

Diagnóstico sobre los aspectos relacionados a la composición del agua, suelo y aire de municipios de la región de Tehuacán afectados por alteraciones climáticas.

Reporte Técnico Etapa 1

Muestreo y análisis de agua y suelos para detectar sustancias ajenas o anomalías en la composición de las matrices de estudio en los puntos señalados por los productores con respecto a las muestras de control o lo esperable en ese tipo de muestras.

Resumen

De acuerdo con lo comprometido para la primera etapa del Proyecto, se presentan los resultados obtenidos del análisis por técnicas espectroscópicas, cromatográficas y algunos ensayos biológicos de las muestras de agua y suelo tomadas en municipios de la región de Tehuacán entre el 16 de agosto y el 1 de septiembre de 2023. Las mismas fueron tomadas en los puntos señalados por los pobladores afectados y en su presencia.

Se analizaron en total 18 muestras de agua y 17 muestras de suelos. Cuatro de las muestras de agua y cuatro de las de suelo corresponden a puntos en los cuales se asume por los pobladores que no hay sobrevuelos de las avionetas bajo sospecha. Adicionalmente se incluyen 10 muestras de follaje tomadas por los interesados, aspecto que correspondía a la segunda etapa.

La toma y preservación de las muestras hasta su análisis se realizó de acuerdo con procedimientos internacionalmente aceptados. Las muestras fueron subdivididas para los distintos laboratorios destinatarios y se sometieron a diversos procedimientos para la extracción y concentración de las sustancias de interés con posible presencia en ellas. Las muestras fueron sometidas a análisis por espectroscopía infrarroja (incluyendo el follaje), cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM) y ensayos biológicos de toxicidad.

Los resultados obtenidos indican que no hay diferencias entre las muestras que permitan afirmar que las muestras de control se comportan de manera consistentemente diferente a las tomadas en los puntos en lo que se asumen sobrevuelos de las avionetas. Las diferencias encontradas entre muestras responden a los aspectos que es posible esperar dada la heterogeneidad de los impactos antrópicos específicos en cada sitio y los aspectos naturales y geoquímicos esperables en los mismos considerando que se abarca un área extensa.

Solamente se detectó la presencia de Alcohol Diacetona [DAA], conocida como Tyranton o Dimetilacetilcarbinol y también en inglés como Diacetone Alcohol, en una concentración relativa promedio en las muestras problema superior a las de



Secretaría
de Educación
Gobierno de Puebla

CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



control, lo que puede interpretarse como una anomalía en la composición de las matrices de estudio en los puntos señalados por los productores con respecto a las muestras de control. Esto no tiene un carácter concluyente sobre el posible vertido de sustancias por vía aérea, dada la posibilidad de dispersión a largas distancias y que esta sustancia es de amplio espectro de uso e incluso se encuentra en algunas especies vegetales pero, no obstante, de acuerdo con el alcance del método utilizado (CG/EM), responde afirmativamente a uno de los aspectos objeto de la investigación. Considerando el trazo del Dren d Valsequillo y que la concentración del compuesto en cuestión es mayor en los suelos que en el agua, es más atribuible su presencia al uso contínuo para riego del agua que circula por dicho Dren.

Nota: Los resultados que se expresan en este informe preliminar, aunque analíticamente correctos, están aún sujetos a análisis en lo referente a su interpretación.

Introducción

El objetivo del presente reporte es informar los resultados de los análisis químicos realizados a un grupo de muestras de agua y suelo de diferentes municipios de la región de Tehuacán, para detectar sustancias ajenas o anomalías en la composición de las matrices de estudio en los puntos señalados por los productores con respecto a las muestras de control o lo esperable en ese tipo de muestras. Los trabajos realizados responden al Proyecto CONCyTEP “Diagnóstico sobre los aspectos relacionados a la composición del agua, suelo y aire de municipios de la región de Tehuacán afectados por alteraciones climáticas”, en su etapa 1.

Los estudios fueron realizados por los investigadores pertenecientes al GRAMMT (Grupo de Riesgos Ambientales por Moléculas y Microorganismos Tóxicos), que tiene un convenio con el CONCyTEP:

Dra. Paula Monserrat Crespo Barrera, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, moncbarrera@gmail.com

Dra. Zenaida Carolina Leyva Inzunza, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria, zleyva@ipn.mx

Dr. Raúl Jacobo Delgado Macuil, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, rdelgadom@ipn.mx

Dr. Guillermo Manuel Horta Valerdi, Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla, gmohova@gmail.com

M.C. José María Cunill Flores, Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla, Red Iberoamericana de Tratamiento de Efluentes con Microalgas, jomacunill@gmail.com

Dr. José Carlos Mendoza Hernández, Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, josecarlos.mendoza@correo.buap.mx

Dr. Amado Enrique Navarro Frómata, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, navarro4899@gmail.com, Responsable del GRAMMT.

La tarea fue asignada al GRAMMT el día 14 de agosto de 2023, los trabajos experimentales se realizaron entre el 16 de agosto y el 30 de septiembre, llevándose a cabo el análisis de resultados entre el 27 de septiembre y el 3 de octubre.

1. Toma de muestras

Utilizando procedimientos establecidos en la normatividad nacional e internacional se realizó la toma de muestras de suelo y agua. En la figura 1.1 se señalan todos los puntos muestreados de los 18 lugares propuestos por los pobladores. En color amarillo se señalan los puntos señalados por el grupo de Tlacotepec, en verde los

señalados por el grupo MASCI y en rojo 4 puntos de control. En total se colectaron 18 muestras de agua y 17 muestras de suelos. Las muestras de control corresponden a puntos en los cuales se asume por los pobladores que no hay sobrevuelos de las avionetas bajo sospecha.

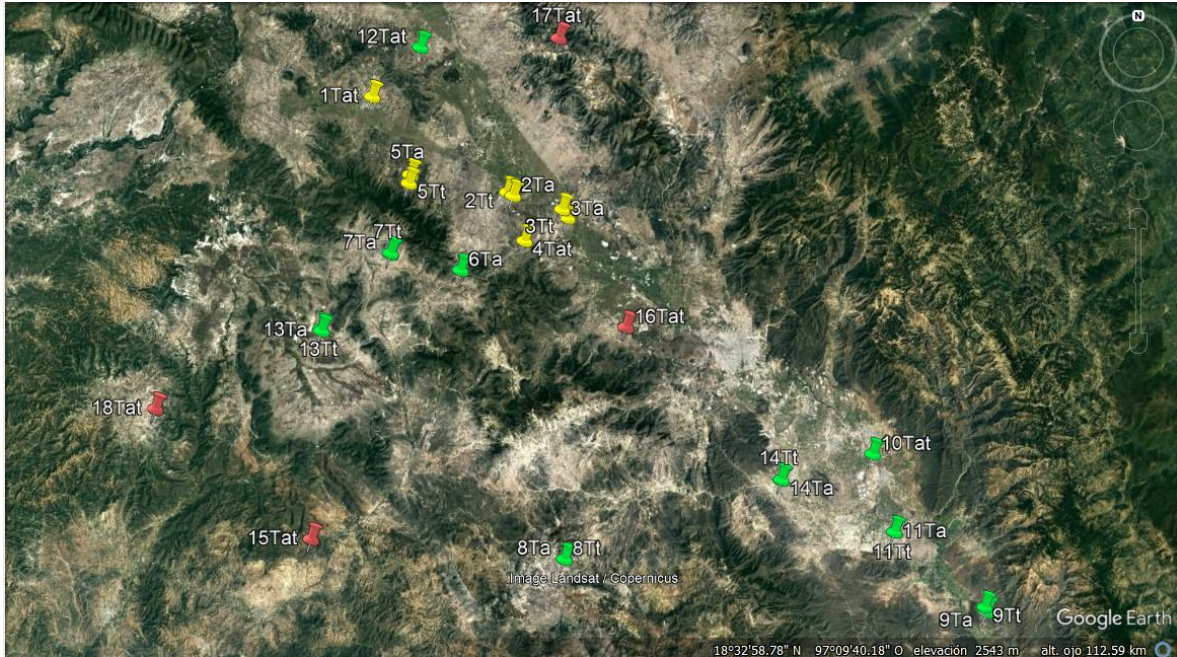


Figura 1.1 Puntos de muestreo.

En la tabla 1.1 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo. Se sigue el código de colores mencionado anteriormente

| No. de Mtra. | Ubicación | Lugar de muestreo | Tipo de Mtra. | Código | |
|--------------|-----------------------|---|---------------|------------|--------------|
| | | | | Mtra. agua | Mtra. tierra |
| 1 | 18.694916, -97.778245 | Xochitlán Jagüey Chiquito | Agua y Tierra | 1Ta | 1Tt |
| 2 | 18.598416, -97.633313 | Pericotepec Jagüey de Norma | Agua | 2Ta | |
| 2 | 18.601527, -97.639254 | Pericotepec Santa María Campo el Calvario | Tierra | | 2Tt |
| 3 | 18.585113, -97.582778 | San Andrés Cacaloapan Jagüey Grande | Agua | 3Ta | |
| 3 | 18.576894, -97.577413 | Cacaloapan Cañada San Luis | Tierra | | 3Tt |
| 4 | 18.554336, -97.621447 | San Andrés Cacaloapan Balsa el Zorrillo | Agua y Tierra | 4Ta | 4Tt |
| 5 | 18.618619, -97.738741 | Santa Mónica Paraje las Pilas | Agua | 5Ta | |

| No. de Mtra. | Ubicación | Lugar de muestreo | Tipo de Mtra. | Código | |
|--------------|---------------------------|---|------------------|------------|--------------|
| | | | | Mtra. agua | Mtra. tierra |
| 5 | 18.610194, - 97.739998 | Paraje Corramel Ejido Santo Nombre | Tierra | | 5Tt |
| 6 | 18.525674, - 97.686930 | Juan N Méndez Colonia Miguel Hidalgo | Agua | 6Ta | |
| 7 | 18.542346, - 97.758811 | Juan N Méndez Barranca del Duraznillo | Agua | 7Ta | |
| 7 | 18.541033, - 97.759060 | Juan N Méndez Predio Mezquite Mocho | Tierra | | 7Tt |
| 8 | 18.244726, - 97.580192 | Santiago Acatepec Caltepec Jagüey de la Cruz | Agua | 8Ta | |
| 8 | 18.244169, - 97.580646 | Santiago Acatepec Predio la Biznaga | Tierra | | 8Tt |
| 9 | 18.189825, - 97.143574 | San Rafael Coxcatlan Predio el Amate | Agua | 9Ta | |
| 9 | 18.194326, - 97.145430 | San José Tilapa Coxcatlan Predio San Rafael | Tierra | | 9Tt |
| 10 | 18.345577, - 97.262095 | Altepexi Predio Venta Negra | Agua y Tierra | 10Ta | 10Tt |
| 11 | 18.268732, - 97.239494 | San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio Platana Rio Zapotitlán | Agua | 11Ta | |
| 11 | 18.268770, - 97.239296 | San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio el Traguito | Tierra | | 11Tt |
| 12 | 18.742944, - 97.728747 | San Gabriel Jagüey Tejocote | Agua y Tierra | 12Ta | 12Tt |
| 13 | 18.466762, - 97.830196 | San Juan Ixcaquixtla Jagüey Colorado | Agua | 13Ta | |
| 13 | 18.468485, - 97.830883 | San Juan Ixcaquixtla Barrio Carmen Paraje estación | Tierra | | 13Tt |
| 14 | 18.320696, - 97.356815 | San Gabriel Chilac Barranca Zapotitlán | Agua | 14Ta | |
| 14 | 18.319981, - 97.356933 | San Gabriel Chilac Barranca San Juan Atzingo | Tierra | | 14Tt |
| 15 | 18.262907, - 97.841485 | Totoltepec de Guerrero (rio) Punto control Leyva | Agua y Tierra | 15Ta | 15Tt |
| 16 | 18.470268, - 97.517206 | Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo Punto control Archundia | Agua y Tierra | 16Ta | 16Tt |
| 17 | 18.750640, - 97.586015 | Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde Punto control Archundia | Agua y Tierra | 17Ta | 17Tt |
| 18 | 18.390110, - 98.001583 | Santa Inés Ahatempan Ahuatemoan Jagüey Agua de conejo Punto control Leyva | Agua y Tierra | 18Ta | 19Tt |

Los detalles del muestreo se muestran en el anexo 1.

2. Análisis de elementos por Espectrometría de Masas de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS)

Se determinaron 62 elementos por la técnica de ICP-MS en el Laboratorio del Agua y monitoreo Ambiental, Universidad del Centro de Mexico, Institución Asociada del Laboratorio Nacional del Agua de CONACyT. Los detalles de los análisis se muestran en el anexo 2.

Con los resultados obtenidos se realizó un Análisis Factorial cuyos resultados se resumen en las figuras 2.1 y 2.2.

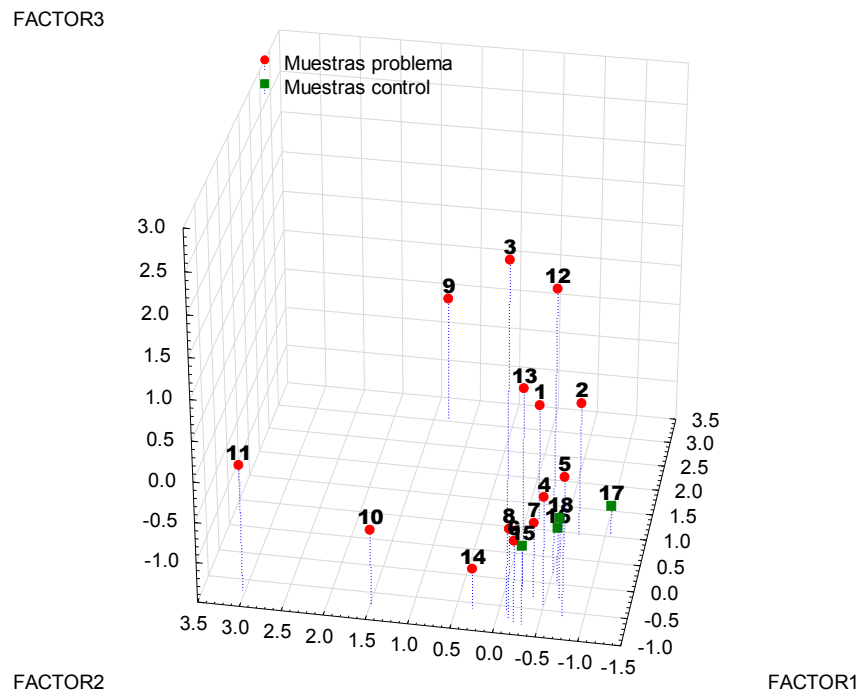


Figura 2.1. Puntuaciones de las muestras de agua

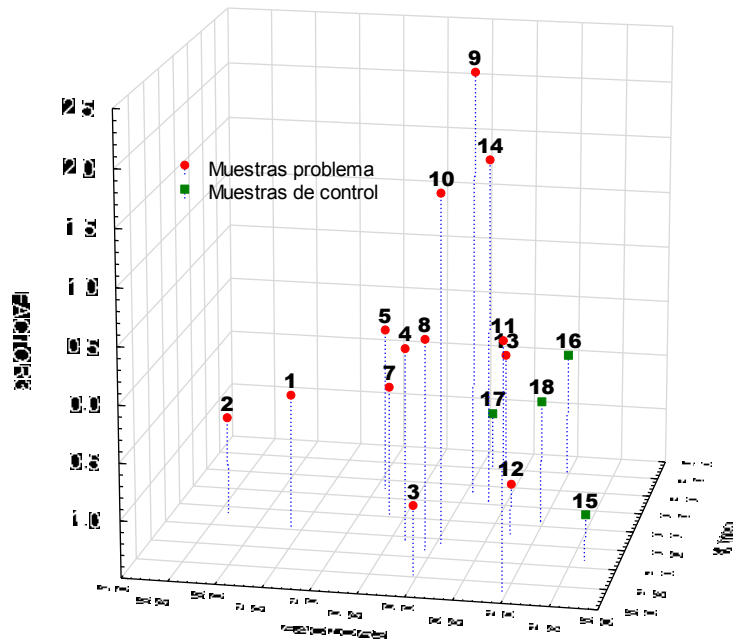


Figura 2.2 Puntuaciones de las muestras de suelo

En las figuras, aunque se observa una cierta agrupación de muestras, las de control se encuentran superpuestas con varias de las muestras problema, por lo que no se puede afirmar que haya diferencias significativas entre las muestras que se encuentran en dicha agrupación. Considerando las variables que intervienen en los factores, se puede atribuir la dispersión de las muestras y sus posibles agrupaciones a un conjunto de elementos más que a la presencia decisiva de algún elemento en particular.

3. Análisis de agua, suelos y follaje por técnicas espectroscópicas

Basados en los resultados arrojados por medio de dos técnicas experimentales y una técnica numérica, se observó que para el caso de dos metales de interés, plata y cromo, la presencia de estos elementos nocivos a la salud humana, no se encontró en ninguna de las muestras de agua analizadas, a excepción de la muestra control 15 que en el análisis por componentes principales arrojó gran similitud con ambos metales. Sin embargo, la técnica de espectroscopia de absorción atómica nos dice que la concentración de plata para esta muestra es de tan solo 42.9 partes por billón y que los resultados de una técnica experimental más exacta arrojó que esta un orden de magnitud menor a la especificada.

Por otro lado, al sacar los estándares de los metales pesados del análisis, no se encontró diferencia estadística alguna entre todas las muestras de agua analizadas.

Para el caso de los tejidos vegetales, tanto el análisis experimental como el análisis numérico, mostraron que los tejidos tienen muchas similitudes entre ellos, y que al compararlos con los estándares de los metales plata y cromo, no existe ninguna tendencia de agrupamiento, lo cual indica la nula presencia de este tipo de compuesto metálicos en las muestras de tejido vegetal analizado.

Los detalles del análisis por espectroscopía se muestran en el anexo 3.

4. Ensayos de toxicidad

Los resultados de los ensayos de germinación de *Medicago sativa* se muestran en la tabla 4.1

Tabla 4.1. índices de germinación de semillas de *Medicago sativa*

| MUESTRA | CRR(%) | GRS(%) | IG |
|---------|------------|------------|------------|
| 1Tt | 86.7427745 | 56.4102564 | 48.9318215 |
| 2Tt | 144.497873 | 82.0512821 | 118.562357 |
| 3Tt | 132.180507 | 76.9230769 | 101.677313 |
| 4Tt | 55.5364739 | 76.9230769 | 42.7203645 |
| 5Tt | 103.800629 | 82.0512821 | 85.1697467 |
| 7Tt | 105.005172 | 69.2307692 | 72.695888 |
| 8Tt | 108.777511 | 76.9230769 | 83.6750082 |
| 9Tt | 154.784265 | 71.7948718 | 111.127164 |
| 10Tt | 166.913857 | 79.4871795 | 132.675117 |
| 11Tt | 134.248632 | 87.1794872 | 117.037269 |
| 12Tt | 131.645645 | 64.1025641 | 84.3882337 |
| 13Tt | 130.867394 | 74.3589744 | 97.311652 |
| 14Tt | 93.1059737 | 64.1025641 | 59.6833165 |
| 15Tt | 148.674998 | 71.7948718 | 106.741024 |
| 16Tt | 126.441033 | 61.5384615 | 77.8098666 |
| 17Tt | 136.15155 | 71.7948718 | 97.7498305 |
| 18Tt | 23.250284 | 17.9487179 | 4.1731279 |
| 1 Ta | 92.356929 | 87.1794872 | 80.5162971 |
| 2 Ta | 92.0941675 | 76.9230769 | 70.8416673 |
| 3 Ta | 46.6283361 | 10.2564103 | 4.78239344 |
| 4 Ta | 63.4343088 | 41.025641 | 26.0243318 |
| 5 Ta | 90.1398781 | 76.9230769 | 69.3383678 |
| 6 Ta | 99.2820161 | 64.1025641 | 63.642318 |
| 7 Ta | 96.1820183 | 74.3589744 | 71.5199623 |
| 8 Ta | 99.60112 | 69.2307692 | 68.9546216 |
| 9 Ta | 93.1468291 | 64.1025641 | 59.7095059 |

| | | | |
|--------------|------------|------------|------------|
| 10 Ta | 92.2125037 | 57.6923077 | 53.1995214 |
| 11 Ta | 78.8607831 | 43.5897436 | 34.3752132 |
| 12 Ta | 97.6992096 | 69.2307692 | 67.6379143 |
| 13 Ta | 165.750556 | 69.2307692 | 114.750385 |
| 14 Ta | 98.6755914 | 69.2307692 | 68.313871 |
| 15 Ta | 78.6161749 | 74.3589744 | 58.4581813 |
| 16 Ta | 148.977459 | 74.3589744 | 110.778111 |
| 17 Ta | 96.3981807 | 64.1025641 | 61.7937056 |
| 18 Ta | 99.1866663 | 92.3076923 | 91.5569227 |

CRR: crecimiento relativo de la radícula

RS: porcentaje de la germinación relativa de semillas

IG índice de germinación

El análisis de los bioensayos de toxicidad de las muestras de suelo indicó que la muestra 18Tt muestra una alta toxicidad con un IG de 4.17 y las muestras 1 Tt, 4Tt también muestra una toxicidad ya que los índices de germinación son menores de 50, todas las demás muestras no presentan ninguna toxicidad. Por otra parte, en las muestras de agua la 3Ta, 4Ta y 11Ta presentan una toxicidad con IG menores a 50, todas las demás muestras no presentan toxicidad algún.

En resumen no se detectaron diferencias sistemáticas entre las muestras de control y las problema, atribuibles a la presencia de alguna sustancia específica en estas últimas. Los detalles de estos análisis se muestran en el anexo 4A.

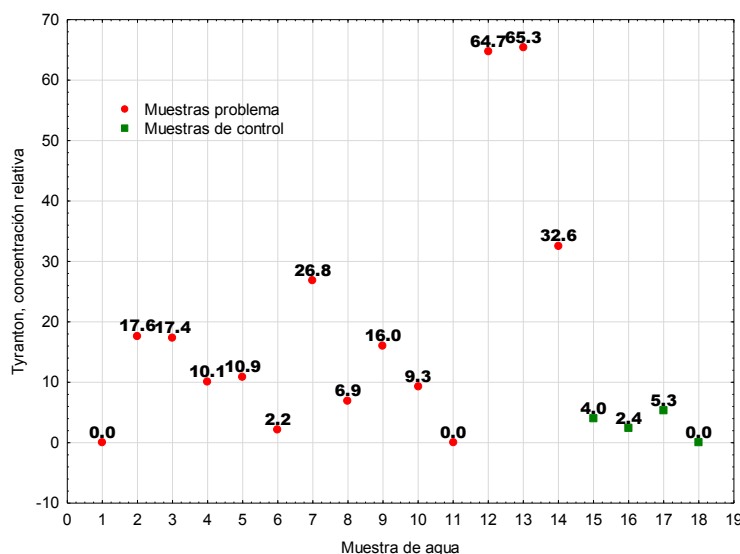
Con respecto a los ensayos de toxicidad con microalgas se emplearon las especies *Anabaena inaequalis* y *Chlorella vulgaris* para suelo y agua respectivamente. Sobre la posible toxicidad en el suelo se encontró que algunas muestras al 100% de concentración de extracto de suelo mostraron disminución de la absorbancia debido a la inhibición del crecimiento, mientras que las muestras al 50% tuvieron mejor desarrollo. En las muestras de agua, *C. vulgaris* creció en todas, aunque algunas presentaron ligeros problemas en su desarrollo, mientras que la mayoría no hubo inconveniente. A pesar de las inhibiciones de crecimiento no se identificaron diferencias significativas entre las muestras problema y de control atribuibles a alguna sustancia tóxica de presencia en las primeras, presentándose algunas evidencias de problemas de crecimiento de las algas en muestras de ambos grupos. Los detalles se muestran en el anexo 4B.

5. Análisis cromatográfico

Se analizaron 37 cromatogramas, lo que representó analizar más de 20 mil datos iniciales. Después del procesamiento se obtuvieron un total de 1032 compuestos hallados en las muestras de suelos y 1021, en las de agua. Sin embargo, hay muchos compuestos que son distintos entre sí, pero otros están presentes en varias muestras, incluyendo las muestras control. Esto se hace evidente al comparar la cantidad de compuestos y las concentraciones relativas totales que hay entre ellas.

Se concluye con el análisis de componentes principales que se hizo para las muestras de suelos y de agua, que todas las muestras, incluyendo los controles, son similares entre sí pues se agrupan en las mismas regiones.

Se identificó un compuesto presente en cantidades relativamente mayores en las muestras problema (figura 5.1), la 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona, conocida comercialmente como tyranton, de amplio uso en diversas aplicaciones, también detectada por miembros del equipo de trabajo en los ríos Atoyac y Nexapa y sus inmediaciones. En este sentido, tomando en cuenta que las concentraciones relativas son más elevadas en los suelos que en el agua y considerando el trazo del Dren Valsequillo, es posible atribuir la presencia de este compuesto al uso continuo del agua de riego que circula por dicho canal.



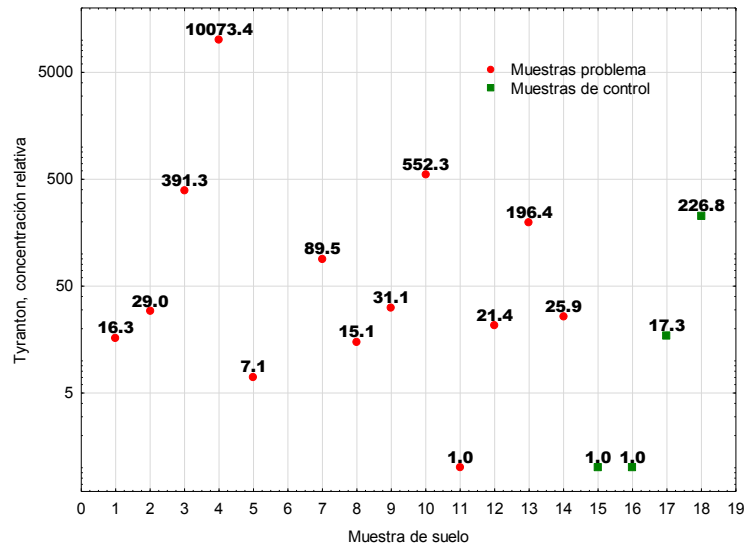


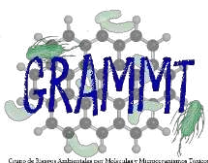
Figura 5.1. Concentraciones de tyranon relativas a la trifenilamina

Conclusiones

Se cumplió el objetivo de analizar las muestras de agua y suelos tomadas en los puntos señalados por los pobladores.

Los análisis realizados no mostraron diferencias sistemáticas entre las muestras problema y las muestras de control.

