (UAAAN), por abrirme sus puertas para mi preparación al mundo laboral.

Al **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional** (CIIDIR), por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional, y a partir de ella, adquirir el conocimiento y la práctica para desarrollar el presente trabajo.

Al **Centro de Investigación en Química Aplicada** (CIQA), por su accesibilidad al apoyo de esta investigación y sobre todo por las facilidades otorgadas dentro del mismo.

A la **Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V.** (COMIMSA), por permitirme el ingreso y uso del equipo de cromatografía de gases.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT), por el apoyo económico brindado.

A la **Dra. Durga Rodríguez Meza**, por permitirme ser parte del proyecto del cual se derivó este trabajo, y por las facilidades otorgadas dentro y fuera del ámbito profesional.

A los miembros del comité, **M.C. Sofía Comparan Sánchez, Dr. Ernesto Cerna Chávez y M.C. Alejandra Escobar Sánchez**, por ser parte de esta tesis y por apoyarme en la mejora de la misma.

A la **Ing. Ma. Nancy Herrera Moreno y a la Q.F.B. Ma. Teresa Hernández Real** por guiarme en el laboratorio de Análisis Ambiental del CIIDIR.

Al **L.C.Q. Luis Enrique Reyes Vielma** encargado del laboratorio de Caracterización Química en el CIQA, por permitirme acceder a este, para culminar con el análisis de las muestras.

Al **L.C.Q. José Javier Borjas Ramos**, por adentrarme al mundo de la cromatografía de gases, responder mis constantes preguntas y brindarme su amistad desinteresada.

Al **Q.F.B. Francisco Santiago Álvarez Cadena**, por permitirnos verificar los resultados del análisis de las muestras en COMIMSA.

A **Antonio de Jesús Niño Aguilar**, por su ayuda incondicional en la escritura y elaboración de este trabajo, por sus palabras siempre acertadas durante mi estancia fuera de mi lugar de origen y por permitirme ser parte de su vida.

A **Jaime Arturo Rodas Velasco**, por los momentos vividos a su lado, por ser un firme apoyo durante toda la licenciatura y por los consejos que siempre estuvo dispuesto a darme.

A la sexta generación de la Carrera de Ing. En Agrobiología, que ingreso en aquel año del 2002 y que se mantuvo hasta el final: Osvaldo, Erik, José Luis, Mirna, Lupita, Vanesa, Melchor, Ricardo, William, Fernando, y Eutiquio, por compartir conmigo el sueño de ser alguien en la vida y luchar por ello.

A los compañeros y amigos del CIIDIR: Yuri, Vicente, Malú, Gaby, Diana y Maricela, por dedicar un poco de su tiempo al procesamiento de muestras, a Ivan, Manuel, Juvencio, Xóchitl, Fabiola, Lucy, Viridiana, Daniel y Citlalli, por compartir conmigo breves momentos los cuales disfrute mucho, y a Fabiola, por abrirme las puertas de su casa y por brindarme su amistad sincera.

A los de la Banda de Guerra de la Universidad, de la cual formé parte: Miguel Briseño, Fabio, William, Daniel, Margarita, Froy, Rosemberg, Eric, Fabian, Juan José, Emilio, Diana, y Chegue, por los momentos de desestres en los ensayos y en los eventos a los que fuimos requeridos.

A mis amigos: Huberto, Jorge, Tomas, Armando y Nydia. Y finalmente a todas aquellas personas que desde muy temprana edad formaron parte de mi educación y confiaron en mi.

DEDICATORIA

A mis padres

Joel Mellado Casas

Virginia Moreno Martínez

Primeramente, por darme la vida e invertir tanto tiempo y esfuerzo en mi educación y formación profesional, además, por que han sido mi razón principal para luchar por lo que quiero y no quebrantarme al primer intento.

A mis hermanos

Ing. Héctor Joel Mellado Moreno

Lic. Jorge Armando Mellado Moreno

Lic. Norma Lilia Mellado Moreno

Por ser el mejor ejemplo para su hermana menor, por apoyarme incondicionalmente en todo y por ser parte de este sueño hecho realidad.

A mi sobrina

Rubí Estefanía Uc Mellado

Porque desde su llegada, ha traído los momentos mas alegres a la familia.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	iii
INDICE	iv
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. 1. Objetivos.....	6
1. 2. Hipótesis.....	7
II. REVISION DE LITERARURA.....	8
2. 1. Plaguicidas.....	7
2. 1. 1. Clasificación de plaguicidas.....	8
2. 1. 2. Historia de los plaguicidas.....	10
2. 1. 3. Problemática.....	10
2. 1. 3. 1. Efectos en la vida silvestre.....	11
2. 1. 3. 2. Efectos en la salud humana.....	12
2. 1. 4. Instituciones y normas en México.....	14
2. 1. 5. Plaguicidas en Sinaloa.....	15
2. 1. 6. Transporte y degradación de plaguicidas.....	16
2. 1. 7. Plaguicidas organoclorados.....	19
2. 1. 7. 1. Historia de los organoclorados.....	20
2. 1. 7. 2. Plaguicidas organoclorados en México.....	21
2. 1. 8. Determinación de plaguicidas.....	24
2. 1. 9. Cromatografía de gases.....	26
2. 2. El agua. Recurso vital.....	28
2. 2. 1. Problemática del agua.....	29
2.2.2. El agua en el mundo.....	31
2. 2. 3. EL agua en México.....	32
III. MATERIALES Y METODOS.....	34
3. 1. Área de estudio.....	34
3. 1. 1. Clima.....	35

3. 1. 2.Suelo.....	35
3. 1. 3. Geología.....	36
3. 1. 4. Vegetación	36
3. 1.5. Hidrología.....	37
3.2. Recolecta de muestras.....	39
3.3. Tratamiento de las muestras.....	41
3. 3. 1.Análisis de Suelos.....	41
3.3.1.1.Materia Orgánica.....	41
3.3.1.2. Textura.....	42
3.3.2. Análisis de plaguicidas.....	43
3. 3. 2. 1. Preparación de reactivos y materiales.....	43
3. 3. 2. 2.Lavado de material.....	44
3. 3. 2. 3. Agua grado plaguicidas.....	44
3. 3. 2. 4. Sulfato de sodio pretratado.....	45
3. 3. 2. 5. Activación del florisil.....	45
3. 3. 2. 6. Desactivación del florisil.....	46
3. 3. 2. 7 Preparación de muestras.....	46
3. 3. 2. 8. Extracción de las muestras.....	46
3. 3. 2. 9.Purificación.....	48
3. 3. 2. 10. Detección de los plaguicidas. Cromatografía de gas.....	49
3. 3. 3. Análisis de datos.....	51
3. 3. 3. 1. Distribución espacial.....	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4. 1. Análisis de suelos.....	52
4. 1. 1. Materia orgánica.....	52
4. 1. 2. Textura.....	55
4.1.2.1. Arcillas.....	55
4.1.2.2 Arenas.....	57
4. 2. Análisis de muestras de agua.....	59
4. 2. 1. Temperatura.....	59
4. 2. 2. Salinidad.....	61
4. 2. 3. pH.....	63
4. 2. 4. Sólidos disueltos totales.....	65

4. 2. 5. Conductividad.....	67
4. 2. 6. Determinación de Plaguicidas.....	69
4. 2. 6.1. Límites de cuantificación.....	69
4. 2. 6. 2. Agua potable.....	75
4. 2. 6. 3. Agua de uso agrícola.....	80
V. CONCLUSIONES.....	84
VI. RECOMENDACIONES.....	85
VII. LITERATURA CITADA.....	86
VIII. ANEXOS.....	97

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1.- Clasificación de los plaguicidas.....	9
Tabla 2.- Persistencia en el medio ambiente de algunos compuestos organoclorados.....	17
Tabla 3.- Datos de localización geográfica (UTM) de los pozos sujetos a estudio en el acuífero de Guasave, Sinaloa.....	40
Tabla 4.- Concentraciones (ng/ul) de cada plaguicida utilizadas para las curvas de linealidad.....	71
Figura 1.- Movimiento y destino de los plaguicidas en el ambiente	18
Figura 2.- Localización del área de estudio	34
Figura 3.- Módulos de riego en el Municipio de Guasave.....	38
Figura 4.- Puntos de muestreo de pozos de agua potable y agrícola.....	39
Figura 5.- Triangulo de Texturas.....	43
Figura 6.- Distribución espacial del porcentaje de materia orgánica, noviembre 2006 (a) abril 2007 (b).....	54
Figura 7.- Distribución espacial del porcentaje de arcilla en suelos del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).....	56
Figura 8.- Distribución espacial del porcentaje de arena en suelos del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 y mes de abril 2007.....	58
Figura 9.- Distribución espacial de la temperatura en agua subterránea del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).....	60
Figura 10.- Distribución espacial de la salinidad en agua subterránea del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 y mes de abril 2007.....	62

Figura 11.- Distribución espacial del pH en el agua subterránea del municipio de Guasave. Mes de noviembre (a) y mes de abril (b).....	64
Figura 12.- Distribución espacial de los sólidos totales disueltos en agua subterránea (g/l) del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).....	66
Figura 13.- Distribución espacial de la conductividad en agua subterránea (mS) del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).....	68
Figura 14.- Límites de cuantificación del heptacloro, heptacloro epóxido, DDE y dieldrin.....	70
Figura 15.- Límites de cuantificación del endrín, DDE y DDT	72
Figura 16.- Estándar de pesticidas, cromatógrafo con ECD (a) y cromatógrafo con espectroscopia de masas (b).....	74
Figura 17.- Cromatogramas de pozo de agua potable Norotillos (a y b) y Palos Blancos (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007).....	77
Figura 18.- Cromatogramas de pozo de agua potable Zopilote (a y b) y Quemazoles (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007).....	78
Figura 19.- Cromatograma de ftalato contenido en algunas muestras de agua potable.....	79
Figura 20.- Cromatogramas de pozos de agua potable del Pozo La Mora (a y b) y San Carlos (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007).....	80

Figura 21.- Cromatogramas de pozos de agua potable del Pozo de abajo (a y b) y Ocoroni (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007).....81

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Mapa de climas del municipio de Guasave, Sinaloa.....	96
Anexo 2.- Mapa de suelos del municipio de Guasave, Sinaloa.....	96
Anexo 3.- Mapa geológico del municipio de Guasave, Sinaloa.....	97
Anexo 4.- Mapa de vegetación y agricultura del municipio de Guasave Sinaloa.....	97
Anexo 5.- Mapa hidrológico del municipio de Guasave Sinaloa.....	98
Anexo 6.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Buenavista, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	99
Anexo 7.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Burrión, mes de noviembre (a), mes de abril (b).	100
Anexo 8.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Guasave, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	101
Anexo 9.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Guasavito, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	102
Anexo 10.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo La Entrada, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	103
Anexo 11.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Palmarito, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	104
Anexo 12.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo El Toruro, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	105
Anexo 13.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Tamazula, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	106
Anexo 14.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Agrícola # 28, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	107

Anexo 15.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Adán, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	108
Anexo 16.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Bianco, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	109
Anexo 17.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Escalera, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	110
Anexo 18.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Genaro Estrada, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	111
Anexo 19.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Guasave, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	112
Anexo 20.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo León Fonseca, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	113
Anexo 21.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Potrero de soto, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	114
Anexo 22.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Trinidad, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	115
Anexo 23.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Zopilote, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	116
Anexo 24.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Macarena, mes de noviembre (a), mes de abril (b).....	117
Anexo 25.- Cromatograma muestra de agua potable del pozo Agua Blanca, mes de noviembre.....	118
Anexo 26.- Cromatograma muestra de agua potable del pozo # 13, mes de abril.....	118

Anexo 27.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Chuparrosa, mes de noviembre.....	119
Anexo 28.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Efrén Quiñónez, mes de noviembre.....	119
Anexo 29.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Las Palmitas, mes de noviembre.....	120
Anexo 30.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Agrícola # 14, mes de abril.....	120
Anexo 31.- Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Varela, mes de noviembre.....	121
Anexo 32.- Estándar de pesticidas, tiempo de retención del DDE.....	121
Anexo 33.- Estándar de pesticidas, tiempo de retención del DDT.....	122
Anexo 34.- Herbicidas más comunes empleados en la región Norte de Sinaloa.....	123
Anexo 35.- Insecticidas más comunes empleados en la región Norte de Sinaloa.....	125
Anexo 36.- Fungicidas más comunes empleados en la región Norte de Sinaloa.....	142
Anexo 37.- Otros agroquímicos que se emplean en la región agrícola de Guasave.....	146

RESUMEN

Los plaguicidas son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas. La producción de estas sustancias surge a partir de la Segunda Guerra Mundial, donde los países industrializados inician la fabricación de plaguicidas con carácter comercial y para aumentar la producción agrícola. El Sinaloa ofrece a los mercados nacional e internacional, más de 30 productos; destacándose, la producción de maíz, frijol, trigo, algodón, garbanzo, papa, tomate, soya, cártamo y arroz, razón por la cual, el Estado ocupa uno de los primeros lugares en consumo de fertilizantes, ya que comprende una región naturalmente fértil para la agricultura, favorecida por la presencia de 11 ríos y 11 presas. El uso de grandes cantidades desde las últimas dos décadas, es, probable que afecten la calidad del agua superficial como subterránea. Estimaciones de plaguicidas señalan la presencia de epóxido de heptacloro, p, p'-DDT e p, p'-DDE en huevos y quesos de Villa de Ahome; heptacloro epóxido, DDD, endrín, aldrín en los sedimentos de la Bahía de Santa Maria, y la presencia de 16 residuos de plaguicidas organofosforados en la Bahía de Ohuira Topolobampo. En los diferentes centros de salud de una región de este estado, se tienen reportes de personas intoxicadas por algún insumo de la agricultura. Tomando como base que en la región de Guasave, Sinaloa son escasos los estudios acerca de los plaguicidas y sus posibles efectos en la salud humana, se planteo el presente estudio cuyo objetivo fue identificar y cuantificar compuestos organoclorados en el acuífero de Guasave. La metodología utilizada esta basada en la Norma Mexicana NMX-AA-071-

1981. Se recolectaron muestras de 31 pozos de agua potable y agrícola, durante dos periodos, uno en noviembre del 2006 y otro en abril del 2007. Cada estación se geoposicionó y se tomaron *in situ* la temperatura, pH, conductividad y salinidad, además se tomo suelo para el contenido de materia orgánica y textura. Los resultados indican un contenido promedio de materia orgánica de los suelos es de 1.7% en noviembre (2006) y de 1.5% en abril (2007). Los suelos con mayor contenido de materia orgánica se localizaron en los módulos de Bamoa y Milpas, mientras los mas bajos en los módulos de Temateche, Ocoroni y Río Fuerte. Se encontró mayor predominancia de los suelos arcilloso, franco-arcilloso y franco-arcilloso arenoso en ambos periodos de colecta. Los plaguicidas que se emplean en la región fueron separados con base en su función y se clasificaron en insecticidas y acaricidas, herbicidas, fungicidas y otros, la gran mayoría pertenece al grupo de los organofosforados, esto se asoció principalmente a los resultados encontrados en agua potable y agrícola, ya que en ambos muestreos, no se observó la presencia del algún compuesto orgaclorado de interés, sin embargo en el segundo (abril 2007) hubo una alta incidencia de ftalatos y derivados de estos.

Palabras clave: acuífero, pesticidas, contaminación

I. INTRODUCCIÓN

La preocupación de aumentar y preservar las cosechas ha acompañado al hombre, desde el momento en que su asentamiento como agricultor, hizo depender su subsistencia de la cuantía y calidad de esas cosechas. A la lucha contra las distintas plagas que amenazan los alimentos y otros productos agrícolas, se suma la emprendida contra los insectos y otros animales, vectores de enfermedades transmisibles. Es por esto, que se ha suministrado una gran cantidad de sustancias químicas de alta agresividad contra los organismos dañinos, pero cuyos efectos sobre el hombre y equilibrio del ecosistema continúan siendo debatidos (Ferrer, 2003).

Un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedad humana o animal, especies indeseadas de plantas o animales capaces de causar daños o interferir de cualquier otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o mercado de los alimentos, otros productos agrícolas, madera y sus derivados o alimentos animales, o que pueden ser administrados a los animales para el control de insectos, arácnidos u otras plagas en sus organismos (FAO, 2003). Se calcula que actualmente se usan más de 3500 plaguicidas orgánicos, todos ellos capaces de contaminar los reservorios de agua (CEVIA, 2007).

Entre los inconvenientes planteados por un uso inadecuado de plaguicidas, destacan el daño a animales y plantas, debido a que i) perturban gravemente los ecosistemas naturales, ii) crean desequilibrios entre las poblaciones de animales e insectos, la aparición de especies resistentes a determinados plaguicidas o grupo de plaguicidas, iii) desaparición de especies útiles para la agricultura, iv) destrucción de depredadores naturales de plagas, v) provocan efectos perjudiciales sobre la salud humana, tanto sobre las personas que participan en la producción y aplicación de los productos como sobre los consumidores de alimentos contaminados por sus residuos. Algunos productos tienen acción cancerígena sobre humanos, son normalmente sustancias bastante lipófilas, que se depositan principalmente en el tejido graso y luego (de forma decreciente) en hígado, músculo, bazo y sangre.

La contaminación del agua, del suelo y el daño a ecosistemas terrestres y acuáticos recibe menor atención y menos análisis sistemático, a pesar de que la evidencia anecdótica sugiere que es relevante (Muñoz-Ávila,). En la última década, el número de intoxicaciones por plaguicidas en México ha crecido considerablemente.

En México, actualmente las regiones con mayor uso de plaguicidas son: Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México y Puebla, Oaxaca. Se calcula que en ellas se aplica el 80 % de total de plaguicidas usados en el país, lo que comprueba que el uso de plaguicidas tiene una fuerte concentración en algunas regiones y algunos cultivos (Albert, 2004).

Sinaloa ocupa uno de los primeros lugares en consumo de fertilizantes para 1997, y presenta entradas de importación marítima por el puerto de Topolobampo, que representa el 45% aproximadamente del consumo anual. Los factores que estimulan el uso son: consumo del agua y asistencia a demostraciones agrícolas en campos experimentales. En este estado, se tiene proyectado sembrar 430 mil hectáreas de maíz blanco, para el periodo 2007-2008, lo que representa que se apliquen 188 mil 770 toneladas de gas amoníaco. En los diferentes centros de salud de una región de este estado, se tienen reportes de personas intoxicadas por algún insumo de la agricultura. Recientemente se atendieron dos casos de personas que presentaban un cuadro de intoxicación (Sánchez, 2007). También en Sinaloa se detectaron problemas graves por inhalación de plaguicidas (Gómez, 2006).

El uso intensivo de agroquímicos en regiones agrícolas del país, específicamente en los monocultivos, puede estar contaminando las aguas subterráneas (Martínez *et al.*, 2001). La contaminación del agua por plaguicidas se produce al ser arrastrados por el agua de los campos de cultivo hasta los ríos y mares, donde se introducen en las cadenas alimenticias (CEVIA, 2007). A la fecha, existen muy pocos trabajos en donde se evalúa la calidad de este recurso tan necesario para la vida. A nivel internacional, hay suficiente evidencia que en áreas donde se hace uso intenso de agroquímicos hay infiltración de plaguicidas hacia las aguas subterráneas (Gilliom, 1997, tomado de Martínez *et al.*, 2001). Sin embargo, no se ha prestado mucha atención a la prevención de la contaminación de estas mismas fuentes de agua subterránea, y aún menos a la protección de

los acuíferos en su conjunto. El flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes no pueden ni observarse ni medirse fácilmente. Ambos procesos generalmente son lentos. La contaminación del agua subterránea tiende a ser insidiosa y es invariablemente muy persistente. La recuperación de acuíferos una vez que han sido contaminados es excesivamente cara y técnicamente problemática (Foster *et al.*, 2002).

A partir del uso frecuente de los plaguicidas en los campos de cultivos de hortalizas y granos, la zona rural del estado de Sinaloa presenta alto nivel de exposición a dichos productos (Ramírez y García, 1998, tomado de Cruz, 2003). La fisiografía del Estado de Sinaloa, implica que las superficies agrícolas se ubiquen en regiones cercanas a cuerpos de agua de lagunas costeras, por lo que los remanentes lixiviables de estos productos, invariablemente serán arrastrados hacia cuerpos de agua, afectando los ecosistemas laguneros y los productos pesqueros como son peces, ostras y crustáceos (Galindo, 2000, tomado de García, 2003).

Desde hace algún tiempo, el uso de estos agroquímicos en la agricultura ha sido cuestionado, debido principalmente a los riesgos de contaminación ambiental y sus posibles efectos negativos sobre la salud humana (Hafner, 1994, tomado de López, 2004). La gran mayoría de las investigaciones que se han realizado en México no se han dedicado a los productos de uso actual, limitándose a determinar los residuos de plaguicidas persistentes en alimentos, tejidos humanos o el ambiente, sin evaluar las consecuencias adversas para la salud pública o el equilibrio ambiental, sobre todo a largo plazo. Muy pocos estudios han valorado las condiciones reales del uso de plaguicidas y las consecuencias en la salud, los ecosistemas, la economía y

la estabilidad social que pueden estar asociadas con dicho uso (Albert, 2004).

Es importante que los riesgos asociados con el uso de plaguicidas sean estimados y evaluados minuciosamente, para juzgar si son aceptables para la sociedad, o si se requiere intervenciones en forma de políticas estatales para evitar impactos adversos (Stoorvogel, 2003). En general, los datos sobre los daños derivados del uso de plaguicidas en México son parciales y definitivamente insuficientes. Hay varias razones para esto, pero entre ellas destaca, el hecho de que evaluar los riesgos de cualquier tipo no es atractivo para los gobernantes, quienes probablemente piensan que hablar de riesgos puede perjudicar la imagen internacional del país, reducir la llegada de nuevos capitales, o afectar el turismo. Esto, sin contar con que los intereses de la industria y la agroindustria contribuyen a que no exista un diagnóstico correcto de esos problemas (Albert, 2005). Por lo anterior mencionado, y por los escasos estudios respecto a la contaminación del agua subterránea por plaguicidas, sus efectos a la salud humana y al desequilibrio ambiental en el estado de Sinaloa, específicamente en el municipio de Guasave, se llevó a cabo esta investigación.

OBJETIVO GENERAL

Identificar y cuantificar los residuos de plaguicidas organoclorados por cromatografía de gases en el agua subterránea del Valle de Guasave (Acuífero Río Sinaloa).

IV.1. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de plaguicidas presentes en agua subterránea.
- Determinar la distribución espacial de los plaguicidas en el agua de pozo del acuífero de Guasave.
- Determinar la calidad del agua y verificar si las concentraciones de plaguicidas están dentro de los parámetros especificados para uso humano.
- Determinar las posibles fuentes de aporte y las consecuencias en la salud humana.
- Determinar el contenido de materia orgánica en muestras de suelo de cada zona de estudio y relacionar este parámetro con la presencia de plaguicidas.
- Determinar la textura de muestras de suelo de cada zona de estudio y relacionar este parámetro con la presencia de plaguicidas.
- Identificar los posibles factores que influyen en el flujo de los contaminantes al agua subterránea que afectan la calidad en el acuífero de Guasave.

HIPÓTESIS

La alta producción agrícola en el Municipio de Guasave, Sinaloa ha traído consigo el uso de plaguicidas, por lo tanto, existe la posibilidad de que algún compuesto aplicado a los cultivos de la zona se haya trasladado hacia los mantos freáticos, provocando la contaminación de estos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Plaguicidas

Los plaguicidas han tenido una función muy importante en el control de enfermedades transmisibles, como el paludismo, el dengue, el tifo y otras más. También han influido en el desarrollo agrícola, ya que los insectos, las malas hierbas o malezas y otras plagas, destruyen gran parte de los cultivos y compiten con ellos por factores limitantes como espacio, humedad y nutrimentos.

A los plaguicidas usados en relación a las actividades agrarias se les denomina también agroquímicos. Actualmente se estima que en el país, unos mil productos están en uso.

Según la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas en España, las funciones de los plaguicidas se enfocan a regular la producción vegetal, con la excepción de los nutrientes destinados a la enmienda de suelos, conservar los productos vegetales, incluida la protección de las maderas, destruir los vegetales indeseables y parte de estos o prevenir un crecimiento indeseable de los mismos y también para evitar la acción de otros organismos nocivos o indeseables distintos a los que atacan a los vegetales (García, 2002).

2.1.1. Clasificación de plaguicidas

Según la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes A. C. estos compuestos se pueden clasificar de acuerdo a: i) su composición química, ii) su uso, iii) forma de aplicación, iv) modo de acción, v) organismos que controlan, vi) persistencia y vii) toxicidad (Chávez, 2006).

Algunos otros autores los clasifican de acuerdo a su época de aplicación (presiembr, preemergencia y postemergencia), el tipo de formulación (liquida, sólida y gaseosa) (SENAVE, 2007). Las clasificaciones mas comunes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas

Clasificación	Origen	<ul style="list-style-type: none"> Inorgánico Orgánico y Origen Vegetal
	Destino de Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> Fitosanitario Ganadero Industria alimentaria Agrícola Forestal, etc.
	Grupo Químico	<ul style="list-style-type: none"> Organod orados Órgano fosforado Carbamatos Piretroides Clorofenoxiáceticos
	Toxicidad	<p>DL 50</p> <ul style="list-style-type: none"> Extremadamente tóxicos menor que 5mg/kg. Altamente tóxicos de 5 a 50 mg/kg. Medianamente tóxicos de 50 a 500 mg/kg. Poco tóxicos de 500 a 5000 mg/kg. Prácticamente no tóxicos mayor 5000 mg/kg.
	Acción Preferente	<ul style="list-style-type: none"> Herbicidas Fungicidas Nematicidas Insecticidas, etc.
	Mecanismo de acción	<ul style="list-style-type: none"> Contacto Ingestión Ingestión y contacto Sistémicos y Fumigantes
	Persistencia	<ul style="list-style-type: none"> No persistentes (0-12 semanas) Moderadamente persistentes (1-18 meses) Persistentes (menos de 20 años) Permanentes (mas de 20 años)

Fuente: Olave (2001) tomado de Berdel (2004)

La “era de los plaguicidas químicos” comenzó en el siglo pasado, cuando se desarrollaron los sulfuros y se les encontró una aplicación práctica como fungicidas. Posteriormente, fueron los compuestos arsenicales los que se emplearon para el tratamiento de las plagas de insectos en la producción agrícola. En ambos casos se trataba de sustancias de una elevada toxicidad lo que limitó su empleo generalizado. Fue en 1940 cuando aparecieron en el mercado los primeros pesticidas organoclorados que tienen su máximo exponente en el dicloro difenil tricloroetano o DDT. Desde entonces se han empleado tanto en los tratamientos agrícolas como en el control de plagas transportadas por insectos portadores (Olea y Fernández, 2001).

2.1.3 Problemática

El incremento en la producción y uso de compuestos químicos en los últimos cien años, ha dado origen a una preocupación creciente sobre el efecto que dichos compuestos pueden tener sobre los ecosistemas terrestre y acuático.

Los problemas con el uso de plaguicidas se derivan a partir de que (Miller, 1994):

1. No exterminan solo la plaga objetivo.
2. Tienen efectos, a corto plazo, sobre la salud de seres vivos que no son problema, incluyendo los humanos.
3. Al degradarse no originan sustancias inocuas en periodo breve.
4. No impiden el desarrollo de resistencia genética en organismos problema
5. Son costosos.

Hay que añadir, la preocupación por el deterioro del recurso agua, el cual cada vez, se vuelve más escaso por el uso indiscriminado del mismo y al efecto en su calidad asociado a las aguas residuales, basureros, vertederos, derrames de productos químicos, entre otros, que llegan a los acuíferos subterráneos y que afectan a la salud humana y los propios ecosistemas.

Por lo general, la aplicación final de los plaguicidas la hacen personas poco informadas, más pobres y menos capaces de protegerse. A menudo los bidones o contenedores se guardan a la intemperie, junto a almacenes de alimentos o mercados y donde los niños tienen fácil acceso a ellos. Estas reservas olvidadas, son un grave peligro debido a que pueden producir una tragedia en las zonas rurales y en las grandes urbes. Como resultado, no debe sorprender que la agricultura sea una ocupación peligrosa (Malato *et al.*, 2001).

2.1.3.1. Efectos en la vida silvestre

El termino vida silvestre, incluye animales invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas. El impacto de un pesticida específico puede ser negativo, neutral o positivo, para una especie o su hábitat dado que los residuos químicos se mueven a través del suelo, agua, alimento o aire. El envenenamiento de fauna silvestre por pesticidas, puede resultar de exposiciones agudas y crónicas. El primero de estos, toma lugar en un tiempo corto, los impactos son muy localizados geográficamente y están ligados a un solo pesticida. El segundo, sucede en un tiempo largo a niveles de pesticidas inmediatamente letales. Los pesticidas pueden

impactar también mediante un envenenamiento secundario cuando un animal consume presas que contienen residuos. Además pueden ser afectados de manera indirecta, es decir, cuando una parte de su hábitat o suplemento alimenticio es modificado. Los efectos en los individuos pueden ir desde indetectables hasta serios daños que afecten su reproducción y sobrevivencia (Badii *et al.*, 2006).

2.1.3.2 Efectos sobre la salud humana

El hombre, como vértice de la cadena trófica, consume seres vivos de niveles más inferiores, de esta manera se consigue un equilibrio en el ecosistema, el cual se encuentra afectado por la contaminación medioambiental, lo que origina una acumulación en los tejidos animales y vegetales, y por tanto, en los alimentos (Uresti *et al.*, 2004).

Los residuos de plaguicidas en alimentos se asocia a: i) uso en cultivos sobre acorde a las practicas agrícolas optimas, ii) el uso excesivo de plaguicidas o utilizar muy cerca de la cosecha un plaguicida autorizado, iii) el uso ilegal de un plaguicida que no esta aprobado para ese cultivo o el uso incorrecto de plaguicidas después de la cosecha, iv) para reducir la infestación de plagas en almacenaje o transito (Pesticide Action Network, 1998).

Toda la población está, en alguna medida, expuesta a los plaguicidas. Algunas exposiciones son intencionales (suicidios, homicidios), otras, no intencionales (laborales, accidentales, alimentarias, medioambientales). Además de las características de los plaguicidas y el medioambiente, se deben tener en cuenta otros factores que aumentan o disminuyen los efectos

deletéreos sobre el hombre. Entre ellos, la dosis, la vía de exposición, el estado de salud previo de la persona expuesta, la edad y el sexo, que son posiblemente los elementos más importantes a considerar (Torriginó, 1999).

En México, en el estado de Yucatán estudiaron la calidad del semen y el daño al ADN espermático en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados. Encontraron parámetros anormales de la calidad del semen principalmente en morfología, volumen y motilidad, pero estos no se relacionaron con indicadores de exposición a fosforados. Sin embargo, se observó una asociación positiva entre el daño genético y la exposición a los plaguicidas estudiados y también al ADN espermático. Sus resultados demostraron que la cromatina de los espermatozoides maduros es susceptible de sufrir daño por la exposición a plaguicidas organofosforados, lo cual puede contribuir a problemas de reproducción masculina (Salazar, 2006).

En Colombia evaluaron la presencia de residuos de plaguicidas de alto riesgo en los cultivos representativos de este país, además determinaron la calidad de esos alimentos. En la mayoría de las muestras (95.4%) no se encontraron residuos que sobrepasaran los límites máximos de residuos (LMRs). Dos muestras positivas con residuos de plaguicidas fueron encontrados en tomate (4.7%) (Guerrero, 2003).

2.1.4. Instituciones y Normas en México

Las autoridades encargadas del control de plaguicidas en México son: las Secretarías de Hacienda y Crédito Público, Secretaría de Trabajo y Previsión Social, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT), entre otras. Cada una de ellas participa de acuerdo a los diversos aspectos de los plaguicidas, por ejemplo, desde su importación y exportación, hasta su registro, proceso y uso, almacenamiento, transporte y comercialización, hasta los ámbitos laborales, salud ocupacional, la salud ambiental y el saneamiento e impacto ambiental, entre otros. Algunas de las secretarías mencionadas, se coordinan con la llamada CICOPRAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del proceso y uso de Fertilizantes, Plaguicidas y Sustancias Tóxicas), que tiene como objetivo el realizar actividades de regulación que lleven una simplificación administrativa, además de ser responsable de la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas y publica un Catálogo Oficial de Plaguicidas donde especifica aquellos prohibidos, restringidos y permitidos en el país. Sin embargo, poco o nada ha servido la intervención de la CICOPRAFEST en la prevención del daño ambiental y de la salud pública a consecuencia del uso indiscriminado de plaguicidas (Crespo, 2006).

2.1.5. Plaguicidas en Sinaloa

Sinaloa está ubicada en una región naturalmente fértil para la agricultura, puesto que cuenta con 11 ríos y 11 presas, por lo que es conocido como 'el granero de México', nombre que también se le da a la región del Bajío. Desde hace cuatro décadas, se practica la agricultura más tecnificada y moderna del país, su alta productividad le permite participar en los mercados Internacionales como exportador de productos hortofrutícolas que representan más del 60% de las exportaciones totales que realiza Sinaloa. La producción de hortalizas, legumbres y frutas que el estado cultiva son para consumo interno y de exportación a los Estados Unidos, otros volúmenes se comercializan a España, Canadá, Francia, Italia, Suiza, Argentina, Alemania, Holanda, Bélgica, Japón y Colombia. También es importante productor agrícola nacional, debido que genera más de 8 millones de toneladas anuales y participa en los primeros lugares en producción de hortalizas (tomate, pepino, calabaza, papa, chile y berenjena), frutas (mango, melón y sandía) y granos (maíz, frijol, soya, cártamo, arroz, trigo y sorgo). La zona rural del Estado de Sinaloa, presenta alto nivel de exposición a los plaguicidas, debido a la alta calidad y frecuencia en el uso de productos en los campos de cultivos de hortalizas y granos (Ramírez y García, 1998, tomado de Cruz, 2003).

El clima cálido y húmedo, en conjunto con la infraestructura de los servicios y la organización de los productores, ha hecho también que la región sea propicia para la actividad agrícola. Sin embargo, por las condiciones medio ambientales que prevalecen, contribuyen al desarrollo de

las plagas que causan serios daños a los cultivos, motivo por el cual, se ha venido utilizando el uso de plaguicidas en forma excesiva (Díaz, 1998).

En 1987, en el estado de Sinaloa se cuantificaron las concentraciones de diferentes hidrocarburos clorados en los sedimentos del sistema lagunar Huizache-Caimanero cuyos datos obtenidos y las variables fisicoquímicas propias del sistema (salinidad, temperatura, evaporación y precipitación) indican una correlación entre la concentración de plaguicidas (Zamora, 1987). Por otro lado, en huevos y quesos fueron cuantificados los residuos de plaguicidas organoclorados en la población agrícola de Villa de Ahome, donde los compuestos detectados con mayor frecuencia y concentración fueron: epóxido de heptacloro, p, p'-DDT e p, p'-DDE (Albert *et al.*, 1988).

En sedimentos de la Bahía de Santa María en Sinaloa, se determinó la concentración de plaguicidas organoclorados. Los resultados arrojaron 14 plaguicidas, entre los que destacaron los metabolitos heptacloro epóxido, DDD, endrín, aldrín (Díaz, 1998).

Osuna-Flores y Riva (2004) determinaron la presencia de plaguicidas organofosforados en sedimentos y agua superficial de la Bahía de Ohuira, Topolobampo, Sinaloa. Los resultados demostraron la presencia de 16 residuos de estos plaguicidas.

2.1.6. Transporte y degradación de plaguicidas

Los pesticidas son aplicados directamente al suelo o asperjados en solución con el agua, los cuales pueden llegar a estos medios son afectados por una serie de factores, como son: propiedades físico-químicas del producto y del suelo, la acción microbiológica, factores climáticos tales como

la luz solar, humedad, temperatura, precipitación pluvial y acción del viento, los cuales influyen sobre la persistencia de los productos químicos en el ambiente (Rico, 1999).

Tabla 2. Persistencia en el medio ambiente de algunos compuestos organoclorados

Sustancia	Vida media en el ambiente			
	Aire	Agua	Suelo	Sedimento
DDT	2 días	>1 año	>15 años	Se bioacumula en la cadena trófica.
Aldrin	<9.1 hora	<590 d	apx 5 años	
Dieldrin	<40.5 hora	>2 año	> 2 años	
Endrin	1.45 hora	>112 d	Hasta 12 años	
Clordano	< 51.7 hora	>4 año	Apr 1 año	
Heptacloro		<1 día	120-240 días	
Toxafeno	<5 días	20 años	10 años	

Fuente: Vallejos, 2003

La persistencia en el agua no es igual que en el suelo, por tratarse de dos ecosistemas distintos; sin embargo tiene lugar fenómenos de adsorción, descomposición microbiológica, descomposición química, degradación metabólica animal y vegetal, evaporación y cierto grado de fotólisis que contribuye a la eliminación o disminución de la concentración de algunos pesticidas en el agua (Tabla 2) (De la Jara 1988, tomado de Rico 1999).

En un viñedo de Casablanca, Chile se evaluó la adsorción, disipación y movimiento de la simazina en el suelo arenoso. Este compuesto se detectó hasta una profundidad de 90 cm. de profundidad con un nivel mínimo de detección de 0.03 ug. kg (López, 2004).

A partir de sus características químicas, los plaguicidas son contaminantes persistentes que resisten en grado variable la degradación

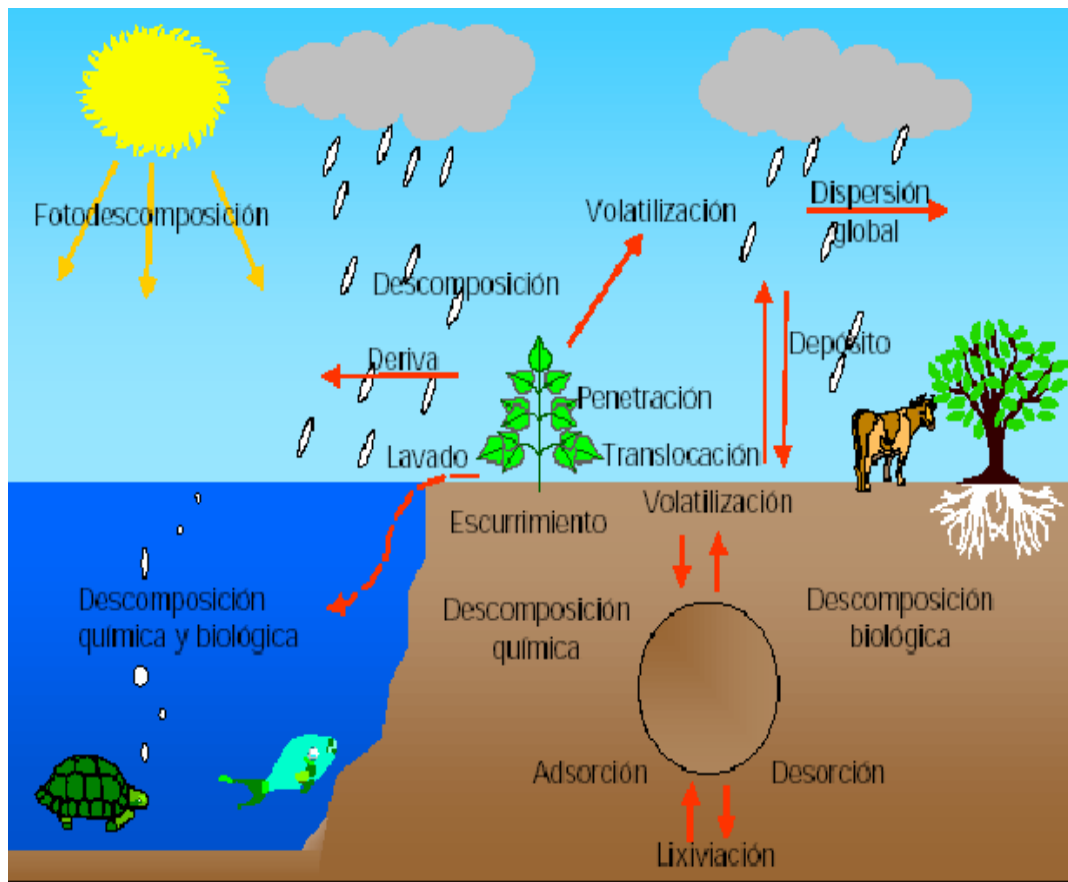


Fig. 1. Movimiento y destino de los plaguicidas en el ambiente. (INE, 1999, tomado de Cahvez, 2006),

fotoquímica, química y bioquímica, por lo que su vida media en el ambiente puede ser elevada. Los informes de la Naciones Unidas estiman que de todos los plaguicidas usados en la agricultura, menos del 1% alcanza los cultivos. El resto termina contaminando la tierra, el aire y, principalmente el agua (Fig 1) (Malato *et al.*, 2001).

2.1.7. Organoclorados

Son insecticidas usados para vectores (insectos y ácaros) que entre otras enfermedades producían paludismo, malaria, etc. En la agricultura, estos compuestos se utilizan para la desinfección del suelo y también son utilizados en el hogar. Según el origen son sintéticos con estructura química orgánica. Las fuentes de riesgos pueden ser por el contacto directo con el plaguicida, los reciclajes de envases y contaminación de fuentes de agua potable. Se absorben rápidamente por las vías respiratorias y por la boca, también por la piel (Moya et al., 2000).

Los organoclorados son muy estables, y de ahí el atractivo de su fabricación, sin embargo, esto contribuye a su persistencia y gran duración en el ambiente. Entre los efectos que producen destacan producen efectos a nivel de sistema nervioso central y periférico y sus efectos dermatológicos, su poder residual y en muchos de ellos por su carcinogenicidad (Torriginó, 1999).

Hoy en día, estos los organoclorados ocupan uno de los primeros lugares en cuanto a concentración y porcentaje de muestras positivas. La exposición de los seres vivos a los pesticidas organoclorados es generalizada, ya que se encuentran repartidos por todo el mundo, como consecuencia de un empleo generalizado, resultado de su baja degradabilidad y a que son transportados a otros lugares por el aire y el agua que contribuyen a su bioacumulación en la cadena trófica, ya que son altamente solubles en grasas (Olea y Fernández, 2001). Algunos de estos compuestos tienen una toxicidad crónica, lo que significa que aunque la

exposición a corto plazo frecuentemente no sea peligrosa, a largo plazo si lo es (Álvarez, 2004).

Los clorados también pertenecen a los compuestos orgánicos persistentes (COPs) y constituyen un grupo de sustancias potencialmente peligrosas para la salud. Se producen de manera no intencionada a partir de ciertas actividades humanas. Además de persistentes, estos compuestos son semivolátiles y tóxicos. Estos compuestos deben gran parte de su estabilidad química al hecho de tener átomos de cloro, que tienen un gran volumen y blindan a la molécula contra un ataque oxidante (Grimalt, 2002). Además de los organoclorados, los COPs también están conformados por los policlorobifenilos, las dioxinas, los dibenzofuranos. La primera docena de COPs iniciales, conocidos como la docena sucia, son: aldrín, dieldrin, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, clordano, DDT y sus metabolitos (DDD y DDE), PCBs, dioxinas y furanos (Uresti *et al.*, 2004).

2.1.7.1. Historia

La historia de los pesticidas organoclorados (OC) comienza con el descubrimiento del DDT por Zeidler en 1874, sin embargo las propiedades insecticidas de este compuesto fueron realmente descubiertas por Müller en 1939. El compuesto se patentó en Suiza en 1942, convirtiéndose pronto en el insecticida más utilizado en el mundo.

Al principio, toda la producción se utilizó en EU para la protección de las tropas contra la malaria, tifus y otras enfermedades transmitidas por vectores, y contra las moscas y otros insectos que constituyen plagas. A partir del 31 de agosto de 1945, se comercializó el compuesto. En particular,

el uso del DDT en Norteamérica fue indiscriminado. Su uso civil en otros países se hizo un poco más tarde, al principio por importación y gradualmente en base a la fabricación local. De esta forma, las 2 décadas que siguieron a la Segunda Guerra Mundial fueron testigo del amplio uso de los OC, especialmente el DDT en Norteamérica y ciclodienos, como el aldrín y dieldrín, mientras el hexaclorociclohexano (HCH) en Gran Bretaña y Japón (García, 2002).