Dr. Amado Enrique Navarro Frómata
Responsable del Informe



ANEXO 1

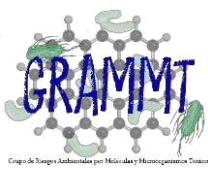
INFORME DE MUESTREO DE AGUA Y SUELOS DE TEHUACÁN PUEBLA

D. en C. Guillermo Manuel Horta Valerdi horta.guillermo@metropoli.edu.mx

Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla-Academia de Biotecnología

RESUMEN

En diferentes lugares de Tehuacán durante 8 días se realizaron 26 muestreos de agua y tierra, en algunos puntos fueron el mismo lugar para la toma de muestra tanto de agua como de tierra y en otros casos los puntos para la toma de muestra de agua y tierra fueron distintos pero dentro de la misma zona, por ese motivo encontraron en la descripción números únicos (mismo lugar) o números repetidos (lugares diferentes en la misma zona) correspondientes a los lugares de muestreo, el muestreo de agua y tierra se dividió en 4 campañas de muestreo. La primera campaña fue el 16 de agosto de 2023 donde se muestrearon 5 puntos correspondiente a los siguientes lugares; **1. Xochitlán Jagüey Chiquito, 2. Pericotepec Jagüey de Norma, 3. Pericotepec Santa María Campo el Calvario, 4. San Andrés Cacaloapan Jagüey Grande, 5. Cacaloapan Cañada San Luis, 6. San Andrés Cacaloapan Balsa el Zorrillo, 7. Santa Mónica Paraje las Pilas, 8. Paraje Corramel Ejido Santo Nombre.** La segunda campaña fue durante los días 22, 24 de agosto de 2023, se recorrieron 9 puntos muestreando los lugares de; **6. Juan N Méndez Colonia Miguel Hidalgo, 7. Juan N Méndez Barranca del Duraznillo, 8. Juan N Méndez Predio Mezquite Mocho, 9. Santiago Acatepec Caltepec Jagüey de la Cruz, 10. Santiago Acatepec Predio la Biznaga, 11. San Rafael Coxcatlan Predio el Amate, 12. San José Tilapa Coxcatlan Predio San Rafael, 13. Altepexi Predio Venta Negra, 14. San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio Platanal Rio Zapotitlán, 15. San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio el Traguito, 16. San Gabriel Jagüey Tejocote, 17. San Juan Ixcaquixtla Jagüey Colorado, 18. San Juan Ixcaquixtla Barrio Carmen Paraje estación, 19. San Gabriel Chilac Barranca Zapotitlán, 20. San Gabriel Chilac Barranca San Juan Atzingo.** La tercera campaña correspondió a los puntos de control los días 30 de agosto y 1 de septiembre del 2023, en los siguientes 4 lugares; **19. Totoltepec de Guerrero (rio) Punto control Leyva, 20. Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo Punto control Archundia, 21. Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde Punto control Archundia, 22. Santa Inés Ahuatempan Ahuatempan Jagüey Agua de conejo Punto control Leyva.** La cuarta campaña de muestreo se realizó los días 22, 23 y 24 de septiembre del 2023 en 8 lugares en los siguientes puntos; **19. Paraje el Morillo Santo nombre, 20. Paraje Crisastemo Santo nombre, 21. Jagüey Paraje Buena Vista, Tlacotepec de Benito Juárez, 22. Capilla de la virgen de Guadalupe, Tlacotepec de Benito Juárez, 23. Presa Santa María Pericotepec, 24. Jagüey Loma larga Pazoltepec, 25. Laguna San Bernardino, 26. Laguna San Bernardino, 27. Rancho la cruz Tlacotepec de Benito Juárez, 28. La Joya Tepanco de López, 29. Ejido Xochitlán Todos los Santos, 30. Jagüey San Miguel Ejido San Lucas el Viejo Santo Nombre.** El presente informe detalla la metodología de muestreo utilizada las



recolectadas en ubicaciones distintas, cuyas coordenadas se obtuvieron durante el proceso de recolección.

INTRODUCCIÓN

La ausencia de agua es un fenómeno climático de impacto significativo en diversas regiones del mundo, ha venido acentuándose en los últimos años como resultado del cambio climático, la variabilidad natural del clima y de origen antropogénico. Las alteraciones en los patrones de precipitación, resultado de la urbanización, la deforestación, y la alteración de ciclos naturales, tiene implicaciones profundas en la disponibilidad de recursos hídricos y la calidad de los suelos, afectando tanto a comunidades humanas como a los ecosistemas.

El muestreo de agua y tierra en zonas afectadas por la sequía o los efectos adversos de origen antropogénico o de un fenómeno climático emerge como una herramienta esencial para comprender y gestionar eficazmente los impactos de este fenómeno. Siguiendo las pautas establecidas por las normativas NMX-AA-132-SCFI-2006 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, se garantiza un proceso de recolección de muestras que proporciona datos fiables y representativos, fundamentales para la implementación de medidas correctivas, preventivas y para la toma de decisiones informadas.

Este informe se centra en detallar la metodología de muestreo de agua y tierra en zonas impactadas por la sequía debido al cambio climático o por actividades humanas. Resalta la necesidad imperante de abordar este fenómeno desde una perspectiva científica con el objetivo hacer una gestión sostenible de recursos naturales en condiciones adversas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento de Muestreo

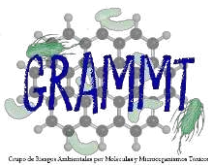
El muestreo se llevó a cabo conforme a las normas NMX-AA-132-SCFI-2006 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, garantizando así la correcta recolección y manipulación de las muestras. A continuación, se describe el procedimiento detallado:

Preparación del Equipo y Materiales

Antes de iniciar el muestreo, se verificó que todo el equipo estuviera debidamente limpio y en óptimas condiciones. Se utilizó el siguiente equipo:

Plumón indeleble: Para marcar las etiquetas que se colocaran en las muestras recolectadas.

Etiquetas o Masking tape: Para etiquetar las muestras con información relevante, como la ubicación, la fecha y el nombre del lugar donde se tomó la muestra.



Guantes de Protección: Para evitar la contaminación de la muestra con sustancias presentes en las manos.

Botellas de Muestreo: Estas botellas deben ser limpias, no reutilizadas y estar diseñadas específicamente para el tipo de agua que se está muestreando (por ejemplo, aguas superficiales o subterráneas).

Pala: Para hacer la colecta correspondiente a la muestra de tierra.

Bolsas: Estas bolsas deben ser limpias, no reutilizadas, que genere un cerrado lo más hermético posible con capacidad de bloquear el aire y estar diseñadas específicamente para resistir el peso de 500 gr a 1 kg.

Instrumentos de Medición (si es necesario): Como flexómetro, GPS, etc., dependiendo de los parámetros que se vayan a analizar.

Muestreo de Agua

La toma de muestras de agua es un proceso crítico para asegurar la representatividad y precisión de los resultados en los análisis posteriores, a continuación, se proporciona paso a paso para que se realizó para una toma de muestra de agua correctamente:

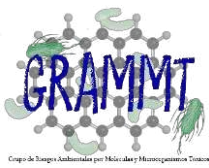
Llevar el equipo necesario, incluyendo botellas de muestreo, etiquetas guantes, etc. y cualquier instrumento de medición adicional.

- a. Se accedió al sitio de muestreo con precaución, evitando perturbar el área circundante y minimizando la introducción de contaminantes.
- b. Se sumergió el recipiente con el que se tomó la muestra y enjuago tres veces con la misma agua de muestreo para aclimatar el recipiente y evitar cualquier contaminación presente en el recipiente con el que se toma la muestra, manteniendo la abertura hacia la corriente.
- c. De igual forma se enjuagó tres veces con la misma agua de muestreo la botella receptora que se ocupó para el traslado de la muestra, con el mismo propósito, asegurándose de evitar la entrada de aire.
- d. Se llenó la botella completamente y se aseguró de que no queden burbujas de aire.

Muestreo de Suelo

Además del muestreo de agua, se procedió a la recolección de muestras de suelo en cada punto en la que también se siguieron las normas de muestreo para asegurar la representatividad y precisión de los resultados en los análisis posteriores, este proceso incluyó:

- a. Se retiró la capa superior de suelo (aproximadamente 0-5 cm) para evitar contaminaciones superficiales.
- b. Se extrajo una muestra representativa de suelo a una profundidad específica, de acuerdo con las normativas aplicables.



c. La muestra fue recolectada utilizando un equipo adecuado y se colocó en un recipiente apropiado y debidamente etiquetado.

Registro de Información

Se etiquetó cada botella y bolsa de muestra con información relevante, como la ubicación específica del muestreo, la fecha y la hora.

Ubicación de los Puntos de Muestreo

El criterio de elección de los puntos fue propuesto por los pobladores, de tal forma que las muestras fueran representativas de las zonas afectadas.

Manejo de Muestras

Todas las muestras fueron etiquetadas de manera clara y precisa, incluyendo información detallada sobre la ubicación del punto de muestreo y sus coordenadas geográficas correspondientes. Posteriormente, se embalaron y almacenaron de las muestras siguiendo las pautas de conservación recomendadas.

Los resultados del análisis de las muestras se encuentran detallados en un grupo de informes separados y estarán disponibles a la brevedad.

RESULTADOS

El 16 de agosto de 2023 se realizó la primera campaña de muestreo que abarcó 5 puntos enlistados en la tabla 1 iniciando con Xochitlán.

Tabla 1 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|---|-----------------|
| Xochitlán Jagüey Chiquito | Agua y Tierra |
| Pericotepec Jagüey de Norma | Agua |
| Pericotepec Santa Maria Campo el Calvario | Tierra |
| San Andrés Cacaloapan Jagüey Grande | Agua |
| Cacaloapan Cañada San Luis | Tierra |
| San Andrés Cacaloapan Balsa el Zorrillo | Agua y Tierra |
| Santa Mónica Paraje las Pilas | Agua |
| Paraje Corramel Ejido Santo Nombre | Tierra |

Para el muestre de agua y tierra del primer punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 1, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.694916, -97.778245, para la muestra de agua y tierra imagen 2.



Imagen 1. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Xochitlán Jagüey Chiquito, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 1Ta (Tehuacán agua) y 1Tt (Tehuacán tierra)

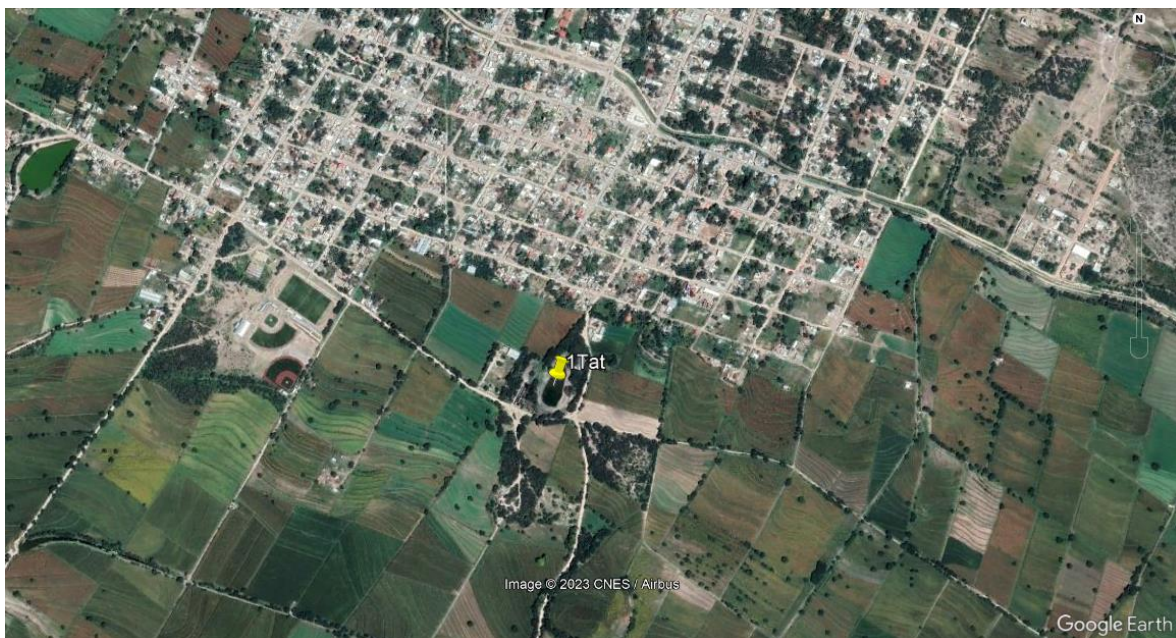


Imagen 2. Coordenada geográfica 18.694916, -97.778245 indicando por el código de muestra asignado 1Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestreo de agua y tierra del segundo punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 3, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.598416, -97.633313 y 18.601527, -97.639254, para la muestra de agua y tierra imagen 4.



Imagen 3. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Pericotepec Jagüey de Norma y Pericotepec Santa María Campo el Calvario, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 2Ta y 2Tt respectivamente.



Imagen 4. Coordenada geográfica 18.598416, -97.633313 indicando por el código de muestra asignado 2Tt y 18.601527, -97.639254 indicando por el código de muestra asignado 2Ta, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del tercer punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 5, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.585113, -97.582778 y 18.576894, -97.577413, para la muestra de agua y tierra imagen 6.



Imagen 5. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Andrés Cacaloapan Jagüey Grande y Cacaloapan Cañada San Luis, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 3Ta y 3Tt respectivamente.

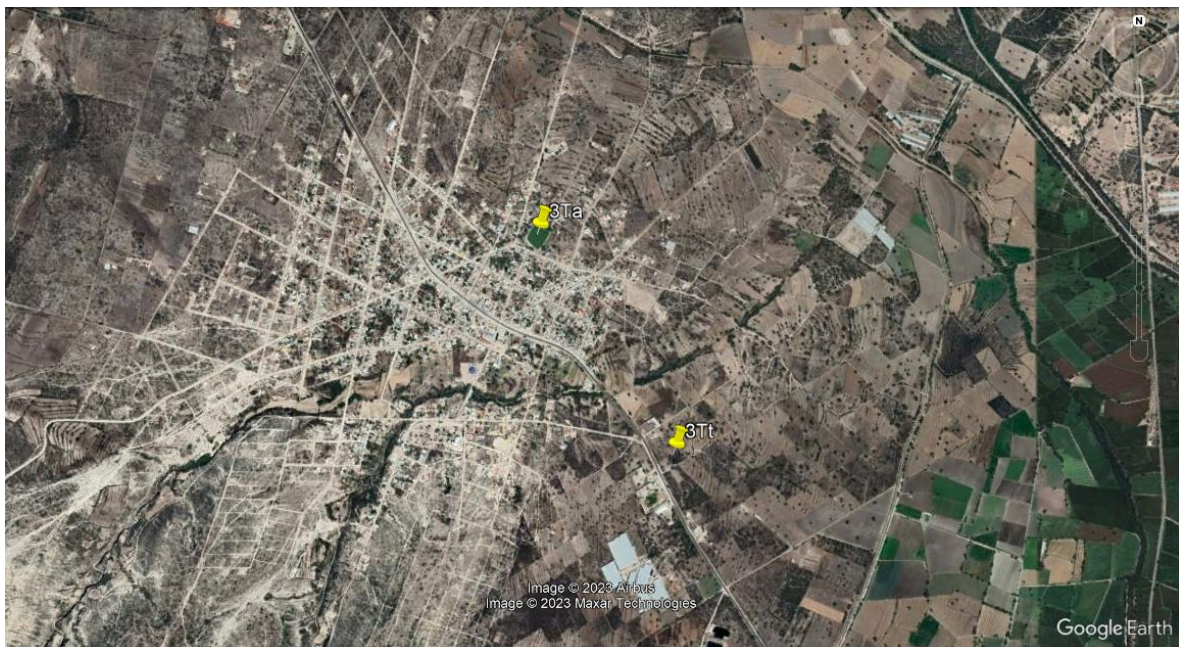


Imagen 6. Coordenada geográfica 18.585113, -97.582778 indicando por el código de muestra asignado 3Ta y 18.576894, -97.577413 indicando por el código de muestra asignado 3Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del cuarto punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 7, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.554336, -97.621447, para la muestra de agua y tierra imagen 8.



Imagen 7. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Andrés Cacaloapan Balsa el Zorrillo, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 4Ta y 4Tt

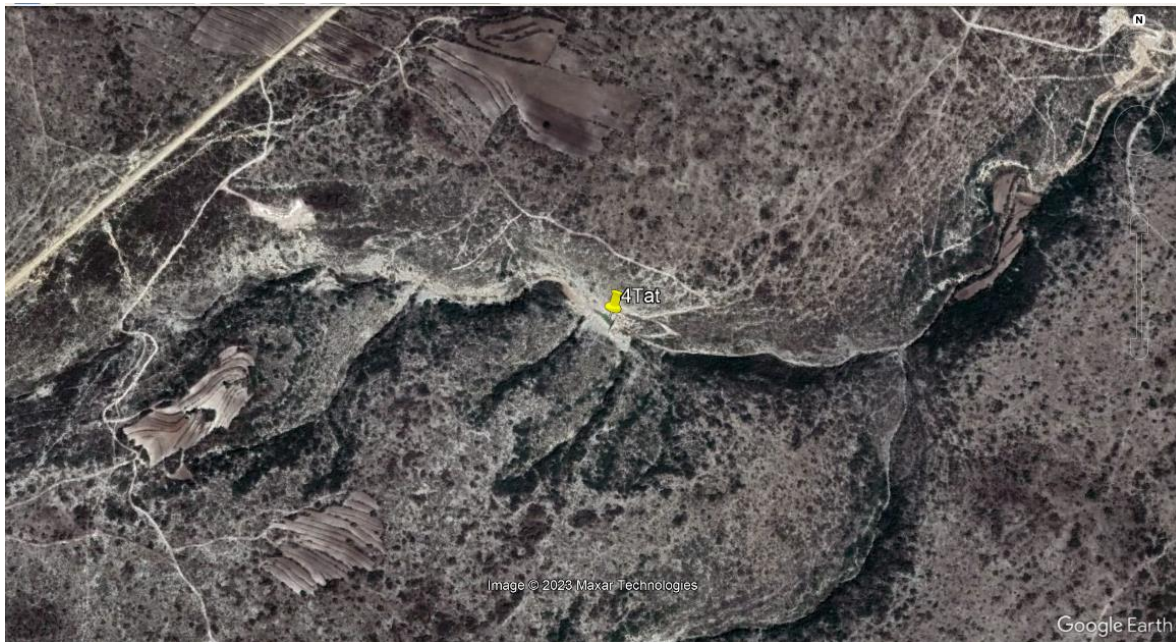


Imagen 8. Coordenada geográfica 18.554336, -97.621447 indicando por el código de muestra asignado 4Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestreo de agua y tierra del quinto punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 9, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.618619, -97.738741 y 18.610194, -97.739998, para la muestra de agua y tierra imagen 10.



Imagen 9. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Santa Mónica Paraje las Pilas y Paraje Corramel Ejido Santo Nombre, a estas muestras se les asignó un código de identificación que corresponde a 5Ta y 5Tt respectivamente.

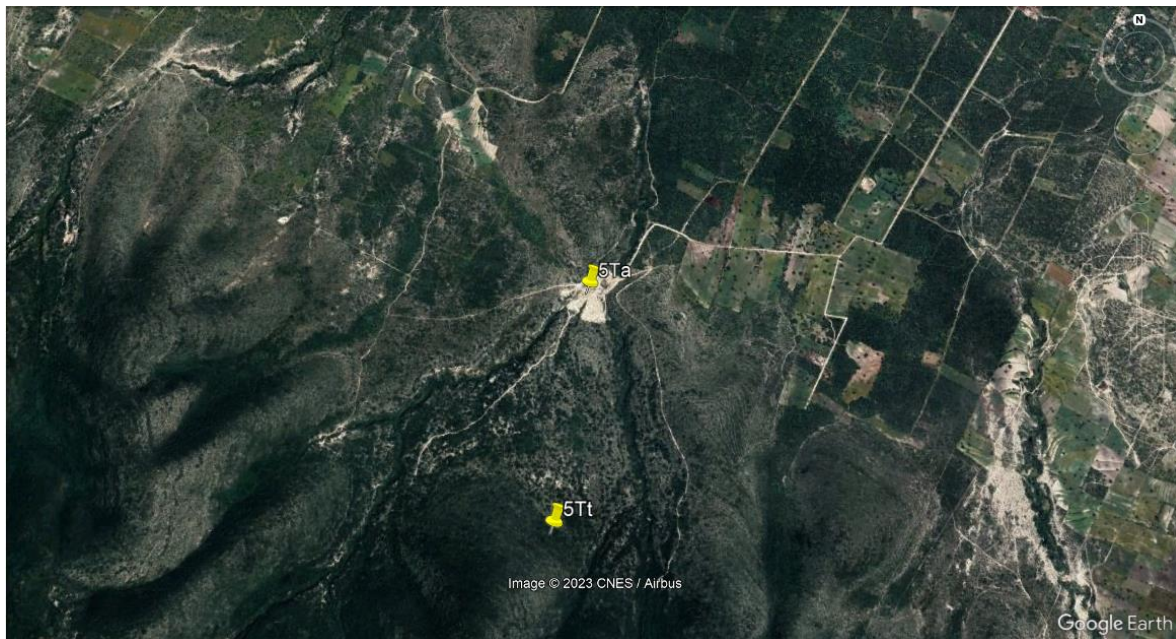


Imagen 10. Coordenada geográfica 18.618619, -97.738741 indicando por el código de muestra asignado 5Ta y 18.610194, -97.739998 indicando por el código de muestra asignado 5Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

La imagen A señala todos los puntos muestreados de la primera campaña de muestreo para los 5 lugares recorridos propuestos por los pobladores.

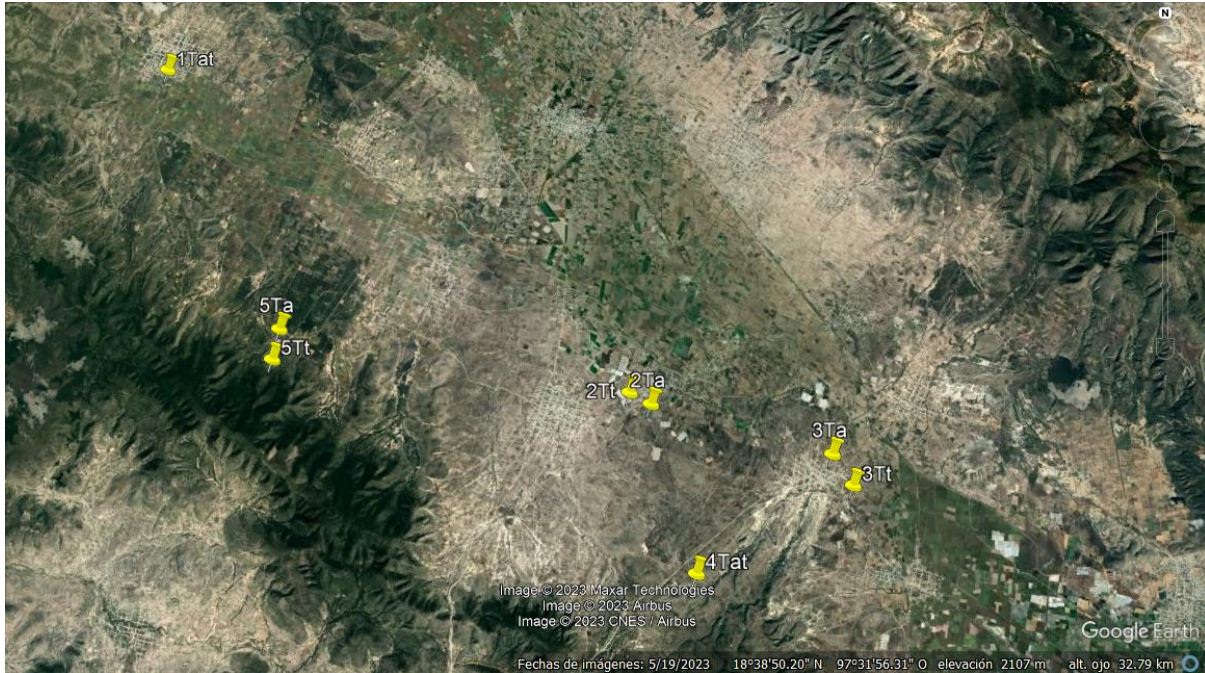


Imagen A. Indica el recorrido de la primera campaña de muestreo resaltando los códigos; 1Ta, 1Tt, 2Ta, 2Tt, 3Ta, 3Tt, 4Ta, 4Tt, 5Ta, 5Tt que se les asignó a los lugares de muestreo.

El 22 de agosto de 2023 se realizó la segunda campaña de muestreo que abarcó 5 puntos enlistados en la tabla 2 iniciando con Ixcaquixtla.

Tabla 2 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolectó de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|--|-----------------|
| Juan N Méndez Colonia Miguel Hidalgo | Agua |
| Juan N Méndez Barranca del Duraznillo | Agua |
| Juan N Méndez Predio Mezquite Mocho | Tierra |
| Santiago Acatepec Caltepec Jagüey de la Cruz | Agua |
| Santiago Acatepec Predio la Biznaga | Tierra |
| San Gabriel Jagüey Tejocote | Agua y Tierra |
| San Juan Ixcaquixtla Jagüey Colorado | Agua |
| San Juan Ixcaquixtla Barrio Carmen Paraje estación | Tierra |

El 24 de agosto de 2023 se continuo con la segunda campaña de muestreo que abarcó 4 puntos enlistados en la tabla 3 iniciando con Altepexi.

Tabla 3 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|---|-----------------|
| San Rafael Coxcatlan Predio el Amate | Agua |
| San José Tilapa Coxcatlan Predio San Rafael | Tierra |
| Altepexi Predio Venta Negra | Agua y Tierra |
| San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio Platanal Rio Zapoteco | Agua |
| San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio el Traguito | Tierra |
| San Gabriel Chilac Barranca Zapotitlán | Agua |
| San Gabriel Chilac Barranca San Juan Atzingo | Tierra |

Para el muestre de agua del sexto punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 11, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.525674, -97.686930, para la muestra de agua imagen 12.



Imagen 11. Muestra de agua del lugar designado por los habitantes como Juan N Méndez Colonia Miguel Hidalgo, a esta muestra se les asigno un código de identificación que corresponde a 6Ta

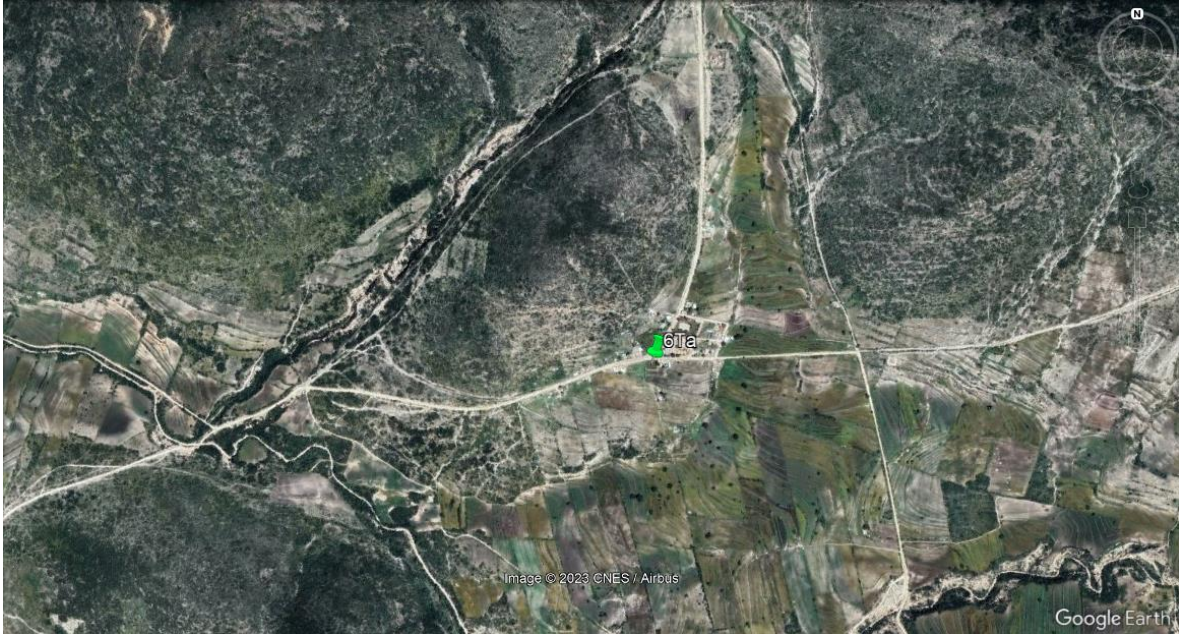


Imagen 12. Coordenada geográfica 18.525674, -97.686930 indicando por el código de muestra asignado 6Ta, debido a que solo se tomó la muestra de agua.