2.1.7.2. Plaguicidas clorados en México

Los países de la Unión Europea, así como México, forman parte de los 91 países que firmaron en mayo de 2001 el Convenio de Estocolmo, por el cual se comprometían a reducir o eliminar las emisiones de los compuestos orgánicos persistentes clorados, eliminar su uso en la mayoría de los casos e investigar sobre su incidencia en el medioambiente y la salud humana.

Waliszewski y colaboradores (2004) realizaron un estudio en el que determinaron la eficiencia de técnicas utilizando ácido sulfúrico para determinar plaguicidas organoclorados en muestras de sedimento, agua, vegetales verdes y tubérculos, granos, paja, tabaco, muestras ricas en grasa animal como tejido adiposo y grasa de leche, suero sanguíneo y semen. Encontraron que el método tiene excelente recuperación y variabilidad aceptable, además el costo de este fue menor.

En el agua y peces del parque Nacional de Mofragüe se evaluaron niveles de plaguicidas organoclorados como el HCH alfa, beta y gama, el lindano, el cual fue encontrado en el 100% de las muestras,

hexaclorociclohexanos, heptacloro también con presencia mayoritaria, endosulfan, DDT, DDE, DDD, metoxicloro (García, 2002).

En Maracaibo, Venezuela se determinaron plaguicidas organoclorados en formulas infantiles. El residuo mas frecuentemente detectado fue el endrín (55%) y el clordano en menor frecuencia (7.5%). Las muestras sobrepasaron los limites máximos de residuos (LMRs) sugeridos por la FAO, con excepción de DDT y BHC en formulas infantiles nacionales, mientras que para las importadas se excedieron para lindano, dieldrin, heptacloro y endrín (Izquierdo et al., 2004).

A partir de 1990, aproximadamente comenzaron las investigaciones a nivel nacional para el caso de plaguicidas, uno de se ellos llevo a cabo en la Laguna de Términos en el estado de Campeche, en el cual se utilizaron muestras de sedimentos. Se determinó la presencia de los siguientes plaguicidas organoclorados: aldrin; endrin; dieldrin; alfa; beta y gama HCH; heptacloro, DDT y clordano. Las concentraciones más altas de estas sustancias proviene de sitios de estudio más cercanos a la Punta Sabancuy, así como de la Isla del Carmen, ubicándose al este de la Laguna de Términos, en cambio los valores más bajos se observaron en las zonas cercanas a la Boca de Palizada Vieja, a la Laguna Lodazal y a la parte oceánica frente a esta laguna (Villalobos, 1990).

En el Estado de México se caracterizaron suelos contaminados con plaguicidas organoclorados mediante un análisis por cromatografía gaseosa, detectándose los compuestos siguientes: p,p'-DDT, p,p'-DDD, endosulfan I y II, alfa y beta hexaclorociclohexano se observó que el cultivo de caña presentó la mayor concentración de p,p'-DDT tanto a los 20 cm. como a los

40 cm (0.1022 mg/kg y 0.0900 mg/kg), en segundo lugar el fríjol a los 20 cm (0.0843mg/kg), en tercero el maíz a los 40 cm (0.0784 mg/kg) y, por último, el arroz tuvo una concentración homogénea en los 40 cm (0.0623 mg/kg (Escobar *et al.*, 2005).

García (1997) realizó un estudio en el Estado de Coahuila, comprendiendo los municipios de Francisco I. Madero, Torreón, Viesca, Matamoros y San Pedro. En el estudio se encontró el plaguicida organoclorado dieldrín, difiriendo con un trabajo previo para la región, el cual reportaba la presencia de aldrín en concentraciones considerables, explicando que este compuesto probablemente se transforma a través del tiempo por efecto de la luz solar en dieldrín, tratando de ser la causa principal de no detectar el aldrín en el estudio.

En la ciudad de Torreón, Coahuila analizaron muestras de aguas residuales en carcamos para conocer si este liquido presenta contaminación por plaguicidas organoclorados y organofosforados, finalmente concluyeron que el lugar de análisis se encuentra libre de estos contaminantes (Pérez, 1992).

Marmolejo (1999) realizó determinaciones de plaguicidas organoclorados en agua, sedimento, alimento y camarones cultivados durante cinco meses en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Los cromatogramas no mostraron plaguicidas en los camarones analizados ni en agua, sedimento y alimento. Se concluyó que ese cultivo se encontró libre de plaguicidas organoclorados y organofosforados.

En la laguna costera de San Andrés, localizada en los municipios de Altamira y Aldama en el Estado de Tamaulipas, se estudiaron plaguicidas

organoclorados como el DDT, aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro y lindano de los cuales se encontró solamente lindano, heptacloro y endrín (Vallejo *et al.*, 2006).

Por otro lado en la laguna El Yucateco, Tabasco se analizó el grado de contaminación por plaguicidas organoclorados en productos pesqueros. Se evaluaron 16 plaguicidas clorados en 9 especies diferentes de peces, la mayor concentración fue del sulfato endosulfan, seguido del aldrín, DDT, endrín y heptacloro. Resaltaron además que el aldrín, endrín y heptacloro son plaguicidas no registrados en el catálogo oficial, es decir, que su uso no está autorizado en México (Chávez, 2006).

2.1.8. Determinación de plaguicidas

El análisis de residuos de plaguicidas en tejidos de plantas, animales y productos alimentarios presenta diversos problemas que se han tratado de resolver desde 1939, ya que el uso de plaguicidas se ha incrementado en gran escala, produciendo contaminación general del ambiente y gran propagación. Desde principios de 1940, se ha tratado de evaluar las concentraciones de residuos de plaguicidas con diferentes técnicas analíticas (como la cromatografía de capa fina y el desarrollo de reacciones químicas específicas) para identificar y determinar cuantitativamente los residuos presentes después de su aplicación. Estas técnicas antiguas fueron muy laboriosas y requerían largos procesos de purificación del extracto para eliminar sustancias interferentes en la identificación (Amparan-Salido, 2005).

Los métodos más utilizados para determinar plaguicidas organoclorados y sus metabolitos en aire, agua, suelo, sangre, tejidos del

cuerpo, leche materna, heces fecales, organismos y otros biomarcadores de exposición, involucran la separación por cromatografía de gases con detector de captura de electrones, detector de conductividad eléctrica, acoplamiento a las espectrometría de masa (CG-EM) y al infrarrojo con transformada de Fourier (CG-FTIR). Este último método es el menos confiable de todos, debido a que los plaguicidas organoclorados son débiles absorbedores de la energía infrarroja (Hong et al., tomado de Chávez, 2006).

Actualmente, el conocimiento de los niveles de plaguicidas presentes en aguas superficiales y subterráneas se ha convertido en un tema de interés social debido a su posible impacto medioambiental. Ello genera la necesidad de metodologías analíticas capaces de determinar plaguicidas a niveles trazas con un nivel de fiabilidad aceptable.

La elección de la técnica analítica para la determinación instrumental, depende de una variedad de factores incluyendo costo, disponibilidad, selectividad, sensibilidad, propiedades de los analitos y capacidad de análisis. En el caso de los plaguicidas, esta determinación se lleva a cabo mediante técnicas cromatográficas, cromatografía de gases (GC) o cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) acopladas a detectores que permitan la obtención de una sensibilidad y selectividad adecuadas. Aunque una gran variedad de detectores, especialmente de captura de electrones (ECD) o el de nitrógeno fósforo (NDP), han sido tradicionalmente utilizados, actualmente tiene mucha más importancia la espectrometría de masas (MS) con sistema de detección en el análisis multiresidual de plaguicidas mediante GC y LC (Pitarch, 2001).

Para poder determinar los plaguicidas que están en agua, sedimento y en organismos o tejidos de organismos, se tiene que extraer y concentrar cada muestra para poder detectar hasta cantidades en el orden de partes por billón (ppb). Para esto sirve la cromatografía, que es una herramienta bastante útil y que permite medir estos compuestos con una excelente precisión. Con el detector de captura de electrones se pueden observar límites mínimos de plaguicidas organoclorados en bajas concentraciones (ppb) (Marmolejo, 1999).

El uso de la detección de masas en tandem (MS/MS) presenta una mejora en la sensibilidad y selectividad del método analítico para el análisis de trazas, permitiendo una confirmación inequívoca de los positivos mediante la comparación de los espectros de MS/MS del estándar y de la muestra (Martínez *et al.*, 2004).

2.1.9.Cromatografía de gases

La cromatografía engloba a un conjunto de técnicas analíticas basadas en la separación de los componentes de una mezcla y su posterior detección y/o cuantificación (Lancelotti, 2007).

La introducción a partir de 1960, de la cromatografía de gases como un instrumento analítico y el desarrollo de detectores específicos, hicieron posible realizar con mayor facilidad la determinación de los plaguicidas o sus metabolitos en productos alimenticios, seres vivos o en el ambiente (Amparan-Salido, 2005).

La cromatografía de gases es útil para el análisis de gases o analitos relativamente volátiles, lo que incluye a numerosos compuestos orgánicos (Lancelotti, 2007). La muestra que va a ser analizada es introducida en el puesto de inyección por medio de un dispositivo automático o en forma manual con una microjeringa; así se pueden analizar sólidos, líquidos y gases. En el puesto de inyección, la muestra es vaporizada en forma instantánea y por tanto, las muestras deben ser volátiles y térmicamente estables. La muestra vaporizada es transportada por la fase móvil hacia la columna (fase estacionaria); aquí de acuerdo a la afinidad de cada componente, por esta fase se va a lograr la separación cromatográfica. Los compuestos separados llegan al detector, la señal producida, transformada y ampliada, va a alimentar un registrador o una estación de datos. El registro gráfico obtenido se conoce como cromatograma, donde idealmente cada componente va a estar representado por una banda o pico; esta serie de picos sirven como base para los análisis cualitativo y cuantitativo. Las ventajas de la CG, sobre otras técnicas son:

1. Velocidad. Un análisis completo puede realizarse en tiempos relativamente cortos (30 min.), proporcionando información para los análisis cualitativo y cuantitativo.
2. Resolución. Es la capacidad de separar los componentes, usando las condiciones analíticas adecuadas se pueden hacer separaciones imposibles de realizar por otros métodos.

3. Sensibilidad. Esta es la mejor razón para utilizar esta técnica. Utilizando detectores selectivos se han logrado detectar cantidades hasta de 10-12 microgramos.

Sin embargo, las técnicas cromatográficas solas no son capaces de suministrar una identificación inequívoca de un compuesto particular y la confirmación por técnicas específicas, como la espectrometría de masas, es a menudo obligatoria (Morales, 2007).

En Argentina utilizaron la cromatografía de gases para determinar si la manzana con cáscara reúne una mayor proporción de residuos de plaguicidas que la pulpa (Loewy, 2006).

2.2. El agua. Recurso vital

El 70% de la superficie terrestre esta ocupada por agua y, por lo tanto, es uno de los mayores reservorios, receptor de energías y materiales contaminantes, y por el otro, el agua es el fluido vital; que por su calidad y abundancia dependen todas las formas de vida sobre el planeta

Solo el 1% del agua que existe en el planeta se emplea para consumo humano, debido que la mayor parte es agua salada. Parte del agua dulce se encuentra en los polos en forma de hielo y la parte continental en ríos, lagos y mantos subterráneos.

El agua además de componer la mayor parte de los organismos vivos, se utiliza en casi todas las actividades humanas, siendo así, vital para la agricultura, los procesos industriales, la generación de energía eléctrica, la asimilación de desechos, la recreación, la navegación etcétera (Campos, 2000).

El agua subterránea se forma por la infiltración del agua superficial en el suelo a través de los huecos y fisuras de las rocas permeables, por acción de la gravedad desciende hasta capas impermeables donde se almacena o fluye hacia gradientes hidráulicos menores formando los acuíferos. Las características litológicas y el espesor de esas capas dan lugar a formaciones de acuíferos libres o confinados (López, 1990, tomado de Verduzco, 2003).

2.2.1. Problemática del agua.

Aun cuando el agua es un recurso renovable, puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas que acabe siendo inútil e incluso nociva para muchos propósitos. Este es un problema tanto a nivel local, regional e incluso mundial y va ligada a la contaminación del aire y en el modo que usamos el recurso tierra (Ballesteros y Pérez., 1997, tomado de Campos, 2000).

La contaminación del agua no es un problema actual y se asocia al incremento en las actividades humanas, las cuales fueron incrementándose con la Revolución Industrial.

Los ocho tipos de contaminadores de agua que mas se conocen son i) agentes patógenos, ii) desechos que requieren oxígeno, iii) sustancias químicas inorgánicas solubles en agua, iv) nutrientes vegetales inorgánicos, v) sustancias químicas orgánicas, vi) sedimento o materia suspendida, vii) sustancias radiactivas y viii) calor (Miller, 1994).

Entre los contaminantes principales en las aguas subterráneas esta la infiltración de nitratos y otros abonos químicos muy solubles usados en la

agricultura, que suele ser una causa grave de contaminación de los suministros en llanuras de elevada productividad agrícola y densa población. Las prácticas de cultivo inapropiadas, el regadío intensivo y la sustitución del cultivo por rotación por el monocultivo, han conducido a problemas de degradación del suelo y cambios de la cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Los contaminantes del agua subterránea que más preocupan son los compuestos orgánicos industriales, como los plaguicidas, ya que pueden persistir de una semana a varios años, así mismo, es posible que los metabolitos procedentes de la degradación de estos productos sean más tóxicos y persistentes que los productos originales. Los expertos en agronomía, defendían que el elevado peso molecular de la mayoría de los compuestos y la volatilización de aquellos de peso molecular bajo, son los mecanismos predominantes de su degradación. Por otro lado, dado que en suelos fértiles la mayor parte de los plaguicidas tienen una vida media inferior a un año, e incluso algunos de ellos inferior a dos meses, los residuos del suelo se eliminarían por biodegradación anaerobia o hidrólisis, evitando así la contaminación de las aguas subterráneas. Las únicas excepciones corresponderían a acuíferos con nivel freático muy superficial, suelos de granulometría grosera o aplicación excesiva de compuestos (Candela, 1998).

Por otro lado, en caso de contaminaciones masivas de agua superficial, las aguas subterráneas pueden constituir un recurso inestimable para la obtención de aguas de calidad aceptable durante un cierto tiempo (Loewy, 2000).

2.2.2. El agua en el mundo

En la Cuenca de Estero Peupeu, localizada en la comuna de Lautaro se determino la presencia de un alto porcentaje de pesticidas en el agua (50-100%) por medio de un modelo de fugacidad, para el cual, consideraron las características físico químicas de los pesticidas utilizados en la cuenca y las descargas empleadas para cada pesticida (Bergel, 2004).

En aguas de España se detectaron diferentes tipos de plaguicidas entre los que destacaron malatión, endosulfan alfa, endosulfan sulfato y clorpirifos etil en las aguas subterráneas y endosulfán alfa, beta y sulfato en las aguas superficiales, en ambos casos asociados a los tratamientos agrícolas (Martínez *et al.*, 2001). Por otro lado, Esteves *et al.* (1997) en muestras de agua subterránea encontró la presencia de organoclorados (DDE, DDD y DDT) como organofosforados (dimetoato y metidación).

En España también se han estudiado insecticidas organoclorados, insecticidas organofosforados y herbicidas de la familia de las triazinas. De los resultados obtenidos se desprende que los compuestos plaguicidas suelen aparecer en acuíferos superficiales, encontrándose generalmente en concentraciones bajas. Muy pocas muestras superan la concentración máxima admisible establecida por el Reglamento Técnico-Sanitario. Los compuestos detectados con mayor frecuencia pertenecen al grupo de las triazinas, seguido por los organofosforados y en menor medida los organoclorados (Garrido *et al.*, 1998).

En Argentina se encontraron metil azinfos, dimetoato, metidation y fosmet en la fruticultura que afecta las aguas subterráneas, el compuesto con mayor frecuencia fue el metil azinfos (Loewy., 2000).

En el norte de Italia se analizaron las concentraciones de herbicidas en aguas superficiales de la cuenca del bajo Río Lambro. Los resultados indicaron un claro patrón estacional de contaminación por estos productos en las aguas superficiales, aunque las concentraciones fueron relativamente bajas (Barra *et al.*, 1999).

2.2.3. El agua en México

En México, específicamente en la zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), casi tres cuartas partes del área dependen del acuífero para el abastecimiento del agua potable, por lo que la protección de la calidad del agua subterránea es sumamente importante. En el país, no existe información precisa sobre el grado de contaminación de agua que ha sido causada por los pesticidas, la Organización Panamericana de la Salud ha identificado algunas cuencas de ríos en donde el uso de pesticida pudiera ser un problema (Campos, 2000).

Al igual que el resto del país, los cinco estados que bordean el Golfo de California (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit) exhiben una relación desigual entre la disponibilidad potencial de agua y la población total que albergan, heterogeneidad en la distribución geográfica del recurso, concentración de la demanda en el sector agrícola, pero demanda creciente de agua en los sectores urbano e industrial. Asimismo, son estados que exhiben altos porcentajes de uso inadecuado del agua, altos indicadores de contaminación en diversas cuencas hidrológicas, un conocimiento todavía insuficiente de sus características físicas en amplias zonas y un acceso desigual al recurso entre grupos sociales (INE, 2007)

En estas áreas irrigadas, se localiza la zona de cultivos de exportación más importante de México, cuyo destino principal es el mercado estadounidense. Sobresalen los distritos del valle de Culiacán, río Yaqui, río Fuerte y río Colorado, con más de 200 mil hectáreas cada uno y que representan 62% de la superficie total. Salvo el último, estos distritos son alimentados por presas cuya capacidad de almacenamiento individual es superior a 2 mil millones de metros cúbicos de agua al año. Le siguen los distritos con superficies menores a 100 mil hectáreas, que son alimentados por presas de menor capacidad o mediante pozos que extraen agua de mantos acuíferos (INE, 2007)

En México, se llevo a cabo una determinación en la que encontraron metidation en diferentes tipos de aguas potables (Hernández, 1998).

En la región de Ciudad Juárez, Durango se cuantifico el nivel de contaminación del agua subterránea. Se encontraron residuos de plaguicidas del grupo Beta (# -BHC) en la mayoría de las localidades estudiadas con una concentración de 4.7904 a 59.1669 ug/ l. también se obtuvieron concentraciones de nitratos (García y Piña, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

Guasave se localiza en el noroeste del Estado de Sinaloa, entre los meridianos $108^{\circ} 10' 00''$ y $109^{\circ} 06' 50''$ longitud Oeste de Greenwich y los paralelos $25^{\circ} 10' 03''$ al $25^{\circ} 46' 19''$ latitud norte (Fig. 2). Colinda al norte con

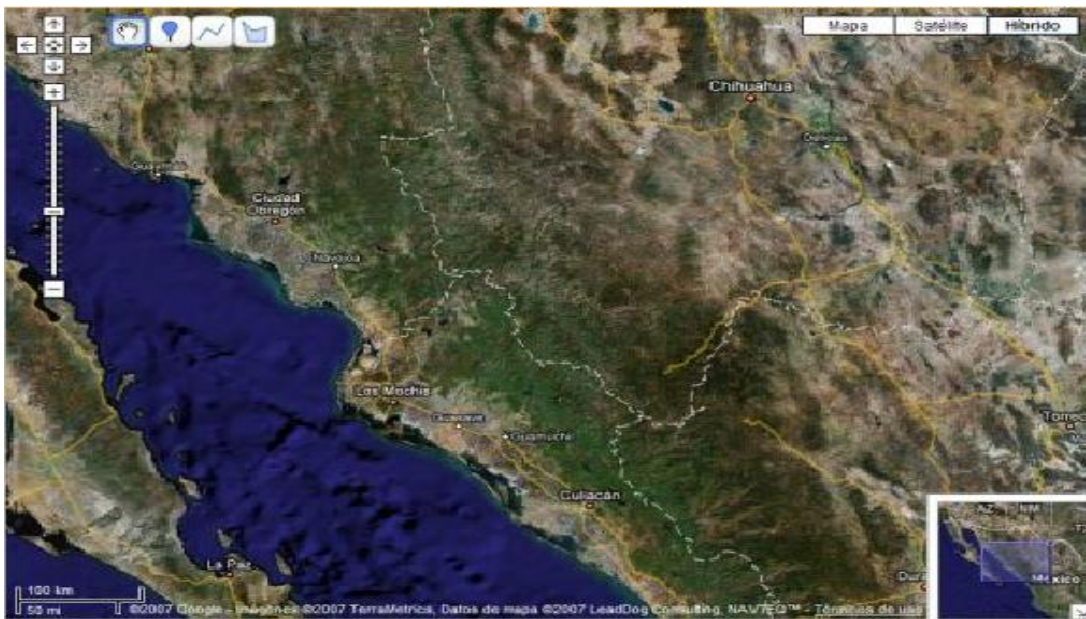


Fig. 2. Localización del área de estudio.

los municipios de Ahome y Sinaloa; al este, con los municipios de Sinaloa, Salvador Alvarado y Angostura; al sur con el municipio de Angostura y el Golfo de California; al oeste con el Golfo de California y el municipio de Ahome.

Guasave ocupa por su tamaño el octavo lugar respecto de los demás municipios del estado; cuenta con una superficie de 3,464.41 kilómetros cuadrados, que representan el 5.9 por ciento de la superficie estatal y el 0.17 por ciento de la superficie nacional.

3. 1. 1.Clima

En Guasave prevalecen tres tipos de clima: el muy seco, muy cálido y cálido. Los vientos predominantes son en dirección suroeste, y llegan a alcanzar velocidades de hasta 2 metros por segundo. El municipio percibe una precipitación pluvial anual media de 392.8 milímetros, con una máxima de 760.03 y una mínima de 231.1 milímetros (Anexo 1).

3. 1. 2. Suelo

En la composición del suelo del municipio de Guasave, predominan los suelos *Castañozem* o *Chestnut*, prototipo de regiones de clima seco con deficiencia de humedad, por lo que su vegetación se presenta en forma de zacates bajos que se propagan por rizomas. Una característica muy importante de esta unidad edafológica es su riqueza en materia orgánica, lo que determina un matiz café castaño en su superficie (Anexo 2).

3. 1. 3. Geología

El análisis geológico del municipio muestra formaciones rocosas pertenecientes a los periodos cuaternario y cenozoico; en la región central norte, existen algunas formaciones de importancia correspondientes al periodo paleozoico y mesozoico (Anexo 3).

Las rocas del tipo sedimentario que afloran son lutitas, arenisca, grava y aluviones. En algunos puntos predominan las rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias (Norzagaray *et al.*, 2004).

El acuífero esta constituido por rellenos de material aluvial de arena y grava, los cuales se encuentran empacados dentro de una matriz arcillosa, cuyo espesor varia entre 10 y 20 m, en el acuífero libre.

3. 1. 4. Vegetación

La vegetación en Guasave se localizada ubicada en la llanura costera y consiste en vegetación halófila propia de dunas costeras, vegetación secundaria matorral y, hacia el centro del municipio, existe selva baja caducifolia. La flora está clasificada como bosque espinoso, vegetación propia de las zonas más secas. Su vegetación se presenta en forma de zacates bajos que se propagan por rizomas. Este tipo de vegetación es una muestra de las formas de adaptación de la naturaleza a condiciones extremas (Anexo 4).

La agricultura ocupa un 70 por ciento de la superficie municipal, dentro de la cual, destacan los cultivos de maíz, trigo, sorgo, soya, frijol y hortalizas principalmente; seguido de los matorrales, que es de 10.8 por

ciento del total de la superficie; selva con un 11.9 por ciento; pastizales con un 0.3 por ciento y con un 7.0 por ciento el mangle rojo.

3. 1. 5. Hidrología

La corriente superficial más importante en el municipio de Guasave es el Río Sinaloa o Petatlán, que se forma en el suroeste del Estado de Chihuahua, el cual se adentra 70 kilómetros y abarca un 17 % de su longitud total en la superficie municipal (Fig 3). La calidad del agua, en los últimos años se ha visto afectado por las actividades agrícolas, la cual comprende la principal actividad económica. Actualmente, la superficie de cultivo es de 181 mil 542 hectáreas; de las cuales, oficialmente se registran todas como de riego. Es el único municipio estatal que no cuenta con superficie agrícola de temporal. Divide sus tierras de cultivo en los Distritos de Desarrollo Rural 01, 02 y 03. El total de la superficie agrícola, representa el 52.4% del territorio municipal, en tanto que, la superficie de riego representa el 22.6% de los terrenos irrigados en el estado de Sinaloa (Anexo 5). El estado ofrece a los mercados nacional e internacional, más de 30 productos; destacándose, la producción de maíz, frijol, trigo, algodón, garbanzo, papa, tomate, soya, cártamo y arroz (Enciclopedia de los municipios de México).

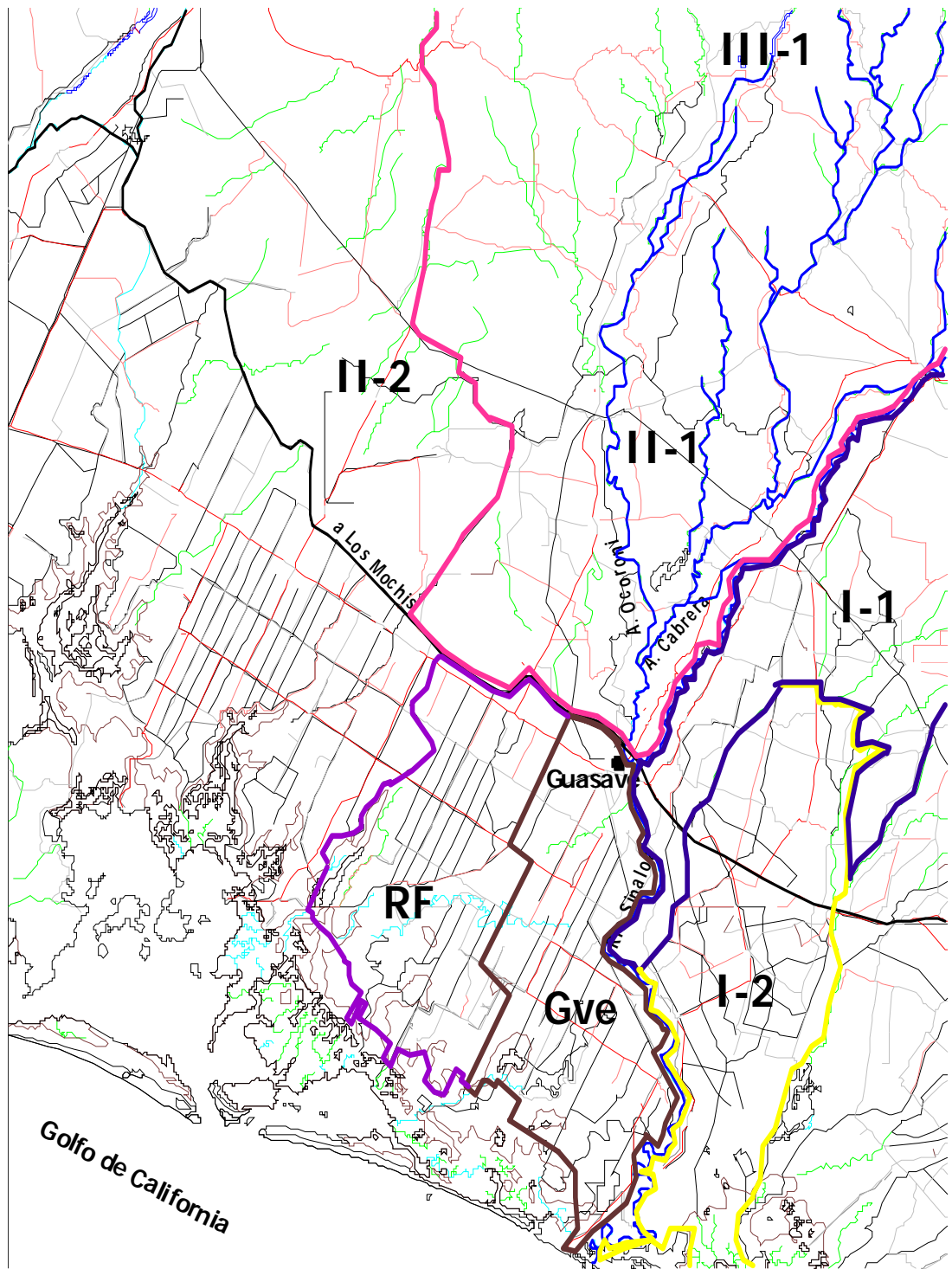


Fig 3. Módulos de riego en el Municipio de Guasave

3. 2. Recolecta de muestras

Se recolectaron en pozos de agua subterránea 11 muestras de agua potable en diversas localidades del Municipio de Guasave durante dos periodos octubre-noviembre del 2006 y en abril del 2007 (Tabla 3). Cada pozo fue geoposicionado con un GPS (Global Position System, Magellan) y se tomaron in situ datos de temperatura, salinidad, pH y conductividad.

La muestra de agua para el análisis de plaguicidas, se conservo en frascos ámbar lavados con agua y jabón libre de fosfatos; posteriormente,

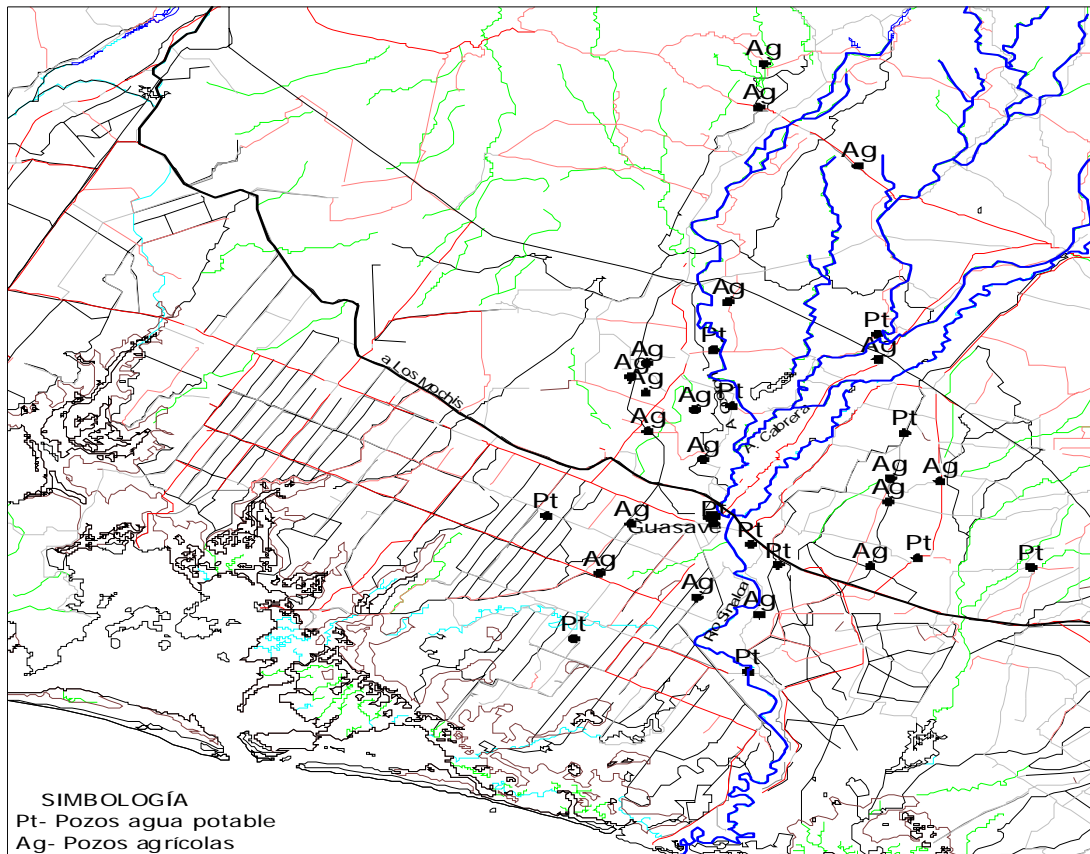


Fig. 4. Puntos de muestreo de pozos de agua potable y agrícola

fueron enjugados con acetona grado plaguicida para evitar la contaminación de la muestra. Para este tipo de pozos, la muestra de agua se tomó directamente de la llave, una vez que se dejó correr agua por unos minutos. Previo a la colecta de la muestra, el frasco fue enjugado con el agua del

pozo. Todas las botellas se taparon con aluminio antes y después de almacenar la muestra, estas se colocaron en una hielera a 4° C para su

Tabla 3. Datos de localización geográfica (UTM) de los pozos sujetos a estudio en el acuífero de Guasave, Sin.

Long	Latitud	No. pozo	Nombre común	Modulo de riego	Tipo
744980	2820099	1	Buenavista	-	Pt
756988	2816796	2	Tamazula	-	Pt
757107	2829527	3	Guasavito	-	Pt
758978	2827480	4	Burrion	-	Pt
768538	2828147	5	P. Blancos	-	Pt
776305	2827276	6	Palmarito	-	Pt
767639	2840644	7	Norotillo	-	Pt
765787	2850571	8	Zopilote	-	Pt
754555	2848970	9	Toruro	-	Pt
755817	2843345	10	Quemasoles	-	Pt
743132	2832369	11	La Entrada	-	Pt
754584	2831579	12	Guasave	-	Pt
750079	2840849	13	E. Quiñonez	Tetameche	Ag
749918	2844702	14	Ej. Trinidad	Tetameche	Ag
749967	2847640	15	Crucecitas	Tetameche	Ag
748916	2846296	16	Echeverria	Tetameche	Ag
765846	2848033	17	León Fonseca	Petatlán	Ag
755565	2853754	18	La Mora	Petatlán	Ag
753282	2842965	19	Bian	Petatlán	Ag
753813	2838022	20	La Escalera	Petatlán	Ag
766667	2836117	21	Varela	Milpas	Ag
766541	2833792	22	No. 28	Milpas	Ag
765287	2827362	23	Macarena	Milpas	Ag
758013	2877564	24	Potrero Soto	Ocoroni	Ag
757648	2873223	25	Ocoroni	Ocoroni	Ag
764481	2867378	26	Genaro Estrada	Ocoroni	Ag
770077	2835854	27	San Carlos	Bamoa	Ag
757681	2822491	28	Las Palmitas	Bamoa	Ag
748947	2831603	29	Agua blanca 2	Guasave	Ag
746743	2826633	30	No. 9	Guasave	Ag
753432	2824217	31	No. 2	Guasave	Ag

conservación hasta el laboratorio.

En cada localidad se tomo muestra de suelo, aproximadamente 500 g para determinar la textura y el contenido de materia orgánica.

3.3. Tratamiento de las muestras

3.3.1. Análisis de suelo

3.3.1.1. Materia orgánica

La determinación de materia orgánica del suelo se evaluó a través del contenido de carbono orgánico con el método de Walkley y Black, el cual tiene como principio la oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio en medio ácido, y posteriormente una valoración del exceso de ácido crómico con sal ferrosa. La reacción consiste básicamente en una oxidación del carbono orgánico, que pasa a formar dióxido de carbono. El agitado de la muestra posibilita el contacto con la materia orgánica a oxidar; el calor de disolución del ácido sulfúrico suministra la energía necesaria para que dicho proceso se realice. Este método tiene la ventaja de que oxida la materia orgánica en un 70%-77% aproximadamente (Brissio, 2005).

El procedimiento consistió en pesar 0.5 gr. de suelo seco y pasarlo por un tamiz de 0.5 mm para finalmente colocar el material en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Posteriormente, se adicionó 10 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) 1N, tratando que tuviera contacto con toda la muestra, además de 20 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4). El suelo se dejó reposar durante 30 min. y después se le añadieron 200 ml. de agua destilada, 5 ml. de ácido fosfórico (H_2PO_4) y 7 gotas de indicador difenilamina. Finalmente la solución se tituló con sulfato ferroso hasta un punto final verde claro. El gasto del sulfato se contabilizó para los cálculos de la materia orgánica, y

junto con las muestras se corrieron blancos para evaluar la calidad de los análisis y de los reactivos empleados.

3.3.1.2. Textura

La determinación de la Textura se llevó a cabo mediante el método de Bouyoucos. Para ello, se pesó 50 gr. de suelo y se colocó en un vaso de precipitados de 250 ml, al cual se le agregó agua desionizada hasta dos centímetros arriba del nivel del suelo y se agitó la mezcla con una varilla de vidrio, después se le adicionó 25 ml. de solución dispersante hexametáfosfato de sodio y nuevamente se agitó. Se dejó reposar por un lapso de 15 min. y luego se vació el contenido a un agitador mecánico con ayuda de una piceta la cual contenía agua desionizada, la muestra se dispersó durante 5 min. El contenido se colocó en una probeta de 1000 ml. enjuagando el vaso con agua desionizada hasta completar el volumen total del recipiente con el hidrómetro dentro de la suspensión, se extrajo el hidrómetro y se agitó el suelo durante un min. Transcurrido el tiempo se introdujo nuevamente y se tomó la primera lectura a los 40 seg. al igual que la temperatura. Después de dos horas, se tomó una segunda lectura, tratando no de alterar la suspensión. Con ambas lecturas se determinaron los porcentajes de limo, arena y arcilla basándose en el triángulo de las texturas (Fig. 5).

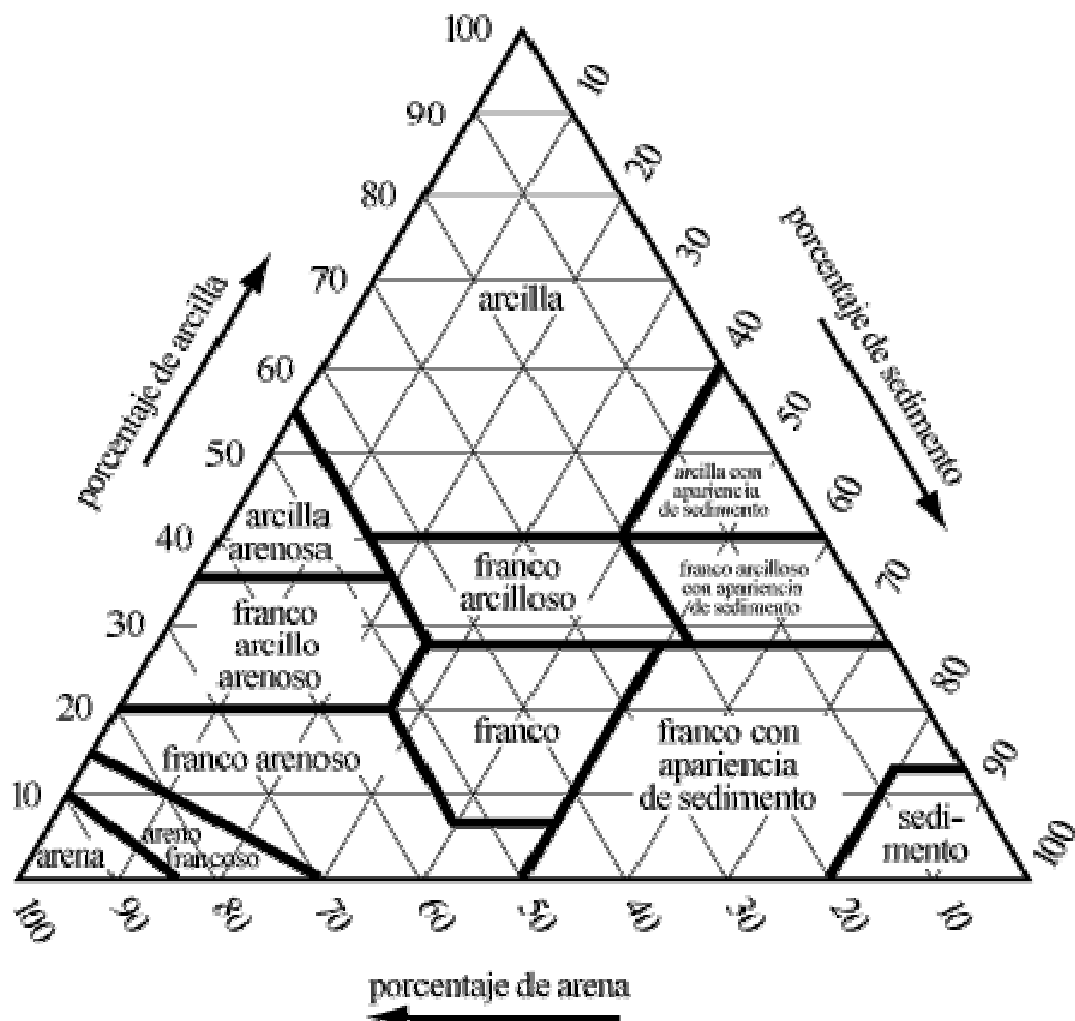


Fig. 5. Triángulo de Texturas

3.3.2. Análisis de plaguicidas

3.3.2.1. Preparación de reactivos y materiales

El procedimiento esta basado en la norma NMX-AA-071-1981. Análisis de agua- determinación de plaguicidas organoclorados- Método de cromatografía de gases.

3.3.2.2. Lavado de material

Para la determinación de plaguicidas en las muestras de agua se utilizó únicamente material de vidrio, el cual se lavó con agua y detergente neutro, después se enjuagó con abundante agua corriente y al último con agua destilada. Una vez seco el material, se enjuagó con acetona y hexano grado plaguicida con ayuda de una pipeta Pasteur, esto dentro de una campana de extracción. Si el material no se utilizó inmediatamente se cubrió con papel aluminio y se guardó hasta el momento de su uso.

3.3.2.3. Agua grado plaguicida

Se colocó 1 lt. de agua destilada en un embudo de separación de 2 lt de capacidad, se le agregaron 100 ml. de cloroformo y se agitó durante 5 minutos para llevar a cabo la extracción de las impurezas. Posteriormente, se dejó reposar hasta que se separaron las fases (acuosa y orgánica). La fase acuosa se trasladó nuevamente a un embudo de separación, en el que se añadió 100 ml. de benceno; mientras la fase orgánica se eliminó, para ello, se agitó la mezcla por 5 minutos, se dejó reposar y se apartó. A la fase acuosa que quedó en el embudo se le agregaron 100 ml. de hexano, se agitó durante un lapso de 5 minutos y se dejó reposar nuevamente. Finalmente, el agua purificada se transfirió a un frasco de vidrio previamente lavado y se desechó el hexano.

3.3.2.4. Sulfato de sodio pretratado

Se pesó aproximadamente 300 gr. de sulfato de sodio anhidro granular que se colocó en una 3 cápsulas de porcelana. El material se calentó a 660°C en una mufla Lindserg/Blue durante 48 hrs, y posteriormente se dejó enfriar en una estufa Terbal a una temperatura de 110°C. Una vez finalizado este proceso, el material en las cápsulas de porcelana se colocó en un desecador y finalmente se transfirieron a un frasco de vidrio ámbar, se selló con papel parafilm y se almacenó a temperatura ambiente.

3.3.2.5. Activación del florisil

Se pesaron 500 gr. de florisil y se transfirieron a un vaso de precipitados de 1lt., donde se adicionó lentamente agua desionizada hasta cubrir la superficie. La solución se dejó reposar por 5 minutos y se homogeneizó con movimientos circulares utilizando un agitador de vidrio.

Transcurrido el tiempo, el florisil se filtró a través de un embudo Buckner acoplado a un matraz Kitazato sin vacío, se enjuagó con suficiente agua desionizada. El florisil húmedo se transfirió a 3 cápsulas de porcelana, las cuales se colocaron en una mufla a 650° C durante 2 hrs. Después el material se calentó durante 18 hrs. a 110° C. Finalmente, se transfirió a frascos de vidrio ámbar, se selló con parafilm y se almacenó a temperatura ambiente.

3.3.2.6. Desactivación del florisil

Se pesó 100 gr. de florisil activado en un matraz balón de 250 ml. con boca esmerilada, se le adicionaron 3 ml. de agua grado plaguicida con una probeta de vidrio de 10 ml., la cual se distribuyó sobre el florisil de manera uniforme. Después de haber agitado el contenido del matraz durante 15 minutos, se transfirió a un frasco de vidrio ámbar y se selló con parafilm. El florisil desactivado estuvo en condiciones de usarse durante una semana únicamente.

3.3.2.7. Preparación de muestras

3.3.2.8. Extracción

El frasco que contenía la muestra se marcó con un pedazo de cinta justo en el nivel, esta se transfirió a un embudo de separación de 2 lt. y al frasco se le adicionó 100 ml. de hexano para extraer lo que haya quedado. La mezcla se agitó durante 3 minutos. La fase acuosa se transfirió a la botella y la fase orgánica se almacenó en un frasco de vidrio.

El frasco que contenía la muestra se enjuago nuevamente con 50 ml de hexano, solvente que posteriormente se paso a un embudo, junto con la fase acuosa. La solución se agitó por 3 min, donde se observó nuevamente la separación de fases que se trataron como anteriormente se describió. Este paso se repitió una vez más y finalmente el agua se desecho después de tomar el volumen de esta.

Los 200 ml de la fase orgánica que se almacenaron en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. se pasaron por una columna cromatográfica sostenida por un soporte y tapada con lana de vidrio al fondo, la cual

contenía 5 cm de sulfato de sodio pretratado (capítulo 3.2.2.4), lo que se filtraba por la columna se almacenó en otro matraz.

Los extractos, se concentraron posteriormente en un evaporador Kuderna-Danish como se describe a continuación: sobre una parrilla se puso a calentar agua desionizada en un vaso de precipitado de 1 lt., mientras tanto, la parte inferior del Kuderna Danish se adhirió a un concentrador 24/40 de 25 ml. y la parte superior, a un condensador con flujo de agua para enfriar la solución en proceso de evaporación. En la parte inferior del condensador se colocó un matraz Erlenmeyer de 1 lt. en el que se recibió el solvente en forma líquida, dicho matraz se colocó en una vasija metálica con agua fría. Cuando el agua del vaso comenzó a hervir, la parte superior del Kuderna Danish se separó para colocar el extracto obtenido de la columna cromatográfica, el cual se dejó ahí el tiempo suficiente hasta que el hexano se condensara y el concentrador tuviera aproximadamente 8 ml de la muestra.

La extracción de las muestras del primer periodo se llevó a cabo mediante la metodología descrita, sin embargo, para el segundo muestreo de agua subterránea, se adicionó una mezcla de 170 ml de hexano y 30 ml de éter etílico, que se agregaron al embudo de separación conteniendo la muestra. La modificación del proceso se debió a que el benceno, el cual se empleaba en el proceso y que se indica en la norma mexicana, actualmente no se produce como resultado de su alta toxicidad al ambiente y a la salud humana.

3.3.2.9. Purificación

Para la purificación de las muestras se utilizó una columna cromatográfica a la cual se le colocó un tapón de lana de vidrio en el fondo y se enjuagó con acetona y hexano, posteriormente se añadieron sulfato de sodio pretratado hasta formar una capa de 2 cm. de altura, 15 gr. de florisil desactivado al 3% y nuevamente se agregó sulfato de sodio pretratado para crear una capa de 2.5 cm.

El concentrado se transfirió a la columna cromatográfica. El recipiente del concentrado se enjuago tres veces con 2 ml. de hexano y este se paso a la columna, donde se tenia cuidado de que la columna no bajara mas de 1 mm. de la superficie de la capa superior del sulfato, pues de lo contrario se secaría. Inmediatamente después se prepararon 200 ml. de una mezcla benceno-hexano (1:1), con la cual se enjuagaba el concentrador y posteriormente se agregaba la columna. La muestra una vez que pasaba por la columna se conservó en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Finalmente, la solución se concentró a 1 ml. en un evaporador Kuderna-Danish, como se explicó anteriormente.

Por ultimo, cuando la muestra ocupó menos de 1ml. de volumen en el concentrador se empacó en un vial, para esto el concentrado se aforó a 1 ml. con hexano en un matraz volumétrico y con una pipeta Pasteur se trasladó la muestra de un recipiente a otro. Al final, el vial se tapó perfectamente y se guardó en el refrigerador hasta el momento de la lectura en el cromatógrafo.

Tomando en cuenta que el benceno ya no se produce, la purificación de las muestras de la segunda colecta de aguas se realizó con una mezcla

de 65 ml de éter etílico y 185 ml de éter de petróleo. Al momento de concentrar se adicionó 50 ml de hexano.

3.3.2.10. Detección de plaguicidas. Cromatografía de gases

La determinación de plaguicidas por cromatografía de gases se realizó en el Laboratorio de Caracterización Química, perteneciente al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) ubicado en Saltillo Coahuila. Se utilizó un cromatógrafo de gases marca Hewlett Packard con un detector de captura de electrones (ECD), un inyector 6890 y una columna HP 5 también llamada ATTM-5MS. El software empleado fue Chemstations.

Las condiciones del equipo para las 58 muestras y el blanco inyectados fueron: temperatura del inyector 300° C, temperatura del detector 300° C, temperatura del horno 100° C por 10 min aumentando la temperatura a 90° C/ min hasta llegar a 205° C y cada 2°/min hasta 285° C manteniendo esta temperatura por 2 minutos. El gas de arrastre fue helio con un flujo de 3 ml/min. El volumen inyectado de cada muestra fue de 1 uL, el modo de inyección fue splitless.

Se inyectó un estándar marca ULTRA Scientific que contiene una mezcla de los siguientes pesticidas: BHC alfa, BHC beta, BHC gama, BHC delta, heptacloro, aldrín, heptacloro epóxido, DDE, dieldrín, endrín, DDD, endosulfan sulfato, DDT y eldrín aldehído, dando prioridad a los que menciona la norma del cual se derivó la metodología empleada en este trabajo.

Para corroborar la presencia de pesticidas, se utilizó un cromatógrafo de gases con detector de espectroscopia de masas marca Hewlett Packard

5973 y una columna de la misma marca, similar a del equipo anterior. Las condiciones de este equipo fueron las mismas, excepto que la temperatura del horno fue de 100° C por 10 min con rampa de 90° C por minuto hasta llegar a 205° C, con rampa de 4° C/ min hasta llegar a 285° C. Algunas muestras fueron inyectadas también en un cromatógrafo de gases con detector de captura de electrones y otro con detector de espectroscopia de masas, ambos de la marca Hewlett Packard con las condiciones antes mencionadas, dichos equipos se encuentran en el área de cromatografía de gases de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. (COMIMSA).

Se verificó el tiempo de retención de cada pesticida, para esto se utilizó el estándar antes mencionado, los compuestos clorados aparecieron a partir del minuto 19 hasta el minuto 36. Los compuestos de interés respecto a la norma se detectaron entre los 22 y 32 minutos. Para la validación del método se partió del estándar anteriormente mencionado, del cual se prepararon concentraciones de 50 ng/ul, 25 ng/ul, 12.5 ng/ul, 6.25 ng/ul, 3.125 ng/ul, 1.563 ng/ul, 0.782 ng/ul, 0.391 ng/ul, 0.20 ng/ul, 0.1 ng/ul, 0.05 ng/ul, 0.025 ng/ul, las cuales, se inyectaron bajo las condiciones antes mencionadas. De esta manera, se obtuvo la linealidad de los pesticidas clorados de interés, graficando la concentración inyectada contra el área de cada pico correspondiente a cada compuesto. La concentración preparada y el volumen inyectado en el cromatograma se diluyó diez veces la correspondiente a 0.391 ng ul⁻¹ y finalmente se inyectaron 0.2 ul y 0.4 ul de ésta. Los valores algunas veces fueron transformados según la concentración del pesticida en el estándar, la concentración preparada y el

volumen inyectado. Con la linealidad de cada pesticida se obtuvo también el límite de cuantificación para cada compuesto.

3.3.3. Análisis de datos

3.3.3.1. Distribución espacial

La distribución espacial del tamaño de grano y el contenido de materia orgánica en los suelos; así como los parámetros obtenidos de cada pozo sujeto a estudio, fue obtenida usando el programa SURFER (Surface Mapping System Golden Software, Inc.) versión 8.0. Esto permite identificar el comportamiento de cada variable en el acuífero de Guasave.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Analisis de suelos

Los fenómenos de difusión y de dispersión de los agentes contaminantes dependen de la granulometría, textura y otros parámetros tales como fraccionamiento, porosidad, permeabilidad de las rocas, etc. Ello también influye en el desarrollo de reacciones químicas entre el agua contaminada y la matriz del acuífero (Valcarce y Rodríguez, 2004)

4.1.1. Materia orgánica

La materia orgánica procede de los procesos metabólicos de los organismos autótrofos y de la descomposición de la biomasa. En general, se trata de hidratos de carbono, ácidos carboxílicos, aminoácidos, aminas, polipéptidos, fenoles, ácidos grasos y sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos).

El promedio de la concentración de materia orgánica en los suelos es de 1.7% en noviembre del 2006 y de 1.5 en abril del 2007. Los resultados muestran que los suelos con mayor contenido de materia orgánica se localizan en los módulos de Bamoa y Milpas, con un porcentaje menor al 2% (Fig. 6). Los valores bajos se localizaron en los módulos de Tetameche, Ocoroni y Río Fuerte.

Goss (1992, tomado de Bedmar et al., 2002) estableció que la materia orgánica del suelo es la característica edáfica que mas influye sobre el movimiento de los plaguicidas, por esta razón los plaguicidas se adsorben mas fuertemente a las capas superficiales del suelo.

Además el contenido de materia orgánica influye en dos sentidos en la cantidad de plaguicidas que alcanzan aguas subterráneas. Por un lado la materia orgánica es una fuente de energía para los microorganismos y estos son uno de los principales responsables de la degradación de plaguicidas, por lo que al incrementarse aquella aumenta la bioactividad y en consecuencia la degradación de los mismos. Dada la importancia que adquiere el contenido de materia orgánica fue necesario analizar su distribución, en los suelos agrícolas como los de Guasave Sinaloa la materia orgánica esta uniformemente distribuida en todo el espesor del suelo.

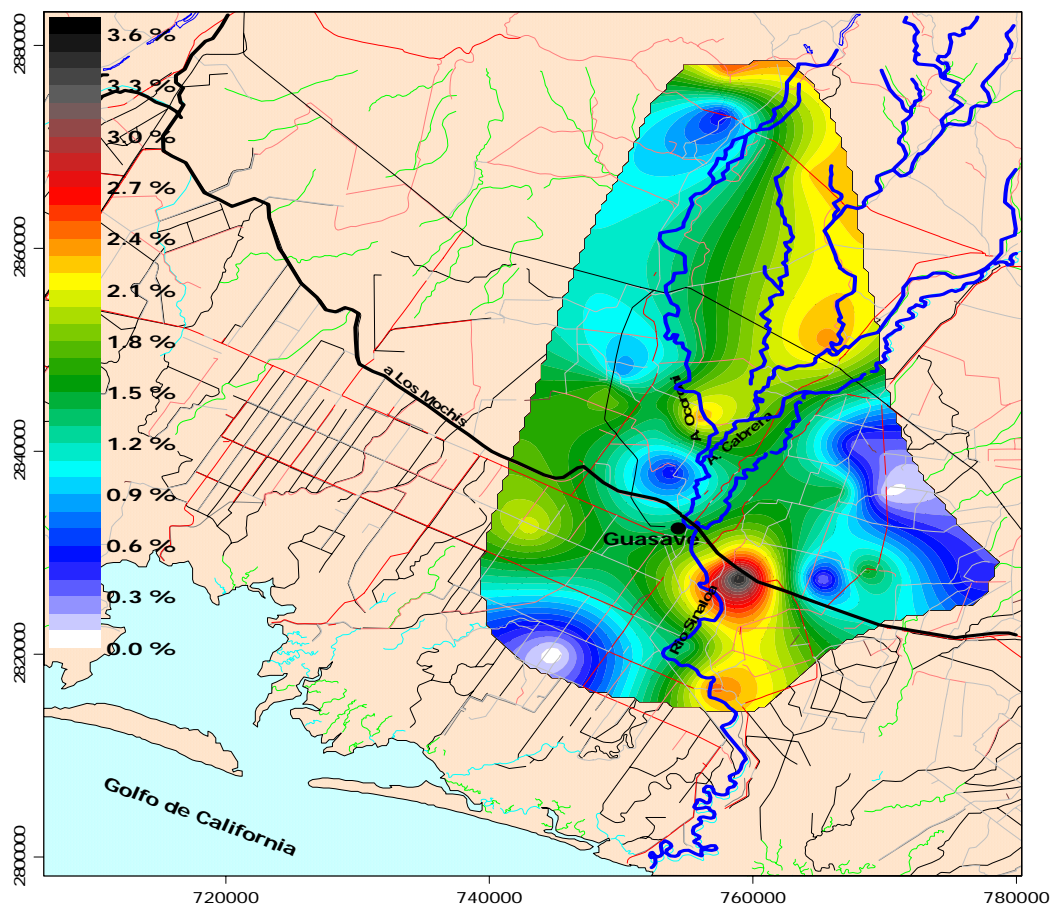
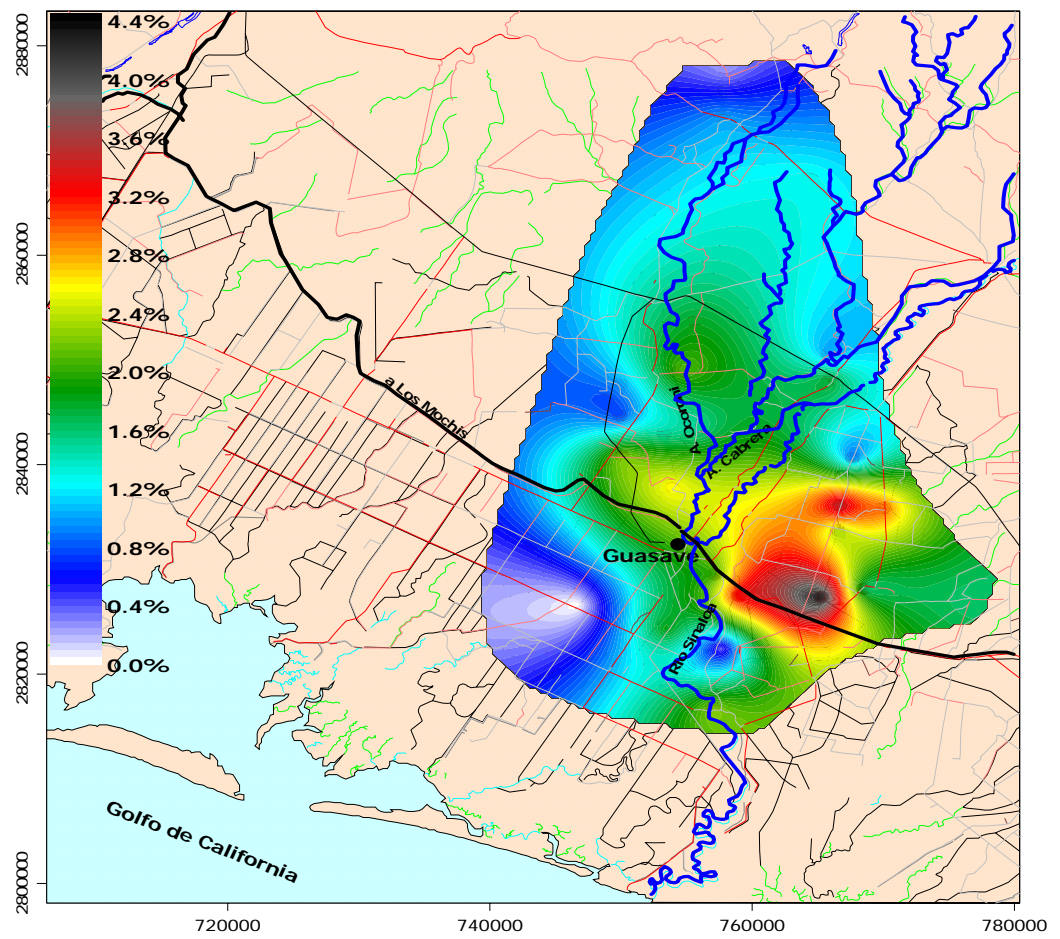


Fig. 6. Distribución espacial del porcentaje de materia orgánica, noviembre 2006 (a) abril 2007 (b)

4.1.2. Textura

La textura de un suelo se refiere a las proporciones porcentuales de la arcilla, el limo y las arenas de menos de 2 mm de diámetro (Loewy, 2000). Este parámetro y las características de un suelo están muy relacionadas, por lo que se puede atribuir a cada tipo de textura un determinado comportamiento hídrico (Zaballos, 2006).

4.1.2.1 Arcillas

La arcilla es la parte mas fina del suelo y muchas de sus partículas no son visibles, son menores de 0.002. Tiene fuertes propiedades de retención para el agua y las sustancias químicas.

El contenido promedio de arcilla en los suelos fue de 33% en noviembre (2006) y 30% en abril. se observó mayor presencia en la parte central del acuífero, donde se localizan los módulos Bamoa, Milpas y Petatlán, que se encuentran adyacentes al río. El menor contenido se observó en Ocoroni y en Guasave con un 20%. (Fig. 7).

Los limos se caracterizan por tener partículas entre 0.02 y 0.002 mm. En ellos la permeabilidad varia mucho según sea su estructura. Se dificulta mucho la circulación del aire y agua (Zaballos, 2006). Las partículas de limos son mucho mas pequeñas que las de arena; no son visibles a simple vista y están mucho mas próximas unas de otras además son menos permeables, los valores promedio de los limos fueron de 24% en noviembre (2006) y 21% en abril (2007). La distribución de este componente en ambos periodos fue muy similar a las arcillas, donde la parte central del acuífero es donde destacan.

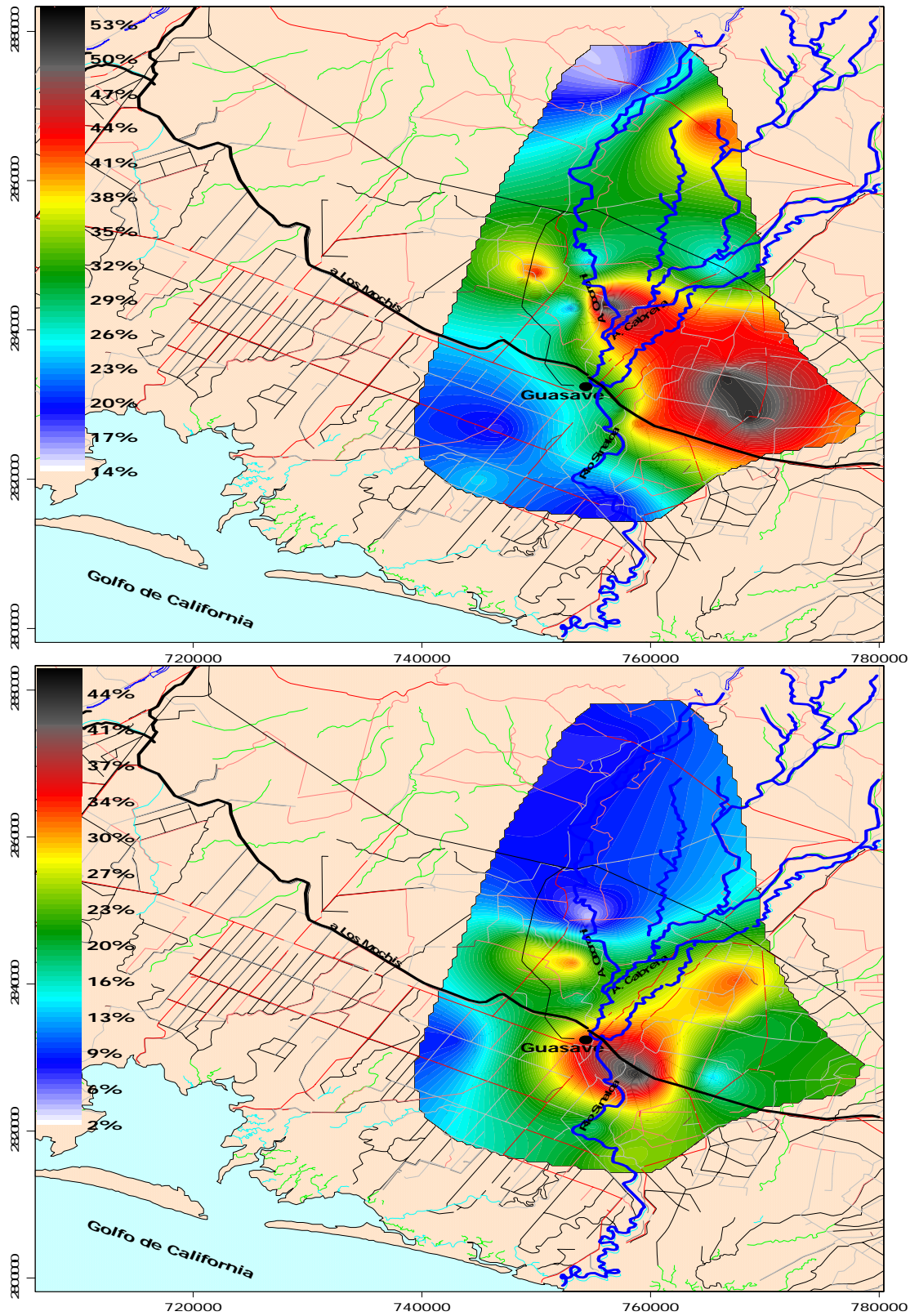


Fig. 7. Distribución espacial del porcentaje de arcilla en suelos del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).

4.1.2.2. Arenas

Las arenas son partículas minerales mayores de 0.02 mm de diámetro, cuando estas son mayores a 0.2 mm se les llama gravas. Son altamente permeables pues predominan los macroporos (Zaballos, 2006). Los valores obtenidos del análisis indican que la arena es el componente predominante de los suelos, el valor promedio en el mes de noviembre (2006) fue 42% y en abril (2007) fue 51%.

Los suelos con más del 50% de arena se localizaron en el módulo Tetameche, Guasave y Río Fuerte (Fig. 8); mientras el resto de los suelos presentaron menos arena. La menor presencia de arena se registra en los módulos Bamoa y Milpas en ambos periodos de colecta, aunque con pequeñas variaciones.

Del análisis de las clases texturales se encontró mayor predominancia de los suelos arcilloso, franco-arcilloso y franco-arcilloso arenoso en ambos periodos de colecta.

El contenido de arcillas presenta una alta capacidad de adsorción frente a plaguicidas.

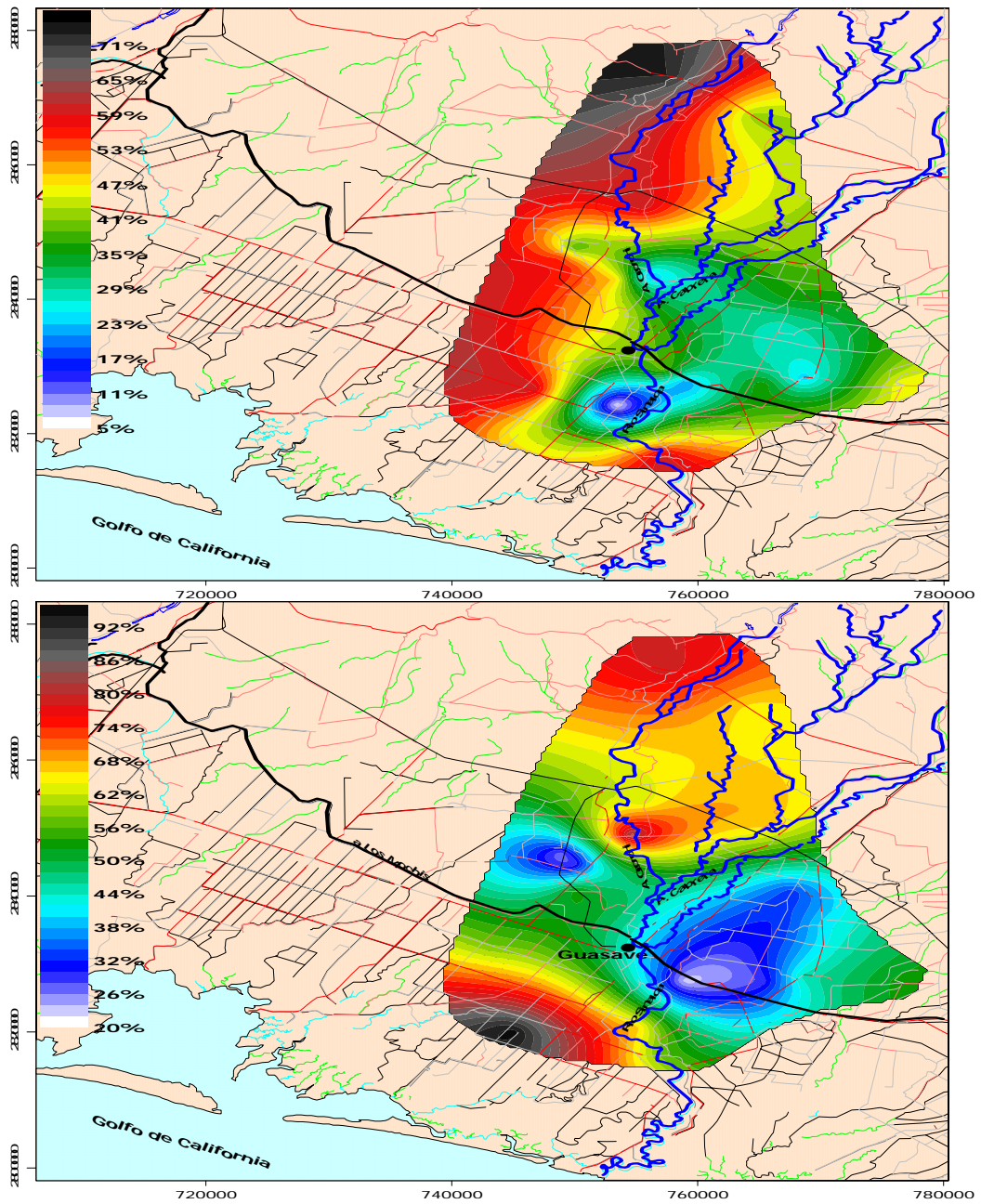


Fig. 8. Distribución espacial del porcentaje de arena en suelos del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 y mes de abril 2007

4.2 ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

4.2.1. Temperatura

En el acuífero de Guasave, los intervalos de la temperatura para el mes de noviembre oscilaron de 25°C a 31°C en el agua potable y de 23°C a 30°C en el agua para uso agrícola; para el mes de abril los datos variaron de 21°C a 30°C en agua potable y de 25°C a 32°C en agua de uso agrícola. Resultados similares se obtuvieron en el 2001, en el que reportaron temperaturas que oscilaban entre 24 a 27°C (Norzagaray *et al*, 2001).

Los pozos donde se registraron valores por arriba de 27°C fueron en los módulos de Bamoa (I-1) y Milpas (I-2). (Fig. 9).

El valor de temperatura es un criterio de calidad del agua para la protección de la vida acuática y para las fuentes de abastecimiento de agua potable. Las temperaturas elevadas en el agua son indicadores de actividad biológica, química y física en el agua, lo anterior tiene influencia en los tratamientos y abastecimientos para el agua, así como en la evaluación limnológica de un cuerpo de agua, por lo que es necesario medir la temperatura como un indicador de la presencia de compuestos y contaminantes en el agua (Martínez *et al.*, 2001). También el aumento de temperatura reduce la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

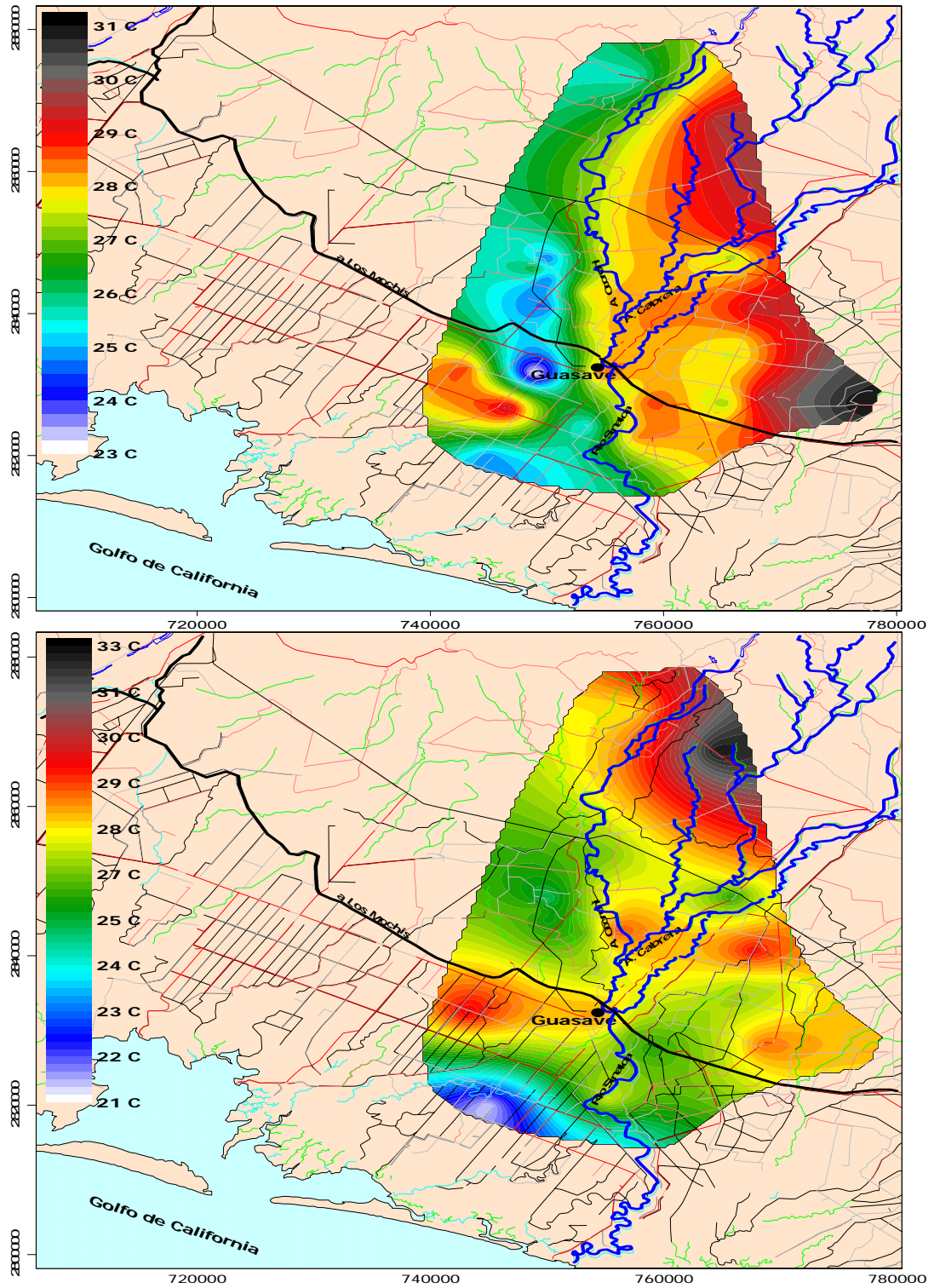


Fig. 9. Distribución espacial de la temperatura en agua subterránea del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).

4.2.2. Salinidad

La distribución espacial indica que el modulo Tetameche y Petatlan presentan datos bajos. Por el contrario, los que presentaron valores mayores se encontraron en los módulos de Bamoa, Milpas (Fig. 10).

El agua dulce subterránea puede estar limitada lateralmente (en las regiones costeras) por sus interfases con el agua marina y por los tipos de rocas adyacentes, o verticalmente por el agua de las formaciones subyacentes. La intrusión del agua salada en los acuíferos costeros puede ser el resultado del bombeo intensivo del agua dulce subterránea, o producto de la disminución del caudal de una corriente (por ejemplo debido a la construcción de diques o derivaciones), lo que conduce a reducir la recarga de acuíferos en los deltas y llanuras aluviales. La intensa evaporación en áreas con niveles freáticos poco profundos también puede llevar a la salinización. Las variaciones en los niveles de salinidad pueden ocurrir debido al cambio climático natural o al bombeo excesivo y las prácticas de riego que estimulan la precipitación de sólidos disueltos, como las sales, en las tierras agrícolas.

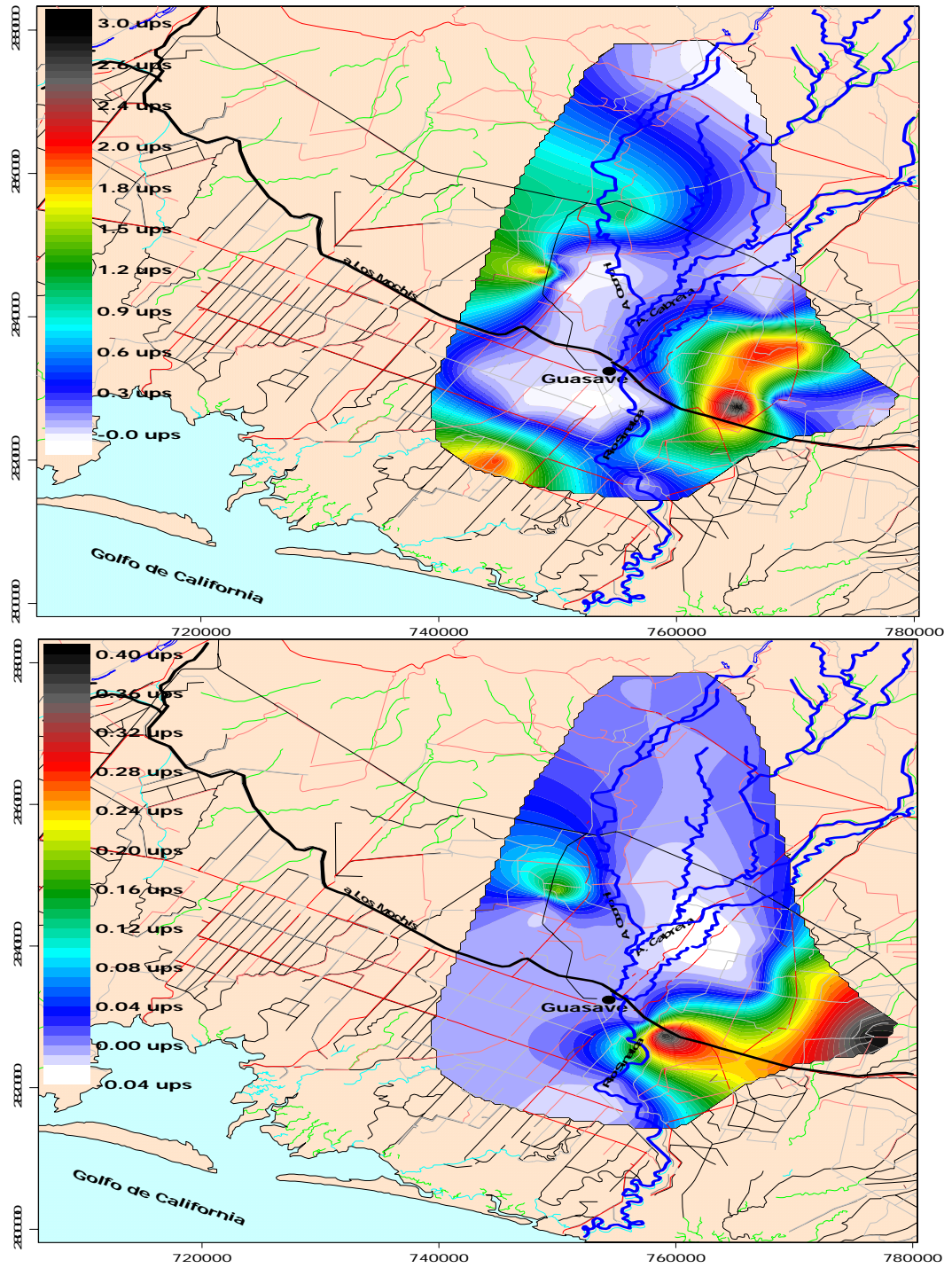


Fig. 10. Distribución espacial de la salinidad en agua subterránea del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 y mes de abril 2007

4.2.3. pH

El pH en el agua subterránea del mes de noviembre (2006) osciló de 7 a 8, mientras en abril (2007), los datos oscilaron de 6.8 a 7.3 en agua potable y 7.0 a 8.0.

Los módulos Guasave, Milpas y Río Fuerte, presentan valores altos que se relacionan a la presencia de sustancias disueltas y a las reacciones químicas que afectan su composición mientras que el modulo de Ocoroni en ambos periodos de colecta tuvo valores de 7.0 (Fig. 11).

El pH puede afectarse por componentes químicos en el agua, por lo tanto es un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente. La contaminación puede cambiar el pH del agua, lo que a su vez puede dañar la vida animal y vegetal que existe en el agua (Swanson y Baldwin, 1965).

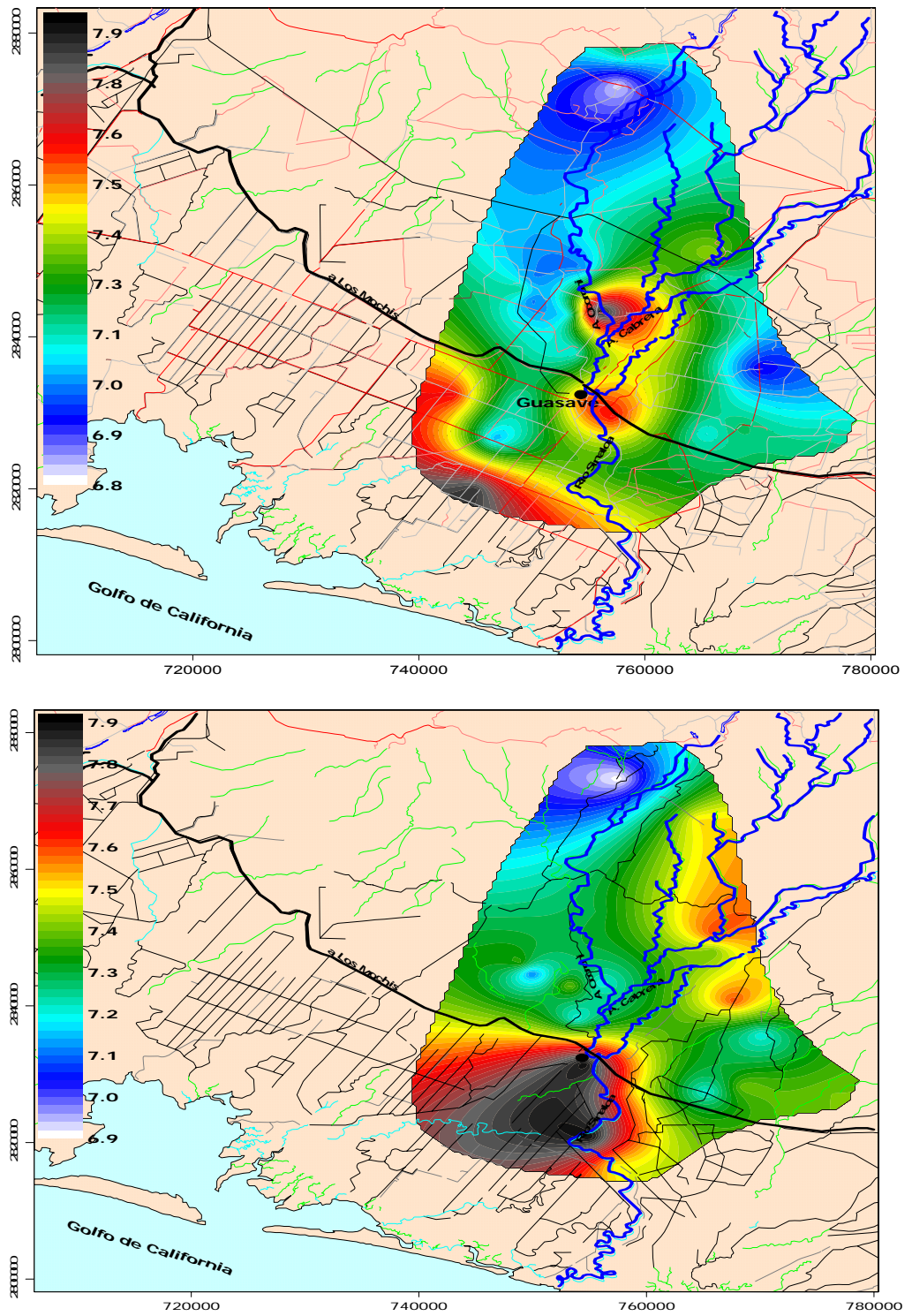


Fig. 11. Distribución espacial del pH en el agua subterránea del municipio de Guasave. Mes de noviembre (a) y mes de abril (b)

4.2.4 Sólidos disueltos totales

Los sólidos disueltos totales representan la suma de todo lo disuelto en el agua. Incluye sales inorgánicas, materia orgánica y otros materiales. Las sales son calcio, bicarbonato, cloruros, sodio, sulfatos y minerales traza (Lagger *et al.*, 2000).

En noviembre (2006) fue el mes en que se registraron los valores mas bajos fluctuando en 0.7 g/l, mientras en abril (2007) estos fueron mayores a 950 g/l. A pesar de las diferencias en los valores, la distribución espacial en ambos periodos indica un similar comportamiento, donde la parte central del acuífero es donde se registraron los sólidos en mayor cantidad. Los módulos de Bamoa, Milpas, Petatlan y Tetameche tuvieron los valores mal altos, en cambio, la menor presencia de sólidos en suspensión se observaron en el modulo Guasave y Río Fuerte (Fig. 12).

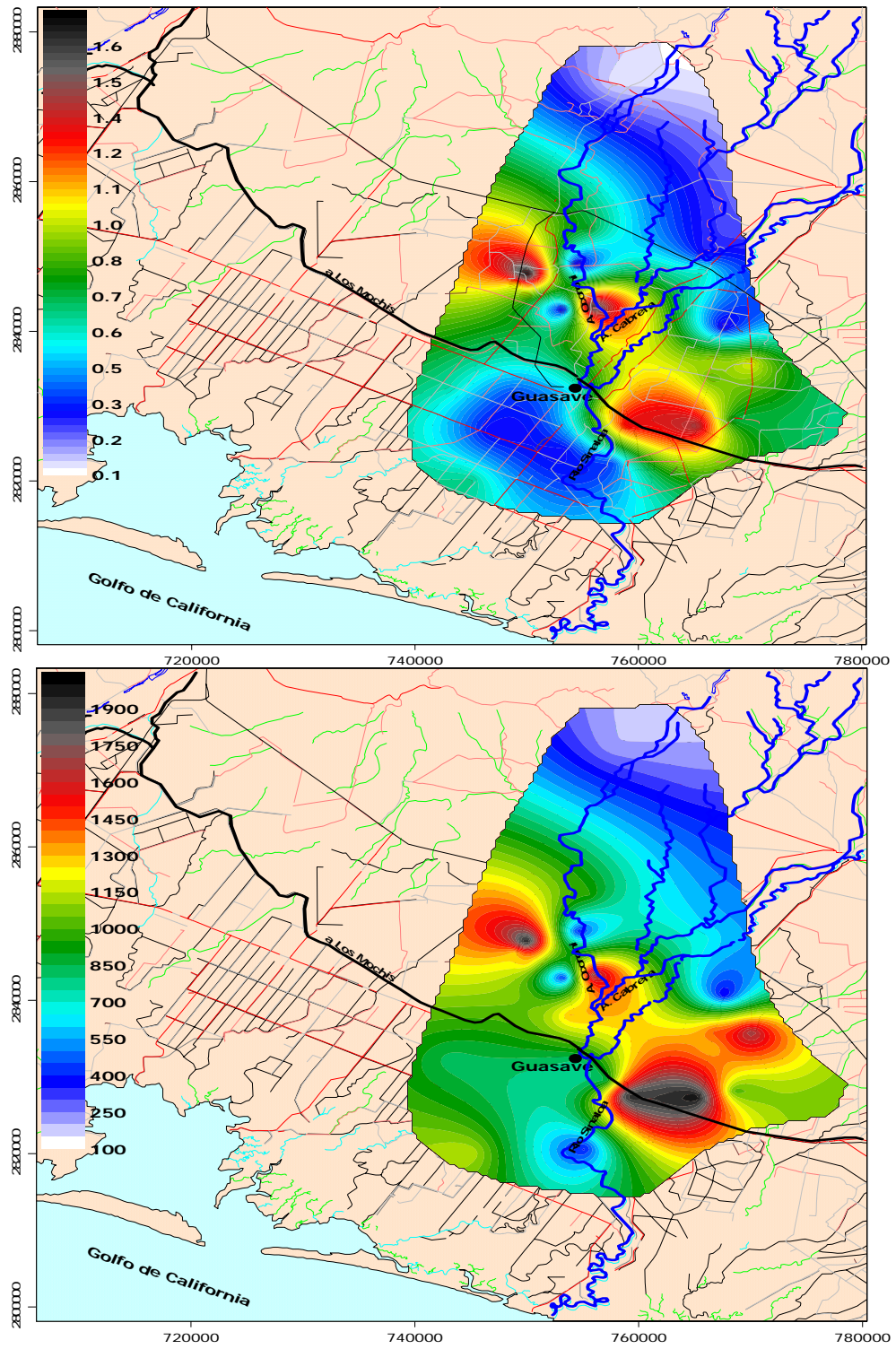


Fig. 12. Distribución espacial de los sólidos totales disueltos en agua subterránea (g/l) del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).