Para el muestreo de agua y tierra del séptimo punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 13, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.542346, -97.758811 y 18.541033, -97.759060, para la muestra de agua y tierra imagen 14.



Imagen 13. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Juan N Méndez Barranca del Duraznillo y Juan N Méndez Predio Mezquite Mocho, a estas muestras se les asignó un código de identificación que corresponde a 7Ta y 7Tt respectivamente.

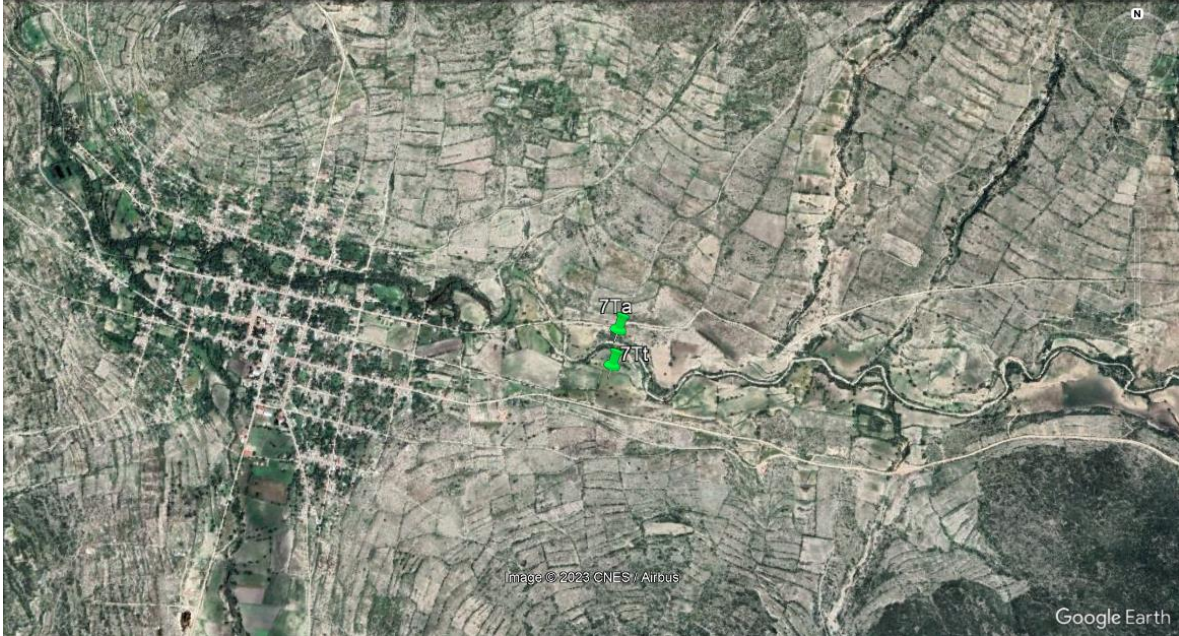


Imagen 14. Coordenada geográfica 18.542346, -97.758811 indicando por el código de muestra asignado 7Ta y 18.541033, -97.759060 indicando por el código de muestra asignado 7Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del noveno punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 15, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.189825, -97.143574 y 18.194326, -97.145430, para la muestra de agua y tierra imagen 16.



Imagen 15. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Rafael Coxcatlan Predio el Amate y San José Tilapa Coxcatlan Predio San Rafael, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 9Ta y 9Tt respectivamente.

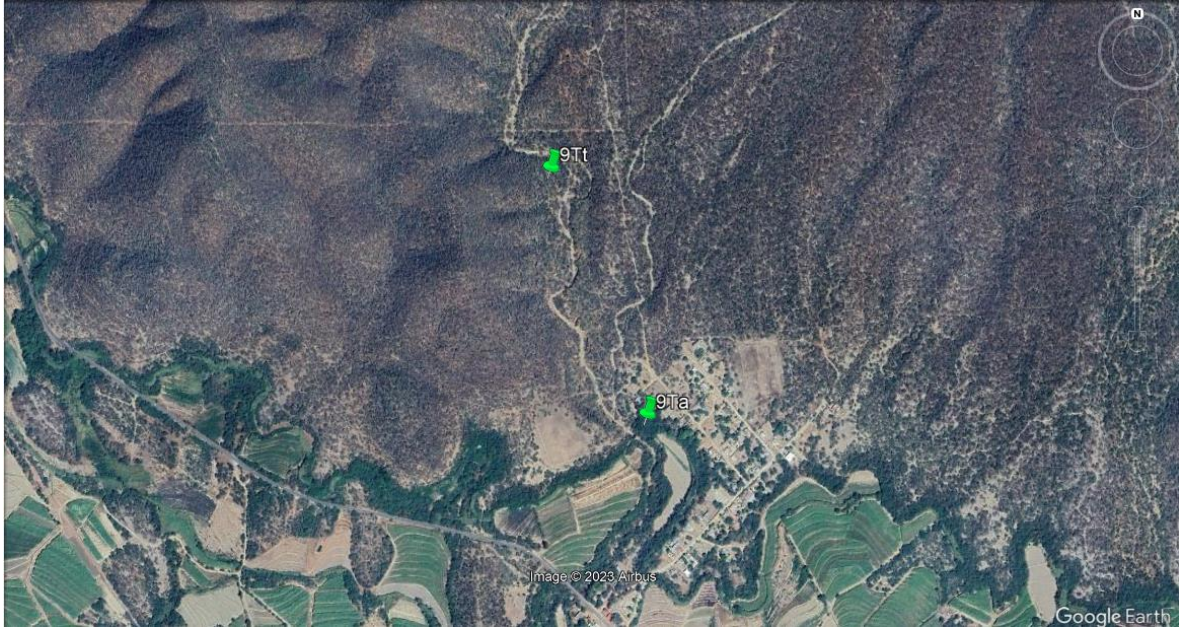


Imagen 16. Coordenada geográfica 18.189825, -97.143574 indicando por el código de muestra asignado 9Ta y 18.194326, -97.145430 indicando por el código de muestra asignado 9Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del décimo punto se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 17, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.345577, -97.262095, para la muestra de agua y tierra imagen 18.



Imagen 17. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Altepexi Predio Venta Negra, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 10Ta y 10Tt



Imagen 18. Coordenada geográfica 18.345577, -97.262095 indicando por el código de muestra asignado 10Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestre de agua y tierra del punto once se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 19, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.268732, -97.239494 y 18.268770, -97.239296, para la muestra de agua y tierra imagen 20.



Imagen 19. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio Platanal Rio Zapotitlán y San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio el Traguito, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 11Ta y 11Tt respectivamente.



Imagen 20. Coordenada geográfica 18.268732,-97.239494 indicando por el código de muestra asignado 11Ta y 18.268770, -97.239296 indicando por el código de muestra asignado 11Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del punto doce se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 21, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.742944, -97.728747, para la muestra de agua y tierra imagen 22.



Imagen 21. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Gabriel Jagüey Tejocote, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 12Ta y 12Tt

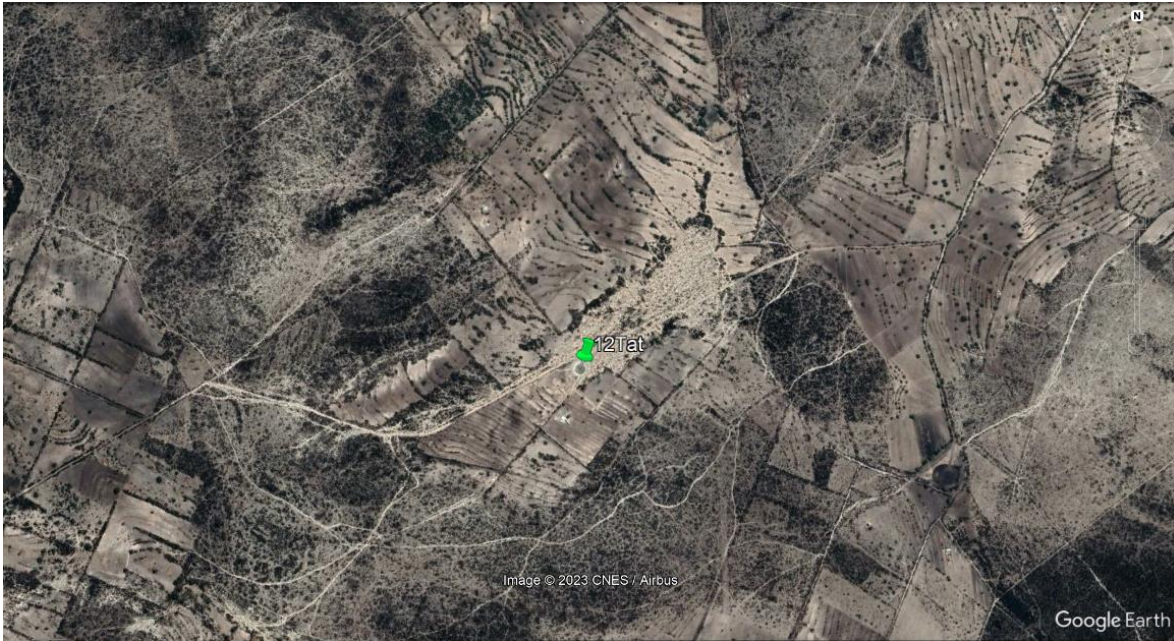


Imagen 22. Coordenada geográfica 18.742944, -97.728747 indicando por el código de muestra asignado 12Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestre de agua y tierra del punto trece se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 23, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.466762, -97.830196 y 18.468485, -97.830883, para la muestra de agua y tierra imagen 24.



Imagen 23. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Juan Ixcaquixtla Jagüey Colorado y San Juan Ixcaquixtla Barrio Carmen Paraje estación, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 13Ta y 13Tt respectivamente.

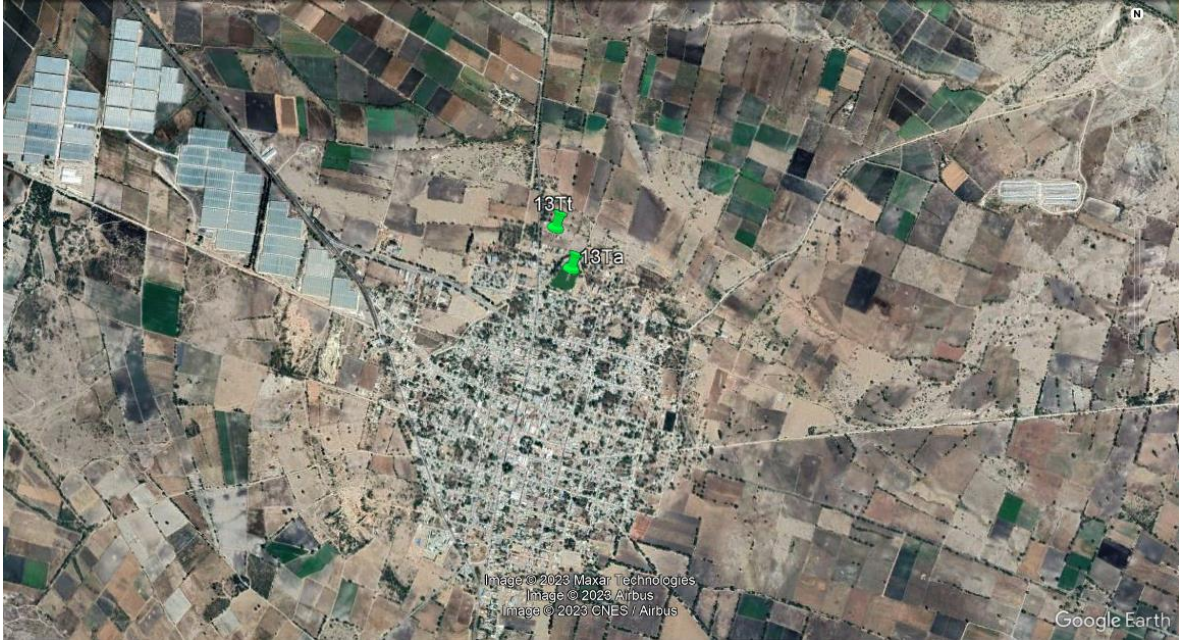


Imagen 24. Coordenada geográfica 18.466762, -97.830196 indicando por el código de muestra asignado 13Ta y 18.468485, -97.830883 indicando por el código de muestra asignado 13Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del punto catorce se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 25, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.320696, -97.356815 y 18.319981, -97.356933, para la muestra de agua y tierra imagen 26.



Imagen 25. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como San Gabriel Chilac Barranca Zapotitlán y San Gabriel Chilac Barranca San Juan Atzingo, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 14Ta y 14Tt respectivamente.

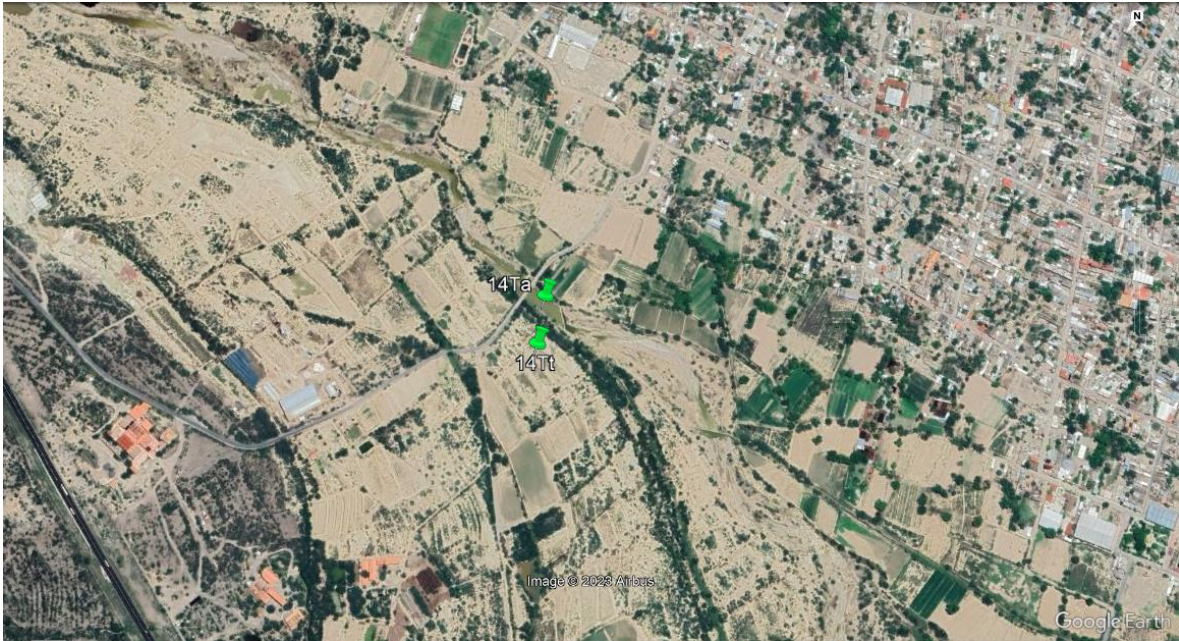


Imagen 26. Coordenada geográfica 18.320696, -97.356815 indicando por el código de muestra asignado 14Ta y 18.319981, -97.356933 indicando por el código de muestra asignado 14Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

La imagen B señala todos los puntos muestreados de la segunda campaña de muestreo para los 9 lugares recorridos propuestos por los pobladores.

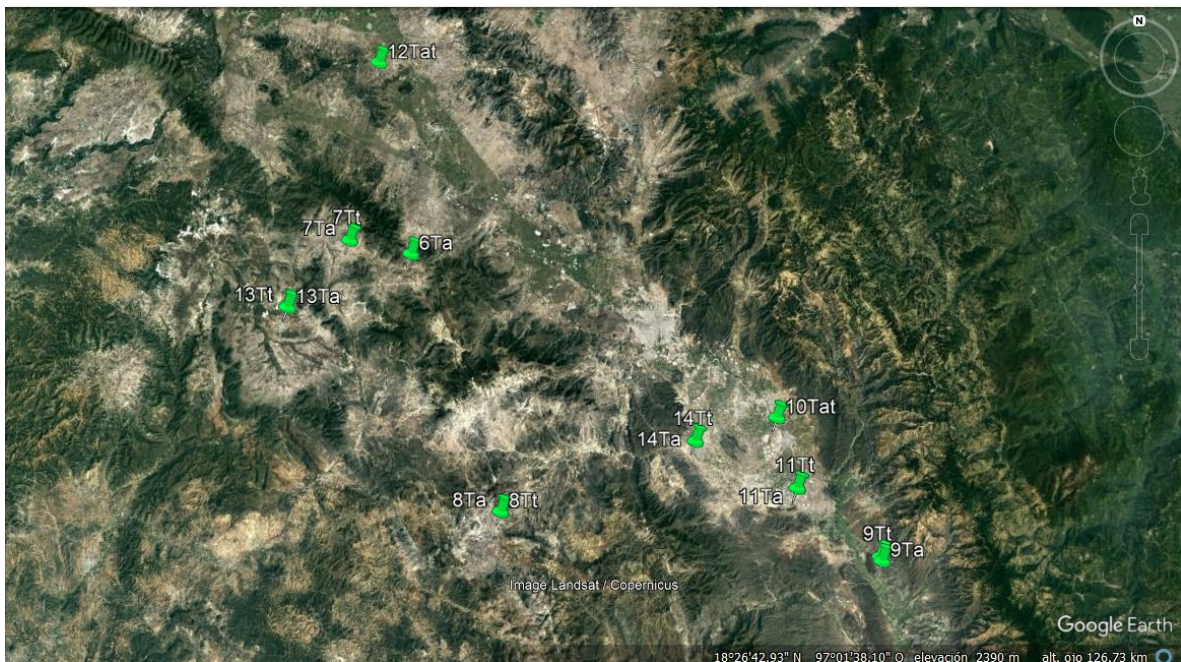


Imagen B. Indica el recorrido de la segunda campaña de muestreo resaltando los códigos; 6Ta, 7Ta, 7Tt, 8Ta, 8Tt, 9Ta, 9Tt, 10Ta, 10Tt, 11Ta, 11Tt, 12Ta, 12Tt, 13Ta, 13Tt, 14Ta, 14Tt que se les asigno a los lugares de muestreo.

El 30 de agosto de 2023 se realizó la tercera campaña de muestreo correspondiente a 4 puntos de control, se recorrieron 2 lugares propuestos por el Llc. Leyva enlistados en la tabla 4.

Tabla 4 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|---|-----------------|
| Totaltepec de Guerrero Punto control Leyva | Agua y Tierra |
| Santa Inés Ahatempan Ahuatemoan Jagüey Agua de conejo Punto control Leyva | Agua y Tierra |

El 1 de septiembre de 2023 se continuo con el muestreo de los puntos de control propuestos por el Llc. Archundia enlistados en la tabla 5 que fueron 2 lugares.

Tabla 5 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|---|-----------------|
| Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo Punto control Archundia | Agua y Tierra |
| Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde Punto control Archundia | Agua y Tierra |

Para el muestre de agua y tierra del punto quince (Control) se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 27, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.262907, -97.841485, para la muestra de agua y tierra imagen 28.



Imagen 27. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes Totaltepec de Guerrero, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 15Ta y 15Tt

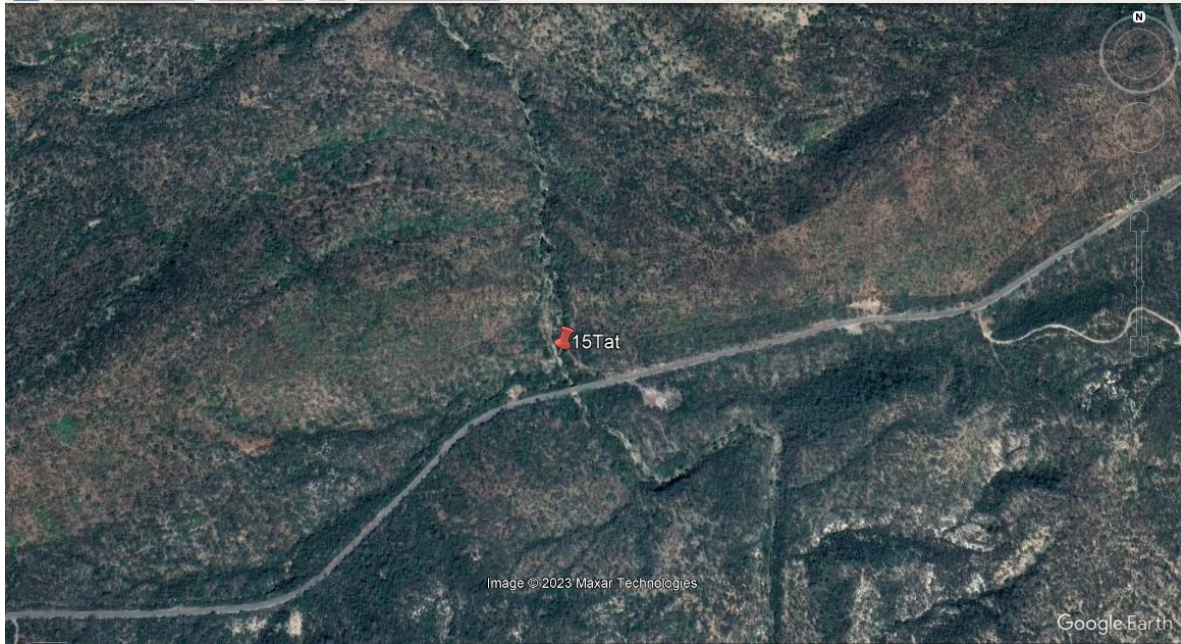


Imagen 28. Coordenada geográfica 18.262907, -97.841485 indicando por el código de muestra asignado 15Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestre de agua y tierra del punto dieciséis (Control) se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 29, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.470268, -97.517206, para la muestra de agua y tierra imagen 30.



Imagen 29. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 16Ta y 16Tt



Imagen 30. Coordenada geográfica 18.470268, -97.517206 indicando por el código de muestra asignado 16Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestre de agua y tierra del punto diecisiete (Control) se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 31, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.750640, -97.586015, para la muestra de agua y tierra imagen 32.



Imagen 31. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 17Ta y 17Tt

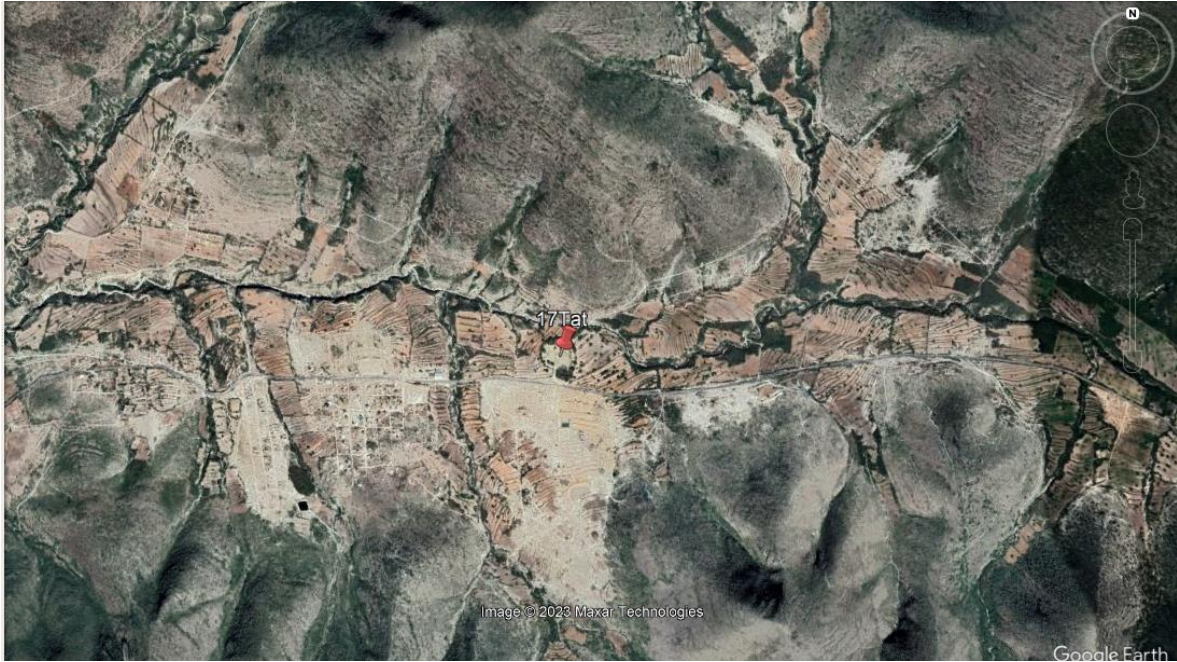


Imagen 32. Coordenada geográfica 18.750640, -97.586015 indicando por el código de muestra asignado 17Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestre de agua y tierra del punto dieciocho (Control) se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 33, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.390110, -98.001583, para la muestra de agua y tierra imagen 34.



Imagen 33. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Santa Inés Ahatempan Ahuatempan Jagüey Agua de conejo, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 18Ta y 18Tt



Imagen 34. Coordenada geográfica 18.390110, -98.001583 indicando por el código de muestra asignado 18Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

La imagen C señala los cuatros puntos de control muestreados en la tercera campaña de muestreo para los 4 lugares recorridos propuestos por los pobladores.

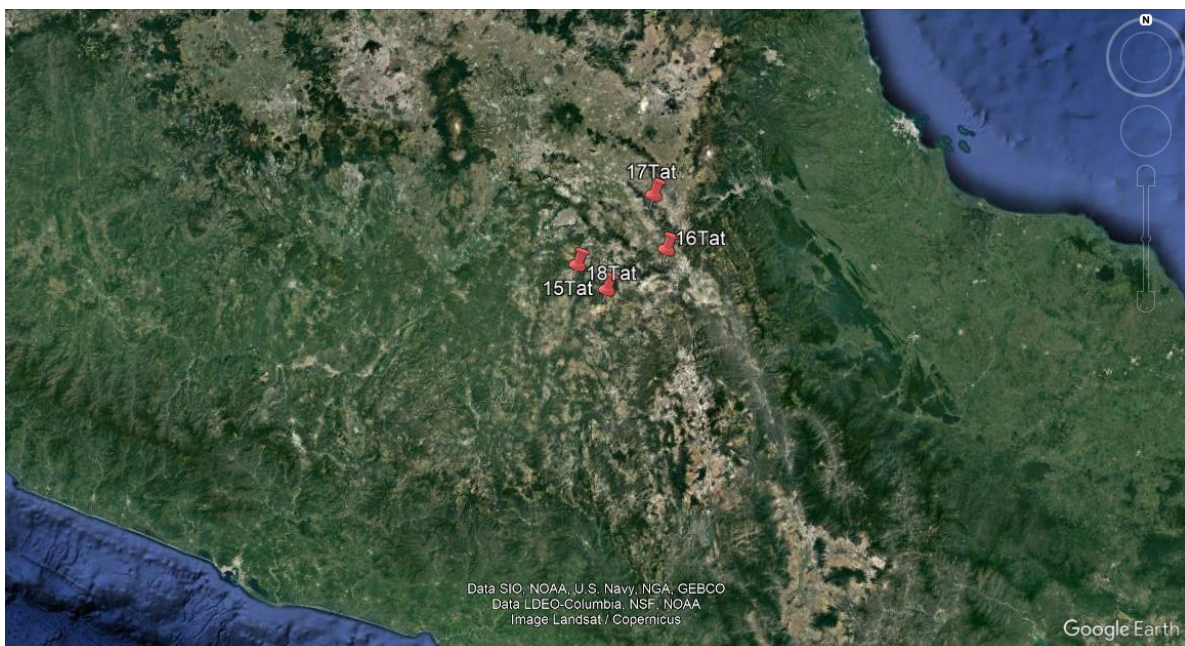


Imagen C. Indica el recorrido de la tercera campaña de muestreo resaltando los códigos; 15Ta, 15Tt, 16Ta, 16Tt, 17Ta, 17Tt, 18Ta, 18Tt que se les asigno a los lugares de muestreo como puntos de control.