4.2.5 Conductividad

La conductividad eléctrica es la capacidad del agua para conducir la electricidad y está relacionada con el grado de sales disueltas en el agua (Arias, 2002).

El promedio de los valores de conductividad fue de 1.4 mS con un intervalo que oscila de 0.3 a 3.0 mS tanto para las agua para consumo potable y de uso agrícola. La distribución espacial mostró un comportamiento similar a los sólidos disueltos totales, debido que los valores mayores se registraron en la parte centro del acuífero abarcando los módulos Bamoa, Milpas, Petatlan y Tetameche (Fig. 13).

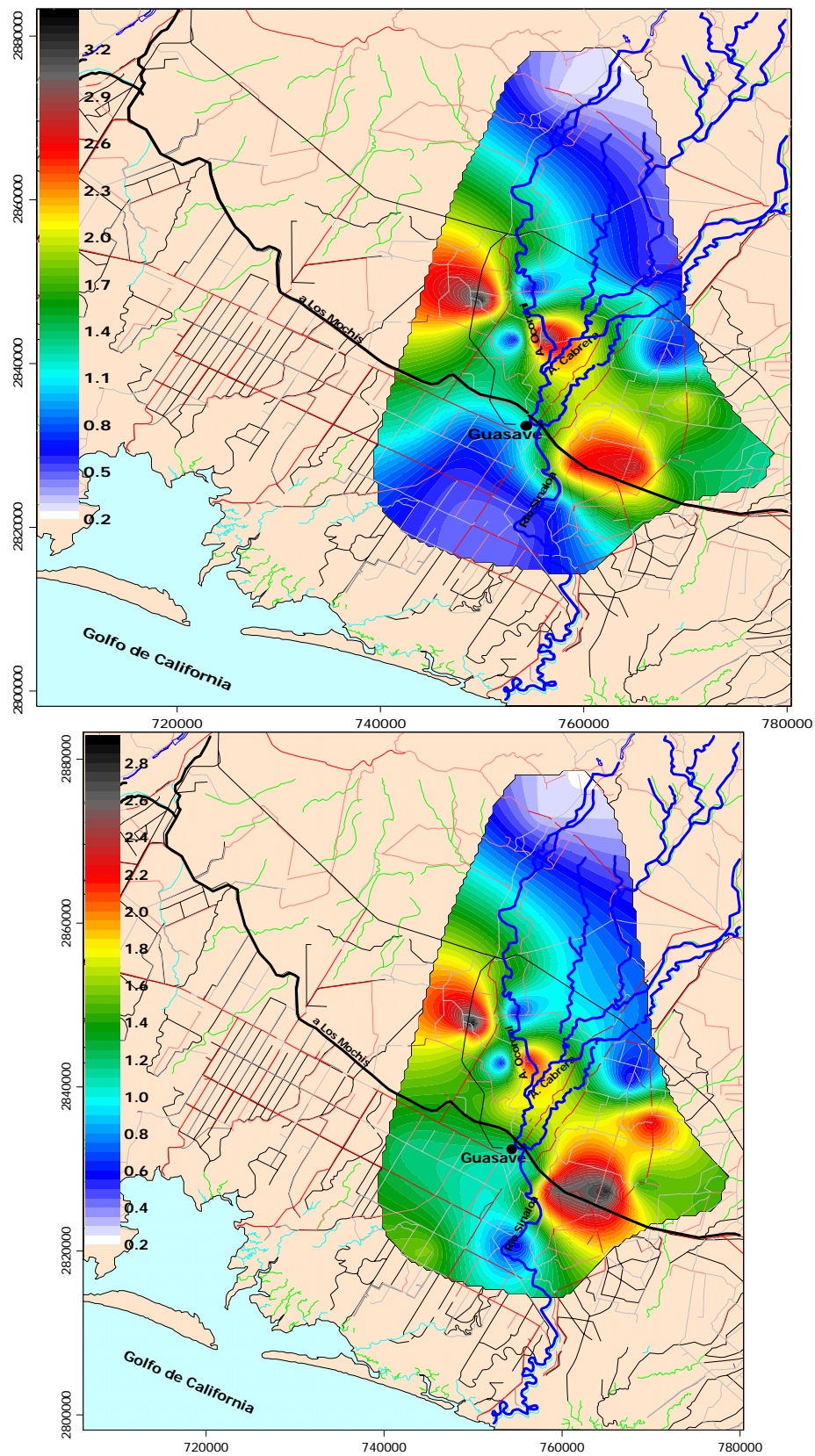


Fig. 13. Distribución espacial de la conductividad en agua subterránea (mS) del acuífero de Guasave. Mes de noviembre 2006 (a) y de abril 2007 (b).

4.2.6 Determinacion de plaguicidas

4.2.2.1 Limites de cuantificacion

El limite de cuantificación es la concentración mas baja de en toxico (sustancia química) que puede ser detectada y cuantificada, con una aceptable validez, mediante un método específico de laboratorio y/o equipos especiales de laboratorio (Doreste y Serra, 2006).

El método de análisis de plaguicidas se llevó a cabo a partir de la Norma Mexicana NMX-AA-071-1981, este documento solo hace mención a 10 componentes clorados, los cuales son lindano alfa y beta, heptacloro, epóxido de heptacloro, dieldrin, endrin, dicloro difenil etano (DDE), DDD o TDE, keltano o dicofol y metoxicloro, pero incluye el DDT. Debido a que el estándar utilizado no contenía los compuestos mencionados en este estudio solo se realizaron 7 curvas de calibración, de las cuales 6 corresponden a compuestos de la norma (heptacloro, heptacloro epoxido, DDE, dieldrin, endrin, DDD) y el séptimo correspondió DDT.

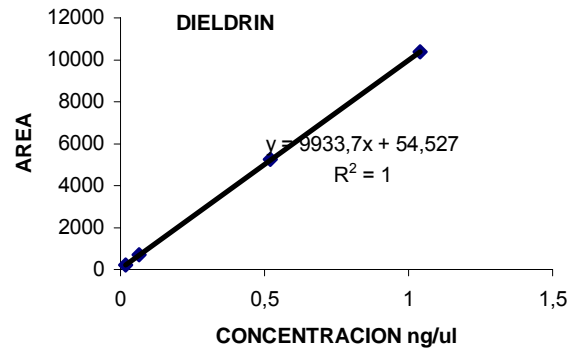
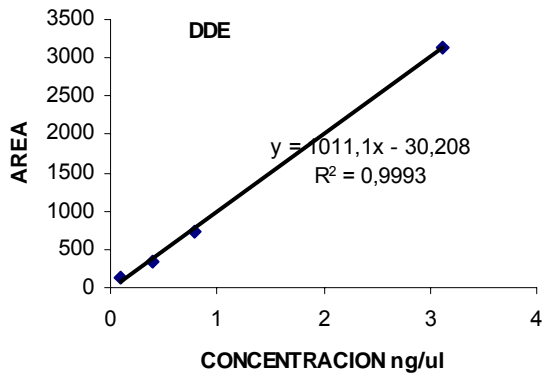
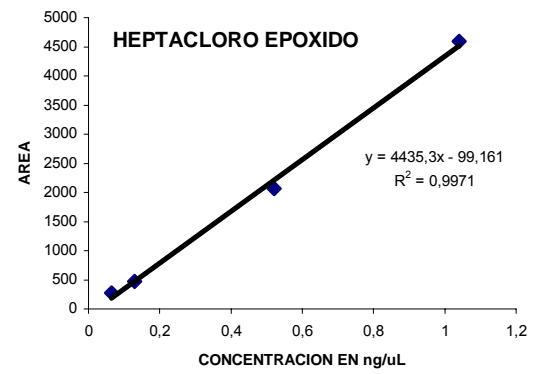
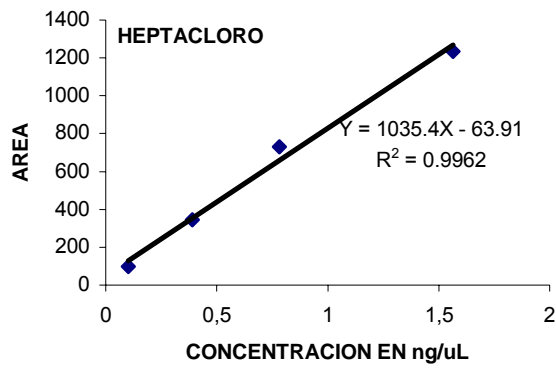


Fig. 14. Limites de cuantificación del heptacloro, heptacloro epóxido, DDE y dieldrin.

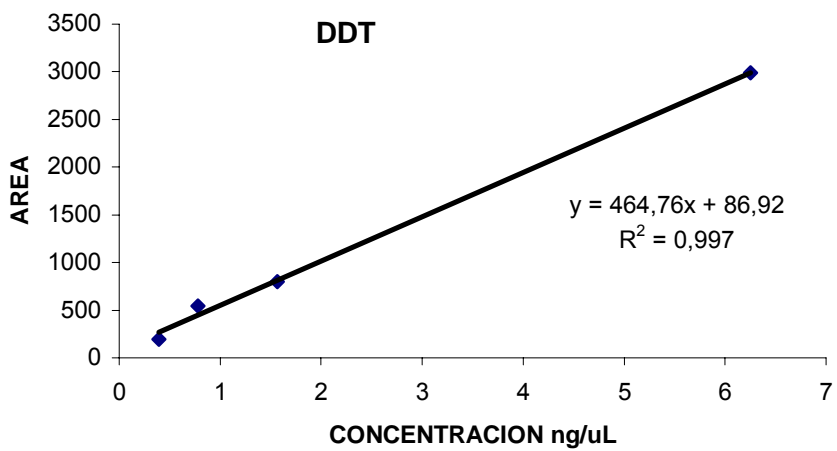
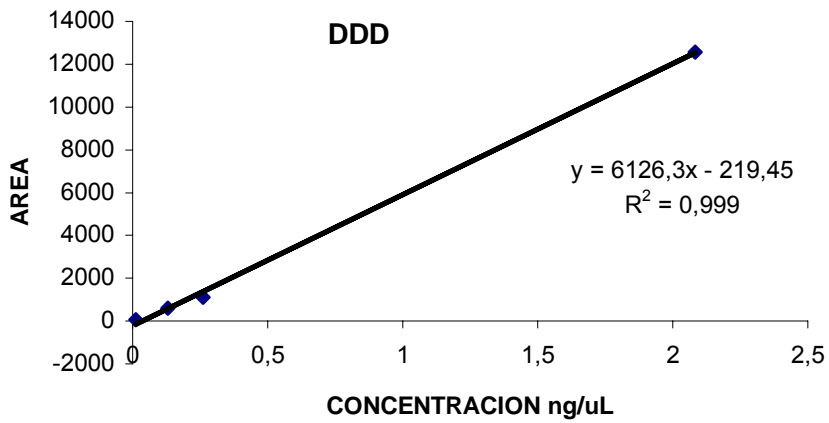
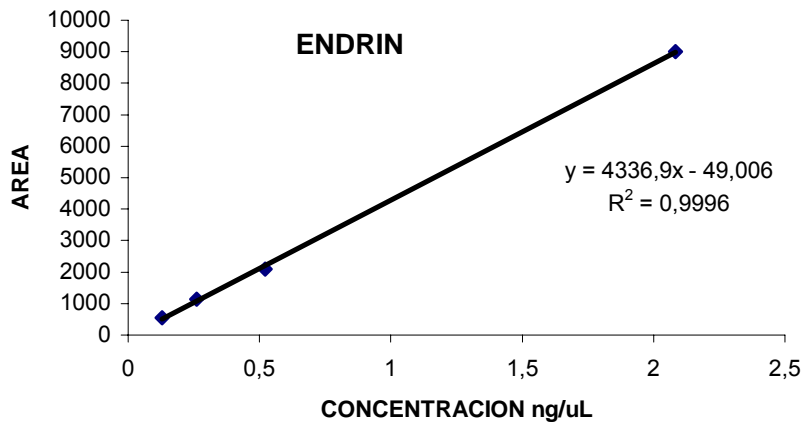


Fig. 15. Limites de cuantificación del endrín, DDE y DDT

Para la cuantificación de la linealidad de los 7 compuestos compuesto se partió de un estándar (Ultrascientific) con la presencia de BHC alfa, BHC beta, BHC gama, BHC delta heptacloro, époxido de heptacloro, aldrin, dieldrin, endrin, eldrin aldehido, dicloro difenil etano (DDE), DDD ó TDE, endosulfan sulfato y DDT. La concentración menor utilizada para cada compuesto corresponde al límite de cuantificación, el total de las concentraciones utilizadas se muestran en la Tabla 4.

Las concentraciones varían porque la respuesta del plaguicida en el cromatógrafo es diferente, además la preparación de las concentraciones y el modo de inyección son factores que también influyen en la realización de las curvas. La linealidad que se obtuvo de cada unos plaguicidas mencionados fue de 0.99 (coeficiente de correlación) o mayor a este valor ($r^2 = 1.0$).

Tabla 4. Concentraciones (ng/μl) de cada plaguicida utilizadas para las curvas de linealidad.

Compuesto	Concentración 1*	Concentración 2	Concentración 3	Concentración 4
Heptacloro	0,1	0,391	0,782	1,563
Heptacloro epóxido	0,065	0,13	0,521	1,041
DDE	0,1	0,391	0,782	3,125
Dieldrin	0,017	0.065	0,521	1,041
Endrin	0,13	0.261	0.521	2.083
DDD	0,013	0.13	0.261	2.083
DDT	0,391	0,782	1.563	6,25

*Límite de cuantificación

La linealidad de cada compuesto se muestra en la Fig. 14 y 15. Para corroborar los resultados se inyectó el estándar en el cromatógrafo con espectroscopia de masas (Fig. 16).

Los cromatogramas de donde se obtuvieron las áreas de cada concentración del plaguicida de interés se muestran en el anexo 32 y 33.

Es importante mencionar que para la realización de las curvas, la mezcla de pesticidas se mantuvo durante un intervalo de tiempo mayor en el cromatógrafo de gases, esto permite la mejor separación de los picos, lo cual es un factor esencial para la determinación de área y con ello la cantidad de pesticida presente en la muestra.

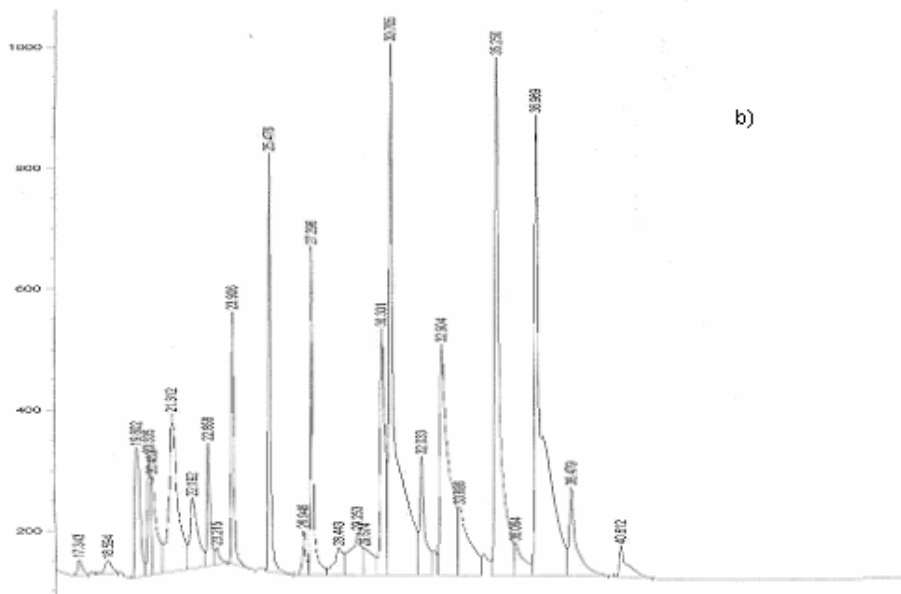
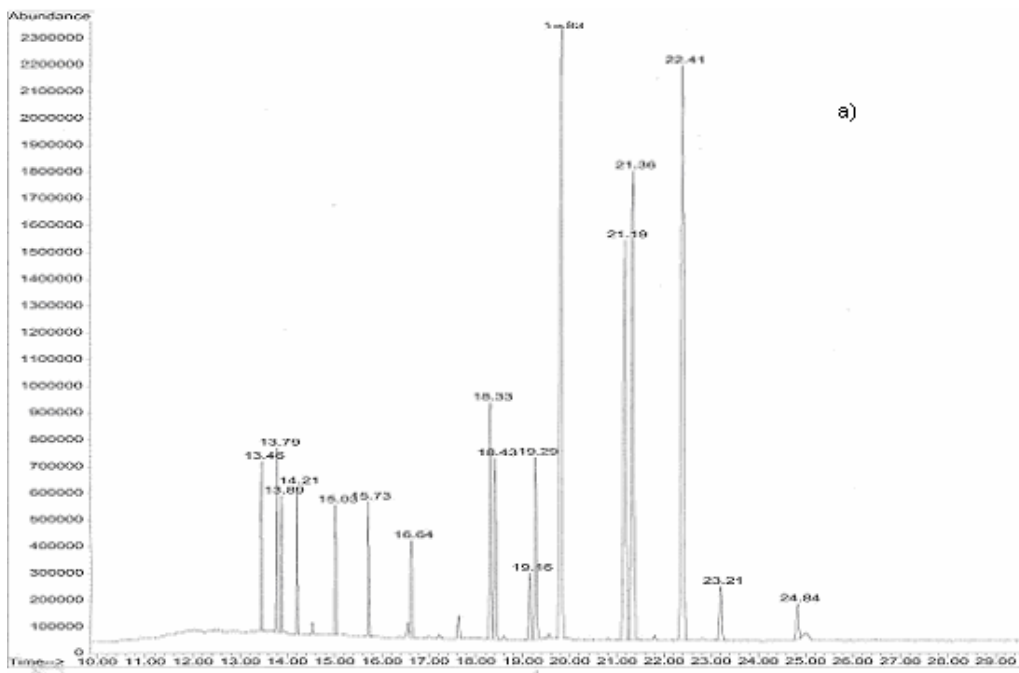


Fig. 16. Estándar de pesticidas, cromatógrafo con ECD (a) y cromatógrafo con espectroscopia de masas (b).

4.2.6.2. Análisis del agua potable

Se analizaron 12 pozos de agua potable en ambos periodos de muestreo. En el primer muestro los resultados en la mayoría de los cromatogramas no mostraron presencia de algún componente organoclorado de interés respecto a la Norma Mexicana NMX-AA-071-198, en el segundo muestreo tampoco, sin embargo se observó la presencia de compuestos orgánicos comúnmente llamados ftalatos. Su principal aplicación es como plastificantes y esta es la causa de su constante presencia en todas las aguas, el dimetil y el dietil ftalato se utilizan como repelentes de insectos (Elvira del Cid *et al.*, 1998). Estos compuestos pueden entrar al ambiente en aguas de desecho industrial, evaporarse desde lugares donde se han desechado, o por líquidos de lixiviación, en los cuales puede llegar hasta el suelo cuerpos de agua y agua subterránea, la materia orgánica influye en su movimiento hacia ellas (ATSDR, 1995). Es difícil suponer que el dioctil ftalato encontrado en la mayoría de las muestras del segundo periodo se deba a la aplicación de este contra insectos, puesto que se encontraron en concentraciones muy elevadas, incluso mas altas que el mismo solvente. Hay que considerar también que el compuesto es un componente principal de los plásticos, aunque estos no se utilizan en el proceso directamente, lo pudieron haber tomado por un mal manejo en el proceso.

La aparición de estos compuestos también se pudo haber debido a la metodología utilizada, Waliszewski y Szymczynsky (1990, tomado de Waliszewski *et al.*, 2004) afirman que durante la determinación cromatográfica de los plaguicidas organoclorados, algunos picos se

sobreponen a los de plaguicidas, conduciendo interpretaciones erróneas, ellos utilizaron el ácido sulfúrico concentrado en su proceso, pues afirman que el uso de este degrada a los ftalatos, de esta manera los elimina de los extractos y su interferencia durante la determinación. Algunos clorados son resistentes a la oxidación del ácido sulfúrico y algunos como el dieldrin, el endrin , el clordano y el metoxicloro no lo son.

En las figura se muestran ejemplos de cromatogramas los cuales corresponden a los pozos Notorillos y Palos Blancos (Fig. 17), en los cuales no se observo ningún componente en ambas fechas de muestreo, en la Fig. 18 se muestran los cromatogramas de los pozos que presentaron ftalatos.

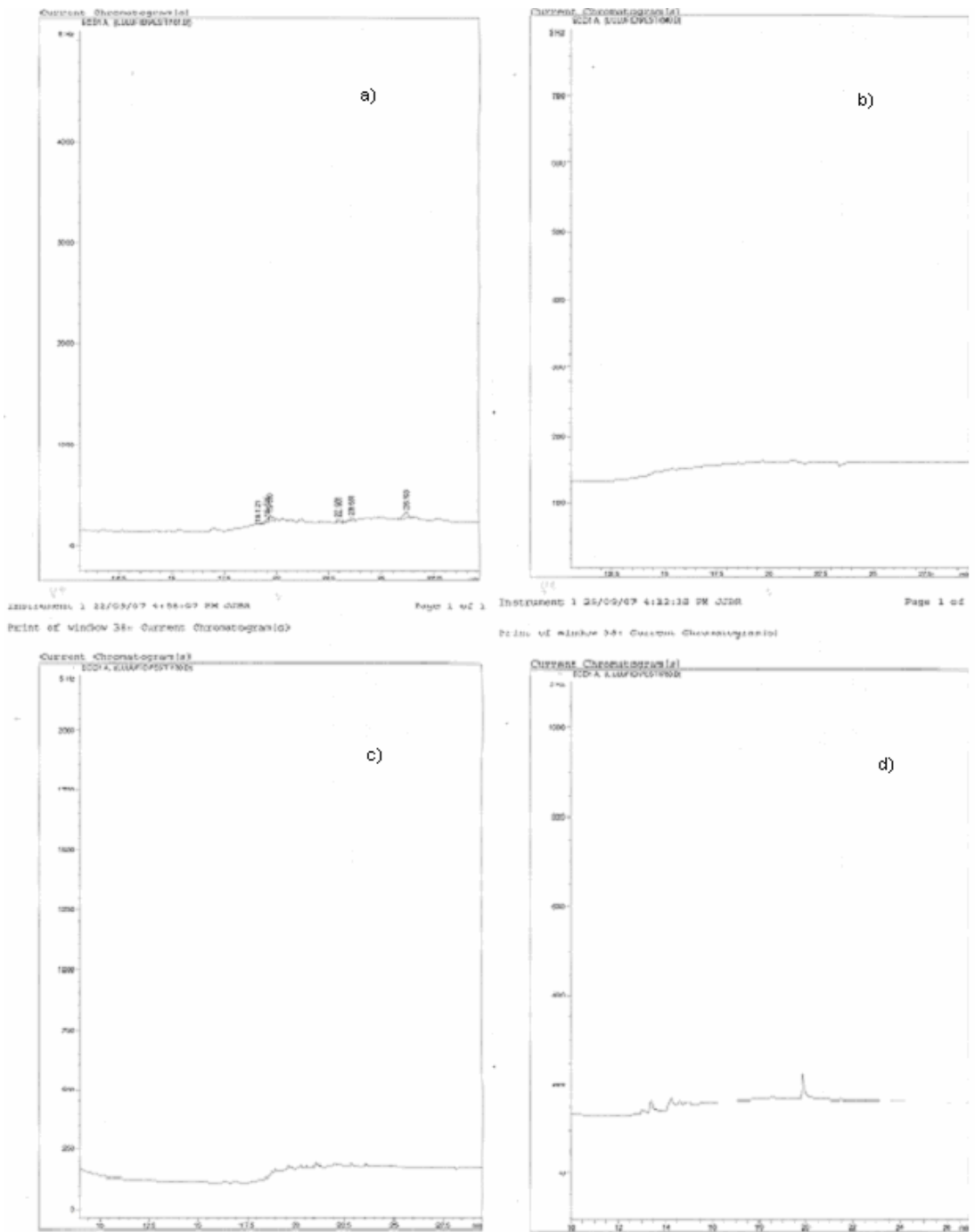


Fig. 17. Cromatogramas de pozo de agua potable Norotillos (a y b) y Palos Blancos (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007)

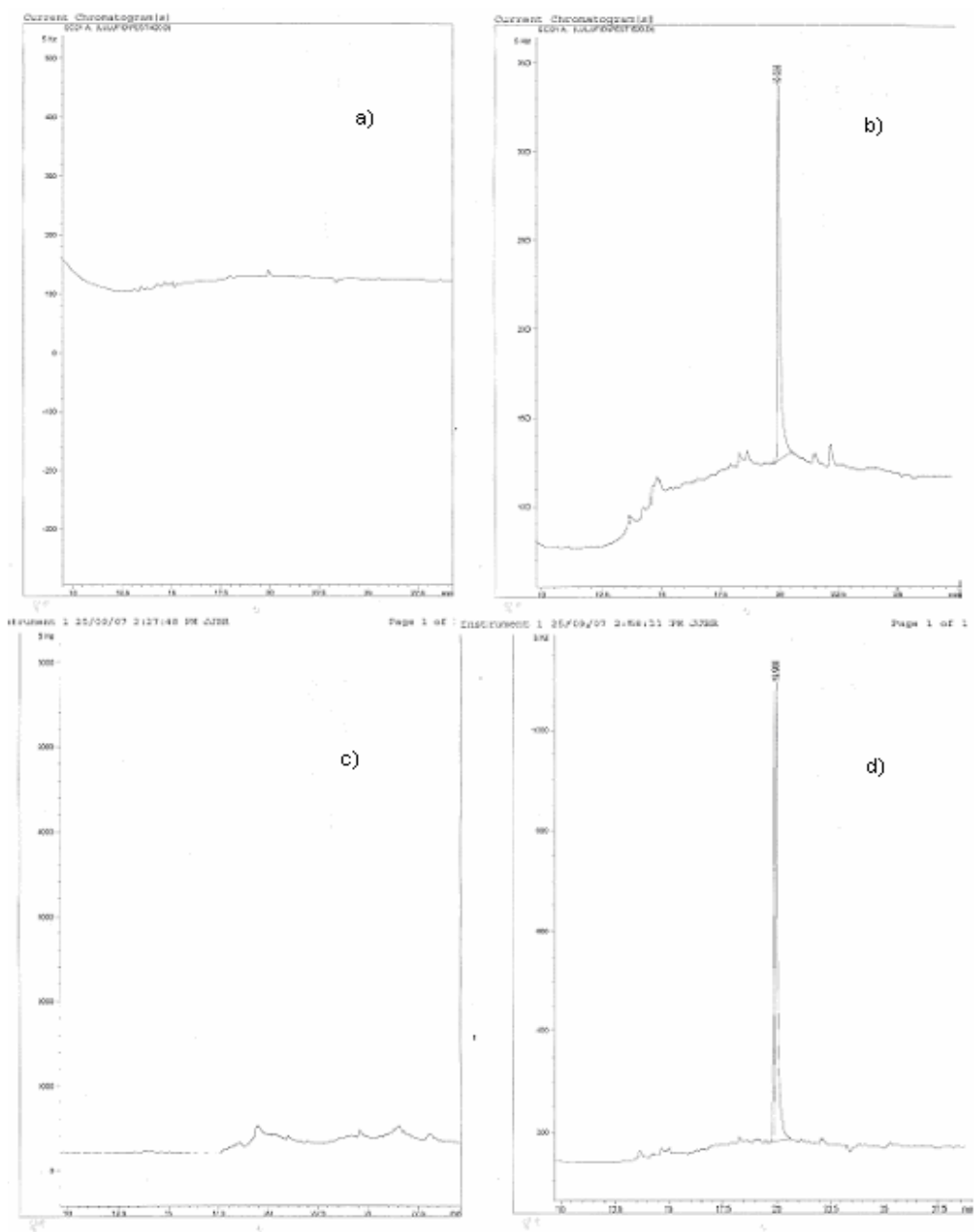


Fig. 18. Cromatogramas de pozo de agua potable Zopilote (a y b) y Quemazoles (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007)

Para corroborar la presencia de un compuesto ajeno a los plaguicidas clorados se inyectó la muestra en el cromatógrafo de gases con detector de espectroscopia de masas, la presencia de ftalatos y derivados de él se pueden apreciar en la Figura 19.

```
Library Searched : D:\DATABASE\WILEY275.L
Quality           : 91
ID                : 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester (CAS) $
                  $ Isooctyl phthalate $$ Hexaplas M/O $$ Diisooctyl pht
                  halate $$ Di-isooctyl ph
```

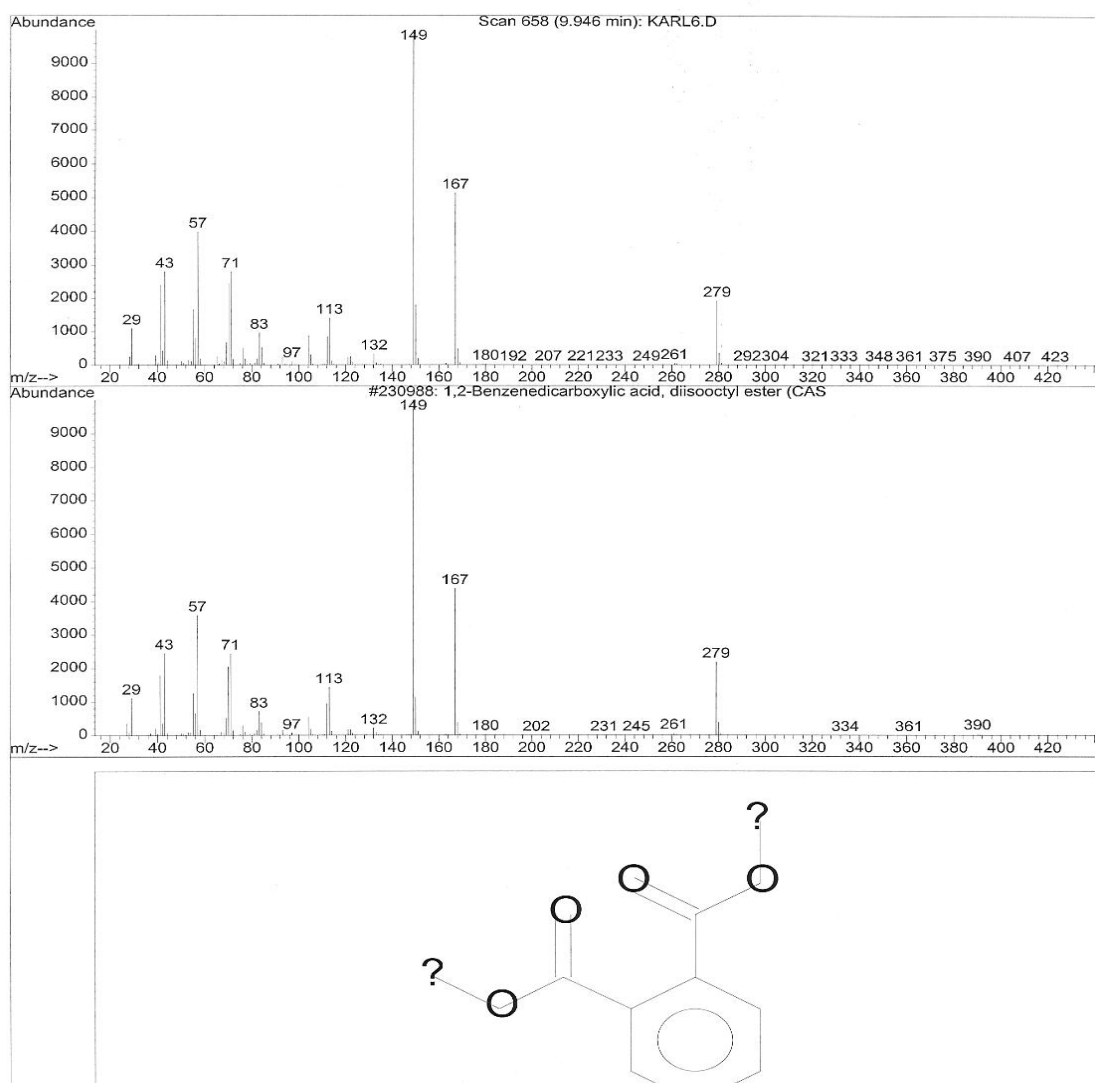


Fig. 19. Cromatograma de ftalato contenido en algunas muestras de agua potable.

4.2.6.3. Agua de uso agrícola

En el mes de noviembre (2006) se muestrearon 19 pozos agrícolas, en el mes de abril solamente 15, debido a que algunos de ellos ya no estaban en operación.

Los resultados de estos pozos fueron muy similares a los de agua potable, en el primer muestreo por lo general no se detecto ningún componente clorado ni ftalato, pero en el segundo si fue mas constante la aparición de picos ajenos a los de interés (Fig 20 y 21).

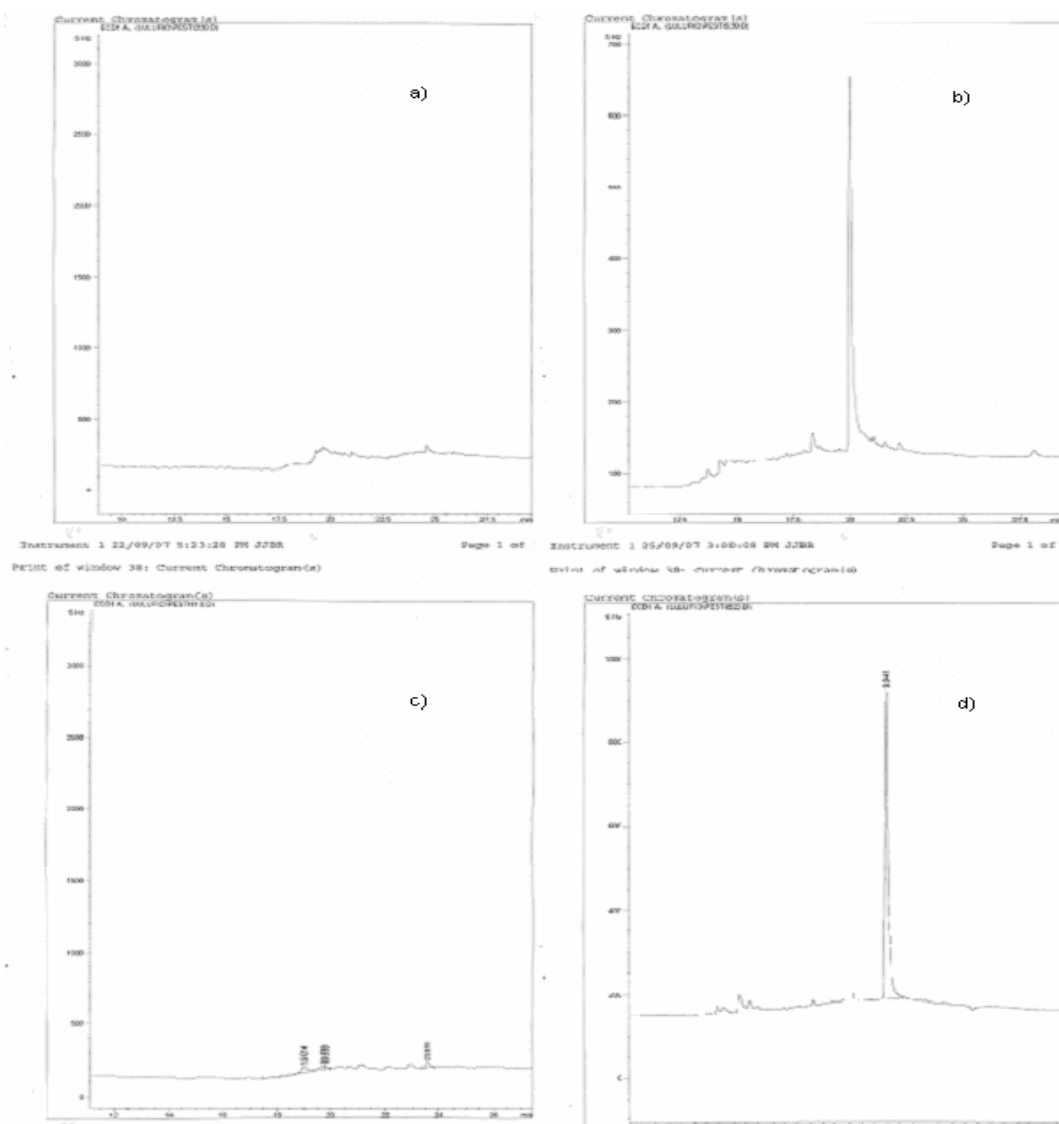


Fig. 20. Cromatogramas de pozos de agua potable del Pozo La Mora (a y b) y San Carlos (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007)

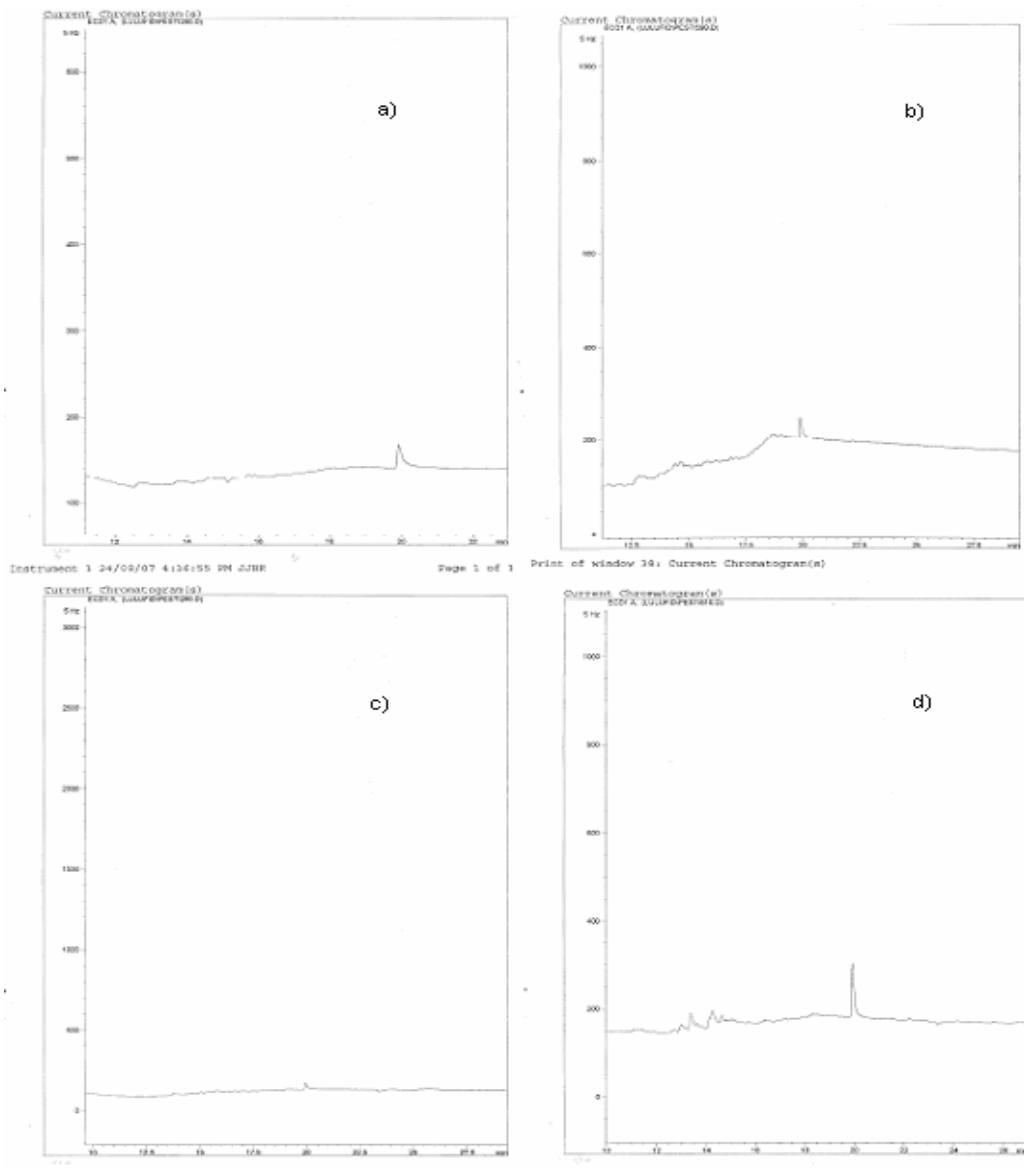


Fig. 21. Cromatogramas de pozos de agua potable del Pozo de abajo (a y b) y Ocoroni (c y d) durante los meses de noviembre (2006) y abril (2007)

A pesar de que el municipio de Guasave es una zona altamente agrícola en este análisis no se encontraron los compuestos de interés en el agua subterránea, por esta razón hay que destacar que existen factores que probablemente influyeron en estos resultados ya que cuando un plaguicida es liberado en el medio ambiente interacciona con los compuestos bióticos y abióticos de este, sufriendo transformaciones en su estructura, capaces de modificar sus características químicas y su acción biológica.

El municipio de Guasave se caracteriza como una zona calurosa y con elevadas temperaturas en el periodo de verano. La degradación de los plaguicidas puede ser favorecida por el proceso de fotólisis, es decir, mediante absorción directa de la luz solar por el compuesto o directamente por reaccionar con otras especies químicas que hayan sido activadas por la radiación además las altas temperaturas favorecen la actividad bacteriana, aumentando con ello la inactivación de plaguicidas. También es necesario considerar las características del propio acuífero, como la profundidad del agua subterránea, ya que a mayor profundidad mas tiempo tardara el plaguicida en llegar a ella, la conductividad influye porque entre menor sea este valor será menor la velocidad del flujo de agua (Moreno y Navarrete, 1992).

Mientras se aplica el plaguicida se produce deriva del producto por el viento, la agricultura a gran escala como lo es en el área de estudio, esta basada en el uso de aspersiones realizadas por vía aérea, lo cual incrementa el efecto de deriva. El plaguicida también suele ser retenido por el follaje y pueden ser lavados hacia el suelo por la lluvia y en consecuencia son transportados las aguas superficiales, el deposito de los compuestos en

las plantas también influirá en que se lleve a cabo la degradación fotoquímica (Stoorvogel, 2003).

Otra característica importante en el medio ambiente de un plaguicida es su solubilidad en agua, ya que aquellos muy solubles en agua son fácilmente transportados en el lugar de la aplicación por una lluvia o por el riego, hasta los cuerpos de agua, entre mas baja solubilidad tenga el producto mayor afinidad tendrá en el suelo (Bustamante, 2007). Una de las características de los plaguicidas organoclorados es que estos poseen baja solubilidad en agua y alta en lípidos, por lo tanto, el compuesto tiende a adherirse a las partículas del suelo y especialmente en el tejido graso de los organismos.

V. CONCLUSIONES

En el Municipio de Sinaloa se aplican más de 30 ingredientes activos, de los cuales la mayoría son organofosforados.

El agua subterránea del municipio de Guasave no contiene ningún compuesto organoclorado que pudiera afectar la salud humana de quienes la utilizan o consumen, sin embargo, no se descarta el contenido de otro tipo de compuestos tóxicos.

La ausencia de compuestos clorados se debe principalmente a que no se utilizan estos compuestos en el área de estudio, además de las características del agua, del suelo y las condiciones ambientales a las que está expuesto el plaguicida, una vez que es aplicado.