La imagen D señala todos los puntos muestreados en las tres campañas para los 18 lugares recorridos propuestos por los pobladores.

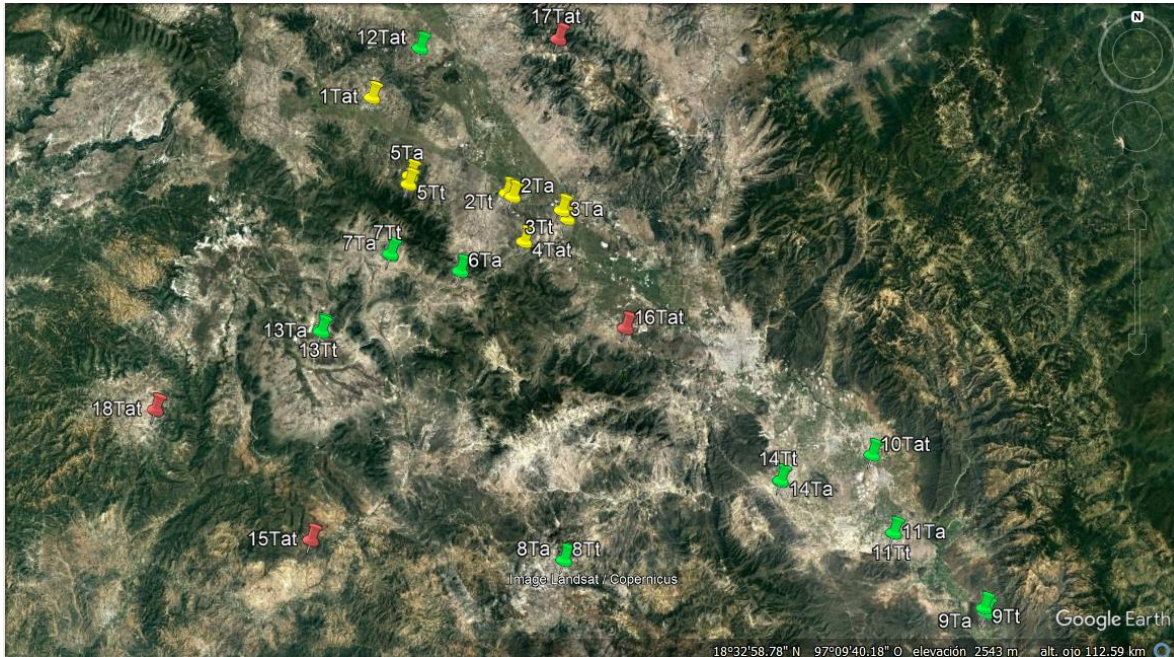


Imagen D. Indica el recorrido de las tres campañas de muestreo resaltando los códigos; 1Ta, 1Tt, 2Ta, 2Tt, 3Ta, 3Tt, 4Ta, 4Tt, 5Ta, 5Tt, 6Ta, 7Ta, 7Tt, 8Ta, 8Tt, 9Ta, 9Tt, 10Ta, 10Tt, 11Ta, 11Tt, 12Ta, 12Tt, 13Ta, 13Tt, 14Ta, 14Tt, 15Ta, 15Tt, 16Ta, 16Tt, 17Ta, 17Tt, 18Ta, 18Tt, que se les asigno a los lugares de muestreo.

El 1 de septiembre de 2023 se realizo el ultimo muestreo en el lugar indicado por los pobladores, durante el proceso se les indico que los resultados estarán disponibles 30 días después de la ultimo muestreo por el Dr. Guillermo Manuel Horta Valerdi. En reunión con Dirección de Gobierno junto con SEP y CONCyTEP y los pobladores de las zonas afectadas se acordó que la entrega de resultados de los puntos muestreados en las tres campañas de muestreo (Imagen D) se entregaran el 4 de octubre del 2023 en casa Aguayo.

Posteriormente a petición de los pobladores, Dirección de Gobierno junto con SEP y CONCyTEP propusieron una cuarta campaña de muestreo quedando programada para los días 22,23 y 24 de septiembre del 2023, quedando de la siguiente manera:

El 22 de septiembre de 2023 se realizó la cuarta campaña de muestreo que abarcó 4 puntos enlistados en la tabla 6 iniciando con Paraje Crisastemo Santo nombre.

Tabla 6 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|--|-----------------|
| Paraje el Morillo Santo nombre | Tierra |
| Paraje Crisastemo Santo nombre | Agua |
| Jagüey Paraje Buena Vista, Tlacotepec de Benito Juárez | Agua |
| Capilla de la virgen de Guadalupe, Tlacotepec de Benito Juárez | Tierra |
| Presa Santa María Pericotepec | Agua |
| Jagüey Loma larga Pazoltepec | Agua |

El 23 de septiembre de 2023 se continuo con el muestreo de 7 puntos de enlistados en la tabla.

Tabla 7 indica los lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|--|-----------------|
| Laguna San Bernardino | Agua |
| Laguna San Bernardino | Tierra |
| Rancho la cruz Tlacotepec de Benito Juárez | Agua y tierra |
| La Joya Tepanco de López | Agua |

El 24 de septiembre de 2023 se realizó el ultimo muestreo correspondiente a la cuarta campaña de muestreo de un solo punto anotado en la tabla 8.

Tabla 8 indica los últimos lugares muestreados y la muestra que se recolecto de cada sitio.

| Lugar de muestreo | Tipo de muestra |
|---|-----------------|
| Ejido Xochitlán Todos los Santos | Tierra |
| Jagüey San Miguel Ejido San Lucas el Viejo Santo Nombre | Agua |

Para el muestreo de agua y tierra del punto diecinueve se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 35, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.676227, -97.685208 y 18.652180, -97.684549, para la muestra de agua y tierra imagen 36.



Imagen 35. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Paraje el Morillo Santo nombre y Paraje Crisastemo Santo nombre, a estas muestras se les asignó un código de identificación que corresponde a 19Tt y 19Ta respectivamente.

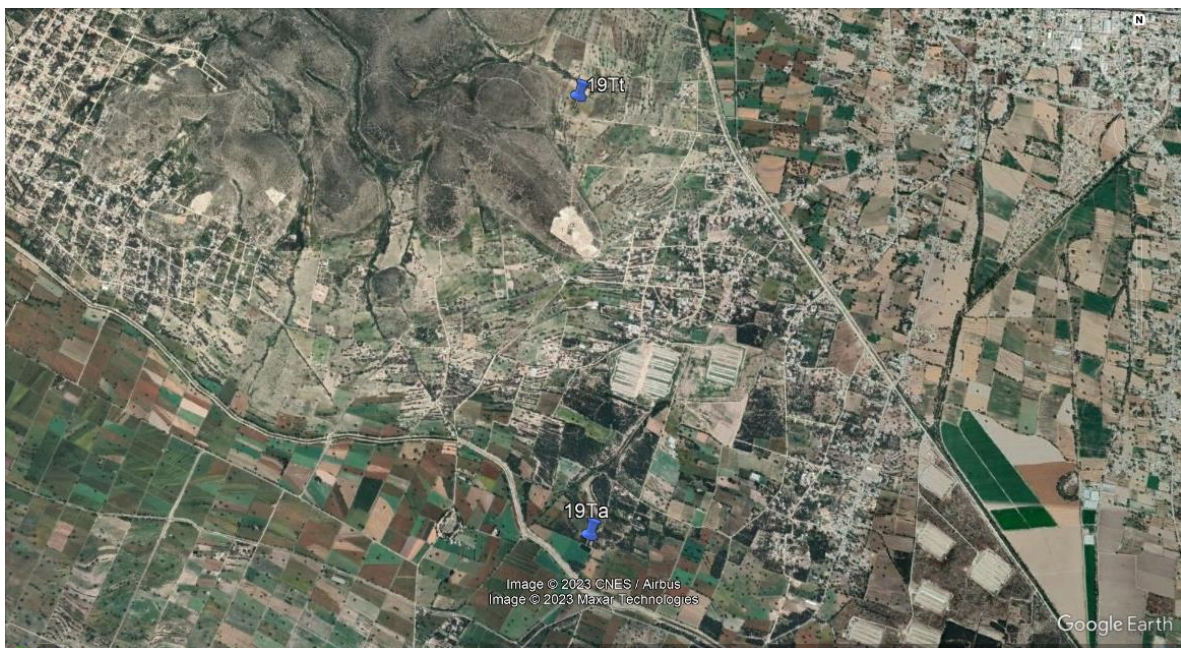


Imagen 36. Coordenada geográfica 18.676227, -97.685208 indicando por el código de muestra asignado 19Tt y 18.652180, -97.684549 indicando por el código de muestra asignado 19Ta, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomadas en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestreo de agua y tierra del punto veinte se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 37, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.572411, -97.669320 y 18.570988, -97.668855, para la muestra de agua y tierra imagen 38.



Imagen 37. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Jagüey Paraje Buena Vista, Tlacotepec de Benito Juárez y Capilla de la virgen de Guadalupe, Tlacotepec de Benito Juárez, a estas muestras se les asignó un código de identificación que corresponde a 20Ta y 20Tt respectivamente.

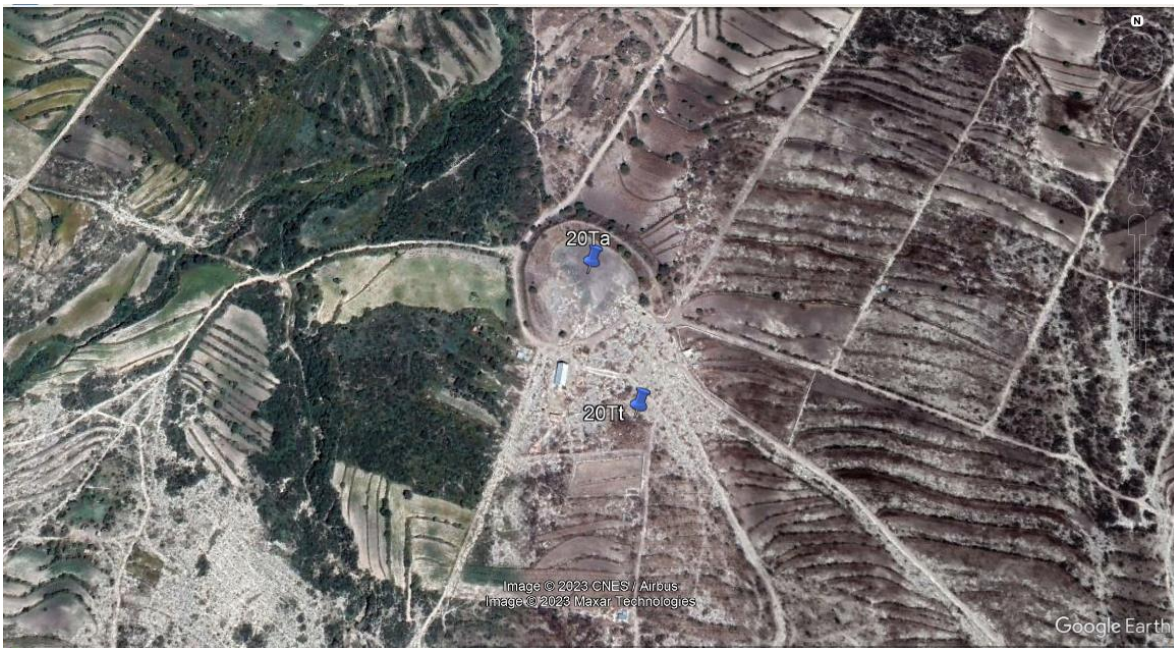


Imagen 38. Coordenada geográfica 18.572411, -97.669320 indicando por el código de muestra asignado 20Ta y 18.570988, -97.668855 indicando por el código de muestra asignado 20Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestreo de agua del punto veintiuno se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 39, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.593568, -97.654343, para la muestra de agua imagen 40.



Imagen 39. Muestra de agua del lugar designado por los habitantes como Presa Santa María Pericotepec, a esta muestra se les asigno un código de identificación que corresponde a 21Ta.



Para el muestreo de agua del punto veintidós se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 41, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.653998, -97.538358, para la muestra de agua imagen 42.



Imagen 41. Muestra de agua del lugar designado por los habitantes como Jagüey Loma larga Pazoltepec, a esta muestra se les asigno un código de identificación que corresponde a 22Ta.

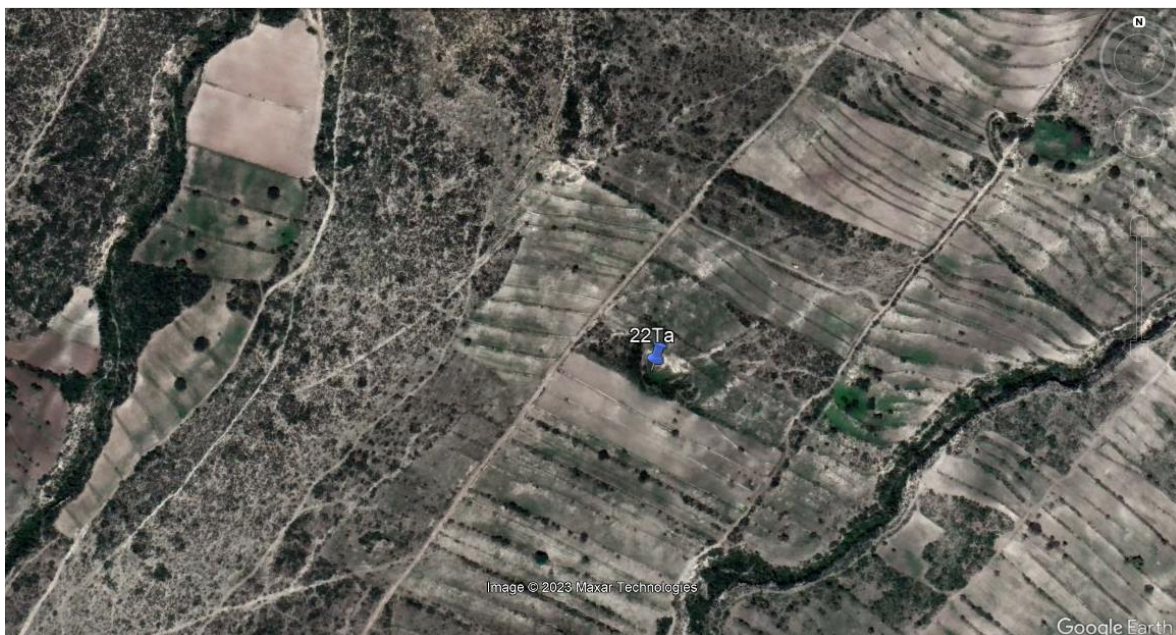


Imagen 42. Coordenada geográfica 18.653998, -97.538358 indicando por el código de muestra asignado 22Ta, debido a que solo se tomó una muestra de agua.

Para el muestreo de agua y tierra del punto veintitrés se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 43, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.608785, -97.263450 y 18.597695, -97.266171, para la muestra de agua y tierra imagen 44.



Imagen 43. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Laguna San Bernardino, a estas muestras se les asignó un código de identificación que corresponde a 23Ta y 23Tt respectivamente.

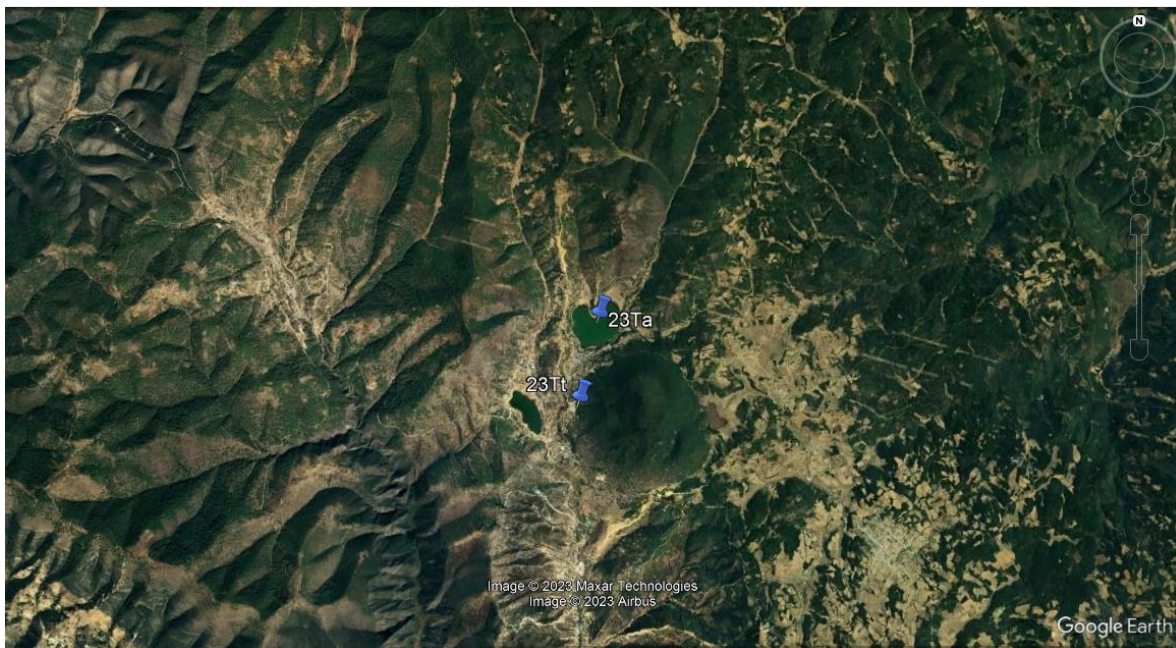


Imagen 44. Coordenada geográfica 18.608785, -97.263450 indicando por el código de muestra asignado 23Ta y 18.597695, -97.266171 indicando por el código de muestra asignado 23Tt, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

Para el muestre de agua y tierra del punto veinticuatro se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 45, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.634822, -97.615325, para la muestra de agua y tierra imagen 46.



Imagen 45. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Rancho la cruz Tlacotepec de Benito Juárez, a estas muestras se les asigno un código de identificación que corresponde a 24Ta y 24Tt



Imagen 46. Coordenada geográfica 18.634822, -97.615325 indicando por el código de muestra asignado 24Tat, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en el mismo lugar.

Para el muestreo de agua del punto veinticinco se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 47, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvo la siguiente coordenada geográfica 18.560314, -97.532604, para la muestra de agua imagen 48.



Imagen 47. Muestra de agua del lugar designado por los habitantes como La Joya Tepanco de López, a esta muestra se les asigno un código de identificación que corresponde a 25Ta.



Imagen 48. Coordenada geográfica 18.560314, -97.532604 indicando por el código de muestra asignado 25Ta, debido a que solo se tomó una muestra de agua.

Para el muestreo de agua y tierra del punto veintiséis se tomó la muestra acorde a lo descrito en materiales y métodos como se ilustra en la imagen 49, durante el proceso se realizó la geolocalización donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas 18.682508, -97.738098 y 18.639737, -97.742898, para la muestra de agua y tierra imagen 50.



Imagen 49. Muestra de agua y tierra del lugar designado por los habitantes como Ejido Xochitlán Todos los Santos y Jagüey San Miguel Ejido San Lucas el Viejo Santo Nombre, a estas muestras se les asignó un código de identificación que corresponde a 26Tt y 26Ta respectivamente.

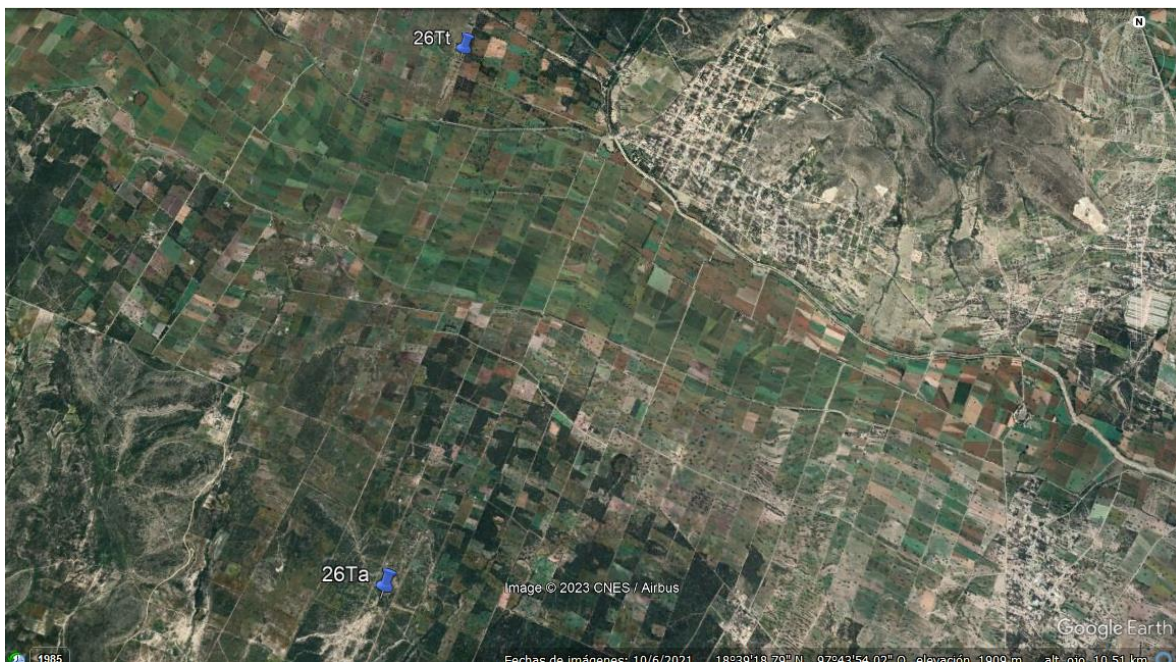


Imagen 50. Coordenada geográfica 18.682508, -97.738098 indicando por el código de muestra asignado 26Tt y 18.639737, -97.742898 indicando por el código de muestra asignado 26Ta, debido a que la muestra de agua y tierra fueron tomados en diferentes lugares, pero en la misma zona.

La imagen E señala todos los puntos muestreados de la cuarta campaña de muestreo para los 5 lugares recorridos propuestos por los pobladores.

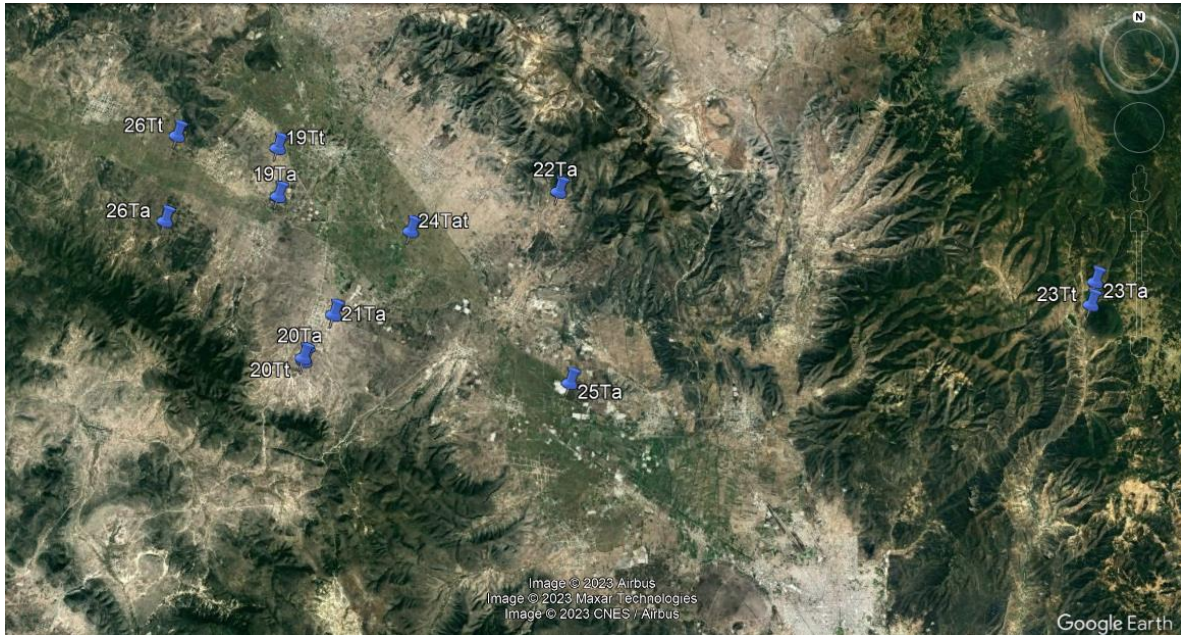
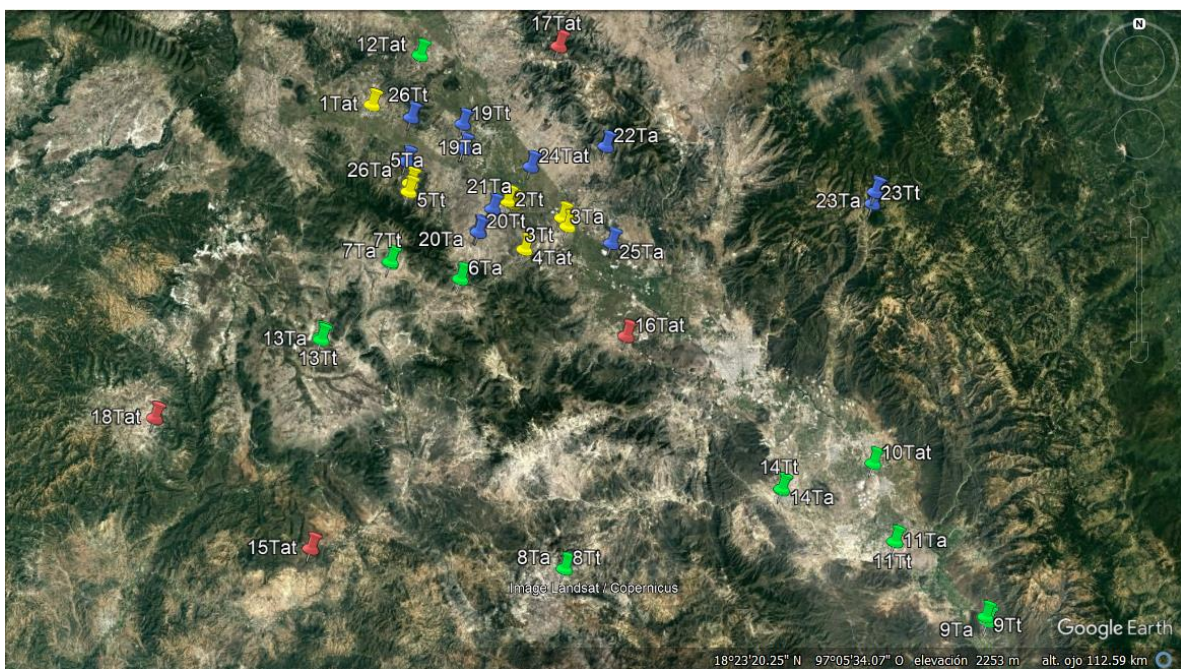


Imagen E. Indica el recorrido de la tercera campaña de muestreo resaltando los códigos 19Tt, 19Ta, 20Ta, 20Tt, 21Ta, 22Ta, 23Ta, 23Tt, 24Ta, 24Tt, 25Ta, 26Tt, 26Ta que se les asigno a los lugares de muestreo como puntos de control.