La presencia de ftalatos en las muestras no implica que el agua esté contaminada de ellos, este compuesto se incorporó en el procesamiento de las muestras.

VI. RECOMENDACIONES

Es indispensable que este tipo de estudios se sigan llevando a cabo, sobre todo en aquellas regiones donde el consumo de plaguicidas es excesivo.

Adoptar metodos que no sean costosos pero si eficientes, ya que este factor es una limitante en este tipo de investigaciones.

En el Municipio de Guasave es necesario que se lleve a cabo un trabajo en el cual se determinen plaguicidas organofosforados, que es el mas aplicado en esta zona, tambien un estudio de compuestos organoclorados en el suelo o en tejidos de seres vivos e incluso en vegetales.

Implementar un sistema de recolección de envases y transferir estos a lugares destinados para su confinamiento, de esta manera se evita que estos contenedores esten a la intemperie o sean arrojados cuerpos de agua

Recurrir a otro tipo de técnicas para la lucha contra las plagas y las malas hierbas, por ejemplo, el control biológico.

VII. LITERATURA CITADA

- Albert L. 2005. Panorama de los Plaguicidas. 7º Congreso de Actualización en Toxicología Clínica. Servicios de Salud de Nayarit y Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios. Tepic Nayarit.
- Albert L. y Rendon J. 1988. Contaminación por compuestos organoclorados en algunos alimentos procedentes de una región de México. Revista Salud Pública. 22(6).
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1995. Dietil ftalato. Resumen de Salud Pública.
- Álvarez Comunas, I. 2004. Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- Amparan-Salido R. 2005. Los plaguicidas y su determinación analítica en animales. Revista de toxicología en línea.
- Anónimo. Panorámica del agua en el Noroeste de México. Vínculo y límite de las actividades humanas.
- Arias Salguero. 2002. Evaluación del recurso hídrico en Jaco, Costa Rica. Seminario taller de protección de acuíferos frente a la contaminación: caracterización y evaluación. Habana, Cuba.
- Badii M., Garza V. y Landeros J. 2006. Efectos de los plaguicidas en la fauna silvestre. CULCyT. 3 14:15.
- Barra R., Maffioli G., Notarianni V., Mazzuchelli P. y Vighi M. 1999. Patrones de contaminación por herbicidas en aguas superficiales en una cuenca agrícola. Ecotoxicology and Environmental Restoration. 2(2).
- Bedmar F., Costa J. Jiménez D. 2002. Persistencia y transporte de los herbicidas atrazina, metolaclo, metsulfuron de los suelos de la

provincia de Buenos Aires. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Balcarce, Buenos Aires.

Bergel S. N. 2004. Estimaron del destino ambiental de los pesticidas empleados en sistemas agroforestales de la Cuenca del Estero Peupeu en la comuna del Lautaro, IX región. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias.

Brissio P. 2005. Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquen donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Salud y Ambiente.

Bustamante Perez G. 2007. Los plaguicidas y su impacto en el medio ambiente. Trabajo escrito via cursos de educación continua. Universidad Autonoma de México. Facultad de Química. México D. F.

Campos Díaz M. 2000. Problemática actual de la contaminación de las aguas continentales. La responsabilidad civil por daños al ambiente. El caso del agua en México. Serie doctrina jurídica 25.

Candela Lledó. 1998. La contaminación de las aguas subterráneas por las actividades agrarias en España: visión desde la investigación. Jornadas sobre la contaminación de las aguas subterráneas: un problema pendiente. Valencia España.

CEVIA. Centro Virtual de Información del Agua. 2007. Contaminación del agua por plaguicidas.

Chávez G. 2006. Plaguicidas organoclorados en productos pesqueros de la laguna el Yucateco, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura.

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química.
México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. 2007. Estadísticas del agua en México.

Crespo Hernández M. 2006. Intoxicación infantil por plaguicidas químicos.
Tesina. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de
Estudios Superiores Zaragoza.

Cruz Hernández, A. 2003. Estrategias para el manejo de envases de
plaguicidas en el valle de Culiacán. Tesis de Maestría. Universidad
Autónoma Chapingo.

Díaz Arredondo M. 1998. Distribución de plaguicidas organoclorados y
anélidos poliquetos en los sedimentos superficiales de la bahía de
Santa Maria, Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Centro de
Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
Ensenada, Baja California México.

Doreste A. y Serra M. 2006. Nutrición basada en la evidencia. Nutrición y
salud publica. Editorial Elsevier. España.

Elvira del Cid., Alonso García., Martínez Etayo. 1998. Estudio de
microcontaminantes en las aguas subterráneas. Jornadas sobre la
contaminación de las aguas subterráneas: un problema pendiente.
Valencia, España.

Enciclopedia de los municipios de México.

http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

Escobar G., Jover de la Prida, Macedo M., Barrientos B. y Barrueta L. 2005.
Caracterización de suelos contaminados con plaguicidas

- organoclorados, para su biorremediación. Laboratorio de Investigación en Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico de Toluca.
- Estévez H., Cruz San Julián y Agustín V. 1997. Contaminación difusa en un acuífero detrítico debida al uso de fertilizantes y plaguicidas (Depresión de Baza Granada). *Hidrología* 13:76-86.
- FAO. 2003. Código Internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 40 p.
- Ferrer A. 2003. Intoxicación por Plaguicidas. *ANALES* 26:1.
- Foster S., Ventura M. e Hirata R. 2002. Contaminación de las aguas subterráneas: Un enfoque de la situación en América Latina y el Caribe en relación con el suministro de agua potable.
- García Cambero, J. 2002. Estado actual de la contaminación por metales pesados y pesticidas organoclorados en el Parque Natural de Monfragüe. Tesis de Doctorado. Universidad de Extremadura. Facultad de Veterinaria. Cáceres.
- García, C. M. 1997. Evaluación de la contaminación de plaguicidas organoclorados en La Comarca Lagunera. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México.
- García C. M. y Piña C. 2003. Evaluación de la contaminación del agua subterránea del valle de Ciudad Juárez, Durango. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Suelos. Torreón Coahuila, México.

- Garrido T., Costa C., Fraile, J., Orejudo E., Niñerola J. M., Ginebreda A., Olivella L., y Figueras M. 1998. Análisis de la presencia de plaguicidas en diversos acuíferos de Cataluña. Barcelona, España.
- Gómez Arrollo S. 2007. Aumentan casos de leucemia por uso de plaguicidas: especialista. Universidad Nacional Autónoma de México. La Jornada. México DF.
- Guerrero J. 2003. Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana*. 21 (3): 198-209.
- Hernández Rojas M. 1998. Determinación de trazas de plaguicidas organofosforados (metidation) en agua potable. Universidad Autónoma de México. Facultad de Química. Mexico, D.F.
- INE. Instituto Nacional de Ecología. 2007. Panorámica del agua en el Noroeste de México. Vínculo y límite de las actividades humanas
- Izquierdo P., Allara M., Torres G., García A. y Piñero M. 2004. Residuos de plaguicidas organoclorados en formulas infantiles. Universidad de Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo Venezuela.
- Lagger J., Mata H., Pechin G., Larrea A., Otrosky R., Cesan R., Caimier A. y Meglia G. 2000. La importancia de la calidad del agua en la producción lechera. *Veterinaria Argentina*. 17 (165): 346-354.
- Lancelotti P. 2007. La cromatografía y su aplicación en alimentos. *La alimentación Latinoamericana*. 270 36-39.
- Loewy R. M. 2000. Plaguicidas en aguas subterráneas del Alto Valle de Río Negro y Neuquen. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Comahue. Facultad de Ingeniería.

- Loewy R. M. 2006. Cromatografía aplicada a la determinación de residuos de plaguicidas en manzana. Actas de las VII Jornadas de Enseñanza Universitaria Química. Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería. Neuquén Argentina.
- López Pineda R. 2004. Adsorción, disipación y movimiento de simazina en el suelo arenoso de un viñedo del valle de Casablanca, Chile. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago Chile.
- Malato Rodríguez S., Blanco Gálvez J., Estrada Gasca E. y Bandala E. 2001. Degradación de plaguicidas. Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). La Plata, Argentina.
- Marmolejo Rodríguez A. 1999. Determinación de plaguicidas organoclorados en Camarón blanco adulto (*Penaeus vannamei*) cultivado en laboratorio. Tesis de Maestría. Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Marinas. Manzanillo Colima, México.
- Martínez Castillo L., Ruepert R. y Coto Q. 2001. Vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por plaguicidas en Costa Rica. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Martínez Palomino C., Herrera Rivera I. y Vega Dantes M. 2001. Determinación de temperatura y conductividad eléctrica. Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la zona conurbada de la desembocadura del río Panuco en el estado de Tamaulipas.
- Martínez Vidal J., González-Rodríguez M., Belmonte Vega A., Garrido Frenich A. 2004. Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas

ambientales de la provincia de Almería. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.

Miller G. T. 1994. Ecología y Medio Ambiente. Grupo Editorial Iberoamericana. , Mexico

Morales P. A. 2007. Alcances y limitaciones de la cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta eficiencia en los análisis forenses. Pagina criminalística de México.

Moreno Merino y Navarrete Martínez. 1992. Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Instituto Geológico y Minero de España.

Moya S., Nadim N. y Murillo D. 200. Plaguicidas. Ciencia tecnología y medio ambiente. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Tucuman.

Muñoz Piña C. y Ávila F. Los efectos de un impuesto ambiental a los plaguicidas en México. Gaceta Ecológica. 74.

Norzagaray-Campos, M., F. Ochoa-Loza, J. H. Reyes-Valdez, C. Vargas-Ramírez, M. Hernández-Real, M. Ladrón de Guevara, S. Bojorques-Alcántar, P. Gil-Sandoval, C. Gutiérrez-Rubio, R. Sanz-Ramos, J. Herrera-Barrientos, M. Verduzco-Heredia y L. Capurro-Filigrasso. 2001. Una contribución al conocimiento del régimen hidrológico subterráneo y calidad del agua en acuíferos del Norte de Sinaloa. Informe de proyecto. CIIDIR-IPN. Guasave, Sin., México. 116 p.

Norzagaray C., Díaz C., Monroy C. Palafox A., Herrera B., Muñoz S. y Ladrón de Guevara. 2004. Variaciones magnéticas para determinar los límites de la interfase salobre en las costas del Valle de Guasave, Sinaloa. XIV Congreso

- Pérez Rodríguez. 1992. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en aguas residuales de carcamos del municipio de Torreón Coahuila. Trabajo de observación y estudio. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Pesticida Action Network. 1998. Residuos de plaguicidas en alimentos. Reseñas sobre el manejo de plagas No 8.
- Pitarch Arquimbau E. 2001. Desarrollo de la metodología analítica para la determinación de plaguicidas organofosforados y organoclorados en muestras biológicas humanas. Tesis Doctoral. Universitat Jaume I de Catellon.
- Olea N. y Fernández M. 2001. Plaguicidas persistentes. Congreso de Implementación del convenio de contaminantes orgánicos persistentes. Madrid, España.
- Osuna-Flores; M.C. Riva. 2004. Plaguicidas organofosforados en camarones, sedimento y agua superficial de la Bahía de Ohuira, Topolobampo, Sinaloa, México. AFINIDAD 61 (513): 387-392.
- Salazar Arredondo E. 2006. Evaluación de la calidad espermática y el daño al ADN en espermatozoides humanos expuestos a compuestos organofosforados. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala. Estado de México.
- Sánchez A. 2007. Agroquímicos, un veneno gradual en aplicaciones desmedidas. El debate. Guamúchil Sinaloa.

- SENAVE. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal. 2007. Uso y manejo seguro de plaguicidas en Paraguay. Introducción a los plaguicidas.
- Stoorvogel J., Jaramillo R., Merino R. y Kosten S. 2003. Plaguicidas en el medio ambiente. Los plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Edición Abya-Yala. Carchi, Ecuador.
- Swanson H.A., y Baldwin, H.L. 1965. A Primer on Water Quality. de Encuesta Geológica de los Estados Unidos.
- Torriginio A. Agroquímicos y salud. 1999. Departamento de Toxicología de la Municipalidad de Pergamino. Área Municipal de Epidemiología.
- Uresti M., Punin C., Ramírez de León J. 2004. Compuestos orgánicos persistentes (COPs) en la cadena alimentaria. Memorias del congreso internacional de seguridad alimentaria 2004. Reynosa, Tamaulipas, México.
- Valcarce O. Y Rodríguez M. 2004. Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en los acuíferos cubanos. Seminario-Taller. Protección de acuíferos frente a la contaminación: protección de la calidad del agua.
- Vallejo A. 2003. Efecto de los plaguicidas en el suelo. Ministerio del ambiente y los recursos naturales. Congreso de plaguicidas: costos y beneficios. Managua, Nicaragua.
- Vallejo Rendón D., Baqueiro C. y García M. 2006. Plaguicidas organoclorados en sedimentos de la laguna de San Andrés, Tamaulipas. Segundo Taller Symposium sobre ecosistemas costeros

del Golfo de México y Mar Caribe: hacia la integración de grupos de investigación Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México.

Verduzco Heredia M. 2003. Estudio de la calidad de aguas subterráneas y su vulnerabilidad a la contaminación del área de Tamazula, Guasave Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional. Guasave, Sinaloa, México.

Villalobos Flores C. 1990. Niveles de plaguicidas organoclorados presentes en sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Mazatlán Sinaloa, México.

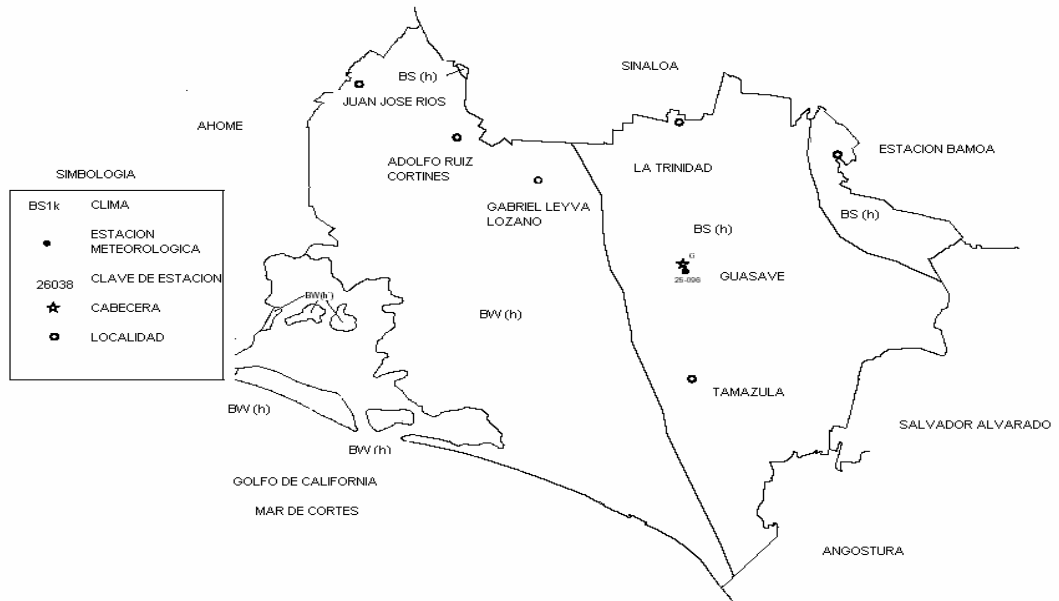
Waliszewski S., Gómez A. Carvajal O., Villalobos P. e Infazon R. 2004. Uso del ácido sulfúrico en las determinaciones de plaguicidas organoclorados. Rev. Int. Contaminación Ambiental. 20(4) 182-192.

Zaballos J. 2006. El agua en el suelo 4: textura del suelo y propiedades hídricas.

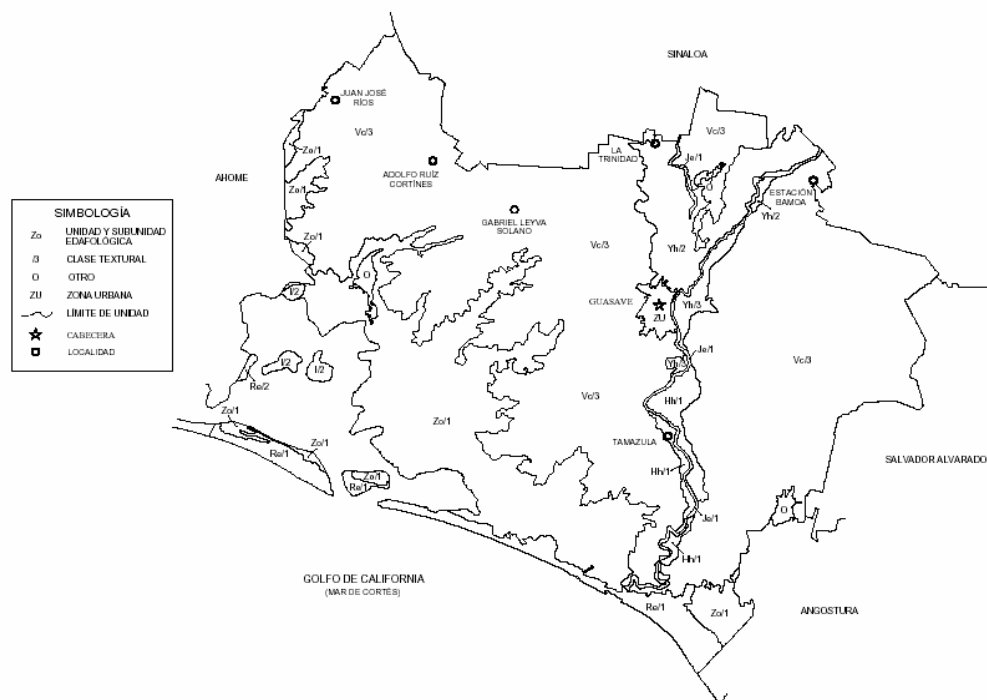
Zamora F. 1987. Determinación de plaguicidas organoclorados cromatografía gas-líquido en los sedimentos de la laguna Huizache-Caimanero, Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Mazatlán Sinaloa, México.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de climas del municipio de Guasave, Sinaloa

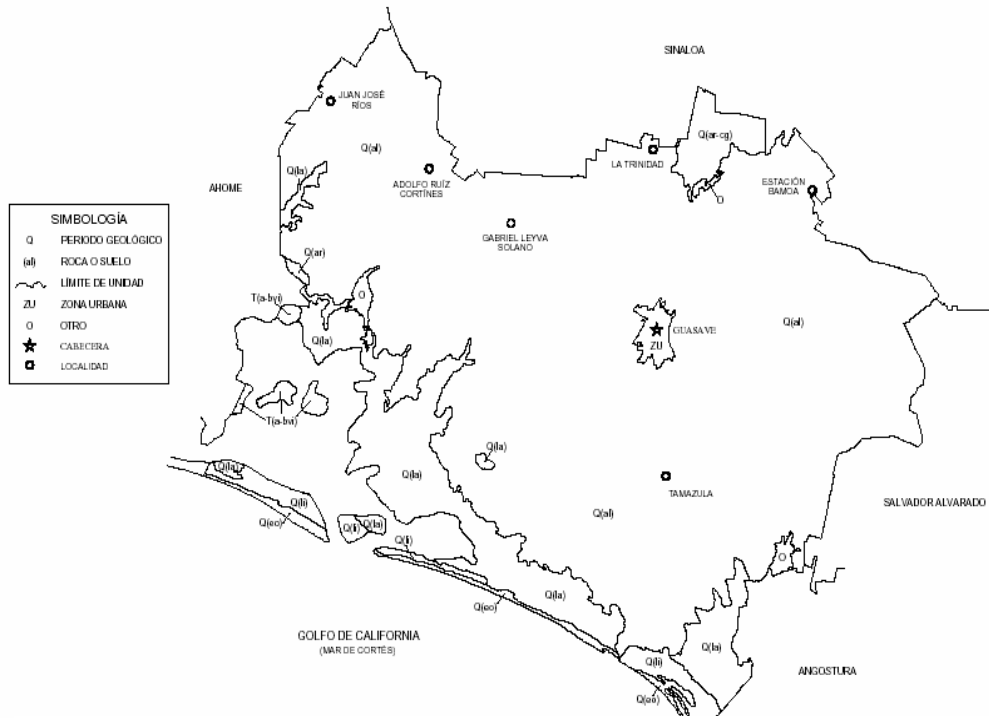


Anexo 2. Mapa de suelos del municipio de Guasave, Sinaloa



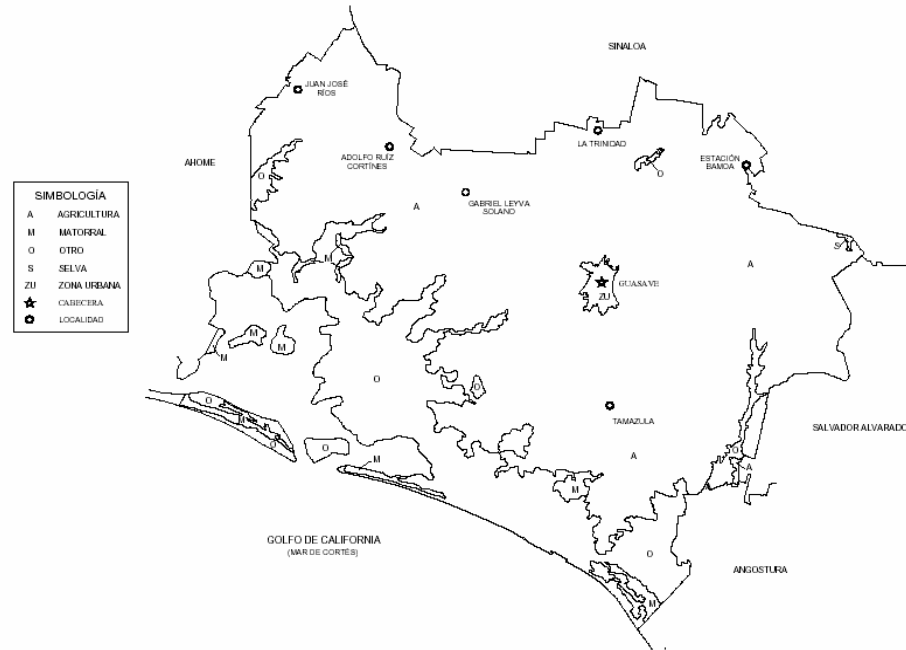
(CNA, 2007)

Anexo 3. Mapa geológico del municipio de Guasave, Sinaloa



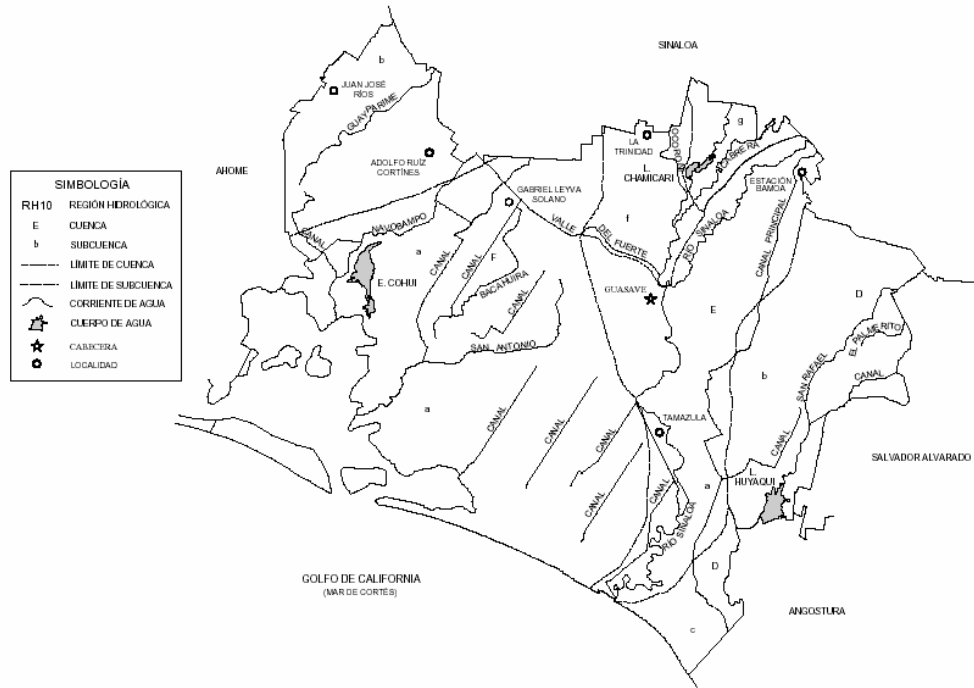
Anexo 4. Mapa de vegetación y agricultura del municipio de Guasave Sinaloa

(C)



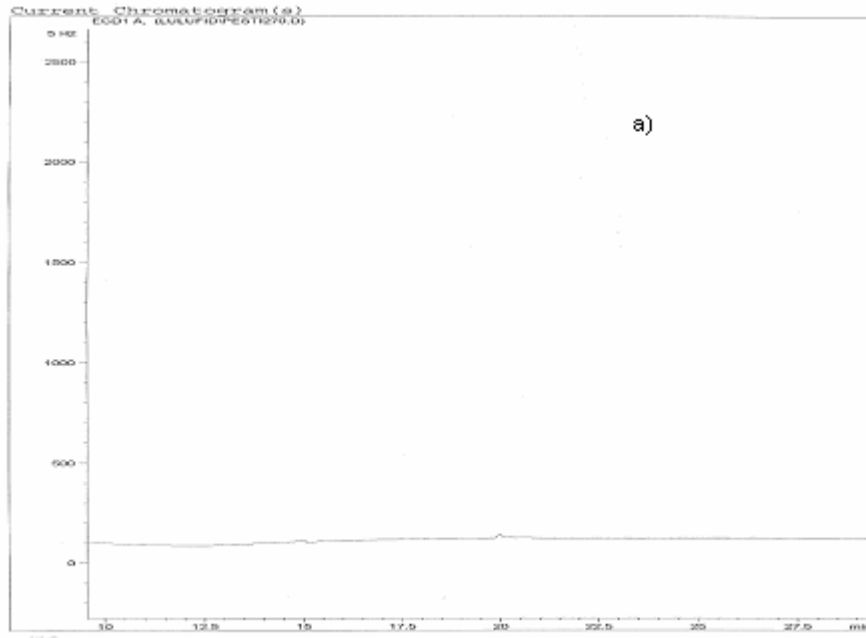
(CNA 2007)

Anexo 5. Mapa hidrológico del municipio de Guasave Sinaloa



(CNA, 2007)

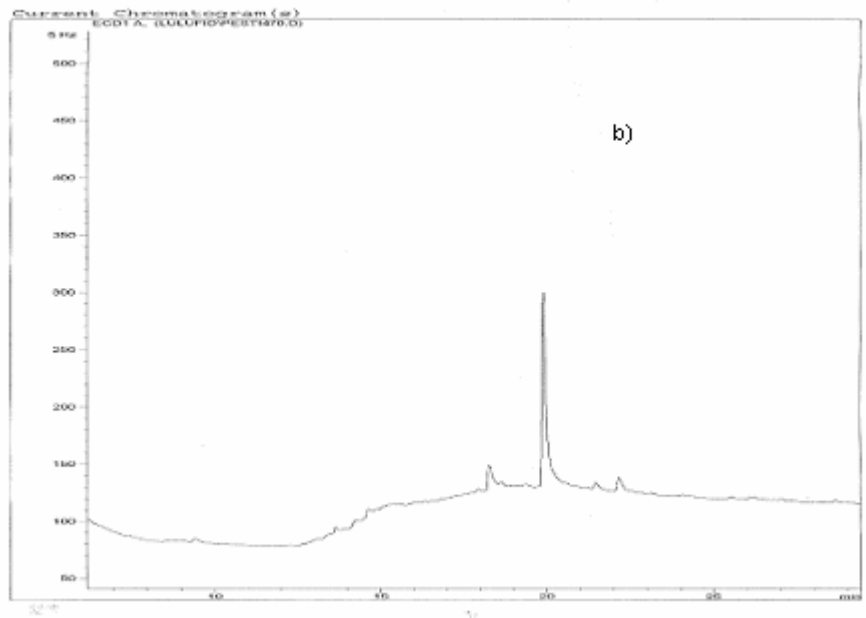
Anexo 6. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Buenavista, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Instrument 1 22/09/07 5:27:21 PM JJBR

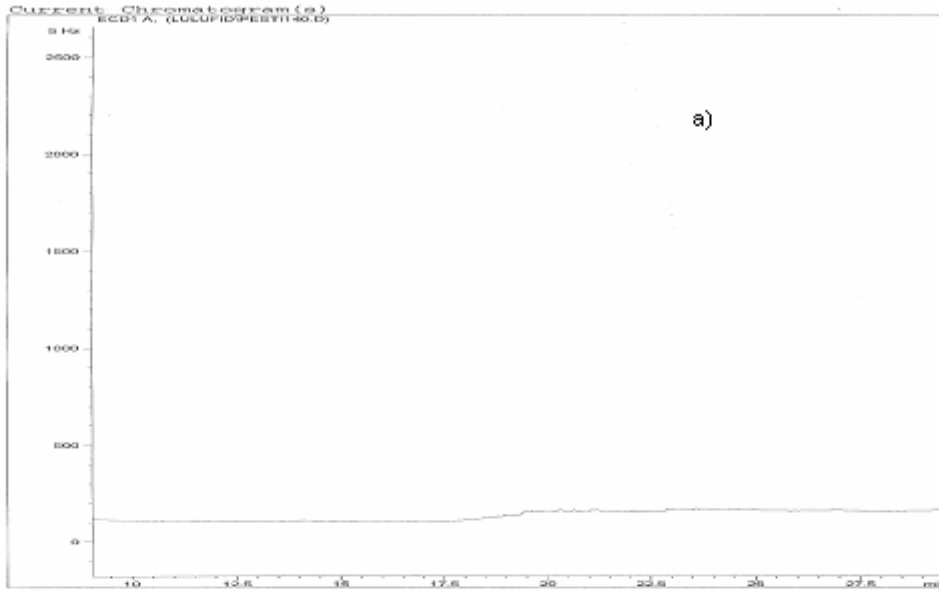
Page 1 of 1

Print of window 38: Current Chromatogram(s)

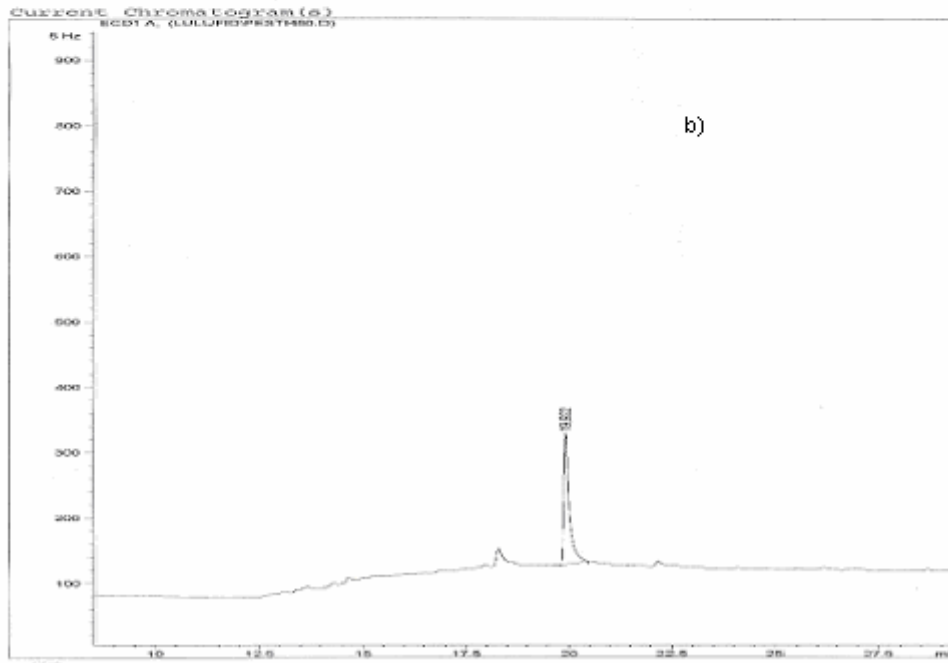


Anexo 7. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Burrion, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

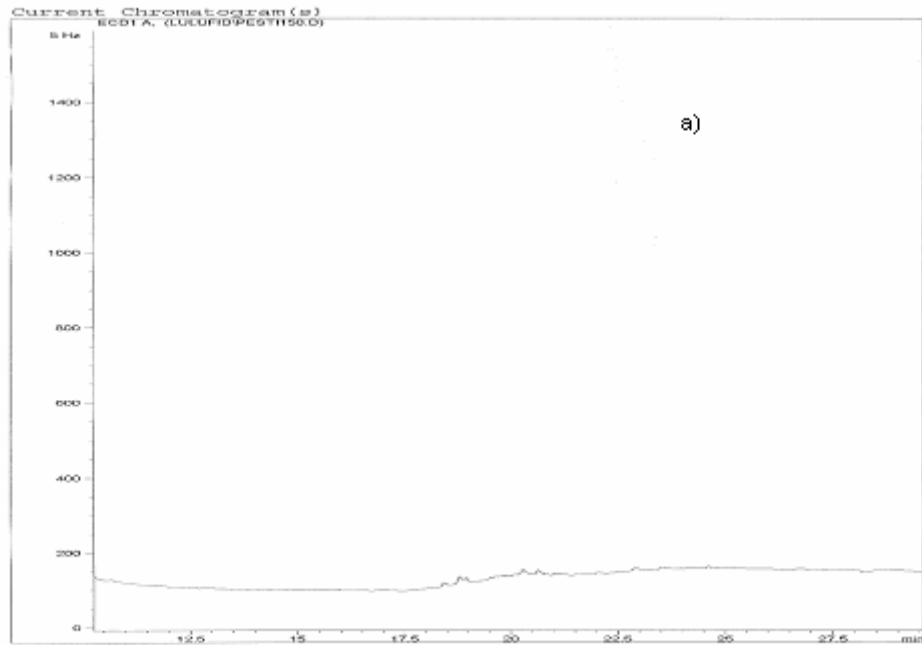
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Print of window 38: Current Chromatogram(s)



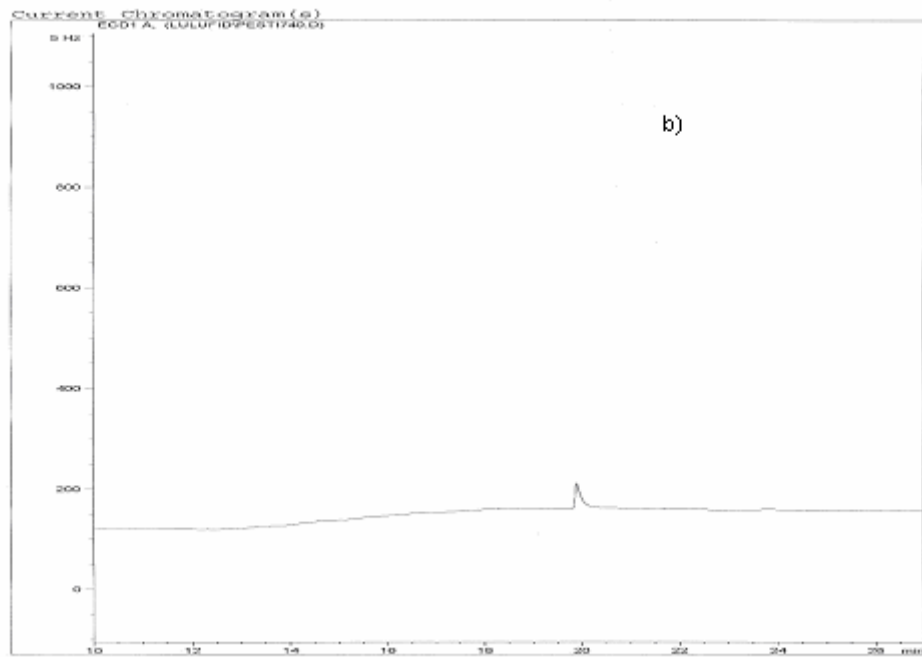
Anexo 8. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Guasave, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Instrument 1 22/09/07 5:08:07 PM JJBR

Page 1 of :

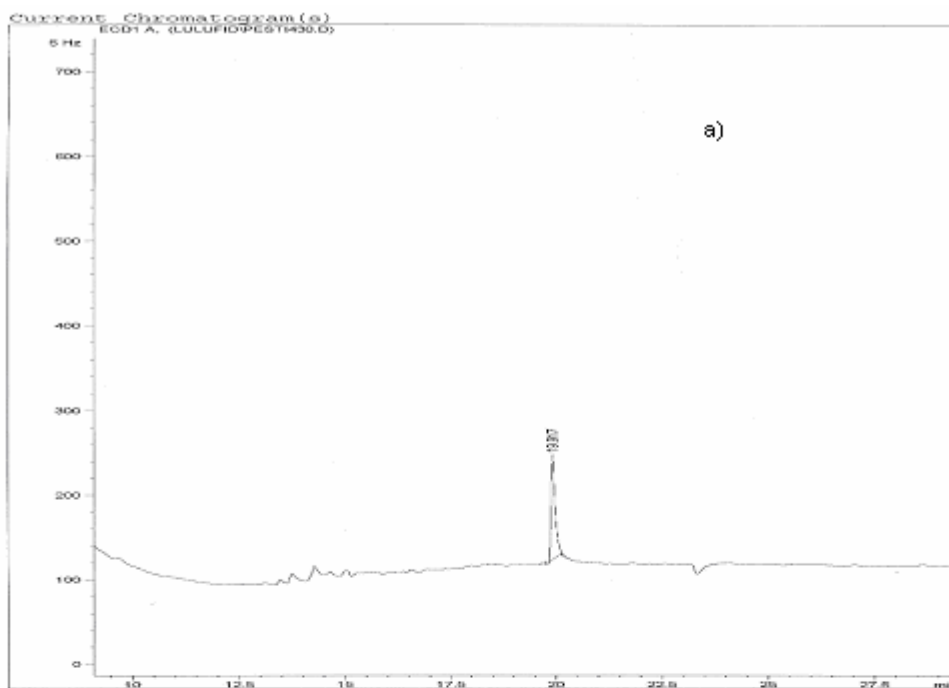
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Instrument 1 26/09/07 4:05:01 PM JJBR

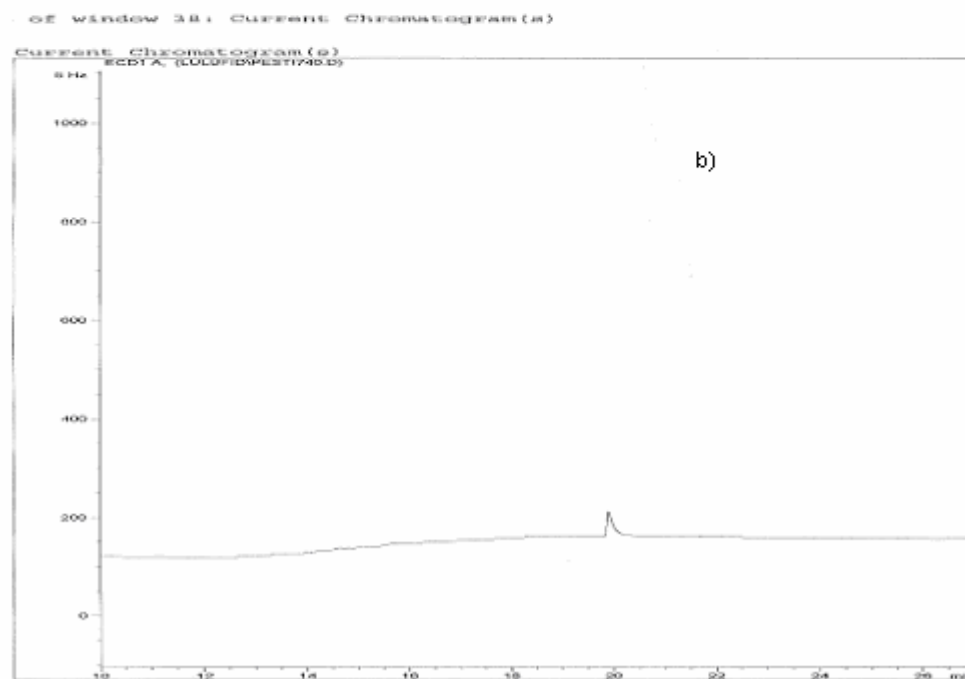
Page 1 of :

Anexo 9. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Guasavito, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Document 1 25/09/07 2:31:19 PM JJRR

Page 1 of 1

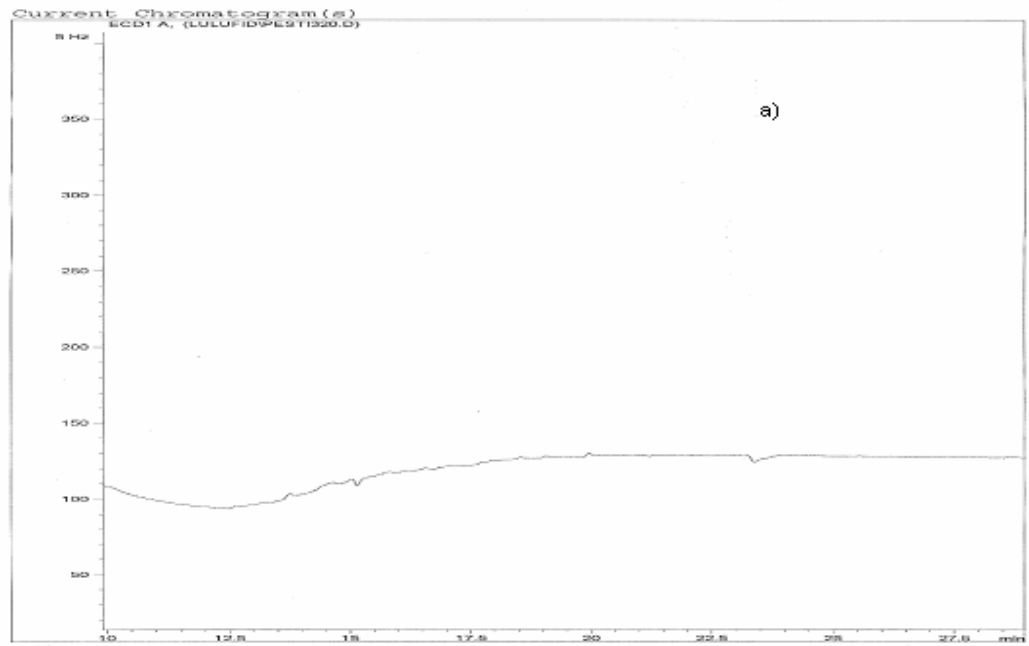


Document 1 25/09/07 4:05:01 PM JJRR

Page 1 of 1

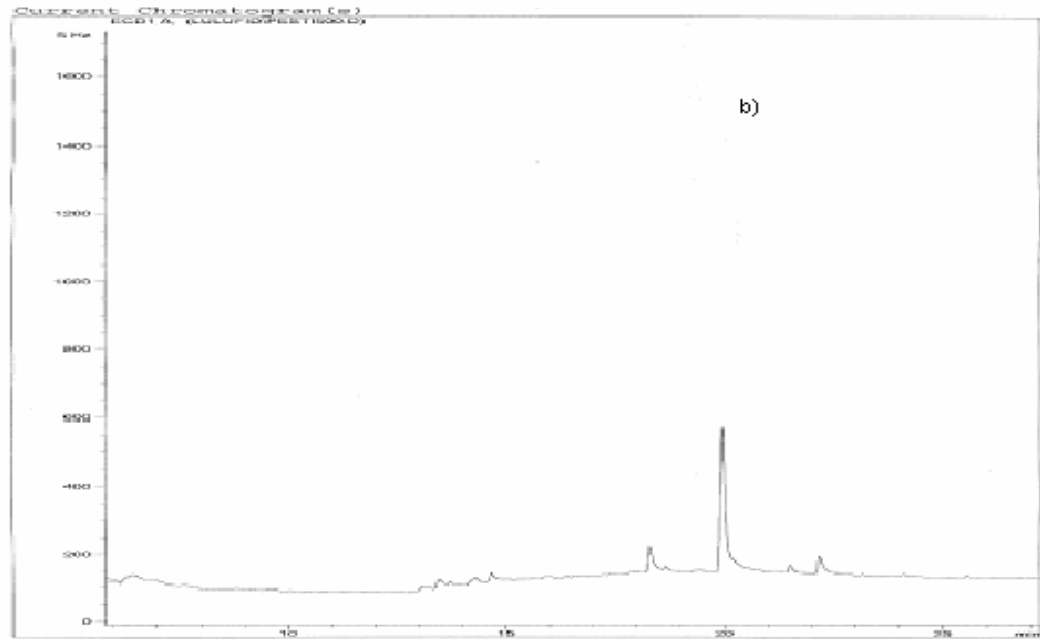
Anexo 10. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo La Entrada, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Instrument 1 24/09/07 4:19:18 PM JJBR