En la siguiente imagen se encuentran la ubicación de los 26 puntos muestreados con el código correspondiente, en la tabla 9 enlista toda la información de los 26 puntos muestreados como el número de muestra, ubicación, lugar de muestreo, tipo de muestra y código de la muestra.



Para facilitar la ubicación de los puntos de muestreo en relación a las campañas de muestreo se utilizó un código de colores para poder identificarlos en los mapas adicionalmente al código asignado a cada muestra, lo que hace una interacción de geolocalización e identifican de muestra más dinámica

Código de colores y campaña de muestreo

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| PRIMER MUESTREO | MUESTREO CONTROL |
| SEGUNDO MUESTREO | TERCER MUESTREO |

Tabla 9. Enlista toda la información recabada durante las cuatro campañas de muestreo y el código que se les asigna a cada punto de muestreo.

| No. de Mtra. | Ubicación | Lugar de muestreo | Tipo de Mtra. | Código | |
|--------------|---------------------------|--|---------------|------------|--------------|
| | | | | Mtra. agua | Mtra. tierra |
| 1 | 18.694916, - 97.778245 | Xochitlán Jagüey Chiquito | Agua y Tierra | 1Ta | 1Tt |
| 2 | 18.598416, - 97.633313 | Pericotepec Jagüey de Norma | Agua | 2Ta | |
| 2 | 18.601527, - 97.639254 | Pericotepec Santa María Campo el Calvario | Tierra | | 2Tt |
| 3 | 18.585113, - 97.582778 | San Andrés Cacaloapan Jagüey Grande | Agua | 3Ta | |
| 3 | 18.576894, - 97.577413 | Cacaloapan Cañada San Luis | Tierra | | 3Tt |
| 4 | 18.554336, - 97.621447 | San Andrés Cacaloapan Balsa el Zorrillo | Agua y Tierra | 4Ta | 4Tt |
| 5 | 18.618619, - 97.738741 | Santa Mónica Paraje las Pilas | Agua | 5Ta | |
| 5 | 18.610194, - 97.739998 | Paraje Corramel Ejido Santo Nombre | Tierra | | 5Tt |
| 6 | 18.525674, - 97.686930 | Juan N Méndez Colonia Miguel Hidalgo | Agua | 6Ta | |
| 7 | 18.542346, - 97.758811 | Juan N Méndez Barranca del Duraznillo | Agua | 7Ta | |
| 7 | 18.541033, - 97.759060 | Juan N Méndez Predio Mezquite Mocho | Tierra | | 7Tt |
| 8 | 18.244726, - 97.580192 | Santiago Acatepec Caltepec Jagüey de la Cruz | Agua | 8Ta | |
| 8 | 18.244169, - 97.580646 | Santiago Acatepec Predio la Biznaga | Tierra | | 8Tt |
| 9 | 18.189825, - 97.143574 | San Rafael Coxcatlan Predio el Amate | Agua | 9Ta | |

| | | | | | |
|----|---------------------------|--|------------------|------|------|
| 9 | 18.194326, - 97.145430 | San José Tilapa Coxcatlan Predio San Rafael | Tierra | | 9Tt |
| 10 | 18.345577, - 97.262095 | Altepeixi Predio Venta Negra | Agua y Tierra | 10Ta | 10Tt |
| 11 | 18.268732, - 97.239494 | San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio Platanal Rio Zapotitlán | Agua | 11Ta | |
| 11 | 18.268770, - 97.239296 | San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio el Traguito | Tierra | | 11Tt |
| 12 | 18.742944, - 97.728747 | San Gabriel Jagüey Tejocote | Agua y Tierra | 12Ta | 12Tt |
| 13 | 18.466762, - 97.830196 | San Juan Ixcaquixtla Jagüey Colorado | Agua | 13Ta | |
| 13 | 18.468485, - 97.830883 | San Juan Ixcaquixtla Barrio Carmen Paraje estación | Tierra | | 13Tt |
| 14 | 18.320696, - 97.356815 | San Gabriel Chilac Barranca Zapotitlán | Agua | 14Ta | |
| 14 | 18.319981, - 97.356933 | San Gabriel Chilac Barranca San Juan Atzingo | Tierra | | 14Tt |
| 15 | 18.262907, - 97.841485 | Totoltepec de Guerrero (rio) Punto control Leyva | Agua y Tierra | 15Ta | 15Tt |
| 16 | 18.470268, - 97.517206 | Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo Punto control Archundia | Agua y Tierra | 16Ta | 16Tt |
| 17 | 18.750640, - 97.586015 | Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde Punto control Archundia | Agua y Tierra | 17Ta | 17Tt |
| 18 | 18.390110, - 98.001583 | Santa Inés Ahatempan Ahuatemoan Jagüey Agua de conejo Punto control Leyva | Agua y Tierra | 18Ta | 19Tt |
| 19 | 18.676227, - 97.685208 | Paraje el Morillo Santo nombre | Tierra | | 19Tt |
| 19 | 18.652180, - 97.684549 | Paraje Crisastemo Santo nombre | Agua | 19Ta | |
| 20 | 18.572411, - 97.669320 | Jagüey Paraje Buena Vista, Tlacotepec de Benito Juárez | Agua | 20Ta | |
| 20 | 18.570988, - 97.668855 | Capilla de la virgen de Guadalupe, Tlacotepec de Benito Juárez | Tierra | | 20Tt |
| 21 | 18.593568, - 97.654343 | Presa Santa María Pericotepec | Agua | 21Ta | |

| | | | | | |
|----|-----------------------|--|---------------|------|------|
| 22 | 18.653998, -97.538358 | Jagüey Loma larga Pazoltepec | Agua | 22Ta | |
| 23 | 18.608785, -97.263450 | Laguna San Bernardino | Agua | 23Ta | |
| 23 | 18.597695, -97.266171 | Laguna San Bernardino | Tierra | | 23Tt |
| 24 | 18.634822, -97.615325 | Rancho la cruz Tlacotepec de Benito Juárez | Agua y tierra | 24Ta | 24Tt |
| 25 | 18.560314, -97.532604 | La Joya Tepanco de López | Agua | 25Ta | |
| 26 | 18.682508, -97.738098 | Ejido Xochitlán Todos los Santos | Tierra | | 26Tt |
| 26 | 18.639737, -97.742898 | Jagüey San Miguel Ejido San Lucas el Viejo Santo | Agua | 26Ta | |

OBSERVACIONES

Durante los muestreos se observaron en esta ubicación “18.625094, -97.559015” (Imagen 51) dos fosas para el desecho de porcinos de los que parece no estar regulada por las condiciones que se apreciaron (Imágenes 52 y 53), puede haber una serie de consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como para la salud pública. A continuación, se mencionan algunos de los posibles problemas asociados con una fosa para cadáveres porcinos no regulada:

Contaminación del Suelo y Agua Subterránea:

La descomposición de los cadáveres porcinos puede liberar contaminantes en el suelo y, potencialmente, infiltrar en las capas freáticas, contaminando el agua subterránea.

Contaminación del Agua Superficial:

Si hay lluvias fuertes o inundaciones, los contaminantes de la fosa podrían ser arrastrados hacia cuerpos de agua cercanos, causando contaminación y riesgos para la vida acuática.

Olores Desagradables y Problemas de Salud Pública:

La descomposición de los cadáveres puede producir olores fuertes y desagradables que afectan la calidad de vida de las personas que viven cerca. Además, esto podría representar un riesgo para la salud pública si hay poblaciones cercanas.

Atracción de Plagas y Vectores:

La presencia de cadáveres sin manejo adecuado puede atraer moscas, roedores y otros vectores de enfermedades.

Incumplimiento de Normativas y Regulaciones:

Dependiendo de la ubicación y las leyes locales, una fosa no regulada puede estar incumpliendo regulaciones ambientales y de salud pública.

Impactos en la Comunidad y el Medio Ambiente:

La presencia de una fosa para cadáveres porcinos no regulada puede generar preocupaciones y conflictos en la comunidad, además de tener un impacto negativo en el entorno natural circundante.

Para abordar esta situación, es importante que las autoridades locales y reguladoras tomen medidas para inspeccionar y regular el manejo de los cadáveres porcinos. Esto puede implicar la implementación de protocolos adecuados de disposición, así como la supervisión y el cumplimiento de regulaciones ambientales y de salud pública.



Imagen 52 y 53. Fotos de las fosas observadas durante el muestreo.



Imagen 51. Coordenada geográfica 18.625094, -97.559015 indicando la ubicación de las fosas porcinas.

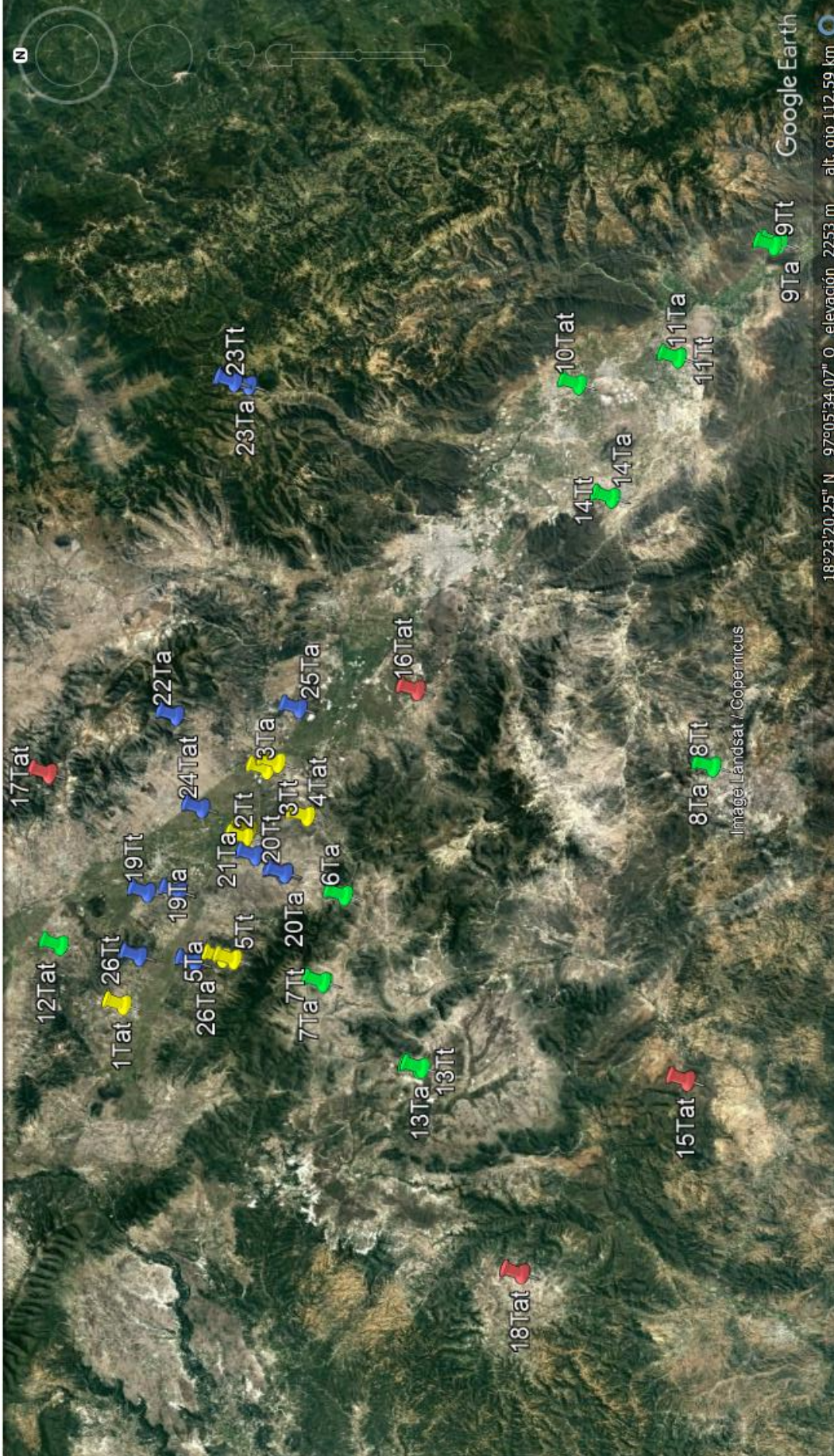
CONCLUSIÓN:

El presente informe detalla exhaustivamente el proceso de muestreo de agua y tierra llevado a cabo en diferentes localidades de Tehuacán a lo largo de ocho días. Se realizaron un total de 26 muestreos, abarcando distintos puntos de la región. Algunos de estos muestreos se llevaron a cabo en el mismo lugar para ambas muestras (agua y tierra), mientras que en otros casos se seleccionaron puntos diferentes, pero dentro de la misma zona.

Este estudio se divide en cuatro campañas de muestreo, cada una de las cuales abordó múltiples puntos de interés. La meticulosidad en la preparación del equipo y la adherencia a las normativas NMX-AA-132-SCFI-2006 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 garantizaron la fiabilidad y representatividad de los datos recopilados.

La importancia de este estudio radica en su contribución a la comprensión y gestión de los impactos de la sequía, un fenómeno cada vez más pronunciado debido al cambio climático y actividades humanas. Los resultados de los análisis de las muestras serán presentados en informes separados, proporcionando así información valiosa para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas correctivas y preventivas.

ANEXO 1.1



Código de colores y campaña de muestreo

PRIMER MUESTREO

SEGUNDO MUESTREO

MUESTREO CONTROL

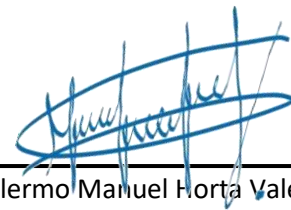
TERCER MUESTREO

ANEXO 1.2

Material utilizado durante el recorrido de los diferentes lugares para el muestreo como lo indican las normas NMX-AA-132-SCFI-2006 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que incluyen botellas de plástico con capacidad de un 1000 ml y 200 ml, botellas de vidrio ámbar con capacidad de 500 ml, bolsas con capacidad de 500 a 1000 gr y cierre hermético.



Ejemplo del embalaje y almacenamiento de las muestras recolectadas durante las campañas de muestreo correspondientes a agua y suelo.



Dr. Guillermo Manuel Horta Valerdi
Integrante del GRAMMT
Asesor externo del CONCYTEP

Anexo 2

Análisis de elementos por Espectrometría de Masas de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS)

Dr. Hector Hernández Mendoza¹, Dr. Amado Enrique Navarro Frómata^{2*}, Dra. Carolina Leyva Inzunza³

¹Universidad del Centro de México

²Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

³ Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria

* Responsable del Informe

El análisis de elementos se realizó en el Laboratorio del Agua y monitoreo Ambiental, Universidad del Centro de Mexico y estuvo a cargo del Dr. Héctor Hernández Mendoza. Para dar una idea de la técnica analítica se exponen algunos aspectos esenciales de la misma.

Fundamento del análisis del ICP-MS

La espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS), es una variante de las técnicas de análisis por espectrometría de masas. Esta técnica está establecida de manera estándar en laboratorios, para analizar: aguas, suelos, alimentos, muestras clínicas, entre otras. La Espectrometría ICP-MS, constituye la técnica analítica de mayor potencialidad para la determinación de elementos traza en todo tipo de matrices en disolución. Mediante esta técnica es posible el análisis de prácticamente la totalidad de los elementos a excepción de los siguientes: H, He, C, N, O, F, Cl, S, I, Br y gases nobles en general.

Esta técnica se ha convertido en una de las técnicas analíticas más populares en el análisis elemental. La tecnología de ICP-MS fue introducida en 1980 cuando se logró el acoplamiento de una fuente de plasma a presión normal con un espectrómetro de masas basado en un cuadrupolo. Desde entonces, la técnica del ICP-MS ha evolucionado constantemente en el análisis multi-elemental e isotópico. Las principales ventajas que tiene el ICP-MS, es la capacidad de realizar análisis de elementos a niveles de traza y ultra traza, así como puede realizar análisis isotópico. Además, cuenta con una elevada sensibilidad (sub-ppq), precisión y exactitud (<5%) y su alta productividad (3 min por muestra). En comparación con otras técnicas mono-elemental que son usadas en el monitoreo de elementos altamente tóxicos en agua subterránea, el ICP-MS puede

determinar estos elementos tóxicos en pocos minutos, además puede realizar análisis isotópico, especialmente de Pb, Hg, U y Th a niveles ultra traza.

La espectrometría masas por plasma acoplado inductivamente, es altamente sensible y capaz de determinar de forma cuantitativa casi todos los elementos presentes en la tabla periódica que tengan un potencial de ionización menor que el potencial de ionización del argón a concentraciones muy bajas (nanogramo/litro o parte por trillón, ppt). Se basa en el acoplamiento de un método para generar iones (plasma acoplado inductivamente) y un método para separar y detectar los iones (espectrómetro de masas).

La muestra, en forma líquida, es transportada por medio de una bomba peristáltica hasta el sistema nebulizador donde es transformada en aerosol gracias a la acción de gas argón. Dicho aerosol es conducido a la zona de ionización que consiste en un plasma generado al someter un flujo de gas argón a la acción de un campo magnético oscilante inducido por una corriente de alta frecuencia. En el interior del plasma se pueden llegar a alcanzar temperaturas de hasta 8000 K. En estas condiciones, los átomos presentes en la muestra son ionizados. Los iones pasan al interior del filtro cuadrupolar a través de una interfase de vacío creciente, allí son separados según su relación carga/masa. Cada una de las masas sintonizadas llegan al detector donde se evalúa su abundancia en la muestra.

Principios De La Técnica

La muestra en estado líquido, es transformada en un fino aerosol que es dirigido hacia un plasma de Ar cuya temperatura llega a alcanzar los 10000K. El aerosol es sometido a procesos, tales como: desolvatación, vaporización, atomización e ionización. Los iones generados pasan al espectrómetro de masas a través de una interfase de acondicionamiento y posteriormente son focalizados y dirigidos hacia la celda de colisión reacción y el analizador, normalmente tipo cuadrupolo, donde son separados según su relación masa/carga (m/z). Como la mayoría de ellos poseen carga positiva, pueden ser separados según su masa (isótopos).

Principales características de la técnica:

- Límite de detección: partes por trillón (ppt o ng/l) para la mayoría de los elementos.
- Rango dinámico lineal: 8-9 órdenes de magnitud (ng/l-mg/l).

- Posibilidad de análisis multielemental semicuantitativo y cuantitativo.
- Precisión en análisis semicuantitativo < 30% y en análisis cuantitativo < 5%.

La espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente ICP-MS es un método de análisis químico flexible que se puede adaptar para satisfacer las demandas de una amplia variedad de industrias, incluida la exploración de recursos naturales, ambiental y regulatoria, médica y farmacéutica, materiales y metalurgia, nuclear y nanotecnología. En su forma más simple, ICP-MS toma un líquido preparado previamente que contiene el analito, lo bombea a través de un nebulizador para crear un aerosol que se introduce en un plasma de gas argón. La alta temperatura del plasma ~ 5500-6500K es suficiente para atomizar e ionizar casi todos los elementos, incluidos aquellos con los potenciales de ionización más altos. Los iones analitos así producidos se pueden dirigir con elementos ópticos de iones electrostáticos a un espectrómetro de masas donde los iones se pueden separar en su masa para cargar m/z y detectado. Dado que la ionización es cercana al 100% de eficiencia para la mayoría de los elementos, los recuentos detectados para un ion elemental son representativos de su concentración en el analito.

¿Cómo funciona ICP-MS?

En la Figura 1, se ilustra un diagrama esquemático que muestra los diversos componentes de un sistema ICP-MS. Las muestras líquidas se introducen en el nebulizador mediante una bomba peristáltica o auto aspiración donde forman un aerosol de gotitas finas. No todos los nebulizadores son el mismo, y el tipo elegido se basa en factores como la viscosidad, el volumen y la limpieza de la muestra a analizar.

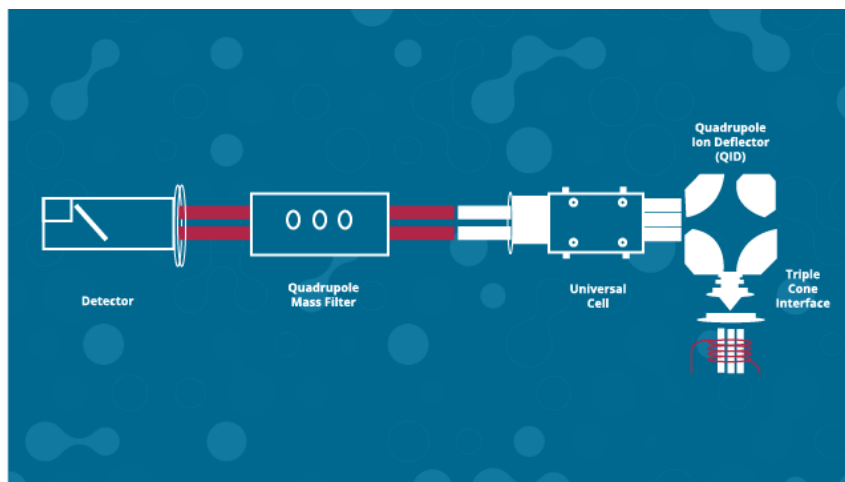


Figura 1. Esquema que muestra los componentes principales de un sistema ICP-MS descritos con más detalle en el texto.

Las gotas finas que crea el nebulizador pasan a través de una cámara de pulverización antes de ingresar al plasma. Están disponibles nuevamente diferentes tipos, pero la función sigue siendo la misma: permitir que una gran cantidad de gotas pequeñas ingresen al plasma mientras se discrimina contra las gotas más grandes que pueden crear problemas analíticos si se permiten en el plasma.

El plasma de argón generado en el ICP alcanza temperaturas de entre 5500-6500 K y se genera al pasar gas argón a través de tubos de cuarzo concéntricos comúnmente conocidos como antorcha ICP que están contenidos en un extremo dentro de una radiofrecuencia RF. La energía suministrada a la bobina por un generador de RF se acopla con el gas argón para producir el plasma. A medida que las gotas de líquido ingresan al plasma de alta temperatura, se convierten al estado gaseoso. A medida que absorben más energía, eventualmente liberarán un electrón para formar un ion único con carga positiva.

La región de la interfaz donde los iones producidos por el plasma se introducen en el espectrómetro de masas presenta un desafío de ingeniería. En el primer caso, la región de la antorcha alcanza temperaturas de ~ 6000 K, el otro lado de la interfaz permanece a temperatura ambiente. En segundo lugar, la antorcha habrá sido necesariamente rellena con el gas Ar necesario para generar el plasma, mientras que el espectrómetro de masas estará en condiciones de alto vacío. Cada fabricante tendrá diferentes soluciones, pero se utilizan dos o más estructuras cónicas lentes para evitar una amplia divergencia de los iones cuando entran en una región de alto vacío y para enfocarlos en la celda de colisión o directamente en el espectrómetro de masas.

Los iones no serán las únicas especies que saldrán del plasma; habrá átomos neutros y fotones presentes. Los fotones pueden dar lugar a recuentos de iones falsos, por lo que es importante que se eliminen del camino de los iones. Hay variaciones en un tema como sobre cómo los diferentes fabricantes tratan este problema, pero una solución común es colocar algún tipo de elemento de lente que doblará selectivamente solo los iones en el espectrómetro de masas de cuádruplo.

La mayoría de los instrumentos modernos tendrán una celda “universal” o de “reacción / colisión” ubicada entre los elementos ópticos de iones y el espectrómetro de masas para ayudar a reducir el problema de las interferencias de masas. Esto ocurre cuando dos iones, un ion elemental p. Ej. 56 Fe^+ y un ion molecular que puede resultar de la interacción entre la matriz de la muestra y el gas Ar en el plasma p. Ej. $40 \text{ Ar} \text{ }^{16} \text{ O}^+$, tienen ostensiblemente el mismo valor m/z - 56 una unidades de masa atómica. Muchas de estas interferencias serán difíciles de separar basándose únicamente en el poder de resolución de masas del espectrómetro de masas. A menos que se elimine esta interferencia de masa, la medición resultante tendrá un fondo alto y un límite de detección más bajo directamente atribuible a $40 \text{ Ar} \text{ }^{16} \text{ O}^+$ u otro iones interferentes.

En el modo de colisión, la celda se rellena con una presión parcial de gas inerte, y tanto los iones elementales como los moleculares perderán parte de su energía cinética a través de colisiones con los átomos de gas inerte a medida que viajan a través de la celda. las colisiones serán mayores para los mucho más grandes $40 \text{ Ar} \text{ }^{16} \text{ O}^+$, por lo que cuando llega al final de la celda, habrá perdido mucha más energía cinética. Al colocar un filtro de paso de banda de energía cinética en este punto, los dos tipos de iones pueden separarse de manera efectiva por sus diferencias en energía cinética, y solo 56 Fe^+ continuará su viaje hacia el espectrómetro de masas cuádruplo. Sin embargo, el 56 Fe^+ la intensidad también se habrá reducido ligeramente por el filtro de energía, aunque en una proporción mucho menor. No obstante, el límite de detección se verá afectado negativamente.

En una celda de reacción, los átomos del gas inerte son reemplazados por una especie gaseosa reactiva. La razón es que el gas introducido reaccionará con la especie interferente para producir una especie neutra que ya no puede ser influenciada por los campos electrostáticos del ion. óptica o el cuádruplo. Se filtrará eficazmente. El ion analito no se ve afectado y, por lo tanto, en comparación con la celda de colisión, es un método más poderoso para eliminar las interferencias masivas. Sin embargo, se debe tener cuidado para garantizar que no se produzcan "Se generan interferencias masivas durante este proceso.

Los espectrómetros de masas de cuádruplo se encuentran más comúnmente en los instrumentos ICP-MS, aunque hay otros basados en sectores magnéticos y tiempo de vuelo disponibles. Los espectrómetros de masas de cuádrupolo miden una masa a la vez,

con el voltaje de RF y la corriente continua CC voltaje de compensación configurado para permitir que solo los iones de un valor m/z específico oscilen a través de la región entre los cuatro polos que componen el espectrómetro. Los iones de otras masas colisionarán con las varillas y serán eliminados. Los voltajes de RF y CC pueden ser en serie escaneado para permitir la detección a través del rango m/z deseado en un análisis. Dependiendo de la configuración, los espectrómetros de masas de sector magnético funcionan de manera similar, excepto que el campo magnético se escanea para doblar la trayectoria de los iones dentro del rango m/z deseado hasta los detectores.

Como los espectrómetros de masas pueden tener una longitud significativa a través de la cual el ion debe viajar para lograr la separación de masa, es absolutamente imperativo que esta región esté bajo alto vacío. De lo contrario, los iones de analito podrían colisionar con moléculas de gas, lo que provocaría posibles reacciones de intercambio de carga y una disminución general. sensibilidad y aumento de las interferencias masivas no deseadas.

¿Cómo analiza los datos de ICP-MS y qué le dice?

Los datos en ICP-MS generalmente se analizan cuantitativamente o semicuantitativamente, como mediciones de proporción de isótopos o en análisis de dilución de isótopos.

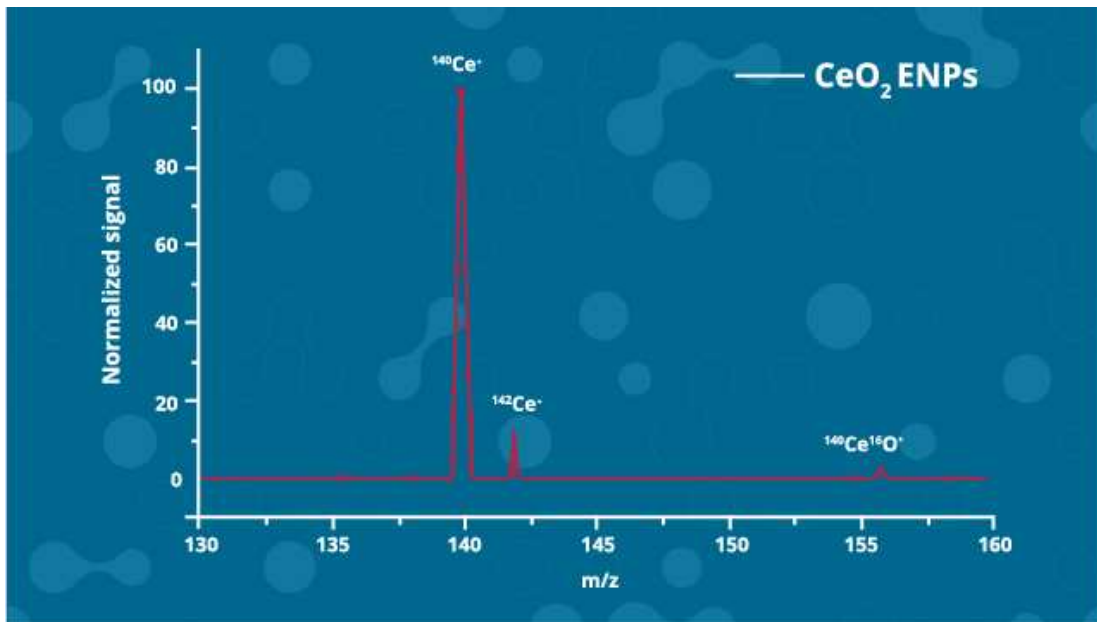


Figura 2: Ejemplo de un espectro de masas ICP-MS.

Con este conocimiento, se pueden planificar análisis cuantitativos completos con los estándares apropiados y se pueden ajustar los protocolos de operación del instrumento en caso de que se identifiquen problemas potenciales de interferencia de masas. El análisis cuantitativo procede derivando curvas de calibración que convertirán los recuentos de analitos medidos en una concentración. Para crear esta curva, un conjunto de patrones de referencia que tienen una concentración verificada del analito se miden exactamente en las mismas condiciones instrumentales que la muestra desconocida. Para estos tipos de análisis, los ajustes de voltaje de CC y RF del cuadrupolo o los campos magnéticos del sector magnético solo necesitan ser establecido para los valores m/z de interés. No es necesario escanear todo el rango de masas. Por último, el método de dilución de isótopos es un medio para lograr la máxima precisión cuantitativa. Por ejemplo, si el analito es $^{56}\text{Fe}^+$, la muestra se puede diluir agregando una cantidad conocida de ^{57}Fe , un isótopo estable que tiene una abundancia natural del 0,29% y las mismas propiedades químicas y físicas que ^{56}Fe . Por lo tanto, actúa como patrón interno. Midiendo la relación de isótopos $^{57}\text{Fe} / ^{56}\text{Fe}$, y desde la cantidad de agregado ^{57}Fe se conoce ^{56}Fe , la concentración de ^{56}Fe puede calcularse. La belleza de este método es que el análisis, la estandarización y la cuantificación se realizan en un solo experimento, y el resultado final se obtiene mediante una proporción, por lo que se descartará cualquier efecto instrumental.

Fortalezas y limitaciones de ICP-MS

Las fortalezas de ICP-MS incluyen su capacidad para analizar casi todos los elementos de la tabla periódica en concentraciones en el rango bajo de ng/L con un rango dinámico alto. El alto rendimiento de la muestra es otro fuerte que es particularmente importante en aplicaciones industriales. Bajo los volúmenes de muestra, a menudo con métodos de preparación razonablemente simples, generalmente son suficientes para producir los resultados requeridos. El método también es capaz de distinguir isótopos, tanto estables como radiactivos, para una medición de alta precisión de las proporciones de isótopos. Finalmente, como se discutió anteriormente, ICP-MS es muy adecuado como detector selectivo en métodos con guiones que utilizan algún tipo de método de separación para permitir la determinación de las especies de analitos.

Las limitaciones incluyen el costo relativamente alto del equipo que requiere un alto nivel de competencia del personal. Las interferencias masivas también pueden ser un problema, pero hay varias formas de minimizar o eliminar estos efectos.

Digestión de las muestras

La digestión ácida de las muestras se hizo de acuerdo a lo siguiente:

Digestión ácida con HNO₃ y HCL Standard Methods 3030 F

1. Transferir un volumen de muestra (en nuestro caso 200 ml) a un matraz o Beaker y poner bajo campana
2. Agregar 3 ml de HNO₃ concentrado y tapar con vidrio de reloj
3. Llevar a parrilla de calentamiento hasta tener un volumen de 5 ml, sin que hierva
4. Enfriar
5. Enjuagar por las paredes del recipiente con una cantidad mínima de agua tridestilada
6. Añadir 5 ml de HNO₃ concentrado . Colocar en la parrilla
7. Calentar hasta ebullición, agregar más ácido si es necesario
8. Enfriar
9. Agregar 10 ml de HCL 1+1 y 15 ml de agua por cada 100 mL del volumen final previsto
10. Calentar por 15 minutos para disolver cualquier residuo
11. Enfriar
12. Filtrar si es necesario
13. Aforar a 50 ml y mezclar bien. Envasar para someter a análisis.

Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos EPA 3050 B

1. Mezclar la muestra y tamizar si es necesario
2. Pesar de 1 a 2 g de muestra
3. Transferir a un beaker
4. Adicionar 10 ml de HNO₃ 1:1, mezclar y tapar con vidrio de reloj
5. Llevar a calentamiento a 95 °C ± 5 por 10 -15 minutos, sin ebullición
6. Enfriar
7. Adicionar 5 ml de HNO₃ concentrado, tapar, llevar a parrilla de calentamiento (con reflujo) por 30 minutos.
8. Evaporar hasta tener un volumen de 5 ml aproximadamente en 2 horas
9. Enfriar
10. Añadir 2 ml de agua y 3 ml de peróxido de hidrogeno al 30 % tapar con vidrio de reloj
11. Llevar a parrilla de calentamiento hasta que la efervescencia disminuya.
12. Enfriar
13. Adicionar alícuotas de 1 ml de peróxido de agua al 30% con calentamiento hasta que la efervescencia sea mínima (no más de 10 ml de peróxido al 30%)
14. Tapar y llevar a calentamiento a 95 °C ± 5 por 2 horas hasta tener un volumen de 5 ml
15. Añadir 10 mL de HCL conc, tapar con vidrio reloj y refluja a 95°C por 15 mi

16. Enfriar
17. Filtrar con whatman 41 y aforar a 50 ml
18. Llevar a frasco de plástico

Proceso de lavado de material para el análisis de ICP.

El procedimiento del lavado de todo el material utilizado en el análisis fue realizado mediante lineamientos específicos de limpieza ya establecidos en el laboratorio. De esta manera se garantizó el nivel de confianza en los resultados obtenidos y evitando contaminación por elementos a niveles de traza ($<10 \text{ ng mL}^{-1}$). El material de vidrio o plástico fue lavado con jabón neutro (Extrán®) y agua corriente. Se continua el proceso sumergiendo el material en un baño de ácido nítrico al 10% v/v durante 12 horas que se encuentra en una campana de extracción de humos –cumpliendo los requerimientos de protección como es el uso de guantes de nitrilo y lentes de seguridad–. Una vez que los materiales son sacados del baño ácido y son lavados tres veces con agua ultrapura tipo I (Mili Q). Finalmente, el material se llevó al horno a temperatura de 50°C por 40 min para quitar humedad.

Análisis de elementos en ICP-MS

Para el análisis de elementos total fue realizado mediante Espectrometría de Masas de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS; iCAP™ RQ, en modo KED y con celda de colisión). Las muestras fueron introducidas mediante un automuestreado y bomba peristáltica. Antes del análisis de los elementos totales, el equipo ICP-MS fue calibrado en modo STD y posteriormente en KED con una solución de calibración multielemental ICP-MS iCAP Q/RQ con los siguientes elementos Ba, Bi, Ce, Co, In, Li y U (Thermo-4AREV). Esta solución tiene una concentración de $1.00 \pm 0.05 \text{ ng mL}^{-1}$ por cada elemento, la cual fue obtenida de Inorganic Adventures, USA. La cuantificación de elementos totales fue realizada mediante calibración externa usando patrones certificados multielementales, donde se usó cuatro disolución patrón certificada para 63 elementos $100 \pm 0.06 \text{ mg mL}^{-1}$ ((High-Purity Standards, USA; ICP-MS-68B-A100; ICP-MS-68B-C-100; ICP-MS-68B-B-100 y ICP-MSCS-PE3-B). Para la cuantificación se realizó una curva de calibrado con 12 puntos desde 0.01 hasta 1000 ng mL^{-1} . Además, se utilizó Escandio, Indio, Iridio y Bismuto como patrones internos de todas las muestras, el cual fue obtenido en una concentración $1000 \pm 0.03 \text{ mg mL}^{-1}$ de High Purity Standards, USA. Los datos fueron analizados con ayuda del Software Thermo Scientific™ Qtegra™. Además, los datos fueron analizados manualmente mediante el uso de Excel para corroborar sus respectivas concentraciones.

Sintonización del ICP-MS

La sintonización de las condiciones instrumentales del ICP-MS son enfocadas en la calibración de masas. El ICP-MS debe cumplir condiciones vacío y extracción antes de ser calibrado en modo STD (estándar) y KED (discriminación de energía cinética) con celda de colisión. La sintonización del ICP-MS se realiza con la disolución Q/RQ (Ba, Bi, Ce, Co, In, Li y U) cada uno con $1.00 \pm 0.05 \mu\text{g/L}$, la cual es introducida por el automuestrados. El proceso de calibración se realiza en el modo estándar (STD) sin celda de colisión. El equipo realiza una sintonización de parámetros del sistema de introducción de la muestra y mide los óxidos y los iones doblemente cargados, cuyo valores deben ser $<1.9\%$ y $<2.0\%$, respectivamente. Después se realiza un ajuste más preciso en el modo STD para afinar condiciones de introducción de muestra y extracción de iones, detección y respuesta del detector. Todo ello, se realiza mediante la medición de voltaje producido en focalización y detección de iones producidos por el plasma. A continuación se cambia a modo KED con celda de colisión. Este modo permite eliminar interferencias poliatómicas y aumentar la sensibilidad de la detección.

El modo KED se selecciona y por ende se activa la celda de colisión. Se realiza una limpieza de la celda de colisión con el gas Helio aumentado el flujo a tope durante aproximadamente 5 min y 10 min cuando se ha dejado de trabajar durante un tiempo prolongado (<1 mes). Una vez purgada la celda de colisión se inicia el proceso de calibración en el modo KED, donde se enfoca una parte a mejorar las condiciones de introducción de muestra (óxido, $<1\%$, doblemente cargados, $<1\%$ y cloros >19 cps) y la mayoría en la focalización y detección de los iones, donde siempre enfoca como sensibilidad de la detección en Li, Co, In y V.

Posteriormente, se realiza una prueba más enfocada a la estabilidad y sensibilidad del ICP-MS. Esta se realiza con la misma disolución Q/RQ (Ba, Bi, Ce, Co, In, Li y U) cada uno con $1.00 \pm 0.05 \mu\text{g/L}$. La prueba consiste en la sensibilidad de las masas y estabilidad durante 600 medidas continuas. Cabe mencionar que de no pasar estas pruebas STD, KED o prueba de estabilidad no puede medir. Para resolver estas situaciones y que cumpla estas sintonizaciones de masas y pruebas de estabilidad es necesario, lavar conos, inyector, antorcha, revisar nebulizador y/o en su caso reemplazar alguna de estas. Si es el caso que persista el problema se realiza una calibración total (calibración total) en términos de voltaje y de sensibilidad y estabilidad – en este reporte no esta incluidos estos procesos-. La preparación del método de validación en el software Qtegra method seleccionando los elementos e isótopos seleccionados para su análisis.

En la Tabla 1 se muestra los resultados finales de la calibración del ICP-MS, la cual garantiza la medida de los elementos analizados en agua y en suelo.

Tabla 1. Optimización de todas las condiciones instrumentales en modo KED con celda de colisión usando ICP-MS.

Sensitivity & Stability Test

| Result | Runs | Sweeps |
|--------|------|--------|
| Passed | 10 | 60 |

Sensitivity

| Analyte | Result | Value | Condition | Limit |
|---------------------|--------|---------------|--------------|--------------|
| Bkg4.5 | Passed | 0.017 CPS | Less than | 0.5 CPS |
| Bkg220.7 | Passed | 0.03 CPS | Less than | 2.0 CPS |
| 59Co/35Cl. 16O | Passed | 27.1 | Greater than | 18 |
| 59Co | Passed | 75,471.0 CPS | Greater than | 30,000.0 CPS |
| 238U | Passed | 867,221.0 CPS | Greater than | 85,000.0 CPS |
| 209Bi | Passed | 463,828.0 CPS | Greater than | 42,500.0 CPS |
| 140Ce. 16O/140Ce | Passed | 0.0006 | Less than | 0.01 |
| 115In | Passed | 114.892.0 CPS | Greater than | 35,000.0 CPS |

Stability

| Analyte | Value | Limit |
|---------|-------|-------|
| 59Co | 0.50% | 2 |
| 238U | 0.90% | 2 |
| 209Bi | 0.40% | 2 |
| 115In | 0.30% | 2 |

Mass Calibration Test

| Result | Channels | Dwell | MeasureWidth | PointSpacing | Sweeps |
|--------|----------|-------|--------------|--------------|--------|
|--------|----------|-------|--------------|--------------|--------|

| Passed | 75.00% | 0.04 | 1.5 | 0.02 | 5 | |
|----------------|---------------|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Analyte | Result | Centroid Mass [U] | Offset | Peak width [u] | Peak width min [u] | Peak width max [u] |
| 59Co | Passed | 58.9506 | 0.0174 | 0.666 | 0.65 | 0.85 |
| 115In | Passed | 114.9106 | 0.0067 | 0.688 | 0.65 | 0.85 |
| 209Bi | Passed | 208.9979 | 0.0176 | 0.675 | 0.65 | 0.85 |

Resultados

En las tablas 2 y 3 se muestran los resultados de las determinaciones analíticas en ppb.

Tabla 2. Muestras de agua $\mu\text{g L}^{-1}$

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|---------|---------|---------|
| Elemento | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ag | 0 | 0.63 | 0.917 | 0.665 | 0.68 | 0.098 | 0.321 | 0.355 | 0.206 | 0.194 | 0.011 | 12.34 | 1.264 | 0.498 | 0.646 | 0 | 0.096 | 0.378 |
| K | 27755 | 12029 | 18427 | 6412 | 8684 | 10213 | 6433 | 6811 | 16275 | 16268 | 18383 | 28706 | 25990 | 9352 | 8348 | 5093 | 5735 | 2504 |
| Ca | 7709 | 8414 | 4195 | 7246 | 3839 | 5660 | 4642 | 5661 | 10103 | 2996 | 12222 | 4556 | 3856 | 3484 | 4163 | 6251 | 2105 | 3536 |
| Mg | 24628 | 7775 | 3948 | 2939 | 2354 | 3264 | 3736 | 10239 | 59492 | 64425 | 101716 | 5657 | 2948 | 18529 | 23064 | 3814 | 6384 | 3597 |
| Mn | 376.4 | 262.7 | 52.4 | 128.3 | 116.0 | 38.6 | 119.9 | 17.6 | 510.3 | 0.3 | 3.8 | 225.2 | 124.1 | 18.5 | 29.6 | 110.5 | 113.5 | 98.5 |
| Fe | 15711.0 | 15518.9 | 1429.4 | 3632.9 | 1295.6 | 150.9 | 4391.8 | 697.1 | 44655.6 | 148.6 | 105.7 | 5156.8 | 3751.0 | 2128.3 | 179.8 | 5398.3 | 18217.3 | 7164.4 |
| Cu | 6.647 | 5.426 | 4.309 | 1.638 | 3.147 | 1.511 | 3.576 | 3.147 | 32.623 | 1.536 | 0 | 10.025 | 8.244 | 3.347 | 0 | 4.457 | 11.961 | 6.644 |
| Zn | 44.795 | 50.36 | 6.334 | 2.222 | 7.029 | 26.477 | 34.014 | 30.331 | 95.367 | 10.829 | 0 | 25.824 | 22.944 | 9.196 | 0 | 41.527 | 25.727 | 12.909 |
| Pb | 9.9 | 13.6 | 4.0 | 5.2 | 2.4 | 8.6 | 85.5 | 2.6 | 27.6 | 2.0 | 1131.1 | 8.0 | 8.1 | 2.3 | 4.0 | 6.4 | 11.5 | 31.4 |
| Cr | 15.256 | 15.081 | 0.082 | 7.472 | 2.077 | 3.073 | 1.299 | 0.471 | 19.286 | 0 | 0 | 10.325 | 2.575 | 2.952 | 0.847 | 4.195 | 20.783 | 4.901 |
| Cd | 0.057 | 0.122 | 0.056 | 0.021 | 0.023 | 0.113 | 0.832 | 0.021 | 0.213 | 0 | 4.867 | 0.12 | 0.07 | 0.021 | 0.007 | 0.073 | 0.05 | 0.029 |
| As | 2.735 | 3.131 | 4.274 | 2.595 | 1.491 | 5.833 | 3.077 | 4.341 | 11.59 | 12.657 | 13.399 | 4.926 | 4.88 | 4.137 | 0.485 | 1.481 | 1.075 | 5.383 |
| Hg | 0.03 | 0.166 | 0.308 | 0.075 | 0.037 | 0.025 | 0.008 | 0.011 | 0.028 | 0 | 0.009 | 0.246 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0.005 |
| Ba | 172.0 | 321.1 | 79.9 | 85.0 | 77.8 | 59.5 | 67.3 | 107.7 | 189.3 | 15.0 | 29.5 | 118.6 | 46.2 | 66.6 | 63.9 | 84.5 | 131.1 | 55.1 |
| Li | 30.2 | 10.1 | 8.9 | 3.8 | 2.5 | 3.2 | 4.7 | 11.3 | 420.6 | 602.7 | 685.6 | 5.8 | 8.4 | 1309.6 | 5.9 | 7.9 | 9.3 | 24.4 |
| Al | 36945.8 | 36190.5 | 3228.9 | 7791.4 | 3581.9 | 240.3 | 10168.7 | 1131.4 | 54192.4 | 0.0 | 309.4 | 10699.3 | 10102.4 | 4898.0 | 452.0 | 14859.2 | 38356.2 | 15491.1 |
| Co | 5.993 | 4.727 | 1.579 | 1.436 | 1.186 | 0.947 | 1.797 | 0.524 | 10.672 | 0 | 0.086 | 4.158 | 1.992 | 1.145 | 0.381 | 1.494 | 3.516 | 2.051 |
| Ni | 12.634 | 10.591 | 2.488 | 7.459 | 15.186 | 5.031 | 4.948 | 4.697 | 21.192 | 0 | 0 | 28.008 | 6.353 | 7.557 | 6.466 | 8.941 | 16.76 | 8.61 |
| Se | 1.348 | 1.14 | 0.246 | 0.42 | 0.233 | 0.108 | 0.391 | 0.134 | 3.94 | 0.253 | 0.332 | 0.686 | 0.508 | 0.168 | 0.085 | 0.841 | 1.335 | 0.419 |
| B | 0.676 | 0.593 | 0.062 | 0.141 | 0.083 | 0.016 | 0.261 | 0.041 | 1.137 | 0.005 | 0.024 | 0.203 | 0.227 | 0.102 | 0.016 | 0.366 | 0.672 | 0.276 |
| Ti | 590.4 | 460.0 | 81.6 | 159.8 | 75.7 | 59.6 | 164.6 | 57.1 | 535.9 | 20.3 | 111.7 | 241.5 | 109.4 | 53.2 | 40.8 | 252.7 | 522.9 | 153.2 |
| V | 17.6 | 15.2 | 13.5 | 8.8 | 3.7 | 1.2 | 8.5 | 2.8 | 38.2 | 9.7 | 6.4 | 11.7 | 14.4 | 10.4 | 1.1 | 4.5 | 25.4 | 8.1 |
| Ga | 5.575 | 5.808 | 0.553 | 1.236 | 0.642 | 0.048 | 1.679 | 0.194 | 8.363 | 0 | 0.045 | 1.952 | 1.673 | 0.677 | 0.096 | 2.451 | 6.147 | 2.315 |
| Ge | 1.433 | 1.176 | 0.101 | 0.209 | 0.121 | 0 | 0.34 | 0 | 3.469 | 0.302 | 0 | 0.604 | 0.454 | 0.045 | 0 | 0.71 | 1.449 | 0.368 |
| Sc | 3.712 | 3.755 | 0.26 | 0.755 | 0.294 | 0 | 0.898 | 0.066 | 4.524 | 0 | 0 | 1.011 | 0.638 | 0.294 | 0 | 1.091 | 3.557 | 1.094 |
| Rb | 33.2 | 21.6 | 5.0 | 5.9 | 3.6 | 0.8 | 7.1 | 1.8 | 28.4 | 34.7 | 32.7 | 12.1 | 11.1 | 5.5 | 1.2 | 10.6 | 20.2 | 9.5 |
| Sr | 430.7 | 167.4 | 124.6 | 103.1 | 113.0 | 125.6 | 104.0 | 678.1 | 1122.7 | 831.2 | 2166.2 | 189.0 | 51.9 | 758.1 | 165.8 | 122.3 | 111.1 | 22.8 |

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Elemento | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | 5.274 | 3.823 | 0.646 | 0.843 | 0.645 | 0.07 | 1.28 | 0.226 | 12.636 | 0.016 | 0.065 | 2.43 | 1.943 | 0.496 | 0.17 | 2.607 | 4.737 | 1.112 |
| Zr | 13.848 | 19.373 | 1.89 | 5.707 | 3.758 | 1.456 | 7.842 | 0.68 | 5.158 | 0 | 0.707 | 10.865 | 5.712 | 2.484 | 1.08 | 15.266 | 39.277 | 9.875 |
| Nb | 0.241 | 0.205 | 0.065 | 0.091 | 0.086 | 0.017 | 0.157 | 0.012 | 0.465 | 0.011 | 0.009 | 0.322 | 0.155 | 0.044 | 0.011 | 0.254 | 0.417 | 0.086 |
| Mo | 0.069 | 0.125 | 1.498 | 0.215 | 0.285 | 0.547 | 0.532 | 1.985 | 1.338 | 2.823 | 2.367 | 1.349 | 1.849 | 4.793 | 0.336 | 1.016 | 0.042 | 0 |
| Rh | 0 | 0 | 0.014 | 0.002 | 0.003 | 0 | 0.001 | 0 | 0.001 | 0.001 | 0.017 | 0.007 | 0.009 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.005 |
| Pd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.025 |
| In | 0.022 | 0.158 | 0.338 | 0.015 | 0.021 | 0.046 | 0.104 | 0.028 | 0.087 | 0.029 | 0.027 | 0.007 | 0.013 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.021 | 0.007 |
| Sn | 0.136 | 0.328 | 0 | 0.343 | 0.118 | 0.363 | 0.103 | 0 | 0.302 | 0 | 0 | 0.36 | 0.506 | 1.36 | 0.113 | 0.3 | 0.562 | 0.384 |
| Sb | 0.251 | 0.412 | 0.407 | 0.192 | 0.336 | 0 | 0 | 0.144 | 0.167 | 0 | 0 | 0 | 0.422 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cs | 1.181 | 1.406 | 0.221 | 0.387 | 0.128 | 0.009 | 0.421 | 0.135 | 4.303 | 17.643 | 8.904 | 0.438 | 0.335 | 0.48 | 0.032 | 0.671 | 1.022 | 2.591 |
| La | 5.76 | 4.559 | 0.677 | 0.878 | 0.685 | 0.099 | 1.495 | 0.151 | 19.053 | 0.128 | 0.172 | 2.983 | 4.472 | 0.68 | 0.461 | 2.831 | 4.806 | 1.358 |
| Ce | 15.099 | 11.031 | 1.417 | 2.145 | 1.482 | 0.158 | 3.089 | 0.313 | 36.734 | 0.038 | 0.103 | 5.466 | 3.724 | 0.855 | 0.26 | 5.496 | 10.763 | 3.421 |
| Pr | 1.531 | 1.179 | 0.177 | 0.233 | 0.165 | 0.013 | 0.338 | 0.045 | 3.869 | 0.002 | 0.011 | 0.673 | 0.5 | 0.111 | 0.035 | 0.682 | 1.24 | 0.334 |
| Nd | 6.033 | 4.624 | 0.703 | 0.916 | 0.654 | 0.055 | 1.371 | 0.199 | 15.083 | 0.008 | 0.046 | 2.711 | 1.995 | 0.475 | 0.147 | 2.682 | 4.919 | 1.327 |
| Sm | 1.223 | 0.941 | 0.153 | 0.198 | 0.163 | 0.044 | 0.292 | 0.062 | 3.058 | 0.005 | 0.012 | 0.563 | 0.404 | 0.117 | 0.034 | 0.622 | 1.028 | 0.285 |
| Eu | 0.284 | 0.223 | 0.038 | 0.047 | 0.036 | 0.006 | 0.069 | 0.018 | 0.707 | 0.001 | 0.003 | 0.127 | 0.093 | 0.028 | 0.01 | 0.11 | 0.233 | 0.063 |
| Gd | 1.081 | 0.804 | 0.133 | 0.174 | 0.117 | 0.014 | 0.255 | 0.056 | 2.588 | 0.002 | 0.011 | 0.493 | 0.36 | 0.11 | 0.031 | 0.463 | 0.88 | 0.245 |
| Tb | 0.153 | 0.112 | 0.022 | 0.025 | 0.017 | 0.002 | 0.036 | 0.008 | 0.352 | 0.001 | 0.002 | 0.068 | 0.049 | 0.016 | 0.005 | 0.065 | 0.125 | 0.033 |
| Dy | 0.856 | 0.634 | 0.105 | 0.136 | 0.098 | 0.011 | 0.203 | 0.039 | 1.902 | 0.002 | 0.008 | 0.387 | 0.282 | 0.082 | 0.024 | 0.378 | 0.721 | 0.175 |
| Ho | 0.169 | 0.126 | 0.025 | 0.03 | 0.021 | 0.005 | 0.047 | 0.008 | 0.347 | 0.004 | 0.002 | 0.076 | 0.058 | 0.017 | 0.005 | 0.073 | 0.141 | 0.034 |
| Er | 0.478 | 0.352 | 0.063 | 0.098 | 0.061 | 0.034 | 0.119 | 0.019 | 0.904 | 0.016 | 0.006 | 0.216 | 0.166 | 0.068 | 0.012 | 0.207 | 0.428 | 0.094 |
| Tm | 0.067 | 0.05 | 0.011 | 0.011 | 0.008 | 0.001 | 0.016 | 0.002 | 0.114 | 0 | 0.001 | 0.03 | 0.022 | 0.005 | 0.002 | 0.029 | 0.059 | 0.013 |
| Yb | 0.46 | 0.343 | 0.054 | 0.07 | 0.055 | 0.006 | 0.107 | 0.013 | 0.696 | 0.001 | 0.004 | 0.189 | 0.145 | 0.031 | 0.009 | 0.191 | 0.405 | 0.085 |
| Lu | 0.065 | 0.049 | 0.011 | 0.011 | 0.008 | 0.001 | 0.016 | 0.002 | 0.089 | 0 | 0.001 | 0.028 | 0.022 | 0.005 | 0.001 | 0.027 | 0.06 | 0.013 |
| Hf | 0.256 | 0.408 | 0.041 | 0.148 | 0.089 | 0.03 | 0.186 | 0.018 | 0.079 | 0.001 | 0.012 | 0.185 | 0.114 | 0.057 | 0.022 | 0.315 | 0.626 | 0.214 |
| Ta | 0 | 0 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.025 | 0.004 | 0.017 | 0.007 | 0.003 | 0.009 | 0.013 | 0.001 | 0.003 | 0.007 | 0.006 | 0.029 |
| W | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Re | 0.003 | 0.001 | 0.006 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.013 | 0.02 | 0.024 | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.001 | 0 | 0 |
| Ir | 0 | 0 | 0.014 | 0.001 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0.013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.002 |