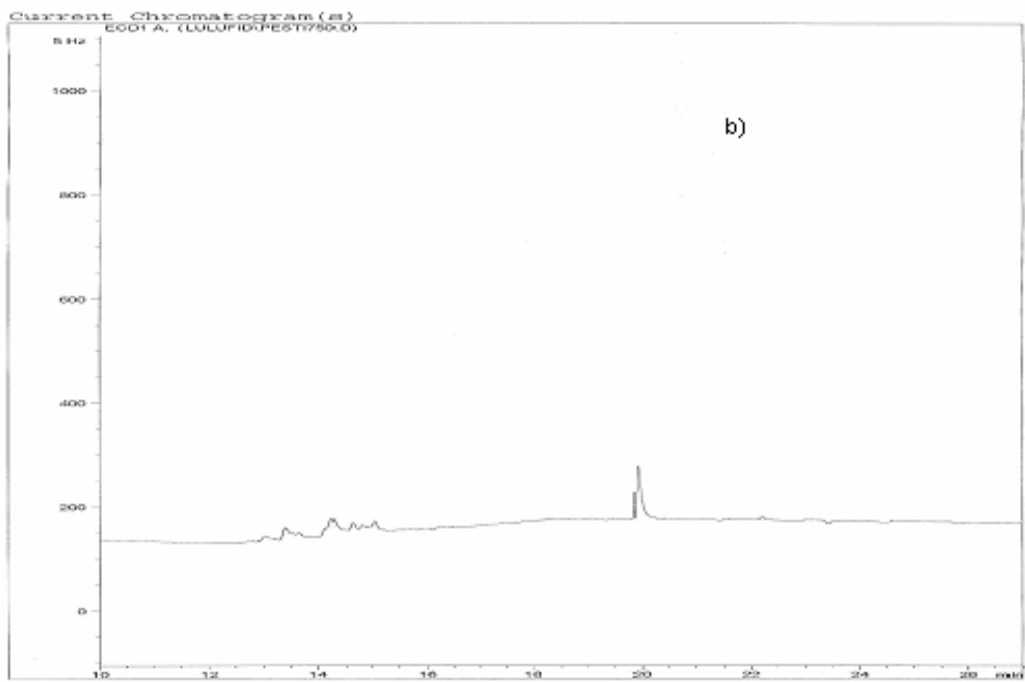
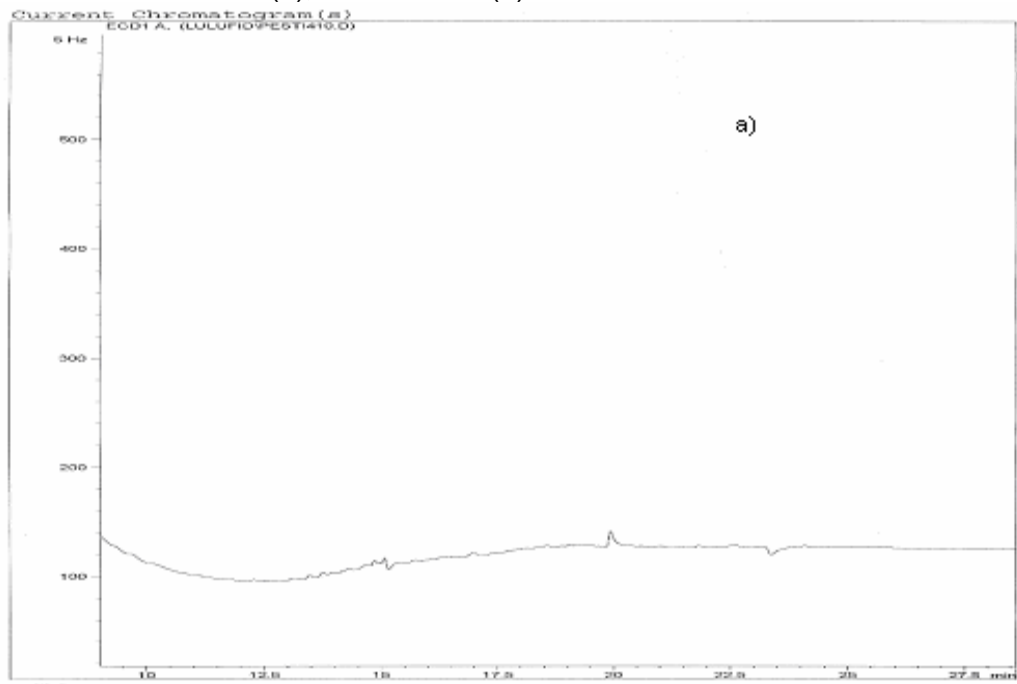
Page 1 of 1



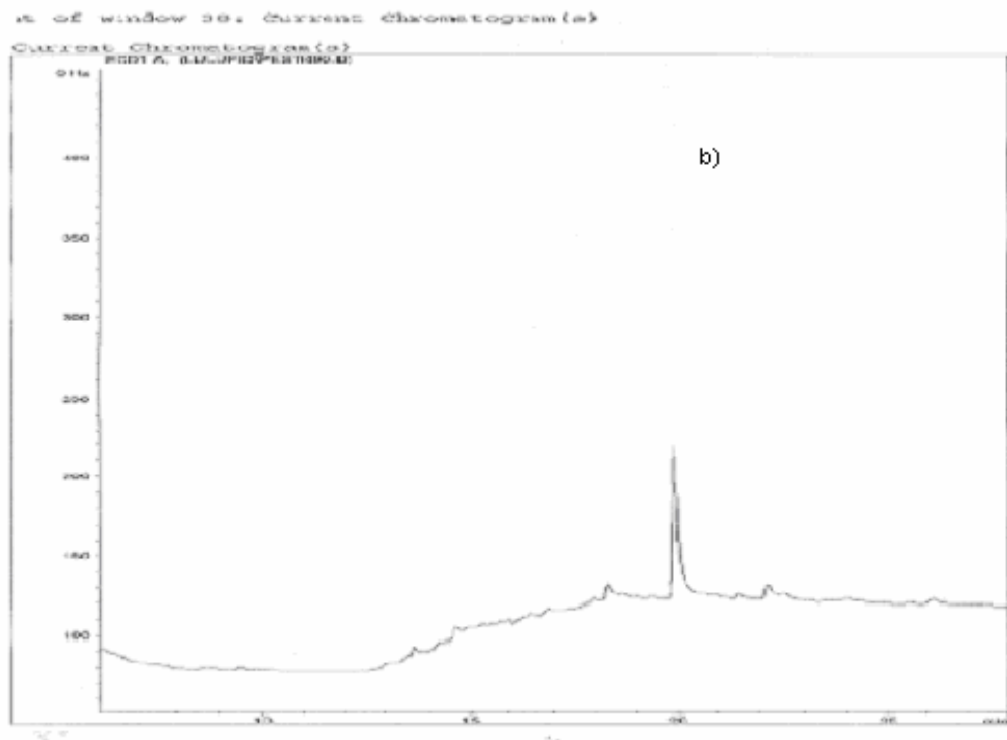
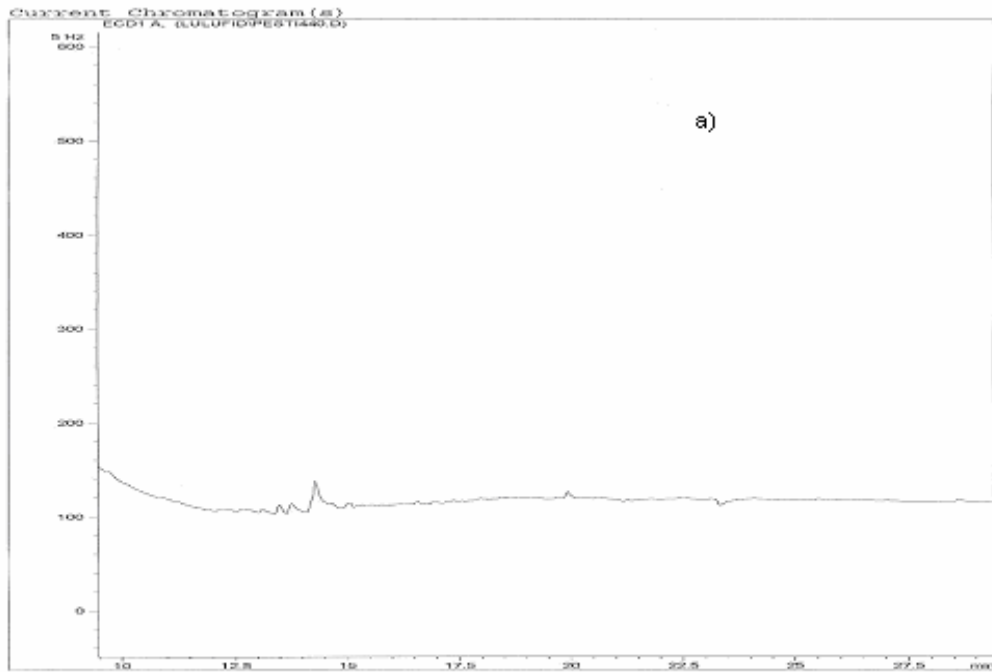
Instrument 1 25/09/07 2:55:02 PM JJBR

Page 1 of 1

Anexo 11. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Palmarito, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

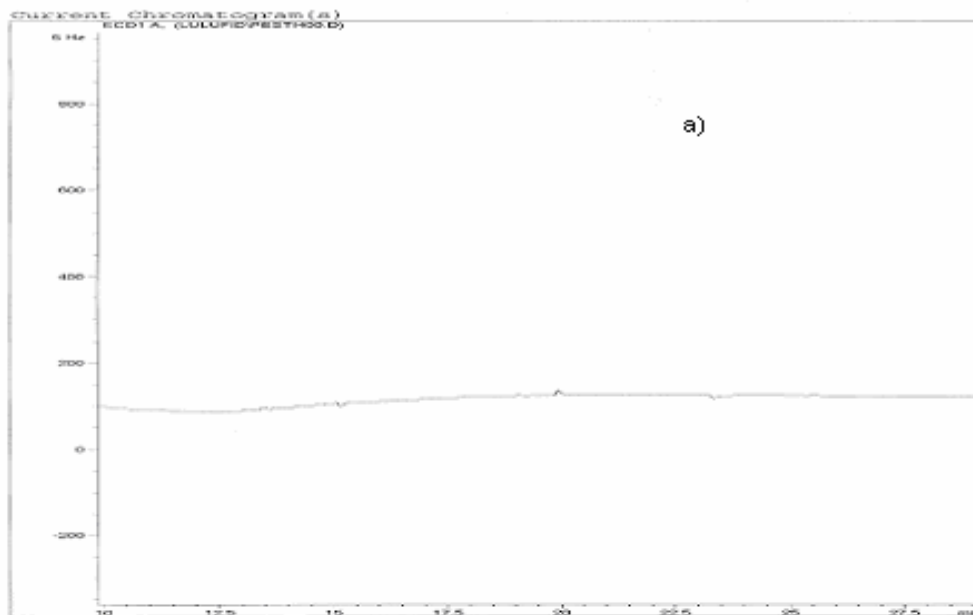


Anexo 12. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo El Toruro, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Anexo 13. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Tamazula, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

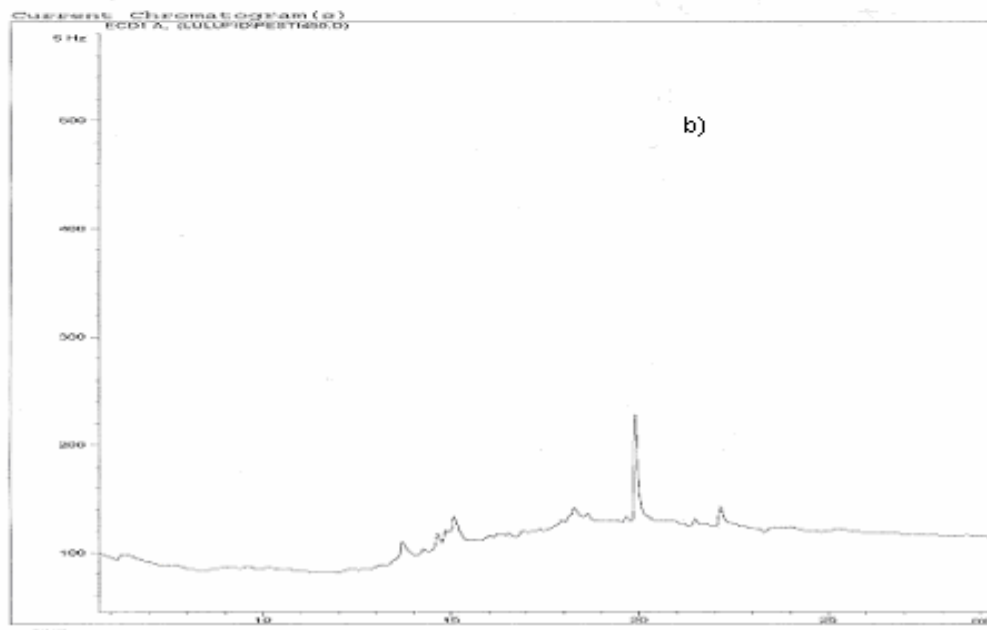
Print of window 38: Current Chromatogram(a)



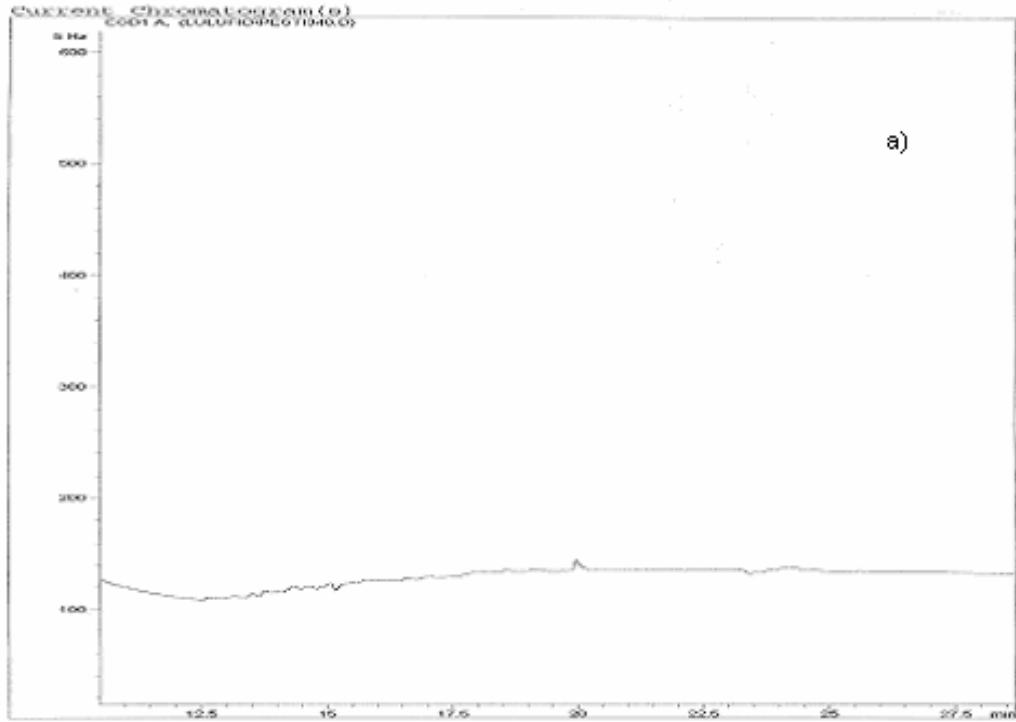
Instrument 1 24/09/07 4:33:36 PM JJBR

Page 1 of 1

Print of window 38: Current Chromatogram(a)

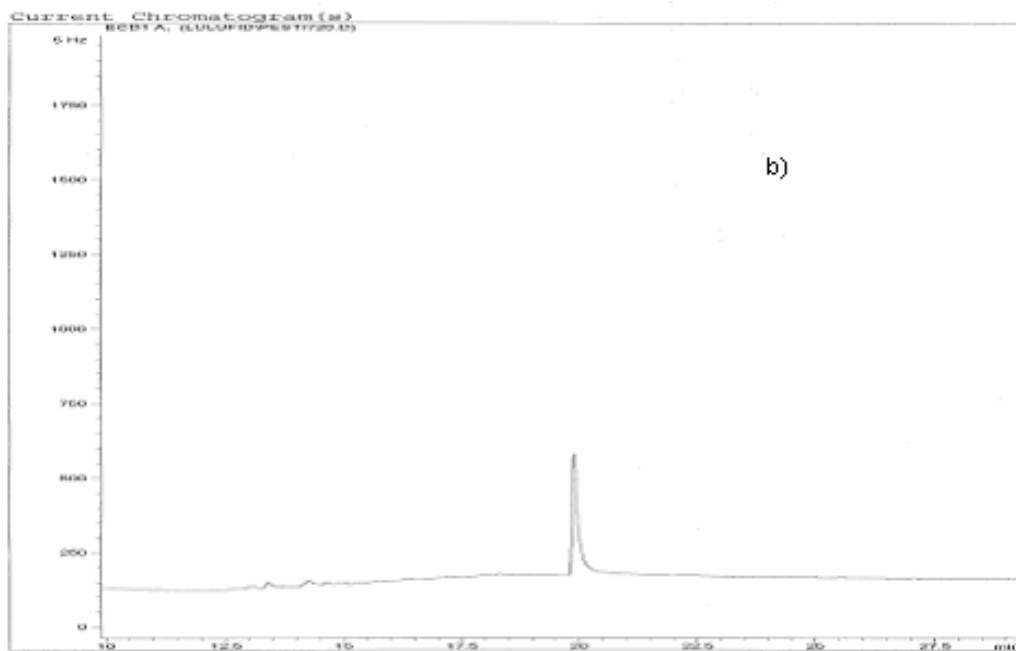


Anexo 14. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Agrícola # 28, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



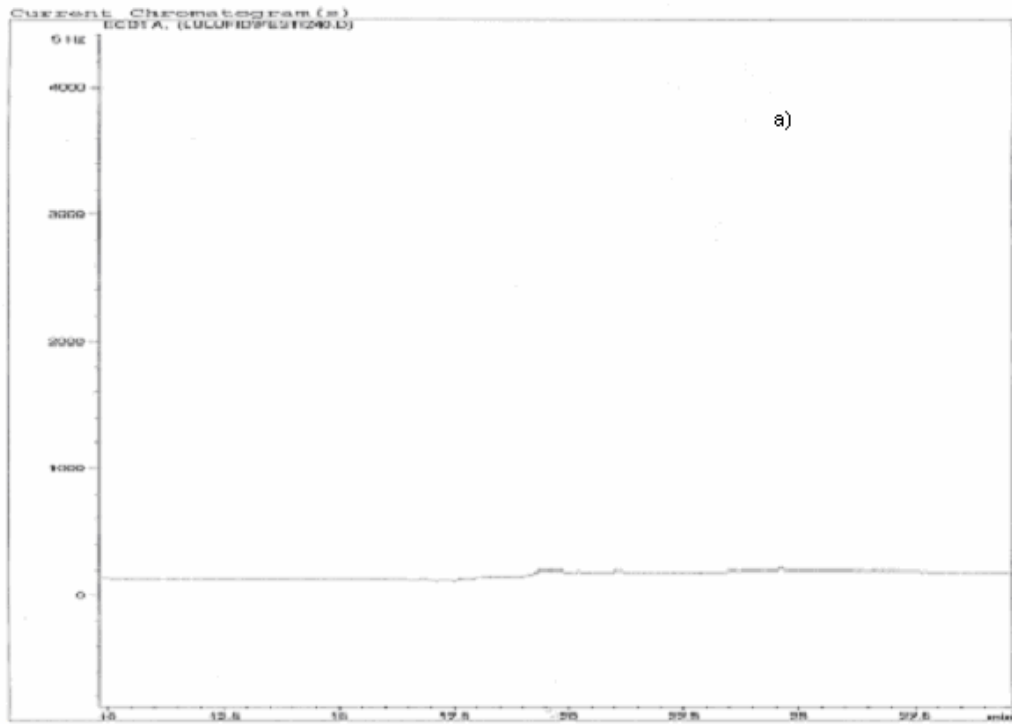
Instrument 1 24/09/07 4:21:42 PM JJRR

Page 1 of 1



Anexo 15. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Adán, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

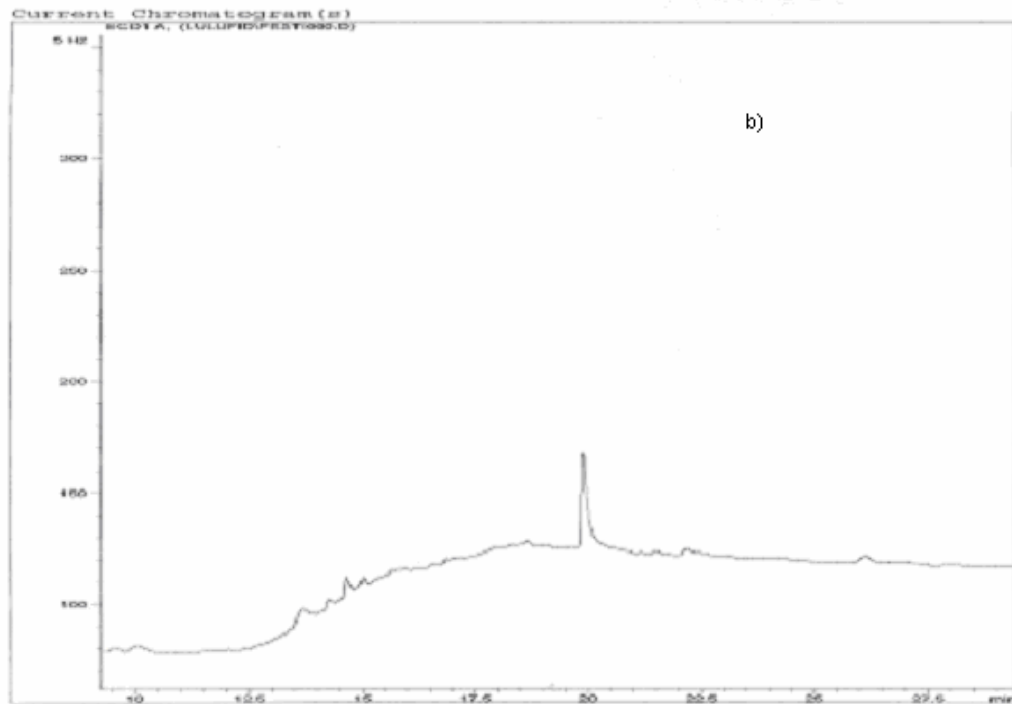
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Instrument 1 22/09/07 5:24:33 PM JJBR

Page 1 of 1

Print of window 38: Current Chromatogram(s)

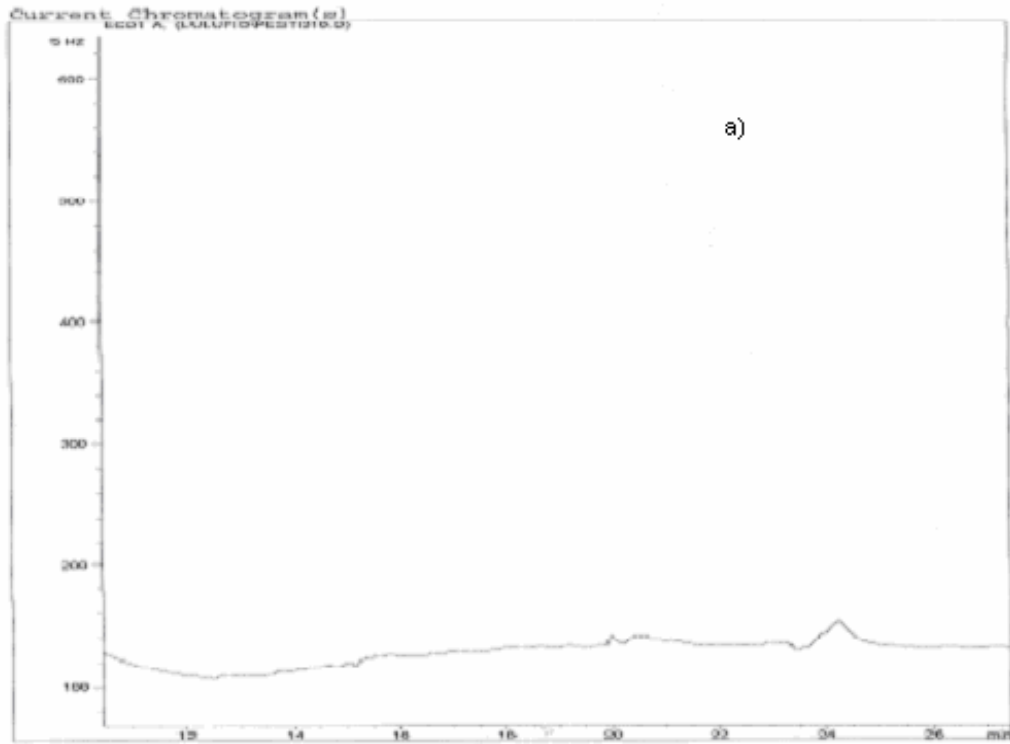


Instrument 1 25/09/07 3:07:47 PM JJBR

Page 1 of 1

Anexo 16. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Bianco, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

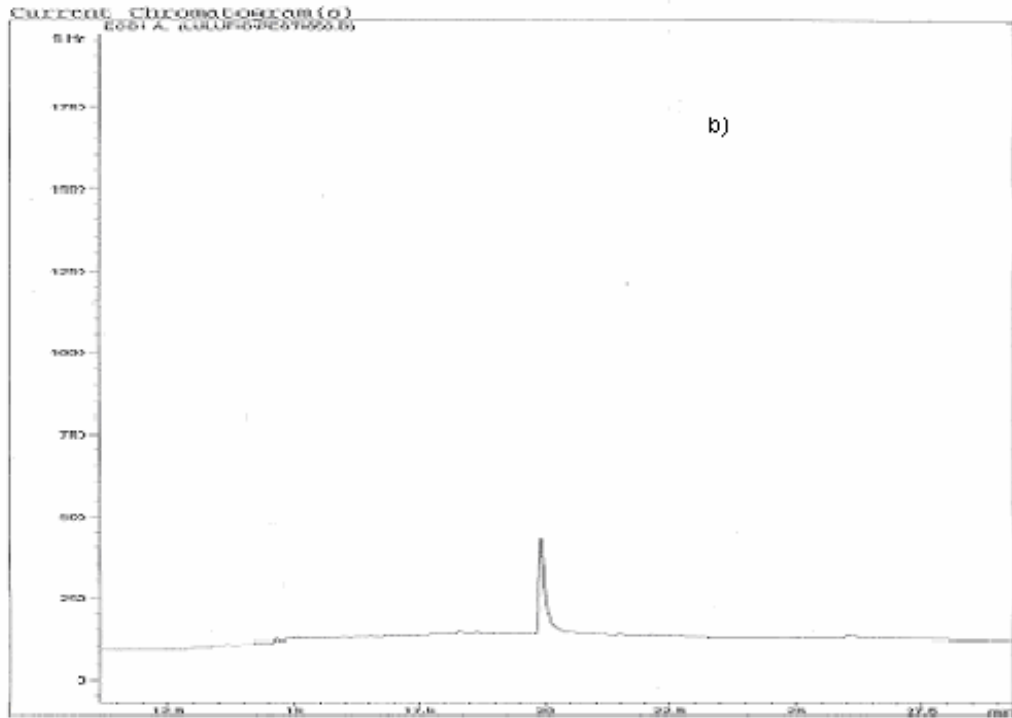
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Instrument 1 24/09/07 4:17:55 PM JJBH

Page 1 of 1

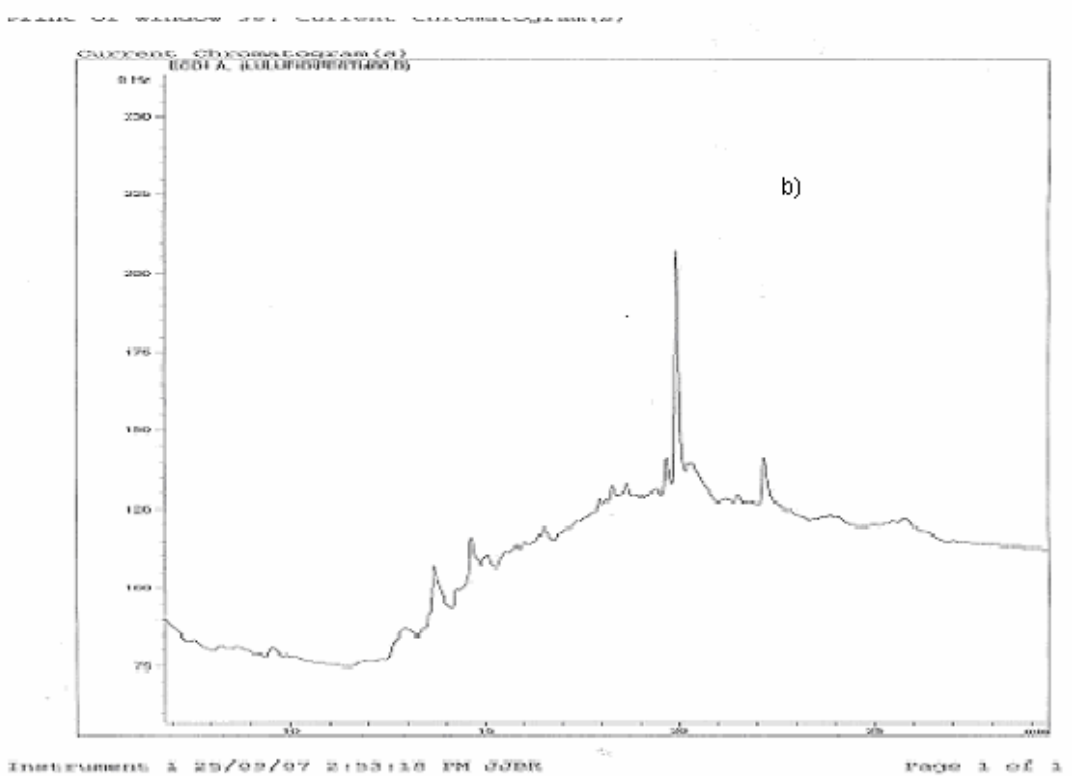
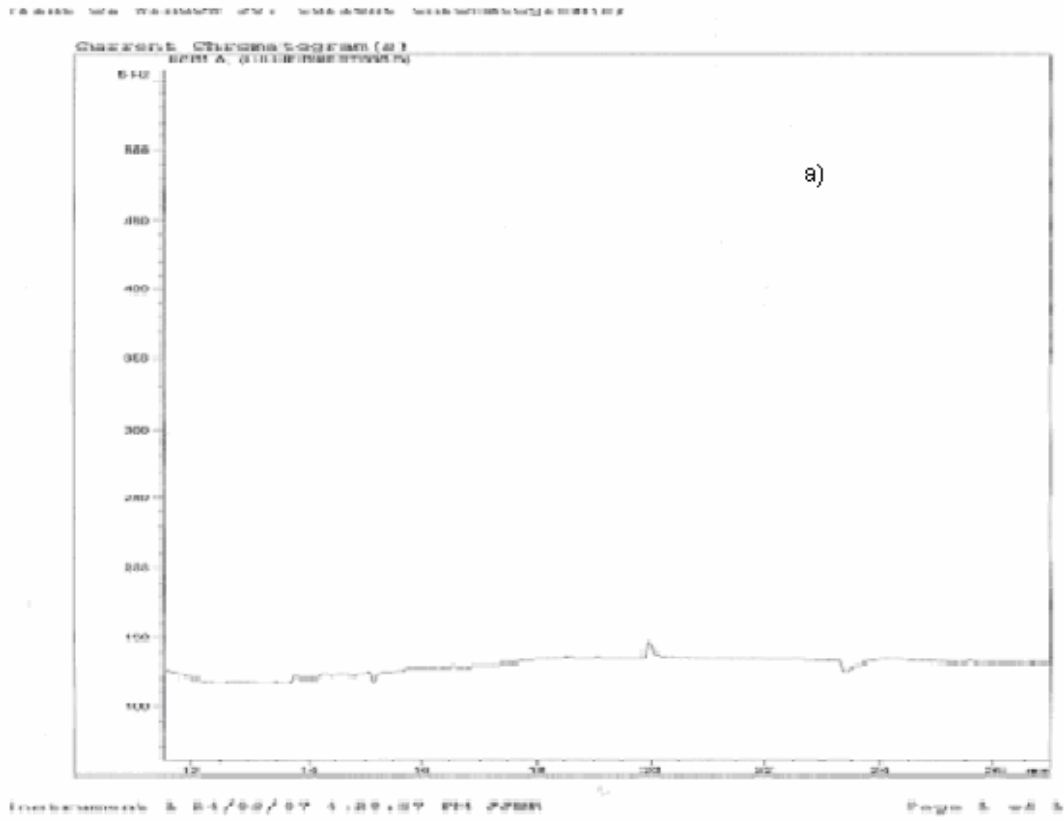
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



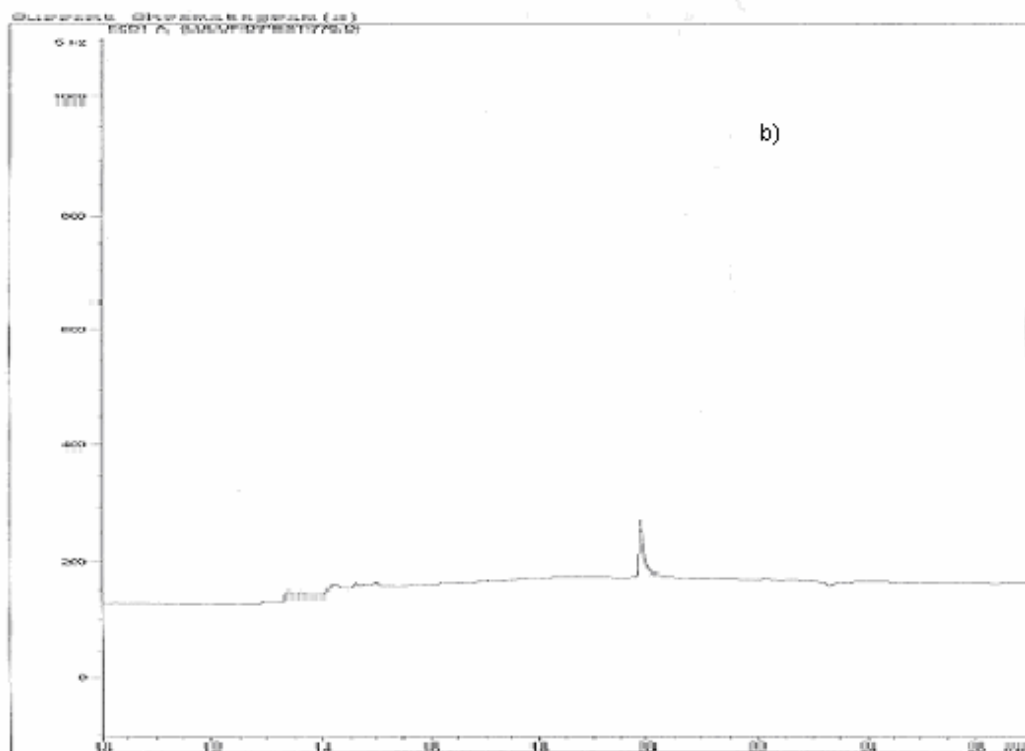
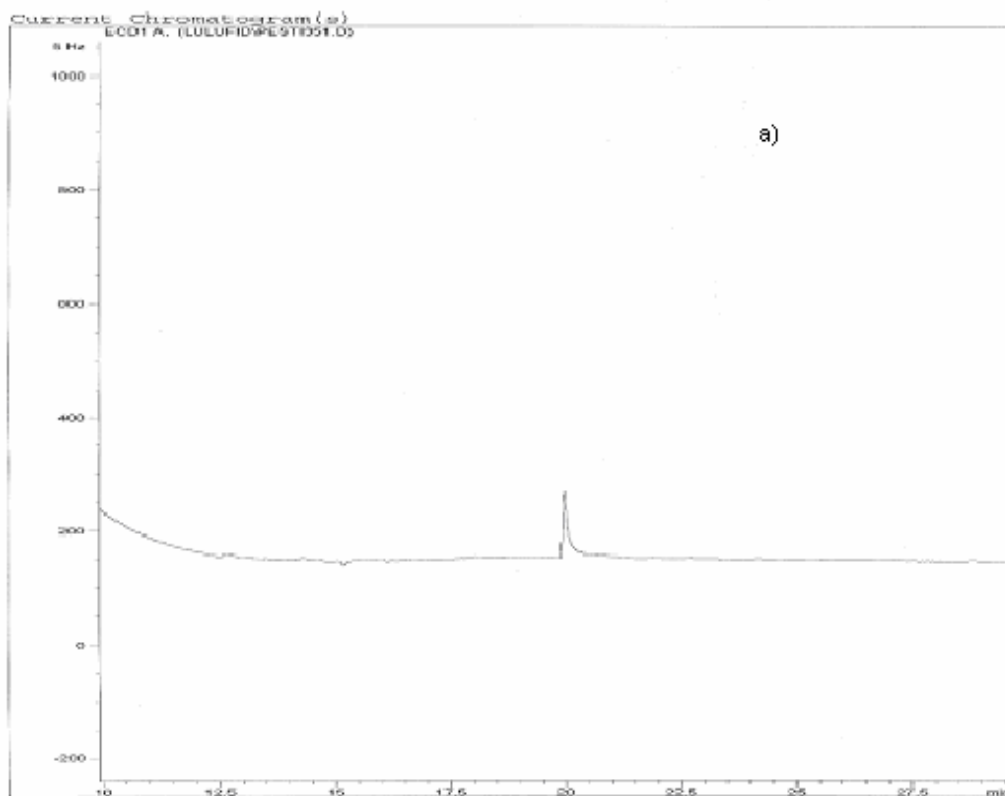
Instrument 1 25/09/07 3:00:35 PM JJBH

Page 1 of 1

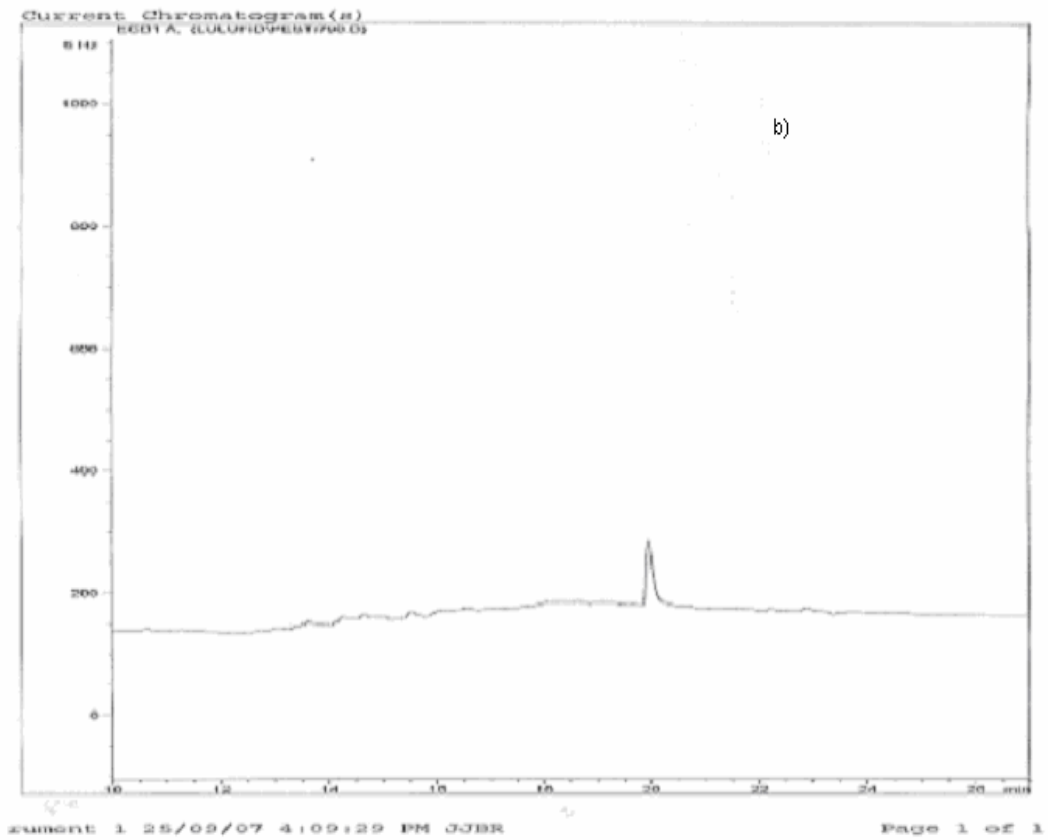
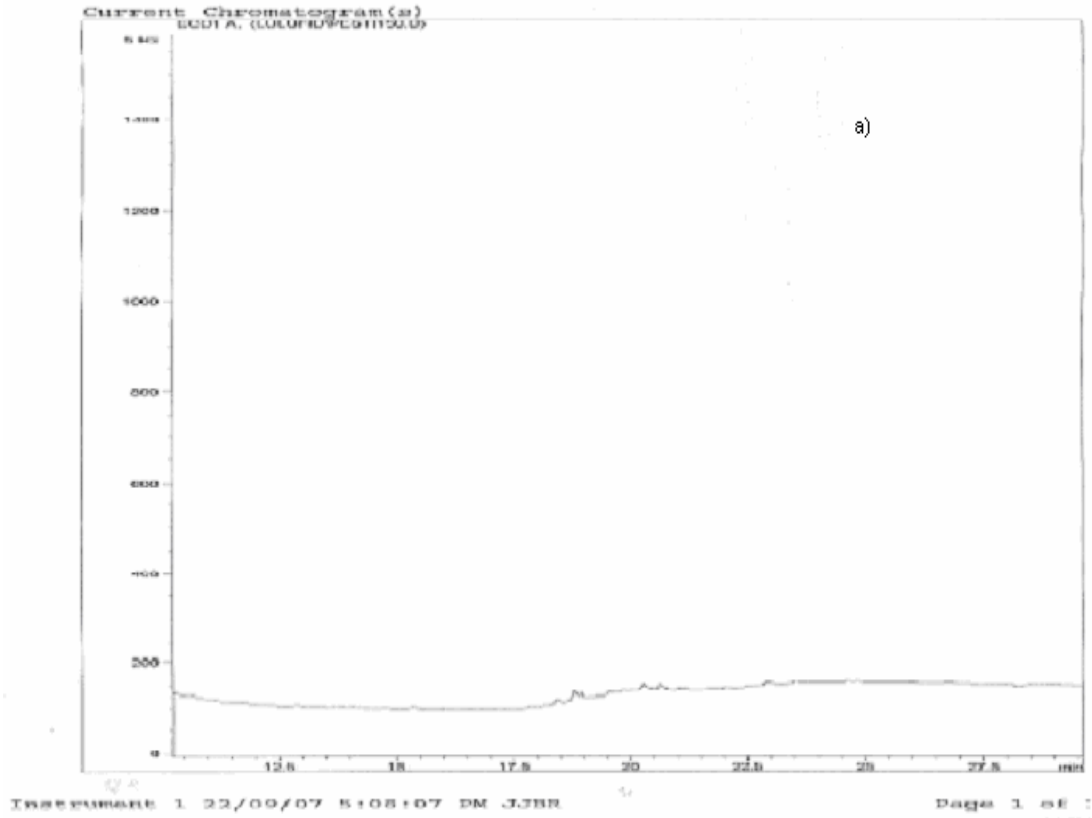
Anexo 17. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Escalera, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



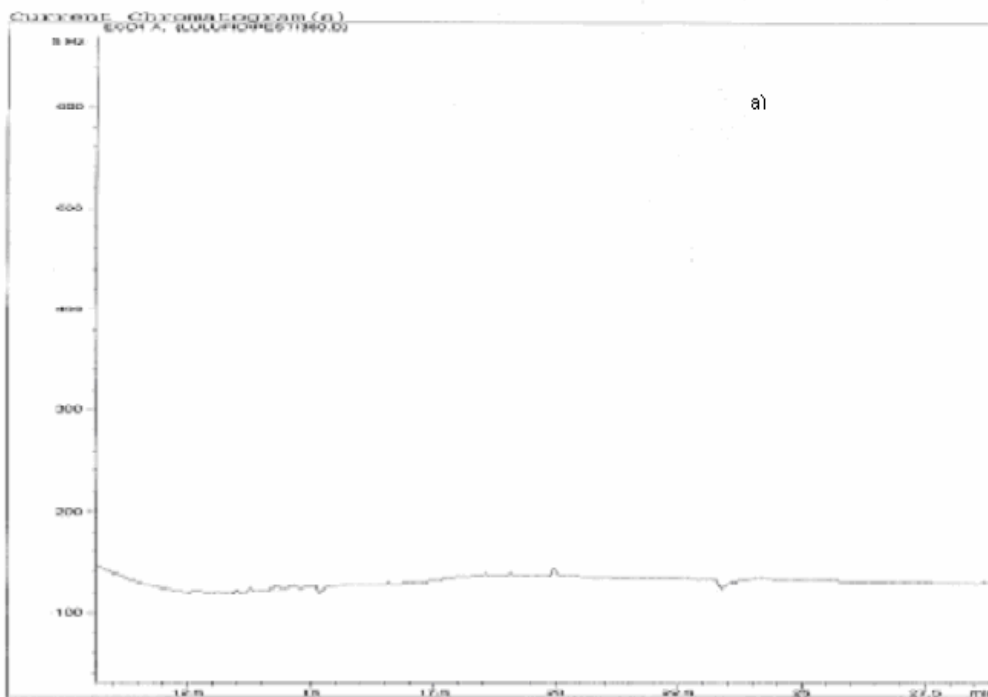
Anexo 18. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Genaro Estrada, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Anexo 19. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Guasave, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

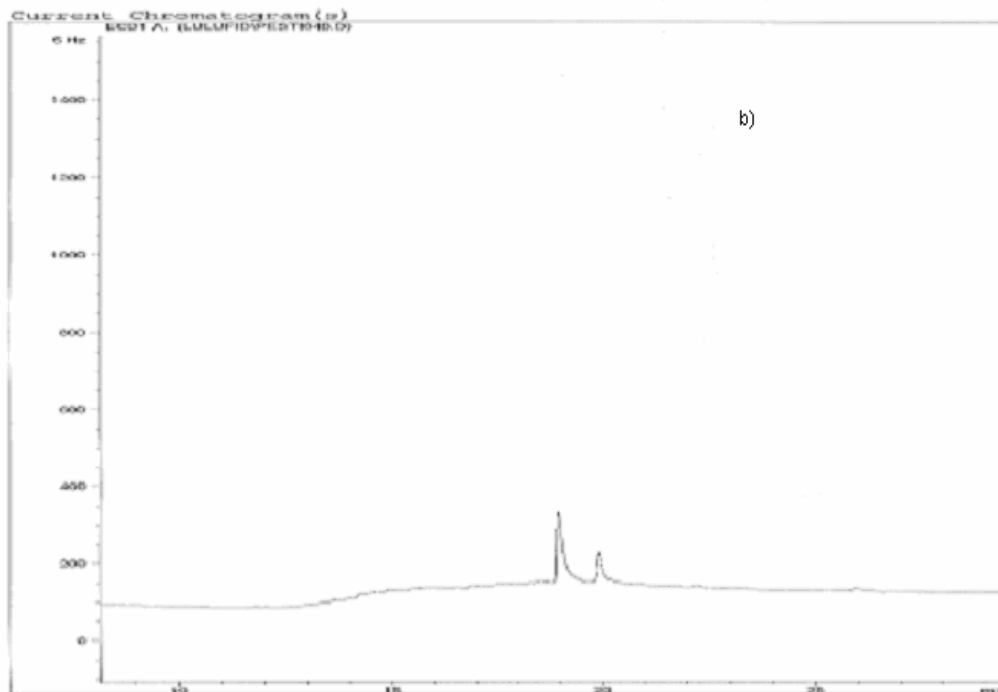


Anexo 20. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo León Fonseca, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Instrument 1 24/09/07 4:32:06 PM JJBR

Page 1 of 1

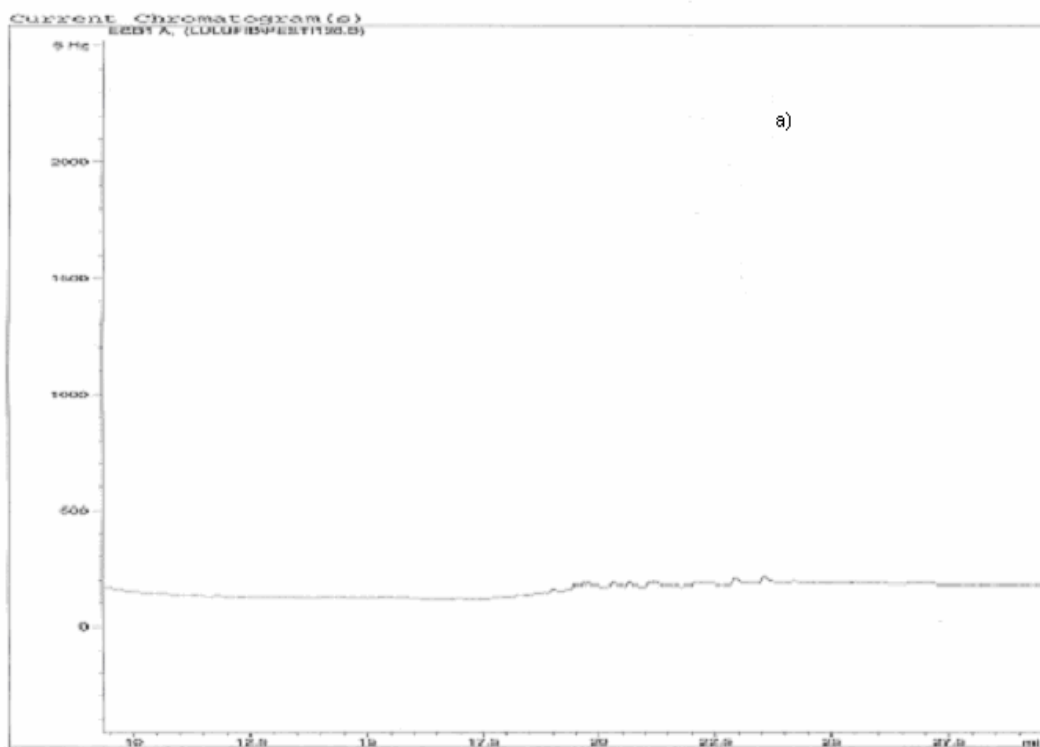


Instrument 1 25/09/07 3:04:46 PM JJBR

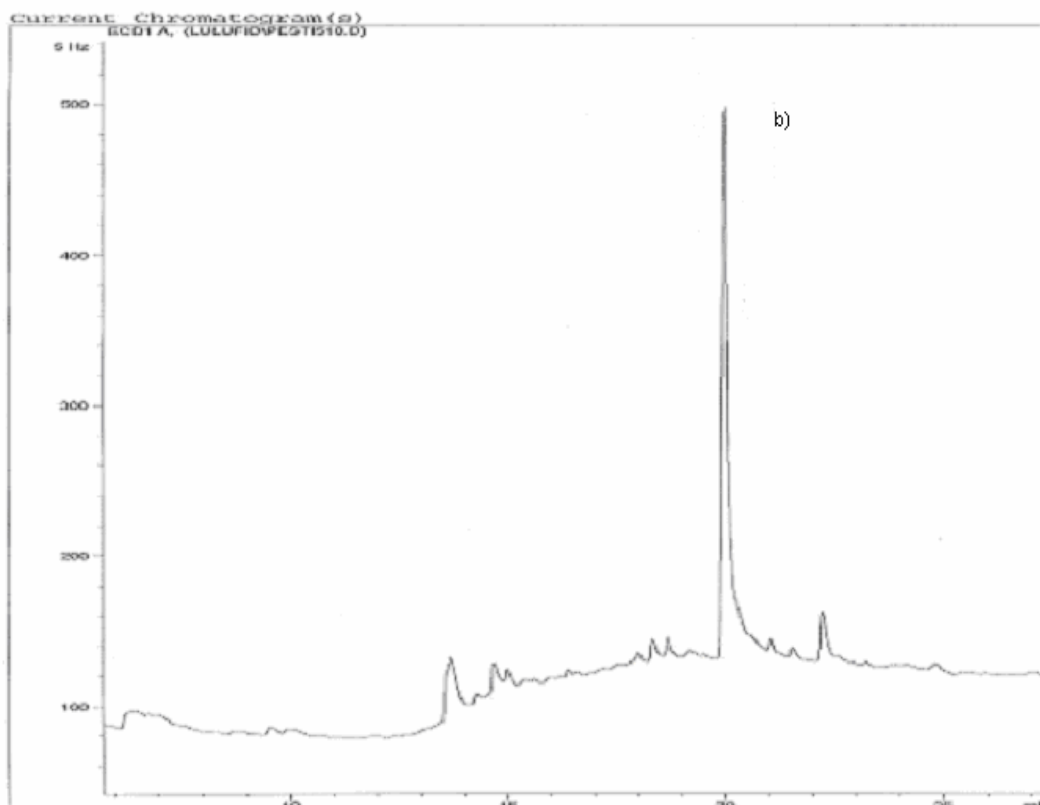
Page 1 of 1

Anexo 21. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Potrero de soto, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

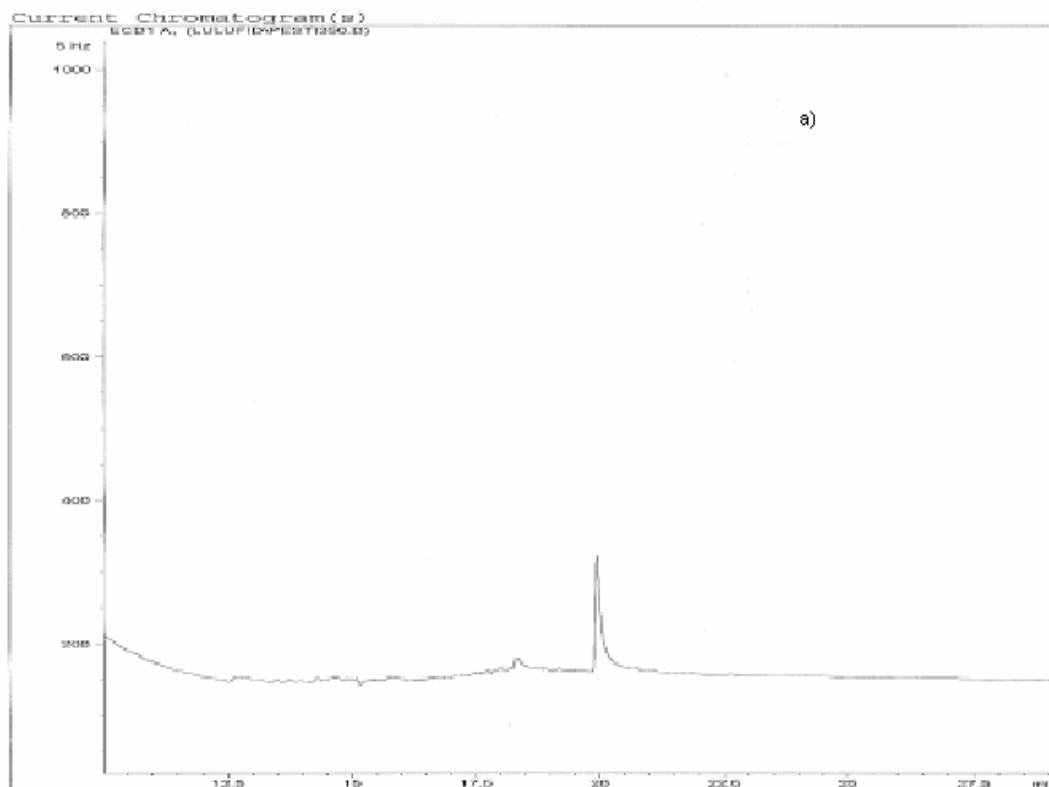
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Page 1 of 1

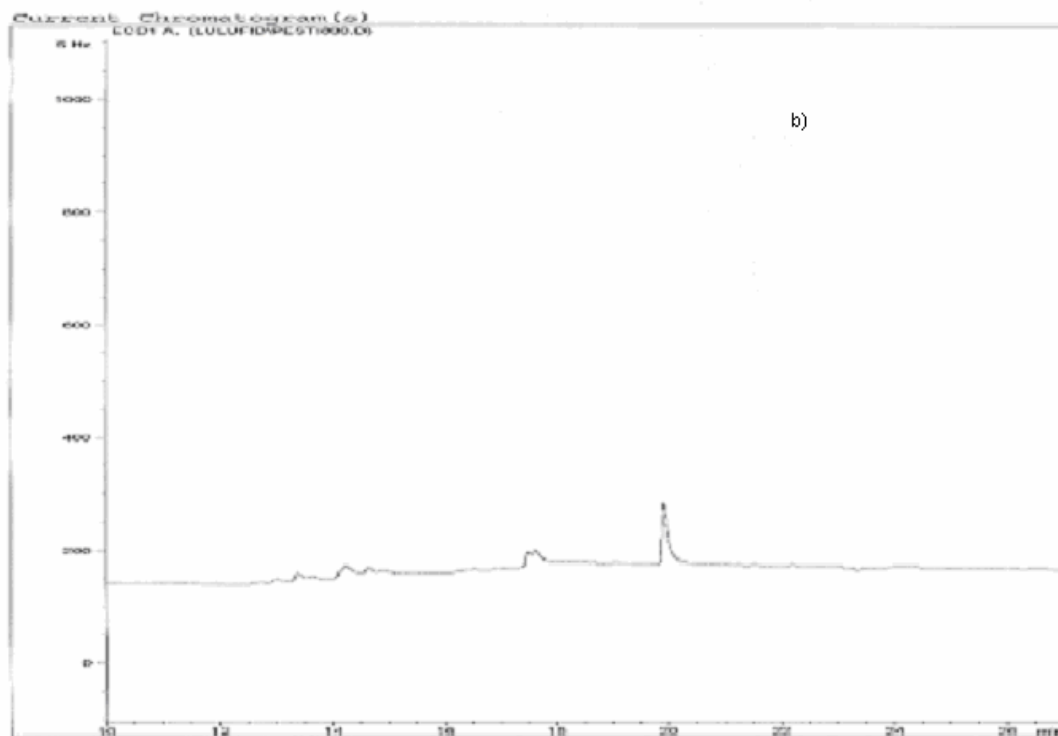


Anexo 22. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Trinidad, mes de noviembre (a), mes de abril (b).



Instrument 1 24/09/07 4:27:03 PM 3388

Page 1 of 1

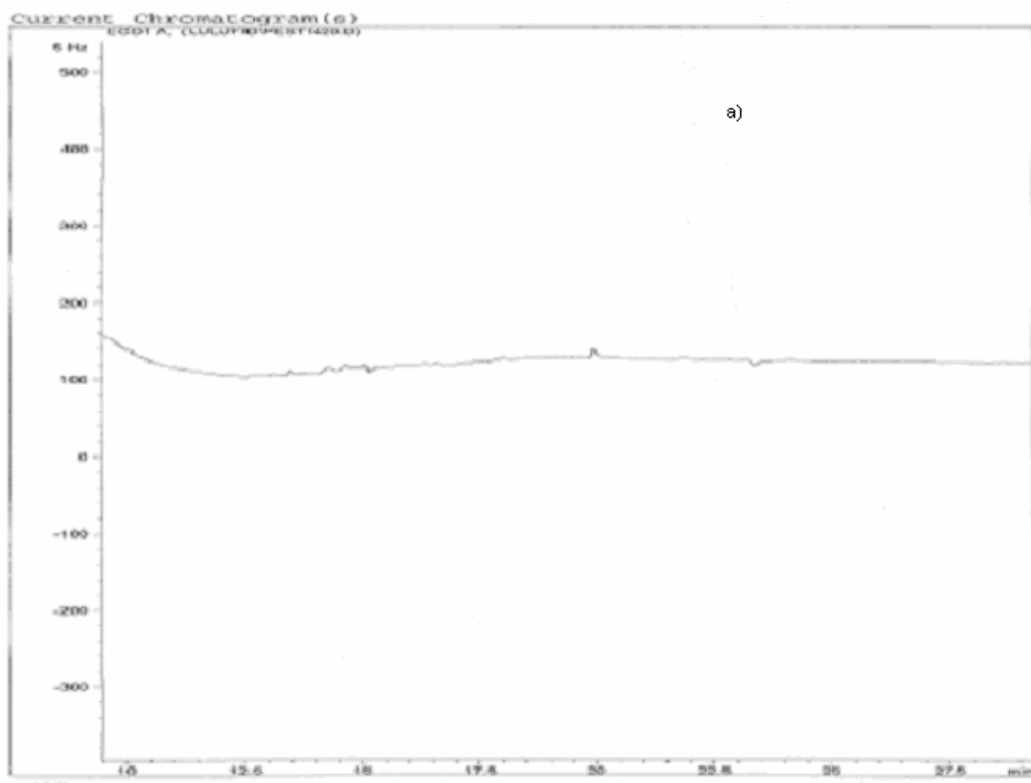


Instrument 1 24/09/07 4:16:14 PM 3388

Page 1 of 1

Anexo 23. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Zopilote, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

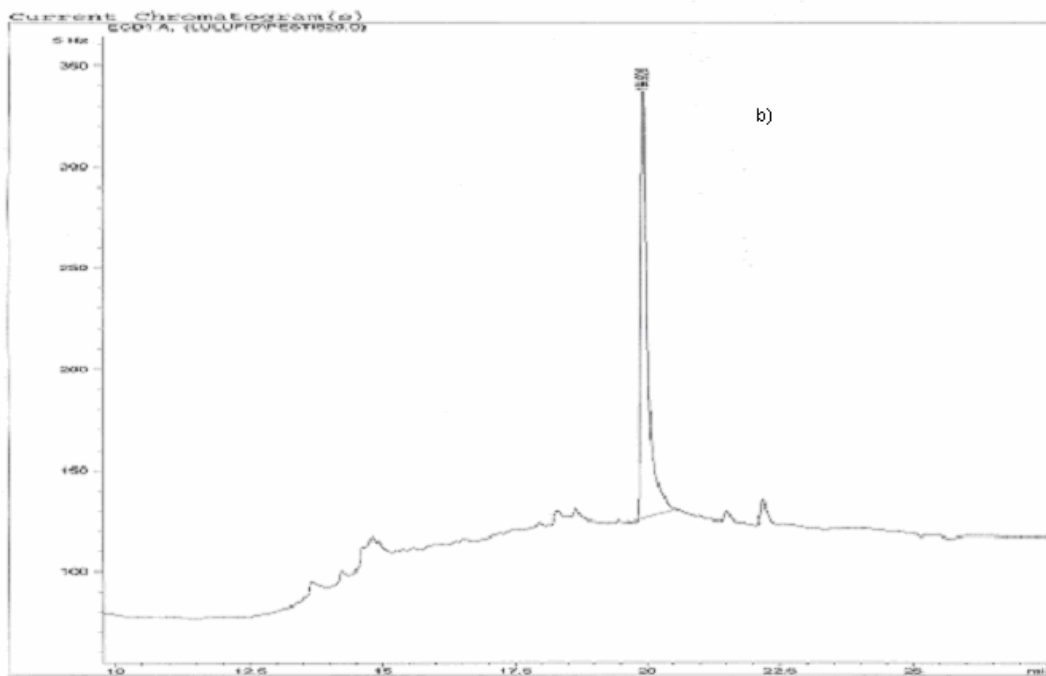
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Instrument 1 25/09/07 2:27:48 PM JJBR

Page 1 of 1

Print of window 38: Current Chromatogram(s)

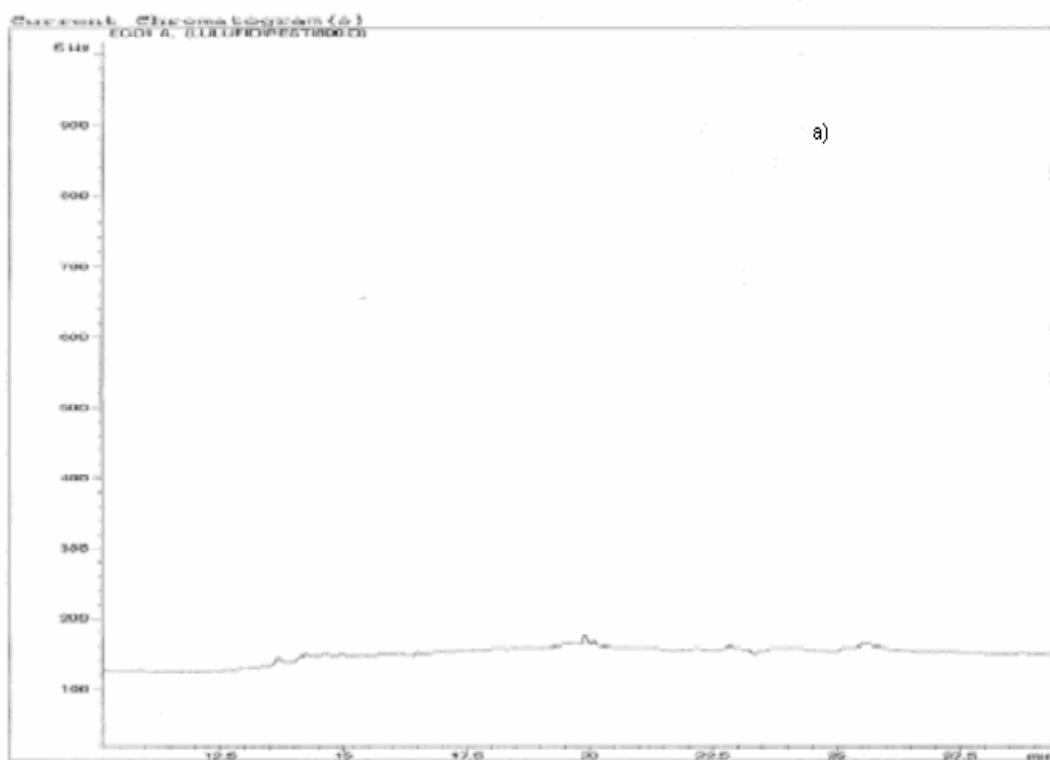


Instrument 1 25/09/07 2:58:11 PM JJBR

Page 1 of 1

Anexo 24. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Macarena, mes de noviembre (a), mes de abril (b).

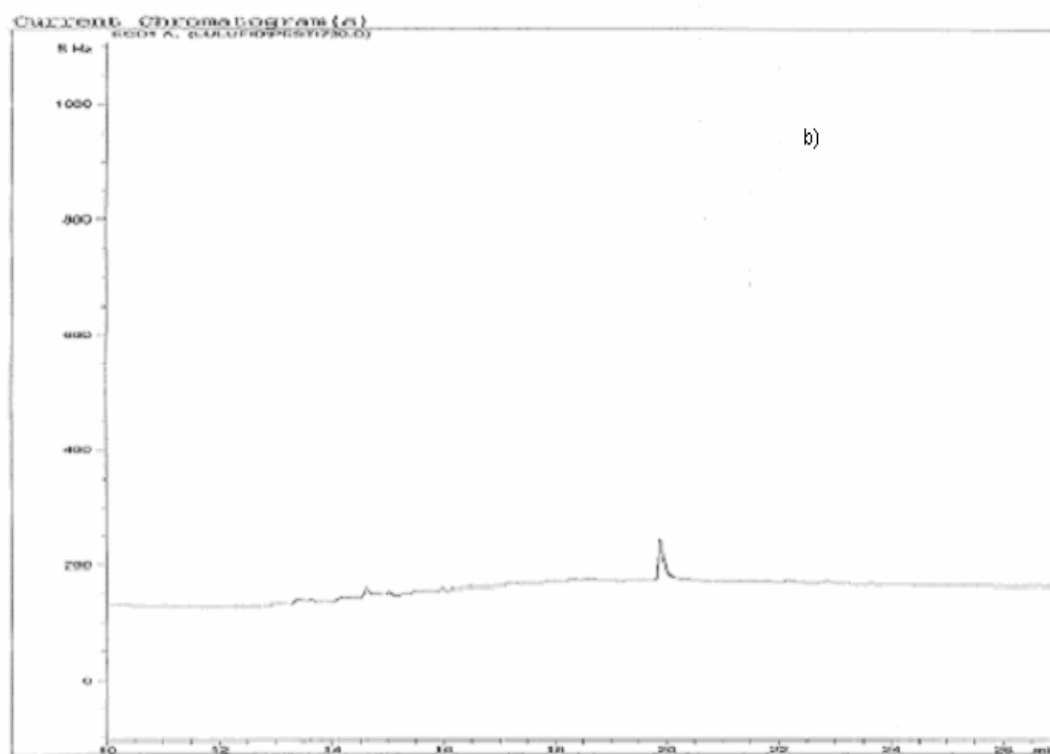
Print of window 38: Current Chromatogram(a)



Instrument 1 25/09/07 4:21:12 PM JBR

Page 1 of 1

Print of window 38: Current Chromatogram(a)

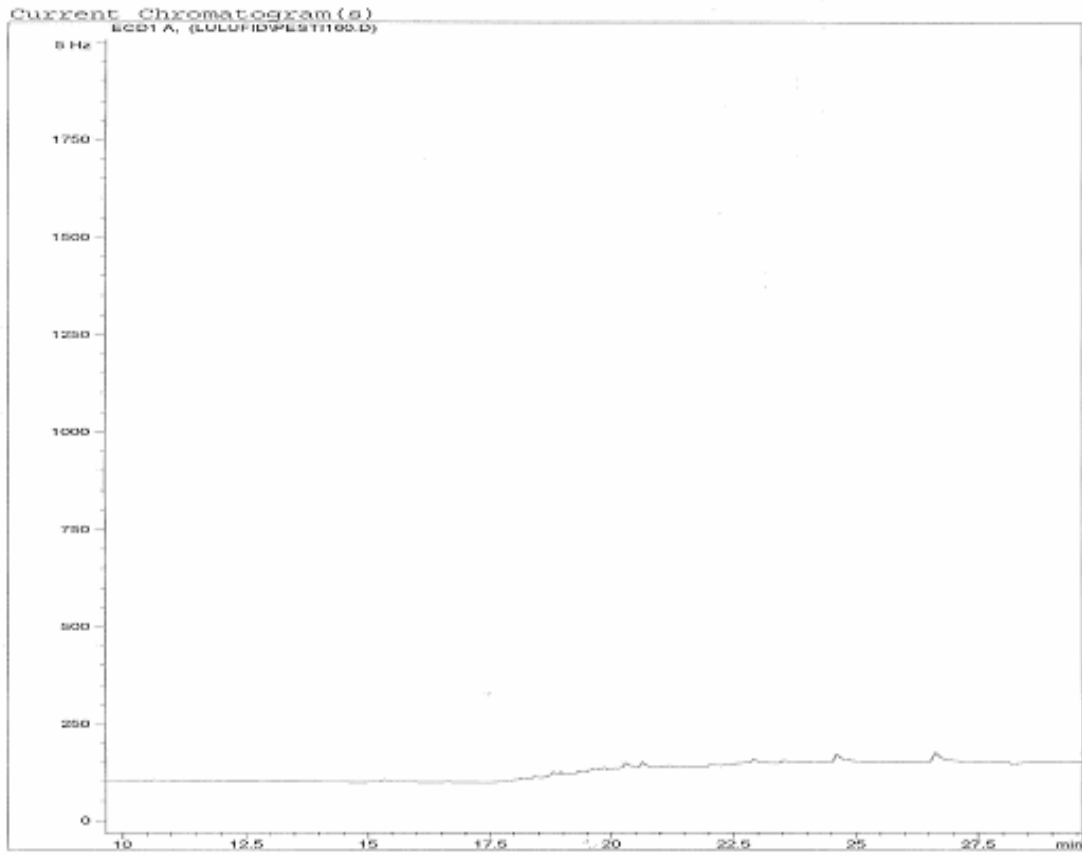


Instrument 1 25/09/07 4:04:09 PM JBR

Page 1 of 1

Anexo 25. Cromatograma muestra de agua potable del pozo Agua Blanca, mes de noviembre.

Print of window 38: Current Chromatogram(s)

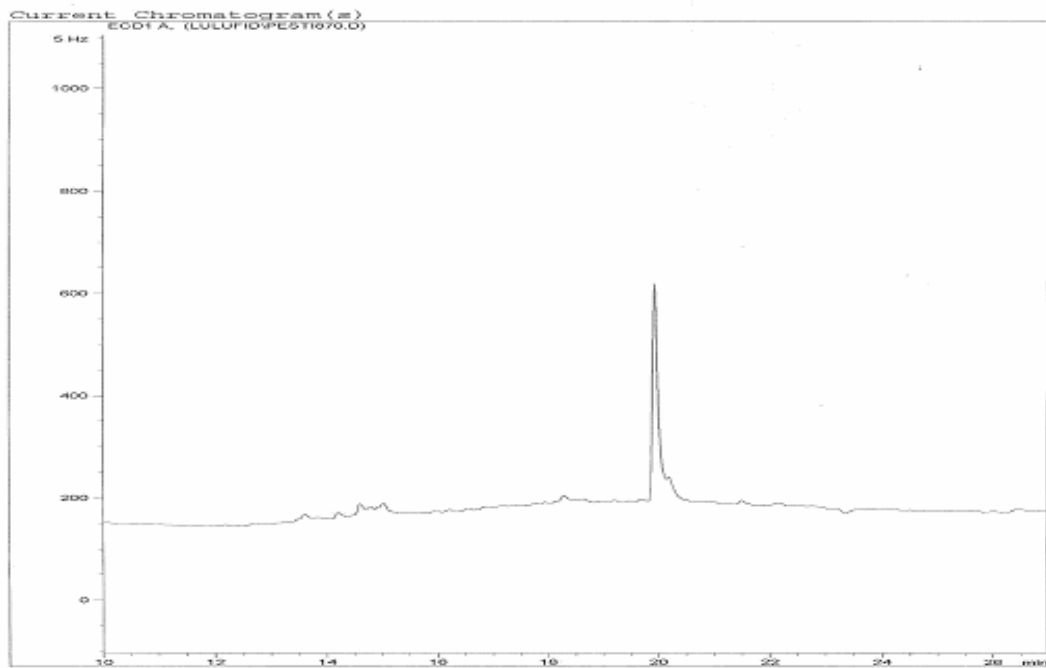


Instrument 1 22/09/07 5:09:25 PM JJBR

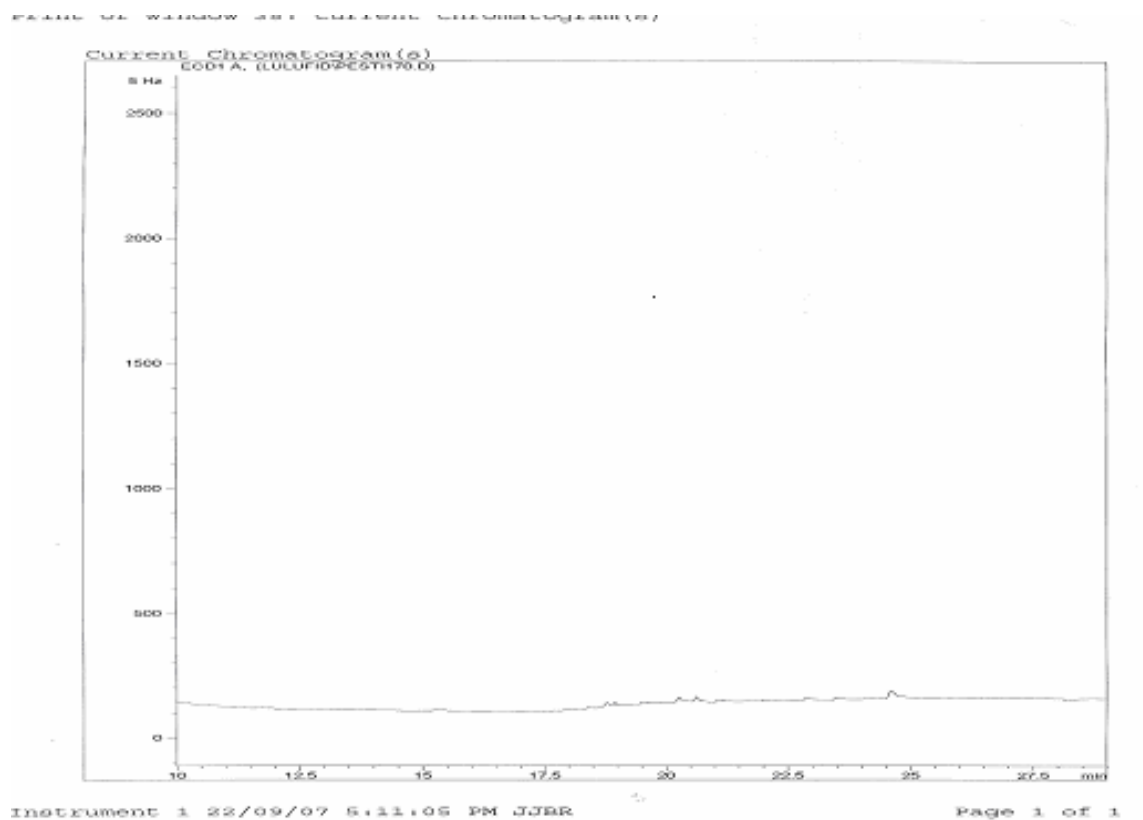
Page 1 of 1

Anexo 26. Cromatograma muestra de agua potable del pozo # 13, mes de abril.

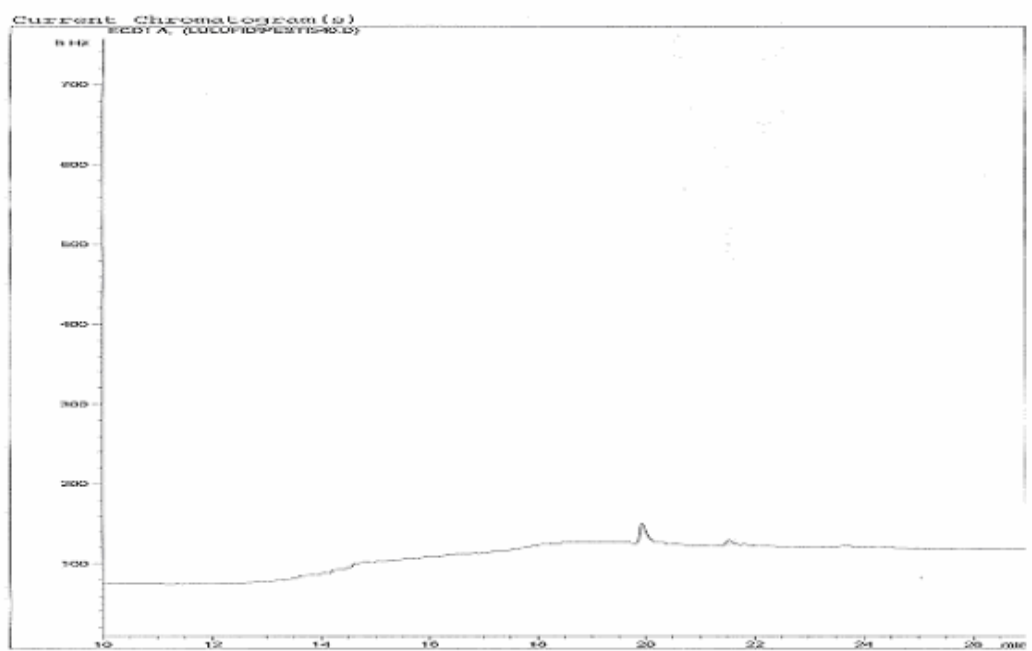
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



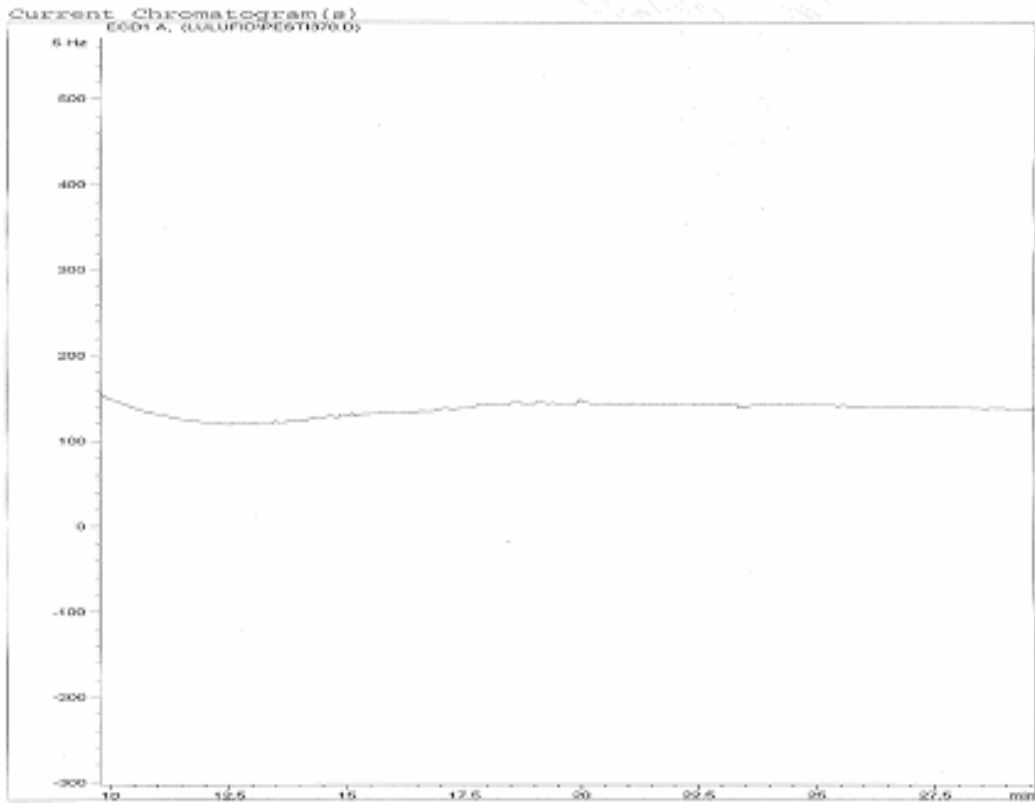
Anexo 27. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Chuparrosa, mes de noviembre.



Anexo 28. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Efrén Quiñónez, mes de noviembre.



Anexo 29. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Las Palmitas, mes de noviembre.

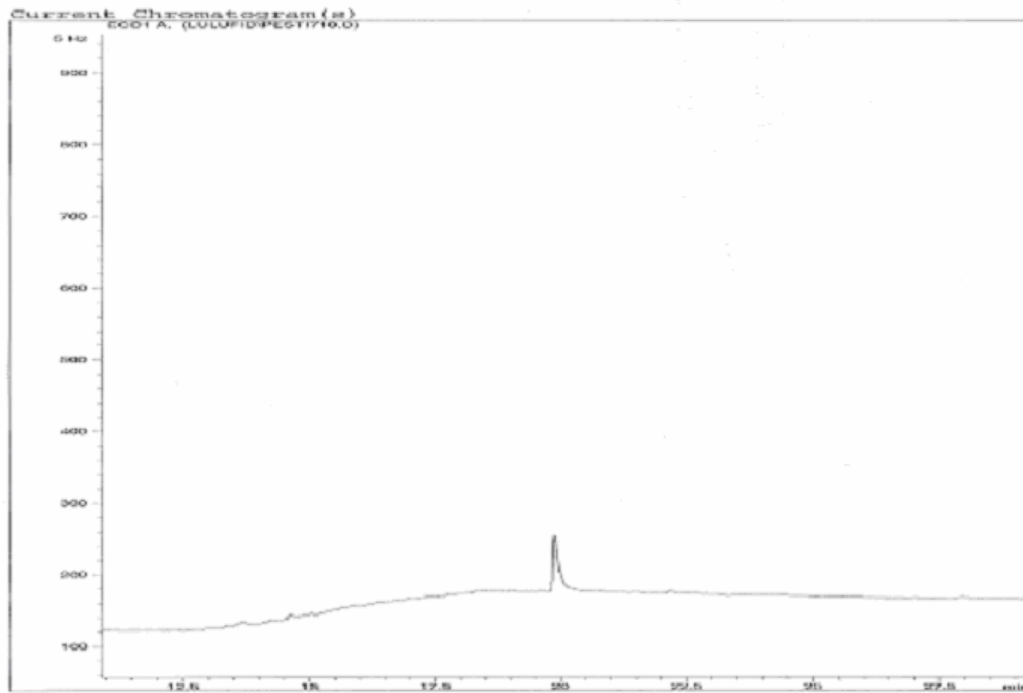


Instrument 1 24/09/07 4:31:32 PM JJRR

Page 1 of 1

Anexo 30. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Agrícola # 14, mes de abril.