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Elemento | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pt | 0.002 | 0.003 | 0.02 | 0.005 | 0.012 | 0 | 0 | 0.001 | 0.001 | 0 | 0 | 0.033 | 0.004 | 0 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.011 |
| Au | 0 | 0.193 | 0 | 0 | 0.057 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.054 |
| Tl | 0.085 | 0.161 | 0.009 | 0.029 | 0.018 | 0 | 0.049 | 0 | 0.11 | 0 | 0.006 | 0.067 | 0.026 | 0.019 | 0.003 | 0.059 | 0.145 | 0.074 |
| Bi | 0.109 | 0.19 | 2.629 | 2.06 | 2.828 | 13.208 | 7.268 | 0.779 | 0.788 | 2.297 | 13.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Th | 1.232 | 1.086 | 0.141 | 0.237 | 0.155 | 0.036 | 0.328 | 0.05 | 2.386 | 0.014 | 0.021 | 0.486 | 0.284 | 0.108 | 0.023 | 0.64 | 1.129 | 0.451 |
| U | 0.181 | 0.633 | 0.352 | 0.259 | 0.091 | 0.125 | 0.172 | 0.349 | 1.221 | 1.35 | 1.695 | 0.215 | 0.13 | 0.942 | 0.481 | 0.151 | 0.161 | 0.083 |

Tabla 3. Muestras de suelo $\mu\text{g kg}^{-1}$ (peso seco)

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| Elemento | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ag | 23.6 | 17.7 | 0.0 | 0.0 | 32.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.1 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 56.3 | 6412.2 | 90.8 |
| K | 5414052 | 5305271 | 1774814 | 4382763 | 3979602 | 3783897 | 1824658 | 2668847 | 3179773 | 2274492 | 1369952 | 1255474 | 3028825 | 574985 | 2518302 | 1553457 | 1310164 |
| Ca | 1971220 | 2269245 | 4452667 | 15479909 | 1918397 | 8196716 | 15699376 | 6754749 | 12967169 | 19474306 | 916316 | 2744660 | 8637002 | 75635 | 3350168 | 1651278 | 7787071 |
| Mg | 6512302 | 7024758 | 2920099 | 4318161 | 4155452 | 4461374 | 6187711 | 9443524 | 11425393 | 8961319 | 1468923 | 4142218 | 5669292 | 429418 | 2667449 | 2378455 | 2719995 |
| Mn | 444666 | 334397 | 161342 | 185379 | 307476 | 282204 | 274824 | 276948 | 214914 | 106037 | 139526 | 225409 | 265327 | 210852 | 236060 | 172106 | 167798 |
| Fe | 20598740 | 23317821 | 15705779 | 13979392 | 17880975 | 16461041 | 14607816 | 17807734 | 10684571 | 5725386 | 11069695 | 13057611 | 15879979 | 9321803 | 9644070 | 13965550 | 8882445 |
| Cu | 11213 | 12845 | 5098 | 10015 | 10895 | 5749 | 6038 | 13084 | 12784 | 3629 | 4145 | 4765 | 10303 | 399 | 5851 | 5520 | 5386 |
| Zn | 25204 | 31195 | 17796 | 21857 | 26569 | 21498 | 15978 | 38149 | 23493 | 10320 | 12153 | 17073 | 29704 | 10120 | 14279 | 14905 | 10213 |
| Pb | 6275 | 7063 | 4230 | 6656 | 11042 | 9941 | 5930 | 19747 | 8465 | 3229 | 11391 | 12418 | 15728 | 7973 | 11503 | 10719 | 9503 |
| Cr | 21930 | 25202 | 20146 | 14660 | 22677 | 19671 | 16592 | 17411 | 13136 | 6178 | 13023 | 17530 | 14689 | 1464 | 11106 | 17771 | 7700 |
| Cd | 49 | 71 | 45 | 110 | 107 | 109 | 60 | 140 | 109 | 38 | 60 | 104 | 150 | 5 | 121 | 47 | 76 |
| As | 739 | 830 | 672 | 1632 | 1005 | 947 | 8429 | 6074 | 2981 | 2926 | 827 | 937 | 3558 | 685 | 703 | 627 | 1470 |
| Hg | 0.000 | 1.246 | 0.499 | 3.497 | 36.681 | 11.479 | 0.744 | 10.099 | 23.735 | 0.000 | 2.728 | 16.155 | 6.974 | 17.170 | 6.480 | 5.954 | 19.907 |
| Ba | 101997 | 154999 | 70437 | 65935 | 110124 | 83608 | 132440 | 70636 | 90356 | 73684 | 88666 | 114098 | 115198 | 111700 | 111504 | 127411 | 62035 |
| Li | 8816 | 9453 | 3525 | 6651 | 5988 | 4491 | 6658 | 21906 | 32476 | 18157 | 2508 | 3301 | 14557 | 2082 | 3064 | 4405 | 9424 |
| Al | 42817869 | 56083523 | 20398290 | 30642504 | 32105522 | 33573180 | 17140179 | 12798611 | 15782433 | 7898608 | 12645305 | 26859944 | 13344206 | 6738069 | 16232005 | 20081322 | 15862095 |
| Co | 6930 | 7350 | 4127 | 3830 | 6350 | 4910 | 4926 | 4484 | 3150 | 1347 | 3434 | 4081 | 4394 | 2123 | 3160 | 4558 | 2754 |
| Ni | 12741 | 12908 | 6818 | 7074 | 10497 | 9210 | 13878 | 10169 | 7286 | 2961 | 6454 | 8221 | 8971 | 917 | 6156 | 9112 | 19641 |

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Elemento | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Se | 1383 | 1548 | 600 | 1066 | 1343 | 1174 | 838 | 1295 | 832 | 351 | 674 | 1120 | 1065 | 407 | 1043 | 1167 | 657 |
| B | 731 | 868 | 281 | 519 | 619 | 594 | 328 | 334 | 270 | 141 | 235 | 469 | 298 | 234 | 396 | 418 | 307 |
| Ti | 613924 | 585472 | 756061 | 541704 | 626565 | 724065 | 353221 | 234372 | 626290 | 395524 | 536951 | 378066 | 171861 | 23342 | 269644 | 541127 | 286403 |
| V | 23970 | 22018 | 41502 | 28815 | 25900 | 23464 | 37063 | 25585 | 21869 | 11158 | 25781 | 15180 | 27166 | 10316 | 9916 | 21775 | 7703 |
| Ga | 5901 | 7711 | 3293 | 3775 | 5751 | 5211 | 2707 | 3192 | 2665 | 1344 | 3132 | 5683 | 2884 | 2139 | 3791 | 4688 | 3199 |
| Ge | 1419 | 1515 | 628 | 942 | 1280 | 1153 | 781 | 1147 | 711 | 280 | 676 | 1020 | 741 | 391 | 951 | 1109 | 623 |
| Sc | 3445 | 4092 | 1731 | 3345 | 3091 | 3456 | 3117 | 2768 | 2318 | 1338 | 1657 | 2764 | 3295 | 983 | 1796 | 2946 | 2058 |
| Rb | 21948 | 26478 | 7397 | 13781 | 23634 | 17075 | 7781 | 16403 | 20849 | 11366 | 9607 | 14313 | 12778 | 3999 | 16354 | 14492 | 14499 |
| Sr | 84426 | 60510 | 72829 | 55918 | 66166 | 42733 | 146975 | 255761 | 423985 | 563509 | 66581 | 24622 | 203329 | 7495 | 54605 | 55087 | 21281 |
| Y | 5145 | 5947 | 2203 | 4036 | 6884 | 4857 | 3210 | 5018 | 3401 | 1422 | 2989 | 5068 | 4703 | 1837 | 5034 | 5494 | 3117 |
| Zr | 21539 | 29967 | 9186 | 13048 | 24315 | 19355 | 5112 | 2436 | 5825 | 1151 | 8387 | 22342 | 3287 | 862 | 13417 | 24537 | 13480 |
| Nb | 113 | 140 | 167 | 329 | 407 | 232 | 86 | 122 | 210 | 101 | 105 | 238 | 100 | 39 | 406 | 281 | 205 |
| Mo | 16 | 28 | 53 | 145 | 108 | 47 | 130 | 366 | 90 | 57 | 16 | 221 | 205 | 11 | 98 | 22 | 75 |
| Rh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pd | 4.2 | 2.5 | 0.0 | 2.2 | 2.7 | 0.5 | 0.2 | 5.2 | 7.2 | 11.2 | 1.5 | 0.0 | 4.7 | 0.0 | 2.2 | 4.2 | 0.0 |
| In | 27.8 | 32.4 | 22.0 | 26.2 | 29.5 | 29.4 | 24.8 | 28.1 | 24.2 | 21.1 | 22.8 | 29.1 | 31.4 | 18.9 | 25.7 | 29.0 | 27.1 |
| Sn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sb | 27 | 31 | 23 | 60 | 61 | 45 | 50 | 172 | 20 | 17 | 15 | 54 | 119 | 112 | 33 | 32 | 127 |
| Cs | 928 | 1314 | 556 | 918 | 1115 | 1097 | 1672 | 10040 | 17299 | 9470 | 728 | 1240 | 1944 | 1736 | 1401 | 940 | 4501 |
| La | 6270 | 6870 | 3005 | 4362 | 7506 | 6431 | 4288 | 6943 | 4625 | 1406 | 5037 | 8280 | 4136 | 1685 | 8280 | 8438 | 4856 |
| Ce | 12520 | 15148 | 6399 | 9836 | 15992 | 13372 | 8815 | 14870 | 9430 | 3434 | 10498 | 17585 | 9206 | 5026 | 17521 | 16909 | 10377 |
| Pr | 1324 | 1521 | 644 | 979 | 1744 | 1402 | 941 | 1711 | 997 | 375 | 1142 | 2183 | 1085 | 531 | 1963 | 2315 | 1081 |
| Nd | 5102 | 5582 | 2494 | 3819 | 6190 | 5347 | 3711 | 6560 | 3901 | 1513 | 4527 | 7155 | 4694 | 2379 | 6954 | 7812 | 4177 |
| Sm | 1001 | 1114 | 502 | 792 | 1235 | 1088 | 779 | 1421 | 801 | 358 | 909 | 1440 | 1298 | 556 | 1398 | 1586 | 855 |
| Eu | 213 | 263 | 121 | 181 | 271 | 249 | 204 | 343 | 182 | 85 | 193 | 378 | 325 | 212 | 298 | 353 | 209 |
| Gd | 817 | 889 | 410 | 648 | 1029 | 873 | 621 | 1183 | 660 | 309 | 731 | 1146 | 1213 | 494 | 1131 | 1274 | 686 |
| Tb | 111 | 119 | 55 | 88 | 144 | 121 | 85 | 163 | 90 | 43 | 103 | 164 | 171 | 70 | 164 | 180 | 98 |
| Dy | 612 | 657 | 308 | 485 | 814 | 661 | 459 | 865 | 496 | 232 | 594 | 924 | 892 | 392 | 927 | 1024 | 551 |
| Ho | 118 | 126 | 59 | 91 | 156 | 126 | 86 | 152 | 93 | 41 | 113 | 178 | 156 | 75 | 181 | 201 | 106 |

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
| Elemento | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Er | 327 | 362 | 163 | 253 | 450 | 352 | 234 | 395 | 256 | 107 | 316 | 498 | 394 | 199 | 517 | 562 | 298 |
| Tm | 46 | 49 | 22 | 34 | 62 | 48 | 31 | 50 | 33 | 14 | 44 | 68 | 49 | 26 | 72 | 79 | 41 |
| Yb | 307 | 326 | 149 | 227 | 426 | 322 | 206 | 317 | 221 | 88 | 299 | 463 | 309 | 164 | 491 | 535 | 282 |
| Lu | 43 | 45 | 21 | 30 | 61 | 44 | 28 | 43 | 31 | 12 | 45 | 69 | 44 | 24 | 73 | 82 | 42 |
| Hf | 177 | 323 | 59 | 108 | 228 | 161 | 50 | 51 | 29 | 12 | 80 | 356 | 36 | 17 | 150 | 365 | 200 |
| Ta | 0 | 0 | 0 | 0.500 | 0.000 | 3.494 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 6.978 | 0.248 | 0 |
| W | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2.997 | 1.487 | 0.000 | 0.000 | 5.419 | 3.498 | 0.000 | 2.480 | 3.977 | 4.732 | 18.642 | 14.954 | 4.961 | 16.672 |
| Re | 0.248 | 0.249 | 0.000 | 0.250 | 0.248 | 0.250 | 0.248 | 0.246 | 0.250 | 0.000 | 0.248 | 0.994 | 0.249 | 0.000 | 0.498 | 0.496 | 0.249 |
| Ir | 0.000 | 0.498 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.248 | 0.000 |
| Pt | 0.248 | 1.495 | 0.000 | 0.000 | 0.248 | 0.250 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.497 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.744 | 0.000 |
| Au | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.240 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Tl | 103 | 136 | 56 | 74 | 142 | 118 | 33 | 59 | 75 | 53 | 113 | 179 | 89 | 32 | 158 | 172 | 194 |
| Bi | 0 | 644 | 637 | 0 | 0 | 0 | 0 | 153 | 313 | 24 | 2272 | 0 | 0 | 499 | 0 | 59 | 407 |
| Th | 832 | 904 | 442 | 567 | 1471 | 927 | 585 | 983 | 553 | 261 | 1024 | 1823 | 985 | 450 | 1974 | 1922 | 958 |
| U | 41 | 50 | 62 | 130 | 89 | 71 | 117 | 119 | 155 | 142 | 62 | 102 | 223 | 55 | 123 | 102 | 99 |

Para la visualización de los resultados, considerando el gran número de elementos medidos se utilizó un análisis factorial considerando como variables los valores de las concentraciones de los elementos. En la tabla 4 se muestran los autovalores y la varianza explicada para los tres primeros factores, que alcanza el valor de 74.4%.

Tabla 4. Autovalores del análisis factorial, muestras de agua.

| Value | Eigenvalues (Metales_RDM_agua.sta) Extraction: Principal components | | | |
|-------|---|------------------|-----------------------|--------------|
| | Eigenvalue | % Total variance | Cumulative Eigenvalue | Cumulative % |
| 1 | 31.68766 | 51.94699 | 31.68766 | 51.94699 |
| 2 | 9.46601 | 15.51804 | 41.15367 | 67.46503 |
| 3 | 4.20961 | 6.90099 | 45.36327 | 74.36602 |

En la tabla 5 se muestran las proyecciones de las variables en los tres factores.

Tabla 5. Proyecciones de las variables (en rojo las mayores a 0.7).

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----------|----------------|-----------------|-----------------|
| Ag | 0.01994 | -0.161946 | 0.557715 |
| K | 0.23510 | 0.306304 | 0.654166 |
| Ca | 0.37534 | 0.580549 | 0.046905 |
| Mg | 0.13358 | 0.955166 | -0.109910 |
| Mn | 0.91963 | -0.065322 | 0.164256 |
| Fe | 0.97846 | 0.063673 | -0.062388 |
| Cu | 0.89346 | 0.077263 | 0.112144 |
| Zn | 0.87258 | -0.006210 | -0.061951 |
| Pb | -0.16232 | 0.753275 | 0.003272 |
| Cr | 0.88818 | -0.223497 | -0.082914 |
| Cd | -0.15218 | 0.745974 | 0.005095 |
| As | 0.11743 | 0.895272 | 0.078046 |
| Hg | 0.04659 | -0.185879 | 0.859415 |
| Ba | 0.70384 | -0.275112 | 0.080174 |
| Li | -0.06413 | 0.637727 | -0.261222 |
| Al | 0.96790 | -0.123147 | -0.099946 |
| Co | 0.96906 | -0.015036 | 0.144712 |
| Ni | 0.64371 | -0.352223 | 0.200257 |
| Se | 0.96695 | 0.156528 | -0.012130 |
| B | 0.98327 | -0.075148 | -0.105723 |
| Ti | 0.90266 | -0.152470 | -0.068406 |
| V | 0.90277 | 0.119481 | 0.117539 |
| Ga | 0.96707 | -0.139932 | -0.086411 |
| Ge | 0.98753 | 0.075129 | -0.038231 |

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----------|----------|-----------|-----------|
| Sc | 0.94320 | -0.146081 | -0.088286 |
| Rb | 0.52341 | 0.593739 | -0.066484 |
| Sr | 0.08331 | 0.940115 | -0.103550 |
| Y | 0.98578 | 0.061259 | 0.003430 |
| Zr | 0.49032 | -0.479532 | -0.217710 |
| Nb | 0.88258 | -0.215428 | 0.058102 |
| Mo | -0.26046 | 0.550358 | 0.001078 |
| Rh | -0.26922 | 0.453493 | 0.634891 |
| Pd | -0.15949 | -0.234437 | 0.011830 |
| In | 0.09334 | -0.007060 | 0.596451 |
| Sn | 0.08837 | -0.207797 | -0.272879 |
| Sb | 0.18983 | -0.206552 | 0.557635 |
| Cs | -0.04365 | 0.719870 | -0.147185 |
| La | 0.94590 | 0.135424 | 0.046335 |
| Ce | 0.97814 | 0.100728 | 0.002921 |
| Pr | 0.98163 | 0.085603 | 0.012618 |
| Nd | 0.98261 | 0.082017 | 0.013236 |
| Sm | 0.98249 | 0.072572 | 0.004883 |
| Eu | 0.98235 | 0.081064 | 0.016431 |
| Gd | 0.98471 | 0.073532 | 0.013098 |
| Tb | 0.98681 | 0.066714 | 0.014662 |
| Dy | 0.99055 | 0.050884 | 0.008821 |
| Ho | 0.99381 | 0.030721 | 0.013523 |
| Er | 0.99595 | 0.001805 | -0.005885 |
| Tm | 0.99570 | -0.031680 | 0.019121 |
| Yb | 0.99053 | -0.063315 | -0.005732 |
| Lu | 0.97922 | -0.105413 | 0.011730 |
| Hf | 0.46813 | -0.531559 | -0.225238 |
| Ta | 0.16985 | -0.066302 | -0.086549 |
| Re | -0.00609 | 0.962258 | 0.033929 |
| Ir | -0.15076 | -0.107543 | 0.763849 |
| Pt | -0.04005 | -0.301796 | 0.769429 |
| Au | 0.17351 | -0.264575 | 0.018228 |
| Tl | 0.79577 | -0.321748 | -0.100383 |
| Bi | -0.33990 | 0.508136 | -0.051395 |
| Th | 0.99547 | -0.020875 | -0.046171 |
| U | 0.10654 | 0.912246 | -0.099933 |

Finalmente en la figura 1 se muestra la puntuación de las muestras en los tres componentes principales y, aunque se observa una cierta agrupación de muestras hacia

los valores menores de los tres factores, las de control se encuentran superpuestas con varias de las muestras problema, por lo que no se puede afirmar que haya diferencias significativas entre las muestras que se encuentran en dicha agrupación. Considerando las proyecciones de las variables en los tres factores (tabla 5), se puede atribuir la dispersión de las muestras y sus posibles agrupaciones a un conjunto de elementos más que a la presencia decisiva de algún elemento en particular.

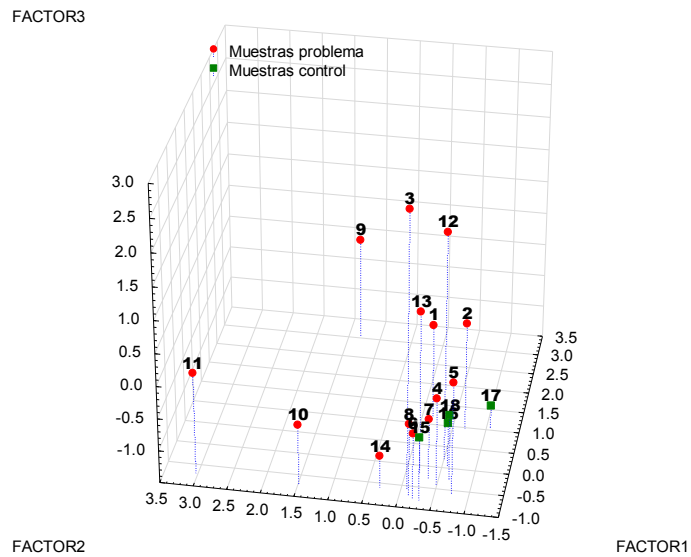


Figura 1. Puntuaciones de las muestras de agua

En el caso de las muestras de suelo, los resultados del análisis factorial (Tablas 6 y 7, figura 2), permiten plantear conclusiones similares a las de las muestras de agua.

Tabla 6. Autovalores

| Value | Eigenvalues (Metales_RDM_suelos.sta) Extraction: Principal components | | | |
|-------|---|------------------|-----------------------|--------------|
| | Eigenvalue | % Total variance | Cumulative Eigenvalue | Cumulative % |
| 1 | 25.09324 | 42.53092 | 25.09324 | 42.53092 |
| 2 | 9.48449 | 16.07541 | 34.57774 | 58.60633 |
| 3 | 7.72777 | 13.09792 | 42.30551 | 71.70425 |

Tabla 8. Proyecciones de las variables (en rojo las mayores a 0.7).

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----------|----------|----------|-----------|
| Ag | 0.40631 | -0.03384 | -0.261715 |
| K | -0.05350 | 0.85543 | 0.213780 |

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----------|----------|----------|-----------|
| Ca | -0.48814 | -0.12621 | 0.560787 |
| Mg | -0.22167 | 0.34535 | 0.797304 |
| Mn | 0.20137 | 0.72420 | 0.127004 |
| Fe | 0.16417 | 0.89402 | 0.043556 |
| Cu | 0.15211 | 0.69238 | 0.604464 |
| Zn | 0.21906 | 0.65390 | 0.601899 |
| Pb | 0.73706 | -0.14112 | 0.440652 |
| Cr | 0.23796 | 0.88407 | -0.008508 |
| Cd | 0.53431 | 0.14197 | 0.643390 |
| As | -0.15883 | -0.07305 | 0.686608 |
| Hg | 0.32313 | -0.12111 | 0.121036 |
| Ba | 0.33125 | 0.36371 | -0.233487 |
| Li | -0.19316 | 0.03823 | 0.834999 |
| Al | 0.09580 | 0.92711 | -0.257128 |
| Co | 0.23816 | 0.91643 | -0.068372 |
| Ni | 0.21329 | 0.43541 | 0.057922 |
| Se | 0.57749 | 0.78800 | 0.134137 |
| B | 0.26320 | 0.88615 | -0.228535 |
| Ti | -0.19675 | 0.63265 | -0.230404 |
| V | -0.27122 | 0.43491 | 0.134561 |
| Ga | 0.42639 | 0.81006 | -0.337364 |
| Ge | 0.49978 | 0.83621 | -0.040062 |
| Sc | 0.29575 | 0.84120 | 0.190665 |
| Rb | 0.33691 | 0.74689 | 0.186963 |
| Sr | -0.39877 | -0.15309 | 0.684147 |
| Y | 0.74201 | 0.63202 | 0.061665 |
| Zr | 0.46098 | 0.68203 | -0.482019 |
| Nb | 0.54530 | 0.10638 | -0.130195 |
| Mo | 0.38142 | -0.08143 | 0.736283 |
| Pd | -0.18277 | -0.00071 | 0.586110 |
| In | 0.62774 | 0.64346 | 0.181226 |
| Sb | 0.25604 | -0.27696 | 0.441061 |
| Cs | -0.21560 | -0.18658 | 0.697703 |
| La | 0.86640 | 0.39683 | -0.092133 |
| Ce | 0.88172 | 0.38581 | -0.094539 |
| Pr | 0.92617 | 0.26353 | -0.097016 |
| Nd | 0.93746 | 0.28594 | -0.028574 |
| Sm | 0.95535 | 0.22370 | 0.106080 |
| Eu | 0.92788 | 0.10451 | 0.110933 |
| Gd | 0.94018 | 0.19351 | 0.175793 |
| Tb | 0.95439 | 0.14472 | 0.158538 |

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----------|----------|----------|-----------|
| Dy | 0.97095 | 0.13400 | 0.088031 |
| Ho | 0.97840 | 0.14477 | -0.001889 |
| Er | 0.97455 | 0.16882 | -0.078180 |
| Tm | 0.96079 | 0.17438 | -0.153524 |
| Yb | 0.95036 | 0.17387 | -0.193733 |
| Lu | 0.94475 | 0.11144 | -0.233814 |
| Hf | 0.63199 | 0.43390 | -0.463913 |
| Ta | 0.37359 | -0.14751 | -0.144033 |
| W | 0.27455 | -0.65884 | -0.172517 |
| Re | 0.78036 | 0.03988 | -0.093981 |
| Ir | 0.14238 | 0.55428 | -0.268635 |
| Pt | 0.27479 | 0.65620 | -0.330380 |
| Tl | 0.72116 | 0.11884 | -0.373030 |
| Bi | -0.22407 | -0.14860 | -0.363852 |
| Th | 0.94381 | 0.00175 | -0.231198 |
| U | 0.15741 | -0.32009 | 0.728996 |

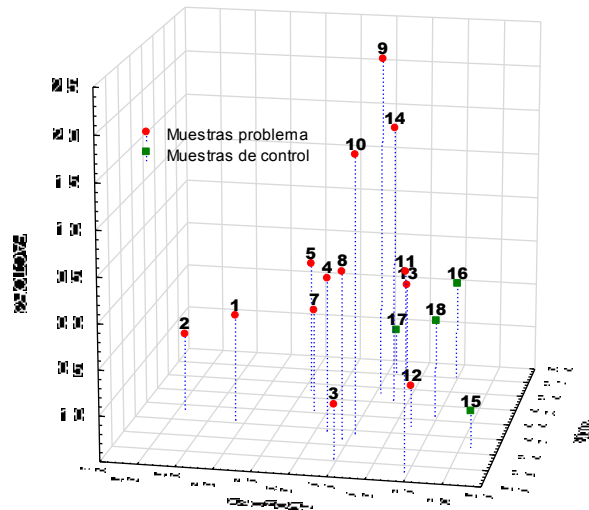


Figura 2. Puntuaciones de ls muestras de suelo

Para la identificación de los elementos analizados en la tabla 9 se enumeran los símbolos y nombres correspondientes.