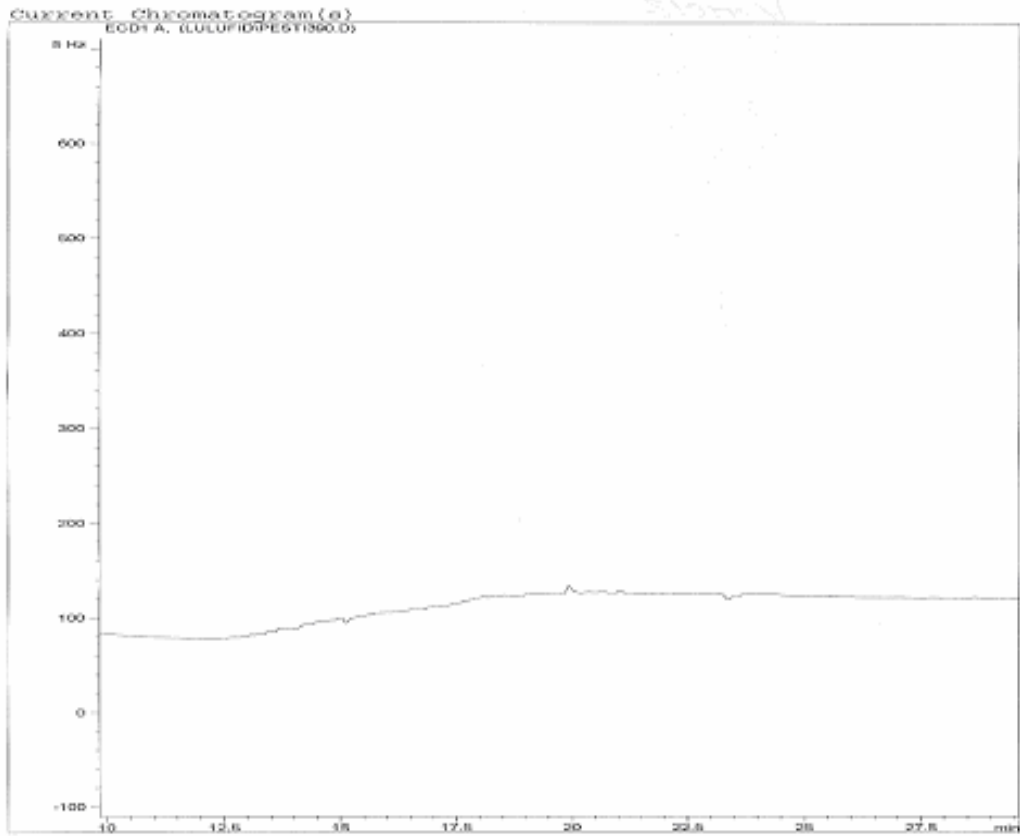
Print of window 38: Current Chromatogram(s)



Instrument 1 25/09/07 3:10:34 PM JJRR

Page 1 of 1

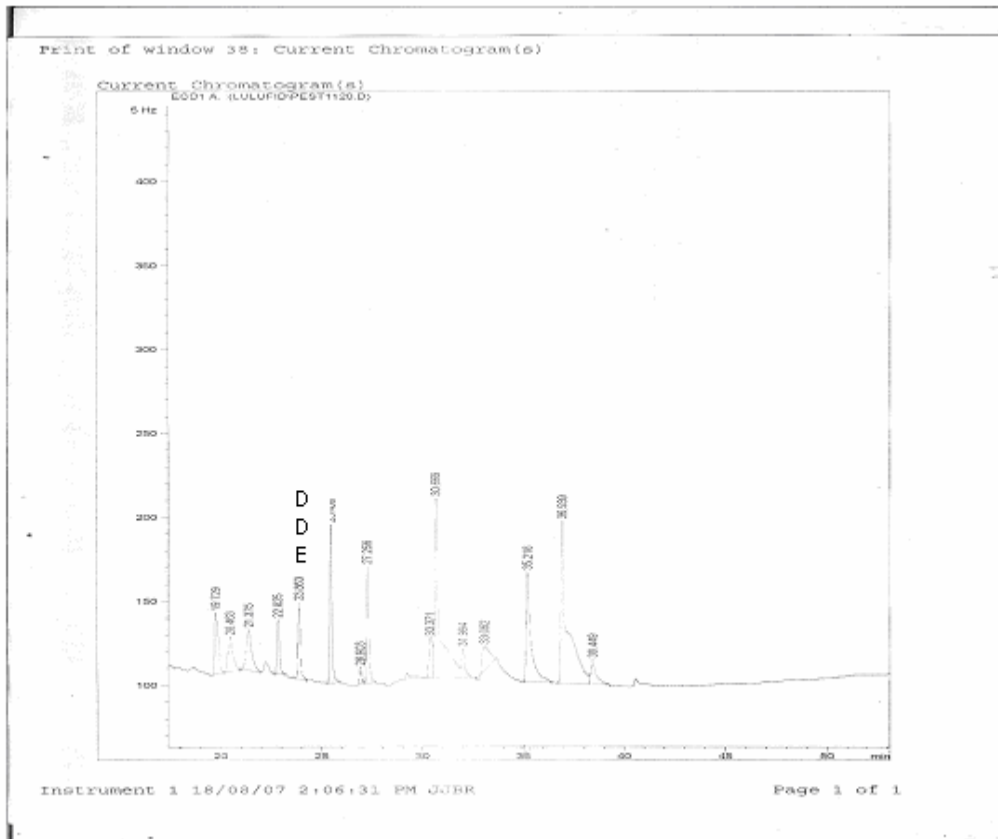
Anexo 31. Cromatogramas muestra de agua potable del pozo Varela, mes de noviembre.



Instrument 1 24/09/07 4:33:06 PM JJBR

Page 1 of 1

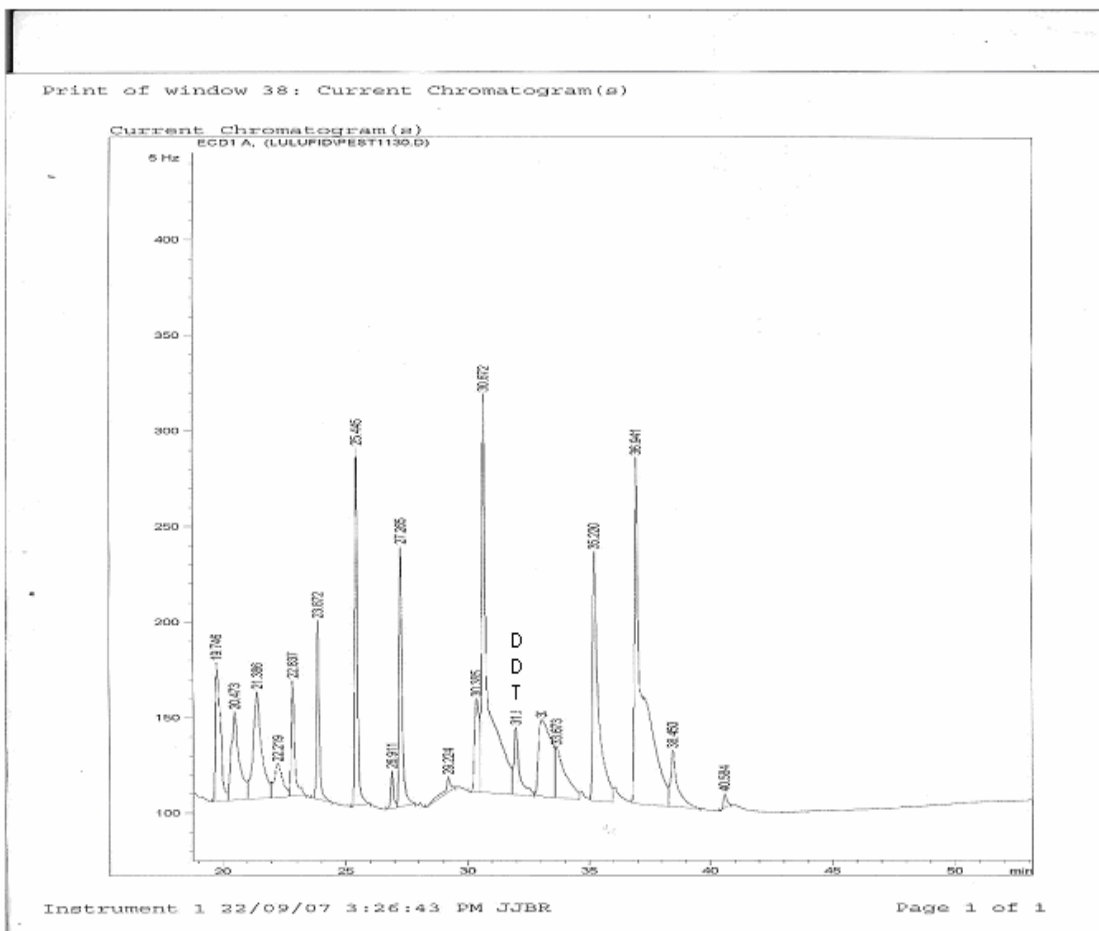
Anexo 32. Estándar de pesticidas, tiempo de retención del DDE



Instrument 1 18/08/07 2:06:31 PM JJBR

Page 1 of 1

Anexo 33. Estándar de pesticidas, tiempo de retención del DDT.



Anexo 34. Herbicidas más comunes empleados en la región Norte de Sinaloa

Nombre	C.O.P. ¹	Toxicidad ¹	Ingrediente activo	Cultivos y plagas, malezas y/o enfermedades
Afalon 50 PH (herbicida)	Si	Tipo toxicológico IV. Toxicidad moderada	Linuron: 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metilurea	Para el control de malezas. Cultivos: maíz, papa, sorgo
Agramina	Si	Moderadamente tóxico	2,4-D: sal dimetilamina del ácido 2,4-diclorofenoxiacético.	Cultivos: maíz, sorgo, trigo
Ally / Escort	Si	Ligeramente tóxico.	Metsulfurón metil 2-[[[(4-metoxi-6-metil-1,3,5-triazin-2-il)amino]carbonil]amino]sulfonil]benzoato.	Cultivo (plaga): Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)
Bromacil técnico (Herbicida)	Si	Moderadamente tóxico	Bromacil: (RS)-5-bromo-3-sec-butil-6-metiluracilo	Para el control de malezas
Comanche, Velpar K-8, KA	Si	Ligeramente tóxico	Diurón: N'-(3,4-dicloro fenil)-N,N-dimetil urea. 54.48% Hexazinona. 3-ciclohexil-6-(dimetilamino)-1-metil-1,3,5-triazina-2,4(1H,3H) diona. 6.81%.	Malezas comunes: <i>Pastinaca sativa</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Cassia tora</i> , <i>Granium carolinianum</i> , <i>Heliantus annuus</i> , <i>Amaranthus spp</i> , <i>Oxalis latifolia</i> , <i>Secate cereale</i> , <i>Sorghum halepense</i> . Cultivos: maíz, papa, sorgo
Furore-S 45 CE	Si	Ligeramente tóxico	Fenoxaprop-p-etil: (R)-2-[4-(6-cloro-1,3-benzoxazol-2iloxi)-fenoxi]-ácido propiónico.	Cultivo: trigo

Kator 80 PH	Si	Ligeramente tóxico	Diurón: (N' 3,4-diclorofenil)-N,N-dimetil urea).	Cultivos y malezas en los que esta recomendado: algodón, caña de azucar, maíz, sorgo, papa y áreas no cultivadas. Malezas: <i>Amaranthus spp</i> , <i>Cucurbita foetidisima</i> , <i>Bidens spp</i> , <i>Brassica campestris</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Panicum purpuracens</i> .
Kator 800 FW	Si	Ligeramente tóxico	Diurón: N'-(3,4-dicloro fenil)-N,N-dimetil urea.	Diurón: N'-(3,4-dicloro fenil)-N,N-dimetil urea. Cultivos: maíz y sorgo. Malezas: <i>Paspalum virgatum</i> , <i>Leptochloa sp</i> , <i>Euphorbia sp</i> .
Lorox 50 D.F.	Si	Ligeramente tóxico.	Linurón: 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metilurea.	Cultivos en los que se emplea: maíz, papa, soya, zanahoria. Malezas: <i>Amaranthus spp</i> , <i>Setaria spp</i> y <i>S. faberi</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Leptochloa filiformis</i> .
Navajo (Herbicida)		Moderadamente tóxico	Ácido (2,4-diclorofenoxi)acético 2,4-D	Empleado para el control de malezas
Navajo/Yugo/Sheriff (herbicida)	Si			
Paquat 200 (Herbicida)	Uso restringido	Moderadamente tóxico	1,1'-Dimetil-4,4'-bipiridilo	Compuesto químico tóxico utilizado ampliamente como herbicida, principalmente para el control de pasto y maleza.
Paraquat Técnico (Herbicida)	Uso restringido	Moderadamente tóxico	1,1'-Dimetil-4,4'-bipiridilo	Compuesto químico tóxico utilizado ampliamente como

Paraquat 200 (Desecante de contacto)	Uso restringido	Moderadamente tóxico Categoría toxicológica III	Paraquat: sal de dicloruro de paraquat (1,1-dimetil-4,4 del ión bipyridilo).	herbicida, principalmente para el control de pasto y maleza. Uso para las malezas en cultivos de frijol, papa, cartamo, jitomate, maíz, pepino
Preñar 480-E (Herbicida)	Si	Ligeramente tóxico Categoría toxicológica III	Bensulide: O,O-di-isorpopil S-2-fenilsulfonilaminoetil fosforoditioato	Para el control de malezas. Cultivos: chile, jitomate
Propavel LV10	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicologica IV	Propanil: N-(3,4-diclorofenil) propanamida.	
Sanaquat 25% (Herbicida)	Uso restringido	Moderadamente tóxico Categoría toxicológica III	Paraquat: 1,1'-Dimetil-4,4'-bipyridilo	Para el control de malezas.
Staple (Herbicida)	Si	Moderadamente tóxico Categoría toxicologica IV	Piritiobac sodico: 2-cloro-6-(4,6-dimetoxipirimidin-2-iltio)benzoato de sodio	Para el control de malezas
Terbacil técnico (Herbicida)	Si	Ligeramente tóxico	3-Tert-butil-5-cloro-6-metiluracil	

Titus	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Rimsulfurón (N'-[[4,6-dimetoxi-2-pirimidinil)-amino]carbonil]-3-etilsulfonil)-2-piridina sulfonamida).	Cultivos: maíz (<i>Zea mays</i>), jitomate, papa. Las malezas: <i>Brachiaria extensa</i> , <i>Panicum maximum</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Eragrostis mexicana</i> , <i>Ixophorus unisetus</i> , <i>Chenopodium murale</i> , <i>Helianthus annuus</i> , <i>Abutilon theophrasti</i> , <i>Amaranthus hybridus</i> , <i>A. retroflexus</i> , <i>Melilotus sp.</i>
Trifluralina TEC	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Trifluralina: alfa, alfa, alfa; trifluoro-2,6 dinitro (N-dipropil-p-toluidina)	Control de malezas en cultivos de jitomate, papa, pepino y otros.
Velfosato	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicologica IV	Glifosato: sal isopropilamina de glifosato con un contenido de glifosato (N-(fosfonometil)glicina	Control de malezas en cultivos de frijol, jitomate, maíz, papa, sorgo
Velpar-K3 (Herbicida agrícola)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Diurón: N'-(3,4-diclorofenil)-N,N-dimetil urea.	Malezas (<i>Secale cereale</i> , <i>Panicum maximum</i> , <i>Ixophorus unisetus</i> , <i>Cassia tora</i> , <i>Geranium carolinianum</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Melilotus spp</i>)
Velpar k-8/Comanche/ADV (Herbicida agrícola)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Diuron: N'-(3,4-diclorofenil)-N,N-dimetil urea, Hexazinona: 3-ciclohexil-6-(dimetil amino)-1-metil, 1,3,5,-triazina-2,4-(1H,3H)-diona.	

Velpar agrícola	(Herbicida)	Si	Ligeramente tóxico.	Diurón: N'-(3,4-diclorofenil)-N,N-dimetil urea; Hexazinona: 3-ciclohexil-6-(dimetil amino)-1-metil 1,3,5,-triazina-2,4-(1H,3H)-diona
-----------------	-------------	----	---------------------	---

Anexo 35. Insecticidas más comunes empleados en la región Norte de Sinaloa

Nombre	C.O.P.¹	Toxicidad	Ingrediente activo	Cultivos y plagas, malezas y/o enfermedades
Azinfos 35 PH (Insecticida organofosforado)	Si*	Altamente tóxico	Azinfos metílico: (O,O-dimetil S-(4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4H)-il)-metil fosforoditioato).	Cultivos (plagas): trigo (<i>Pseudaletia unipuncta</i> , <i>Murgantia histrionica</i> , <i>Chlorochroa ligata</i> , <i>Sogata</i> spp, <i>Limothrips cerealium</i>), chile (<i>Anthonomus eugenii</i> , <i>Diabrotica</i> spp, <i>Epitrix</i> sp, <i>Lygus</i> sp, <i>Eutetix tenellus</i>), frijol (<i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Diabrotica</i> spp), papa (<i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Empoasca</i> spp, <i>Epicaerus cognatus</i> , <i>Epitrix</i> spp), jitomate, tomate de cascara (<i>Manduca sexta</i> , <i>Diabrotica</i> sp, <i>Epitrix</i> spp, <i>Chaetocnema</i> , <i>Halticus</i> sp, <i>Eutetrix tenellus</i>).
Azinfos metil m-20 (Insecticida y/o acaricida organofosforado)	Si*		Azinfos metilico: (0,0 dimetil, S-(4-oxo-1,2, 3 benzotriazin-3-(4H)-il)--metil fósforo ditioato.	Cultivo (plagas): chile (<i>Anthonomus eugenii</i> , <i>Epitrix</i> spp, <i>Chaetocnema</i> spp), papa (<i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Leptinotarsa undecemlineata</i>), tomate (jitomate) (<i>Epitrix cucumeris</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Aphis solani</i> , <i>Blapstinus</i> spp, <i>Diabrotica variegata</i>)

Azinfos (Insecticida organofosforado)	M-2	Ce agrícola	Si	Altamente tóxico	Azinfos metílico-O. dimetil S-[4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3 (4H)-il]-metil fosforoditioato).	O- Cultivos (plagas): frijol (<i>Anticaria gemmalis</i> , <i>Epitrix spp</i> , <i>Chaectonema spp</i> , <i>Lygus sp</i> , <i>Empoasca spp</i> , <i>Tetranychus spp</i>), papa (<i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Empoasca spp</i> , <i>Leptinotarsa desемlineata</i> , <i>Epitrix spp</i>), tomate (jitomate) (<i>Manduca sexta</i> , <i>Diabrotica spp</i> , <i>Epitrix spp</i> , <i>Halticus spp</i> , <i>Eutettis tenellus</i>)
Biobit es (Insecticida)	Y/o	Dipel 8L	Si	Poco persistente y ligeramente tóxico Categoría toxicológica IV	<i>Bacillus thuringiensis</i> . Es un patogeno natural muy común en los suelos de todo el mundo.	Se aplica en follaje en cultivos de frijol, jitomate, maíz, papa, sorgo, trigo
Biobit biológico)	HPVP	(insecticida agrícola)	Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica IV	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
Cazador 50 (Insecticida y/o acaricida organofosforado)			Si	Altamente tóxico. Ligeramente persistente. Categoría toxicológica III	Diclorvos (2,2-diclorovinil dimetil fosfato).	Cultivos (plagas): Tomate (jitomate) (<i>Keiferia lycopersicella</i> , <i>Liriomyza spp</i> , <i>Trialeurodes spp</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Tetranychus spp</i>), pepino (<i>Tetranychus spp</i> , <i>Empoasca spp</i>)
Clordano 400 (Insecticida)			Prohibido, uso restringido	Extremadamente tóxico para los organismos de vida silvestre. Categoría toxicológica III	Clordano: 1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,7-metanoindeno	Para el control de termitas subterráneas, hormigas, arañas, alacranes, chinches, cucarachas, pulgas, moscas, mosquitos y triatominos.

Cypervel 200 (Insecticida y acaricida)		Si	Moderadamente tóxico. Ligeramente persistente. Categoría toxicológica III	Cipermetrina: (RS)- -ciano-3-fenoxibencil(1RS,3RS; 1RS,3Sr)-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato	Aplicación al follaje en cultivos de frijol, maíz, sorgo, soya
Cipermetrina (Insecticida piretroide)	200	Si	Ligeramente persistente. Categoría toxicológica III	Cipermetrina: (+) Alfa-ciano (3-fenoxifenil) (+) cis/trans 3-(2,2-dicloroetenil)-2,2-dimetil-ciclopropano carboxilato.	Cultivos (plagas): algodón y maíz (<i>Heliothis spp</i> , <i>Alabama argillacea</i> , <i>Bacculatrix thurberiella</i> , <i>Pectinophora gossypiella</i> , <i>Thichoplusia ni</i> , <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Lygus lineolaris</i>)
Cipermetrina TEC		Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica III	Cipermetrina: (+) Alfa Ciano-3-Fenoxibencil (±)-cis, trans-3-(2,2-Diclorovinil)-2,2-dimetil ciclopropano carboxilato.	
Decis 2.5 CE		Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica III	Deltametrina-(S)-alfa-ciano-m-fenoxibencil (1R,3R)-(2,2-ibromovinil)-2,2-dimetil ciclopropanocarboxilato	Aplicación al follaje de cultivos de: frijol, jitomate, maíz, papa, ssorgo, soya

Diazinon (Insecticida y/o Si
acaricida organofosforado)

Altamente tóxico para aves, peces y abejas.
Poco persistente.
Categoría toxicológica III

Diazinón: 0,0-dietil-0-(2-
isopropil-4-metil-6-
pirimidinil) fosforotioato.

Cultivo y plagas: frijol (*Apio
godmani*, *Empoasca spp*,
Trialeurodes vaporariorum,
Diabrotica spp, *Liriomyza sp*,
Caliothrips phaseoli), jitomate
(*Liriomyza munda*, *Bemisia
tabaci*, *Epitrix spp*, *Diciphus
minimus*, *Halticus sp*, Fam.
Aphididae, *Eutettix tenellus*,
Frankliniella spp), maíz
(*Paratetranychus stickneyi*,
Rhopalosiphum maidis,
Schizaphis graminum, *Dalbulus
maidis* *Frankliniella occidentalis*,
Melanoplus spp), sorgo
(*Contarinia sorghicola*,
Spodoptera frugiperda,
Rhopalosiphum maidis,
Schizaphis graminum, *Diatrea
spp*, *Melanoplus sp*), Trigo
(*Schizaphis graminum*,
Rhopalosiphum maidis)

Dimetoato 400 y/o acaricida fosforado sistémico)	(Insecticida fosforado)	Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica III	Dimetoato: 0,0 dimetil-S-(N-metil carbamoil-metil fosforoditioato).	Cultivos (plagas): Cartamo (<i>Lygus lineolaris</i>), Chile (<i>Lyriomyza spp</i> , <i>Trialeurodes vaporarium</i> , <i>Chaetocnema spp</i>), frijol (<i>Empoasca spp</i> , <i>Trialeurodes vaporarium</i> , <i>Chaetocnema spp</i> , <i>Epitrix spp</i>).
Dipel 2x biológico)	(insecticida biológico)	Si	Poco persistente y ligeramente tóxico Categoría toxicológica IV	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Insecticida biológico seguro para el medio ambiente a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> , bacteria que infecta y mata a las larvas. Tiene un efecto residual de 10 días. No tóxico para otros organismos. Cultivos en los que se emplea: tomate.
Endosulfan (insecticida)	Tec	Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica II	Endosulfan	Aplicación al follaje de cultivos de frijol, jitomate, maíz, papa
Endosulfan (insecticida)	35%	Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II	Endosulfan	Compuesto que tiene acción por contacto e ingestión contra un amplio espectro de insectos y algunos ácaros. Cultivos (plagas): patata (pulgonos, escarabajos, polilla y orugas), tomate (orugas, pulgonos y heliothis).

Endosulfan (Insecticida organoclorado)	3	CE agrícola	Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II	Endosulfan: hexacloro- hexahidro-6,9-metano- 2,4,3-benzodioxatiepín-3- óxido.	Cultivos (plagas): frijol (<i>Aphion godmani</i> , <i>Empoasca spp</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), papa (<i>Epicareus cognatus</i> , <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , <i>Empoasca spp</i> , <i>Epitrix spp</i> , <i>Trichoplusia ni</i>)
Folvel M-72 (Insecticida organofosforado)			Si*	Extremadamente tóxico. Categoría toxicológica I	Paration metílico: 0,0 dimetil 0, p-nitrofenil fosforotioato.	Cultivos (plagas): frijol (<i>Epilachna varivestis</i> , <i>Diabrotica spp</i> , <i>Caliothrips phaseoli</i>), jitomate (<i>Heliothis zea</i> , <i>Diabrotica spp</i> , <i>Eutettix tenellus</i>), maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Dalbulus maidis</i> , <i>Pseudaletia unipuncta</i>)
Imidan 50 (insecticida de contacto e ingestión)			Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica III	Fosmet: (CH ₃ -O ₂)-PS-S- CH ₂ -C ₈ H ₄ NO ₂	Imidan es un insecticida y acaricida de amplio espectro, alto poder de volteo y moderada persistencia.
Imidan 50 PH (acaricida)			Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica III	Fosmet: O,O-dimetil S- ftalimidometil fosforoditioato	Para aplicación al follaje

Malathion 500 CE (Insecticida y/o acaricida organofosforado)	Si		0,0-dimetil fosforoditioato de dietil mercapto succionato.	Cultivos (plagas): jitomate y chile (<i>Diabrotica spp</i> , <i>Eutettix tenellus</i> , <i>Trialeurodes vaporiorum</i> , <i>Heliothis zea-virescens</i> , <i>Trichoplusia ni</i> , <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Manduca sexta</i> , <i>Epitrix spp</i>), maíz y sorgo (<i>Myzus spp</i> , <i>Lygus spp</i> , <i>Dalbulus spp</i> , <i>Empoasca spp</i> , <i>Macrodactylus spp</i> , <i>Diabrotica spp</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Heliothis zea</i> , <i>Aphis spp</i> , <i>Macrosiphum spp</i> , <i>Frankliniella occidentales</i> , <i>Agrotis spp</i> , <i>Peridroma sp</i>).
Malathion 1000 (Insecticida y/o acaricida organofosforado)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Malatión: 0,0-dimetil fosforoditioato de dietil mercapto succinato o dietil mercapto succinato-S-éster con 0,0-dimetil fosforoditioato.	Cultivos (plagas): maíz (<i>Rhopalosiphum maidis</i> , <i>Macrodactylus spp</i> , <i>Dalbulus maidis</i>), sorgo (<i>Melanoplus spp</i> , <i>Contarinia sorghicola</i>), tomate (jitomate) (<i>pulgones</i> , <i>Euttetix tenellus</i>)
Malathion 4 (Insecticida y/o acaricida organofosforado)	Si	Categoría toxicológica IV	Malatión: 0,0-dimetil fosforoditioato de dietil mercapto succionato.	Cultivos (plagas): jitomate (<i>Blapstinus spp</i> , <i>Diabrotica spp</i>), Papa (<i>Epitrix spp</i>), frijol (<i>Empoasca spp</i>), pastos (<i>Blissus leucopteros</i>).

Metamidofos (Insecticida y acaricida)		Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica IV	Metsulfuron metil: dimetilfosfamidotioato (UIQPA; CAS)	O,S- Plaguicida sistémico de acción por contacto e ingestión para combatir insectos masticadores y chupadores
Metamidofos (Insecticida y acaricida)	TEC	Si*	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II	Metamidofos	Plaguicida sistémico de acción por contacto e ingestión para combatir insectos masticadores y chupadores
Metamidofos (Insecticida y/o acaricida organofosforado)	600	Si*	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II	Metamidofos: 0,S-dimetil fósforo-amidotioato.	Cultivos (plagas): jitomate (<i>Euttetix spp</i> , <i>Dicyphus minimus</i> , <i>Diabrotica variegata</i> , <i>Gryllus assimilis</i> , <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Epitrix spp</i> , <i>Tetranychus spp</i>), papa (<i>Leptinotarsa undecemlineata</i> , <i>Macrosiphum solanifollii</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Epitrix cucumeris</i> , <i>Leptinotarsa decemlineata</i>)

Methomyl técnico

Si*

Altamente tóxico.
Categoría toxicológica II

Metomil:
((metilcarbamoil)
acetamidato).

S-metil-N-
oxi)tio-

Cultivos (plagas): papa (*Phthorimaea operculella*, *Trichoplusia ni*, *Leptinoparsa decemlineata*, *Epitrix* spp, *Empoasca* spp, *Spodoptera exigua*), jitomate (tomate) (*Heliothis* spp, *Keiferia lycopersicella*, *Manduca* spp, *Trichoplusia ni*, *Spodoptera exigua*, *eutetrix tenellus*, *Diabrotica* spp); maíz (*Spodoptera frugiperda*, *Heliothis zea*, *Mythimna unipuncta*, *Diatraea* spp, *Mocis repanda*, *Macrodactylus mexicanus*, *Diabrotica undecimpuncta*, *Melanoplus differentialis*), sorgo (*Contarinia sorghicola*, *Nola sorghiella*, *Spodoptera frugiperda*, *Mythimna unipuncta*, *Macrodactylus mexicanus*, *Diabrotica undecimpuncta*), chile (*Spodoptera* spp, *Heliothis zea*, *Trichoplusia ni*)

Monocrotofos (Insecticida y/o acaricida agrícola organofosforado)	600	Si	Extremadamente tóxico. Poco persistente. Categoría toxicológica II	Monocrotofos (dimetil-(E)-1-metil-2-(metilvinil fosfato).	Cultivos (plagas): papa (<i>Empoasca spp</i> , <i>Trichoplusia ni</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Spodoptera exigua</i>), tomate (jitomate) (<i>Eutettix tenellus</i> , <i>Frankliniella spp</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Manduca sexta</i> , <i>Manduca quinquemaculata</i> , <i>Heliothis spp</i> , <i>Spodoptera exigua</i>). Dosis 0.75 - 1.5 l/ha
Novo-biobit (Insecticida)		Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	<i>Bacillus berliner</i>	<i>thuringiensis</i> Para aplicación al follaje. Es un agente altamente específico con una acción insecticida dirigida a coleópteros (escarabajos), dípteros (moscas y mosquitos) y lepidópteros (mariposas y polillas).
Novo-biobit FV (Insecticida)		Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	<i>Bacillus berliner</i>	<i>thuringiensis</i> Para aplicación al follaje
Parathion metílico (Insecticida y/o acaricida organofosforado)	2%	Si*	Categoría toxicológica I	Paration metílico	Aplicación al follaje de los cultivos
Parathion metílico (Insecticida)	3%	Si	Moderadamente tóxico	O,O-dimetil fosforotioato	O-4-nitrofenil

Parathion metílico (Insecticida organofosforado)	4%	Si		Paration metílico	
Parathion metílico (Insecticida y/o acaricida agrícola organofosforado)	500	Si	Categoría toxicológica I-III	Paration metílico (0,0 dimetil 0-4-nitrofenil fosforotioato).	Cultivos (plagas): maíz (<i>Melanoplus spp</i> , <i>Sphenerium spp</i> , <i>Brachystola sp</i> , <i>Macrodactylus spp</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Pseudaletia unipuncta</i> , <i>Prodenia spp</i> , <i>Rhopalosiphum maidis</i>), manzano y peral (<i>Eriosoma lanigerum</i> , <i>Quadraspidotus perniciosus</i> , <i>Aphis pomi</i>)
Parathion metílico (Insecticida agrícola)	720	Si*	Extremadamente tóxico. Categoría toxicológica I-III	Paration metílico: 0,0-dimetil-0, 4-nitrofenil fosforotioato.	Cultivos (plagas): frijol (<i>Apion godmani</i> , <i>Empoasca fabae</i> , <i>Diabrotica spp</i>), papa (<i>Phthorimaea perculella</i> , <i>Epicaerus cognatus</i> , <i>Empoasca sp</i>), jitomate (<i>Heliothis zea</i> , <i>Epitrix spp</i> , <i>Manduca quinquemaculata</i>), trigo (<i>Schizaohis graminum</i> , <i>Mythimna unipuncta</i> , <i>Rhopalosiphum maidis</i>), maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Mythimna unipuncta</i> , <i>Schizaphis graminum</i>)

Permetrina (Insecticida)		Tec Si		Altamente tóxico	3-fenoxibencil (1RS, 3RS, 1RS, 3RS)-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropaccarboxilato	Para aplicación al follaje. Es un agente altamente específico con una acción insecticida dirigida a coleópteros (escarabajos), dípteros (moscas y mosquitos) y lepidópteros (mariposas y polillas).
Permetrina (Insecticida piretroide)	500	CE agrícola	Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica III-IV	Permetrina: 3-fenoxibencil metil (+)cis trans-3-(2,2-diclorovinil 2,2-dimetil ciclopropano carboxilato	Follaje en los cultivos de jitomate, lechuga, maíz, papa, soya, sorgo
Pervel 34-CE			Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica III-IV	Permetrina 3(fenoxifenil) metil (+-), cis, trans-3- (2,2 dicloroetenil)-2,2 dimetil ciclopropano carboxilato.	Cultivos (plagas): forrajera de maíz y sorgo (<i>Spodoptera exigua</i> , <i>Sp. frugiperda</i> , <i>Diatrea gradiosella</i>), papa (<i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Trichoplusia ni</i>), tomate (<i>Meliothis zea</i> , <i>Kelferia luopersicella</i> , <i>Manduca quinquemaculata</i>).

Thiodan 35 CE

Si*

Altamente tóxico.
Categoría toxicológica II

Endosulfán 6,7,8,9,10, 10-hexacloro-1,5, 5a,6,9,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzodioxatiepín-3-óxido.

Cultivos (plagas): berejena (*Myzus persicae*, *Epitrix spp*), maíz (*Heliothis zea*), chile (*Epitrix spp*, *Chaetocnema spp*, *Anthonomus eugenii*, *Trialeurodes spp*, *Bemisia tabaci*), frijol (*Bemisia tabaci*), papa (*Macrosiphum solanifolli*, *Leptinotarsa undecemlineata*, *trialeurodes spp*, *Bemisia tabaci*, *Trichoplusia ni*, *Epitrix cucumeris*, *Phthorimaea operculella*, *Epicaerus cognatus*, *Phyrdenus muriceus*, *Aphis gossypii*); calabacita, melón y pepino (*Epitrix spp*, *Diaphania nitidalis*, *D. Hyalinata*, *Melittia satyriniformis*, *Estigmene acrea*, *Trichoplusia ni*, *Empoasca spp*, *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes spp*), jitomate (*Epitrix spp* y *Chaetocnema spp*, *Aphis spp*, *Manduca quinquemaculata*, *Heliothis zea*, *Trichoplusia ni*, *Trialeurodes spp*, *Bemisia tabaci*).

Tralate (Insecticida)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Tralometrina: (S)-a-ciano-3-fenoxibencil(1R,3S)-2,2-dimetil-3-[(RS)-1,2,2,2-tetrabromoetil]ciclopropanocarboxilato	Para aplicación al follaje
Velaron 60 (Insecticida)	Si	Altamente tóxico a invertebrados y especies de vida silvestre. Poco persistente. Categoría toxicológica I	Monocrotofos Dimetil(E)-1-metil-2-(metilcarbamoil) vinil fosfato	Inhibidor de acetilcolinesterasa. Cultivo (plaga): frijol (<i>Tetranychus sp</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> , <i>Empoasca kraemeri</i>).
Velban 480 EC	Si	Moderadamente tóxico.	Clorpirifos: (0,0, dietil 0-3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato	
Veldosulfan 35 CE	Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II	Endosulfan: (hexacloro-hexahidro-6,9 metano-2,4,3 benzodioxatiepín-3-óxido).	Cultivos (plagas): maíz (<i>Heliothis zea</i>)
Velfuran 3-G (Insecticida-nematicida)		Moderadamente tóxico	2,3-dihidro-2,2-7-benzofuranil metilcarbamato.	Cultivos (plagas): papa, sorgo, tomate, tomatillo, trigo (<i>Sorghum halepense</i> , <i>Cyperus arvensis</i> , <i>zacates perennes</i>)
Velfuran 350-L (Insecticida-nematicida sistémico)	Si*	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II-III	Carbofuran: (2,3-dihidro-2-2-dimetil-7benzofuranil metilcarbamato).	Cultivos (plagas): papa (<i>Elasmoplatus lignosellus</i> , <i>Expitrix sp</i> , <i>Phyllophaga sp</i> , <i>Cosmopolites sordidus</i>), maíz (<i>Melanotus sp</i> , <i>Phyllophaga sp</i> , <i>Diabrotica sp</i> , <i>Agrotis sp</i> , <i>Zeadiatraea grandiosella</i>)

Velsidol 25 C.E.	Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica IV	Diazinon: 0,0-dietil (2- isopropil-4-metil-6-primidinil) fosforotioato.	Cultivos (plagas): frijol (<i>Apion godmani</i> , <i>Empoasca sp</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Diabrotica spp</i>)
Velsidol 5% (Insecticida organofosforado)	Si	Categoría toxicológica IV	Diazinon: 0,0-dietil-0 (2- isopropil-4-metil-6-pirimidinil) fosforotioato.	Cultivos (plagas): papa, tomate (jitomate) (<i>Phyllophaga sp</i> , <i>Elateridae</i> , <i>Feltia sp</i> , <i>Agrotis sp</i>), frijol (<i>Elateridae</i> , <i>Diabrotica sp</i>), maíz y sorgo (<i>Diabrotica sp</i> , <i>Phyllophaga spp</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i>)
Velsor 600	Si*	Altamente tóxico. Categoría toxicológica II	Metamidofos: 0,5-dimetil fosforoamidotioato.	Cultivos (plagas): Jitomate (<i>Liriomyza munda</i> , <i>Heliothis zea</i> , <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Trichoplusia ni</i> , <i>Manduca quinquemaculata</i> , <i>Aphididae trips</i> , <i>Myzus persicae</i>)

Vydate	C.	L.	V.	Si	Extremadamente tóxico. Categoría toxicológica I-II	Oxamil: S-metil N',N'-dimetil-N (metilcarbamoiloxi)-1-tio-oxamimidato.	Cultivos (malezas): Chile (<i>Anthonomus eugenii</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Meloidogyne spp</i> , <i>Criconemoides spp</i> , <i>Xiphinema spp</i> , <i>Tylenchorhynchus sp</i>), jitomate (<i>Liriomyza munda</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Meloidogyne spp</i>), papa (<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum solanifolii</i> , <i>Diabrotica spp</i> , <i>Globodera rostochiensis</i>), Piña (<i>Dysmicoccus brevipes</i> , <i>Meloidogyne spp</i> , <i>Helicotylenchus spp</i> , <i>Criconemoides spp</i> , <i>Pratylenchus spp</i>)
--------	----	----	----	----	---	--	--

Vydatel (Insecticida/acaricida agrícola)	L	Si	Altamente tóxico. Categoría toxicológica I-II	Oxamil: S-metil dimetil-N (metilcarbamoil)oxi-1-tioxamimidato.	N',N'- Cultivos (malezas): Chile (<i>Anthonomus eugenii</i> , <i>Liriomyza spp</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Meloidogyne spp</i> , <i>Criconemoides spp</i> , <i>Xiphinema spp</i> , <i>Tylenchorhynchus sp</i>), jitomate (<i>Liriomyza sp</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Meloidogyne spp</i>), papa (<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum solanifolii</i> , <i>Diabrotica spp</i> , <i>Globodera rostochiensis</i>), piña (<i>Dysmicoccus brevipes</i> , <i>Meloidogyne spp</i> , <i>Rotylenchulus sp</i> , <i>Helicotylenchus spp</i> , <i>Criconemoides spp</i> , <i>Pratylenchus spp</i>)
Xentari (Insecticida biológico)		Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Aplicación al follaje de cultivos de frijol, jitomate, maíz

Anexo 36. Fungicidas más comunes empleados en la región Norte de Sinaloa

Nombre	C.O.P ¹	Toxicidad	Ingrediente activo	Cultivos y plagas, malezas y/o enfermedades
Benlate (fungicida)	Si	Moderadamente tóxico. Altamente persistente. Categoría IV	Benomilo: metil-1- (butilcarbamoil)-2 bencimidazol-2-ilcarbamato	Este es un fungicida sistémico-curativo para el control de enfermedades foliares, del tallo y raíces. Cultivo (enfermedades): frijol (<i>Colletotrichum spp</i>), papa (<i>Sclerotium cepivorum</i>), tomate (<i>Botrytis spp</i> , <i>Cercospora spp</i> , <i>Fusarium spp</i>), trigo (<i>Rhynchosporium secalis</i>)
Benlate O.D. (fungicida)	Si	Toxicidad moderada. Categoría IV	Benomilo: metil-1- (butilcarbamoil)-2 bencimidazol-2-ilcarbamato	Se aplica en follaje
Botran 75 PH (Fungicida agrícola)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Dicloran: 2,6-dicloro-4- nitroanilina.	Cultivos y enfermedades: tomate (jitomate) (<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)
Curzate M-8 (Fungicida agrícola)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Cymoxanil:2-ciano-N- [(etilano)carbonil]- 2(metoximino)acetamida 8%. Mancozeb: ion zinc y etilen-bis-ditiocarbamato de manganeso 64%.	Cultivo y plaga: Tomate (<i>Phytophthora infestans</i>), papa (<i>Phytophthora infestans</i>)
Derosal 500 D (Fungicida)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Carbendazim: (metoxicarbonilamino) Bencimidazol.	2- Cultivos y plagas: Frijol (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Diaporthe phaseolorum</i>)

Mancozeb micro 80 PH (Fungicida preventivo)	Si	Fungicida ditiocarbámico. Categoría toxicológica IV	Mancozeb: producto de coordinación del ión zinc y etilén ditiocarbamato de manganeso.	Cultivos y plagas: maíz (<i>Heiminthosporium maidis</i>); sandía, melón, pepino y calabacitas (<i>Colletrotichum lagenarium</i> , <i>Alternaria cucumerina</i> y <i>Cercospora spp</i> , <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , <i>Mycosphaerella citrullina</i> , <i>Cladosporium cucumerinum</i>), papa (<i>Alternaria solani</i> , <i>Phytophthora infestans</i>), papaya (<i>Glomerella cingulata</i> , <i>Phytophthora palmivora</i>), jitomate y tomate de cáscara (<i>Alternaria solani</i> , <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Septoria lycopersisi</i> , <i>Cercospora spp</i> , <i>Cladosporium fulvum</i>) Mancozeb
Mancozeb técnico (Fungicida agrícola)	Si			
Manzate L (Fungicida agrícola)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Mancozeb: producto de coordinación del ión zinc y etilén ditiocarbamato de manganeso.	
Previcur-N líquido)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Propamocarb clorhidrato: Propil (3-dimetil amino)propil)carbamato hidrocioruro.	Cultivos y plagas: papa (<i>Phytophthora infestans</i>), jitomate
Punch 40 (Fungicida)	F. C.	Categoría toxicológica IV	Hexazinona	

Strike 800 PH (Fungicida agrícola)			Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Clorotalonil: Tetracloroisoflalonitrilo, cimoxanil-2-ciano-N- [(etilamino) carbonil]-2- (metiloximino) acetamida.	Cultivos y enfermedades: tomate (<i>Phytophthora infestans</i>), papa (<i>Phytophthora infestans</i>)
Trevanil 75 PH (Fungicida agrícola)			Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Clorotalonil: Tetracloroisoflalonitrilo.	Cultivos y enfermedades: frijol (<i>Erysiphe polygoni</i> , <i>Botrytis spp</i> , <i>Cercospora spp</i>), maíz (<i>Septoria spp</i> , <i>Puccinia sorghi</i>), papa (<i>Alternaria solani</i> , <i>Botrytis cinerea</i>), jitomate (<i>Cladosporium fulvum</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Septoria lycopersici</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>), tomate de cascara (<i>Stemphylium solani</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Corynespora cassicola</i> , <i>Botrytis cinerea</i>)
Velonil (Fungicida)	2787	75%	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Clorotalonil: Tetracloroisoflalonitrilo.	Cultivos y enfermedades: Frijol (<i>Uromyces appendiculatus</i> , <i>Botrytis cinerea</i>), jitomate y tomate de cascara (<i>Alternaria solani</i> , <i>Cladosporium fulvum</i> , <i>Stemphyllium solani</i>), papa (<i>Alternaria solani</i> , <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Botrytis cinerea</i>)
Velsul 725 (Fungicida- acaricida)			Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Azufre elemental con tamaño de partículas menos a 2 micras.	Cultivos y plagas: frijol (<i>Cercopora spp</i> , <i>Tetranychus spp</i> , <i>Sphaceloma arachides</i>), papa (<i>Erysiphe golgygoni</i> , <i>Alternaria</i>

Vondozeb 80 (Fungicida)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Mancozeb: etilenbis(ditiocarbamato) de manganeso con sal de zinc	<i>solani</i>), jitomate (<i>Xanthomonas vesicatoria</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Tetranychus spp</i>) Para aplicación al follaje
Vondozeb L (Fungicida)	Si	Ligeramente tóxico. Categoría toxicológica IV	Mancozeb: etilenbis(ditiocarbamato) de manganeso con sal de zinc	Para aplicación al follaje
Zineb micro 80 (Fungicida-bactericida)	Si	Moderadamente tóxico. Categoría toxicológica IV	Zineb: (Etilen bis-ditiocarbamato de zinc).	Cultivos y enfermedades: tomate (jitomate) (<i>Alternaria solani</i> , <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Septoria Lycopersici</i>), frijol y frijol ejotero (<i>Colletotrichum lidemuthianum</i> , <i>Uromyces appendiculatus</i>)

Anexo 37. Otros agroquímicos que se emplean en la región agrícola de Guasave

Nombre	Toxicidad	Ingrediente activo	Cultivos y plagas, malezas y/o enfermedades
Auxigro PH	Promotor metabólico de crecimiento	Ácido gama amino butírico, ác. Glutámico.	Empleado en los cultivos: papa, tomate, frijol ejotero, pepino, melon
Induce/stricker/cuate	Surfactante-humectante, no iónico. Ligeramente tóxico	Eter Elkil Aril Polialcan.	
Citokin (Fertilizante y regulador de crecimiento)		Citoquinina	Son compuestos que inducen la división celular, retardan la senescencia en las hojas y estimulan la movilización de nutrientes
Crop finisher (fertilizante y regulador de crecimiento)		(N) (P205) (K20) (Mg) (S)	
Nutri leaf (fertilizante y regulador de crecimiento)		(N) (P205) (K20) (B)	
Ramikgreen/felino (Rodenticida)	Ligeramente tóxico	Difacinona: 2-(difenilacetil)indan-1,3-diona	Para el control de roedores en áreas agrícolas.
Solu Gro (fertilizante y regulador de crecimiento)		(N) (P205) (K20) (B) (Cu) (Fe)	