Tabla 9. Identificación de los elementos analizados

| Símbolo | Elemento | Símbolo | Elemento |
|---------|-----------|---------|-------------|
| Ag | Plata | Mn | Manganeso |
| Al | Aluminio | Mo | Molibdeno |
| As | Arsénico | Nb | Niobio |
| Au | Oro | Nd | Neodimio |
| B | Boro | Ni | Niquel |
| Ba | Bario | Pb | Plomo |
| Bi | Bismuto | Pd | Paladio |
| Ca | Calcio | Pr | Praseodimio |
| Cd | Cadmio | Pt | Platino |
| Ce | Cerio | Rb | Rubidio |
| Co | Cobalto | Re | Renio |
| Cr | Cromo | Rh | Rodio |
| Cs | Cesio | Sb | Antimonio |
| Cu | Cobre | Sc | Escandio |
| Dy | Disprosio | Se | Selenio |
| Er | Erbio | Sm | Samario |
| Eu | Europio | Sn | Estaño |
| Fe | Hierro | Sr | Estroncio |
| Ga | Galio | Ta | Tántalo |
| Gd | Gadolinio | Tb | Terbio |
| Ge | Germanio | Th | Torio |
| Hf | Hafnio | Ti | Titanio |
| Hg | Mercurio | Tl | Talio |
| Ho | Holmio | Tm | Tulio |
| In | Indio | U | Uranio |
| Ir | Iridio | V | Vanadio |
| K | Potasio | W | Wolframio |
| La | Lantano | Y | Itrio |
| Li | Litio | Yb | Iterbio |
| Lu | Lutecio | Zn | Zinc |
| Mg | Magnesio | Zr | Circonio |



Dr. Amado Enrique Navarro Frómata
Responsable del Informe

Anexo 3

Informe del estudio espectroscópico

Dr. Raúl Jacobo Delgado Macuil^{1,*}

¹ Laboratorio de Nanobiotecnología. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Instituto Politécnico Nacional

* Responsable del Informe

Resumen

En esta sección se presentan los resultados del análisis realizado a las muestras de agua y tejido vegetal (Hojas) producto del primer muestreo y segundo muestreo en las localidades marcadas en el Anexo 1.

Las muestras de tierra por su tiempo de procesamiento y el volumen de muestras a analizar, aún no se reportan en este documento.

De cada punto de muestreo de agua, se realizaron mediciones por medio de dos técnicas analíticas y una técnica numérica para obtener análisis estadísticos multivariados.

Las técnicas analíticas utilizadas para el análisis de las muestras de agua fueron, espectroscopia de absorción atómica y espectroscopia vibracional de infrarrojo. La primera nos permite poder dilucidar la presencia de metales en muestras sólidas y líquidas, la segunda nos permite poder discriminar diferentes compuestos basados en muestras patrón o estándar. Para los fines de este reporte, y por el tiempo que se nos dio para el análisis, los únicos estándares utilizados fueron los metales cromo y plata.

La técnica analítica utilizada para el análisis de muestras de tejido vegetal (hojas), fue la espectroscopia de infrarrojo, la cual no permitiría poder encontrar diferencias en cuanto a la composición o presencia de elementos de acuerdo con las zonas de muestreo. La figura siguiente muestra el tejido vegetal muestreado posicionado y listo para analizarse por medio de la espectroscopia de infrarrojo.



Finamente debido al gran número de parámetros que pudieran incidir en cuanto a la composición o presencia de elementos en cada una de las muestras, todos los resultados experimentales se analizaron por medio de una técnica numérica de análisis estadístico multivariado, la cual se denomina Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en inglés), lo que nos permite encontrar coincidencias o similitudes entre las diferentes muestras analizadas de los diferentes sitios de interés.

Metodología

Se analizaron en total 18 muestras de agua sin ácido nítrico, 18 muestras de agua con ácido nítrico, y 48 tejidos vegetales; para hacer un total de 84 muestras, que dependiendo el volumen necesario para su análisis experimental algunas solo se pudieron analizar una sola vez, aunque en general la mayoría se analizó por triplicado.

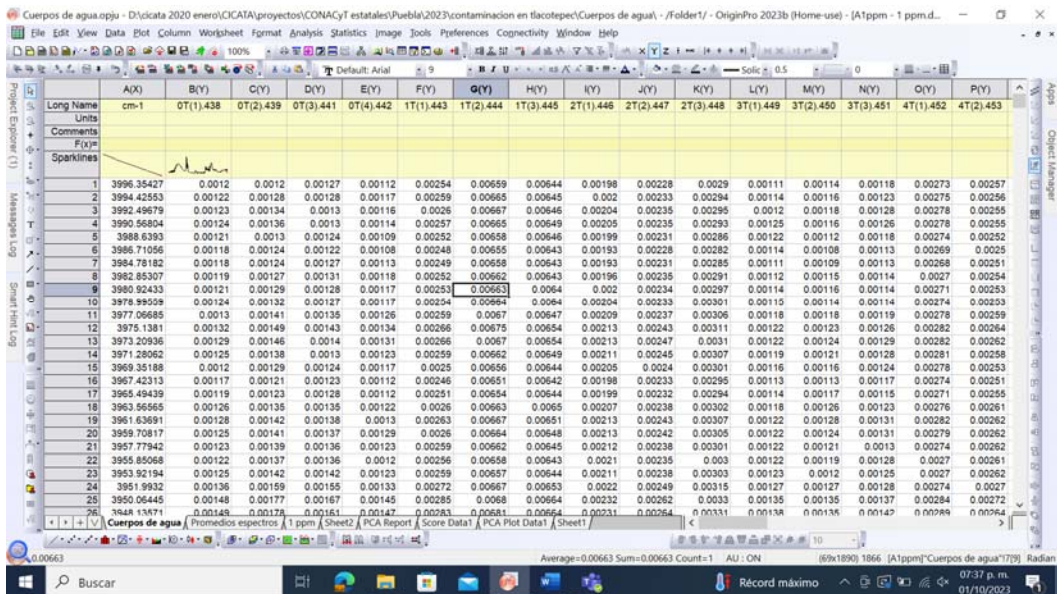
Espectroscopia de Absorción Atómica

El equipo de absorción atómica está ubicado en las instalaciones de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), bajo el resguardo del Dr. Alfredo Cesar Benítez Rojas, se utilizó una lámpara para la determinación de plata, se realizó la curva de calibración a concentraciones conocidas de este metal y después se procedió a realizar las mediciones de las muestras de agua. Un ejemplo de los resultados obtenidos se presenta en las siguientes dos imágenes, donde el valor de referencia a una concentración de 1 ppm es 2.424, mediante una regla de tres se toma el valor medido en el equipo, se multiplica por 1 ppm y se divide entre el valor de referencia; este procedimiento nos da el valor real de la presencia del metal en cada una de las muestras.



Espectroscopia de Infrarrojo

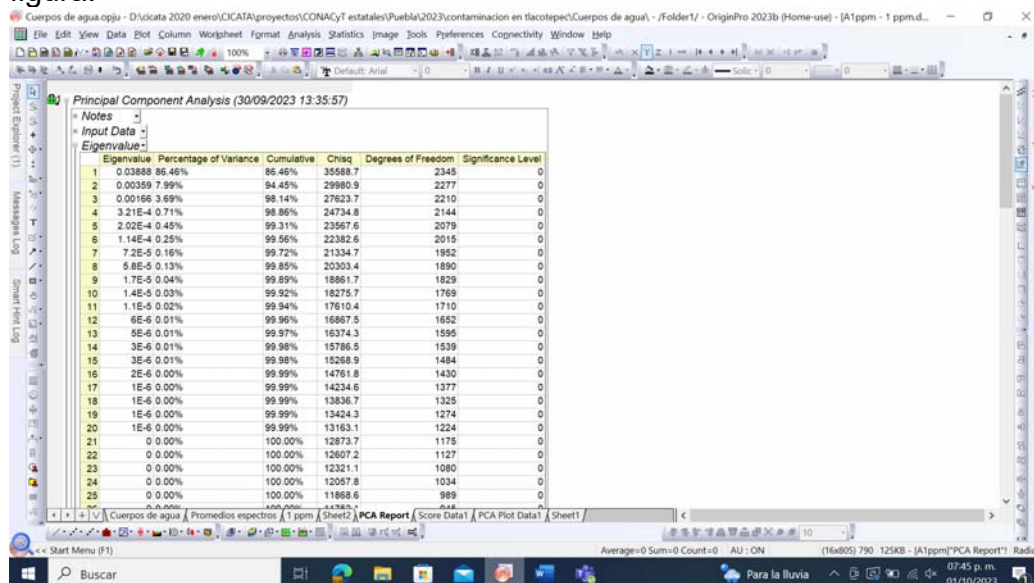
Cada una de las muestras se analizaron en un equipo marca Bruker modelo Vertex 70 en la región del mediano infrarrojo, en el modo de medición de Reflectancia Total Atenuada (ATR, por sus siglas en ingles). Las muestras se colocan en el sistema de medición y se realiza la misma por un tiempo de 2 minutos, al final de cual se obtiene una tabla de valores de absorbancia en función del número de onda y que al graficarla nos permite poder visualizar diferencias en la intensidad de las bandas y variaciones en la forma de las bandas; este comportamiento experimental nos permite poder predecir la composición de las muestras y encontrar elementos ajenos a las muestras. Para esto los resultados obtenidos se comparan con los resultados obtenidos con estándares, en este proyecto se utilizaron cromo y plata como elementos nocivos, que pudieran estar presentes en cada una de las muestras analizadas. En la figura se presenta un ejemplo del tipo de resultados que se obtienen del equipo.



Cada muestra fue analizada por triplicado al menos, por eso en la figura se puede observar la etiqueta 1T(1), 1T(2) y 1T(3) y así sucesivamente. Los resultados experimentales fueron graficados utilizando el programa OriginPro 2023.

Análisis multivariado por componentes principales

El análisis estadístico multivariado de PCA se realizó con el programa OriginPro 2023, una imagen de como se obtienen los resultados se presenta en la siguiente figura.



Cada uno de los resultados experimentales se analizaron de acuerdo con su principal parámetro, muestras de agua sin ácido nítrico, muestras de agua con ácido nítrico, y tejidos vegetales; este tipo de técnicas de análisis nos permite poder agrupar datos en función de las similitudes que existan entre ellos, en nuestro caso, se compararon con dos tipos de metales, cromo y plata. El análisis permitirá observar el agrupamiento de las muestras en función de sus coincidencias en presencia de este tipo de metales; si en alguna muestra existiera cromo o plata la tendencia de agrupamiento sería con los estándares utilizados para su comparación.

Resultados

Espectroscopia de Absorción Atómica

Los resultados de los análisis por medio de espectroscopia de absorción atómica, para el metal plata, en muestras de agua sin ácido nítrico, se presentan en la tabla siguiente. Donde se puede observar que todas las muestras presentan una muy baja concentración de plata del orden de partes por billón (ppb). La muestra que más porcentaje de plata presentó, 45.7 ppb, fue un punto control ubicado en Santa

Inés Ahatempan (18ta), y la que menos porcentaje de plata presentó, 24.3 ppb, fue la muestra de Pericotepec Jagüey de Norma (2ta).

Tabla de espectroscopia de absorción atómica, para la determinación de la presencia del metal plata.

| <i>Muestra</i> | <i>Valor en AAS</i> | <i>Valor de referencia 1ppm</i> | <i>Valor real ppm</i> |
|----------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 0ta | 0.000 | 2.424 | 0 |
| 1ta | 0.068 | 2.424 | 0.0280 |
| 2ta | 0.059 | 2.424 | 0.0243 |
| 3ta | 0.066 | 2.424 | 0.0272 |
| 4ta | 0.071 | 2.424 | 0.0292 |
| 5ta | 0.073 | 2.424 | 0.0301 |
| 6ta | 0.076 | 2.424 | 0.0313 |
| 7ta | 0.085 | 2.424 | 0.0350 |
| 8ta | 0.091 | 2.424 | 0.0375 |
| 9ta | 0.086 | 2.424 | 0.0354 |
| 10ta | 0.090 | 2.424 | 0.0371 |
| 11ta | 0.106 | 2.424 | 0.0437 |
| 12ta | 0.097 | 2.424 | 0.0400 |
| 13ta | 0.103 | 2.424 | 0.0424 |
| 14ta | 0.106 | 2.424 | 0.0437 |
| 15ta | 0.104 | 2.424 | 0.0429 |
| 16ta | 0.107 | 2.424 | 0.0441 |
| 17ta | 0.102 | 2.424 | 0.0420 |
| 18ta | 0.111 | 2.424 | 0.0457 |

Estos resultados se compararon con los obtenidos por medio de la técnica de ICP/masas, la cual es una técnica más sensible, ambas mostraron presencia de este metal en partes por billón, la diferencia es que en ICP los valores encontrados son un orden de magnitud menores a los encontrados por ASS; esta diferencia se puede deber a la diferencia de sensibilidad entre ambas técnicas. En el documento anexo, se presentan los resultados de las mediciones en el equipo de Absorción Atómica.

Resultados de espectroscopia de infrarrojo

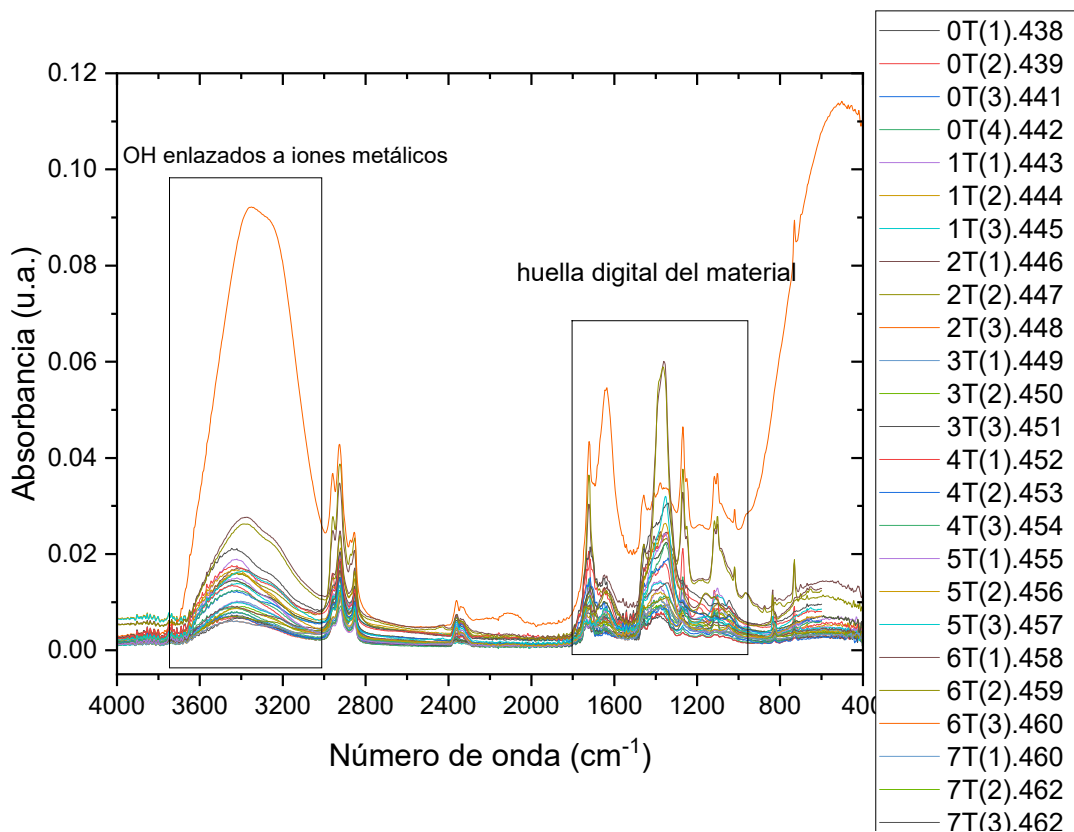
En la siguiente figura se presentan los espectros de la respuesta a la radiación infrarroja en las muestras de agua con ácido nítrico. Como se puede observar existen variaciones en la intensidad de las bandas de absorción lo que indica la inhomogeneidad entre las muestras, asociada a las diferencias en la composición de estas. Dos regiones fueron de especial interés, la región del agua (enlaces OH) y la región de la huella digital del material.

La región de los enlaces OH es de especial interés debido a que en esta región es posible detectar la presencia de iones metálicos que se unen a las moléculas de

agua; el comportamiento espectral observado en las diferentes muestras predice que existen iones unidos a esta molécula de OH, sin embargo cabe aclarar que existen una infinidad de iones no solo metálicos, o del tipo metal pesado (Cromo Cadmio, Arsénico, Mercurio y Plomo), cualquier sal pudiera también generar este tipo de comportamiento espectral.

La región de la huella dactilar en el infrarrojo es nombrada así, debido a que todos los materiales tienen un comportamiento espectral muy específico, y cualquier cambio en su composición es posible detectarlo en esta región del espectro, pero si la muestra es la misma entonces el espectro deberá tener el mismo comportamiento espectral.

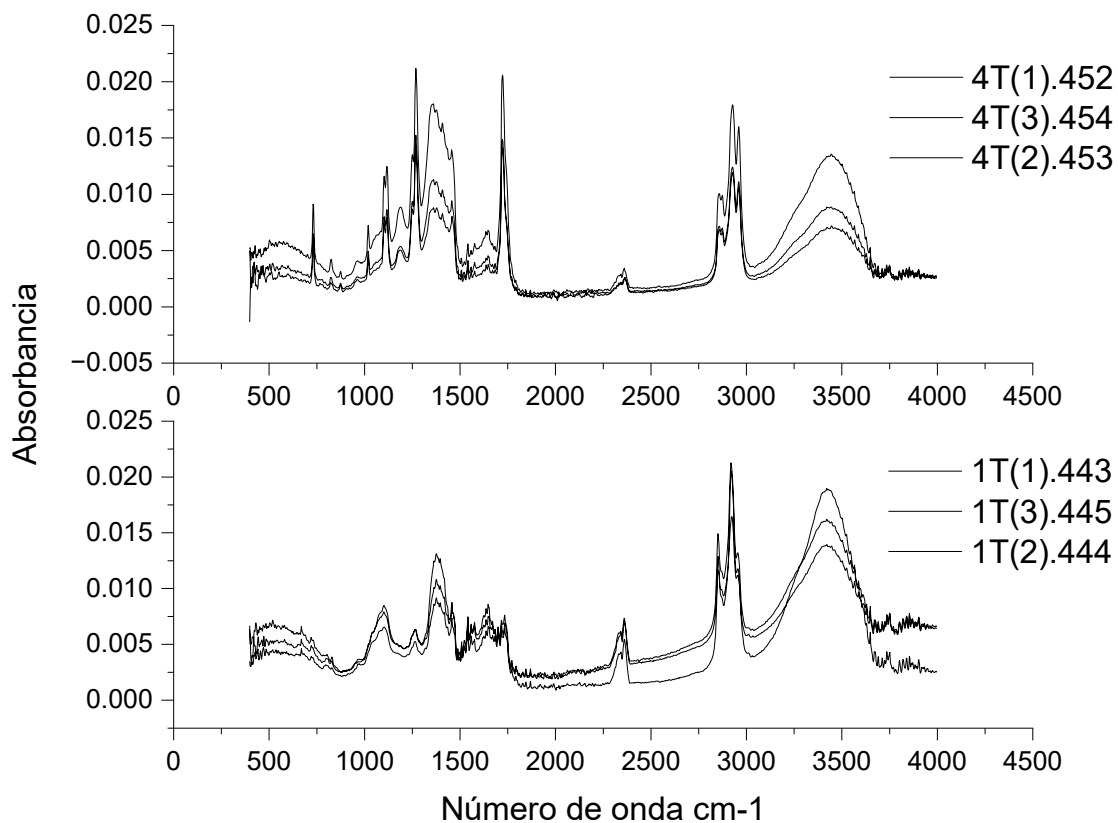
En la figura en la región de los OH se puede observar una banda muy ancha que de acuerdo con el tipo de muestra analizada presenta al menos dos picos en su interior, uno a 3400 y el otro a 3250 cm^{-1} , los cuales varían su intensidad de absorbancia (altura) en función de las características de cada sitio de muestreo.



La región que presenta las mayores variaciones en el comportamiento espectral es la región de la huella digital, entre 950 y 1800 cm^{-1} , en esta región se presenta al menos cinco bandas muy bien definidas, las cuales varían su comportamiento en función de la composición de la muestra.

Cabe aclarar que como estas muestras tiene ácido nítrico, cuando este se evapora, la intensidad de los picos se incrementa y es posible observar las variaciones ya comentadas.

Los tres espectros del mismo punto de muestreo presentaron un comportamiento espectral similar, y comportamiento espectral diferente entre los diferentes puntos de muestreo, lo cual se esperaba debido a la diversidad en su composición; en la figura siguiente se presentan de manera ilustrativa dos puntos de muestreo con sus tres repeticiones. En la figura se puede observar como las tres repeticiones de la muestra 4ta presentan el mismo comportamiento espectral, mientras que las tres repeticiones de la muestra 1t presentaron el mismo comportamiento; sin embargo, el hacer la comparativa entre ambas figuras es claro que las muestras 1t, muestran una banda ancha centrada a los 1050 cm^{-1} , mientras que las muestras 4t presentan tan solo dos picos bien definidos en la misma región; otro punto de comparación es que las muestras 1t presentan una banda ancha entre 1500 y 1750 cm^{-1} con los picos que la componen muy parejos en su valor de intensidad, mientras que las muestras 4t presentan la misma banda pero el pico a 1740 cm^{-1} presenta la mayor intensidad de toda la banda mencionada.



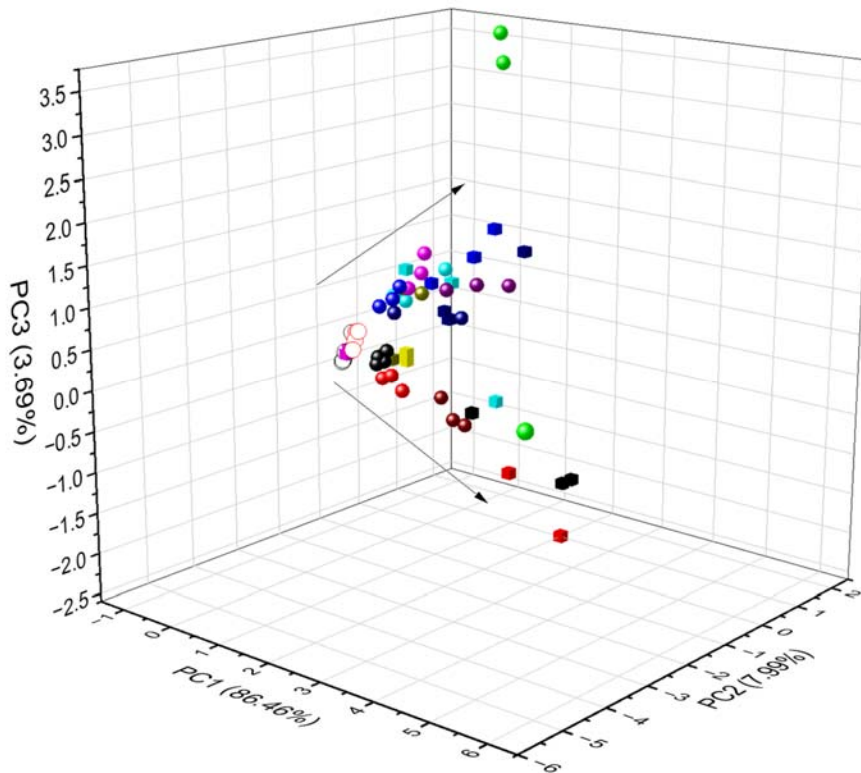
Comparar una a una cada muestra es un trabajo arduo, por lo cual recurrimos al análisis multivariado para tratar de comparar todas las muestras, para esto se tomaron en cuenta únicamente los datos de las dos regiones de interés mostradas

en las figuras anteriores y se procesaron numéricamente por medio del análisis de componente principales.

PCA de muestras de agua con ácido nítrico

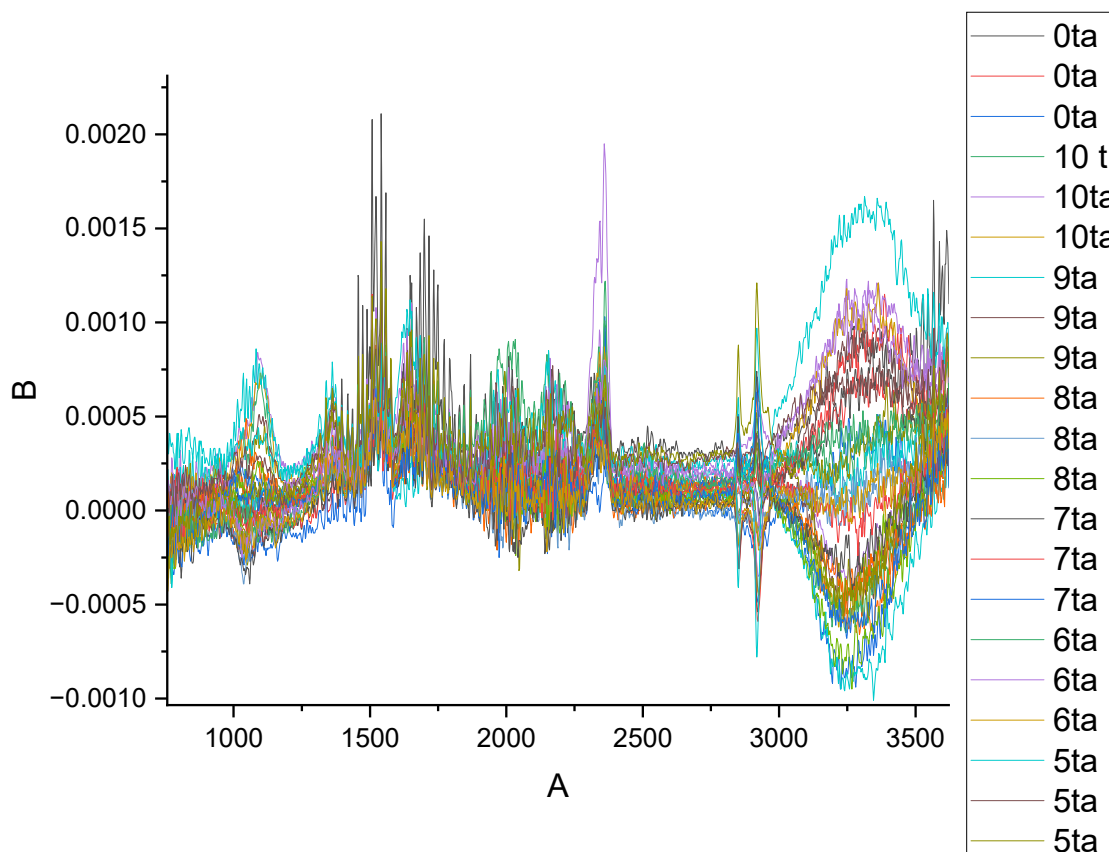
Para este análisis de agregaron los datos experimentales de muestras de plata y de cromo a concentraciones de 10, 7, 5, 3 y 1 partes por millón (ppm). Se agregaron los datos experimentales y se realizó el análisis de componentes principales por medio del software OriginPro 2023. Los datos experimentales (círculos y cubos rellenos) tiende a ubicarse lejos de los datos de ambos estándares (cubo sin relleno) negro para plata y rojo para cromo. La única muestra que tiende a agruparse con ambos estándares es la muestra control 15ta de Tollepec de Guerrero; la cual presenta una gran similitud con los dos tipos de metales pesados utilizados como estándares.

El resto de las muestras presentan dos tendencias marcadas con las flechas, unas tienden a alejarse de los datos de los estándares hacia valores positivos del Componente Principal 3 (PC3), mientras que otras tienden a alejarse hacia valores negativos del PC3. Este comportamiento nos indica que existe al menos un parámetro que las separa, sin embargo, son necesarios más análisis para poder decir si es un metal pesado, un contaminante emergente como antibióticos o micro plásticos o tal vez sean microorganismos patógenos los que marquen esta tendencia de agrupamiento.



Espectros de infrarrojo de muestras de agua sin ácido nítrico

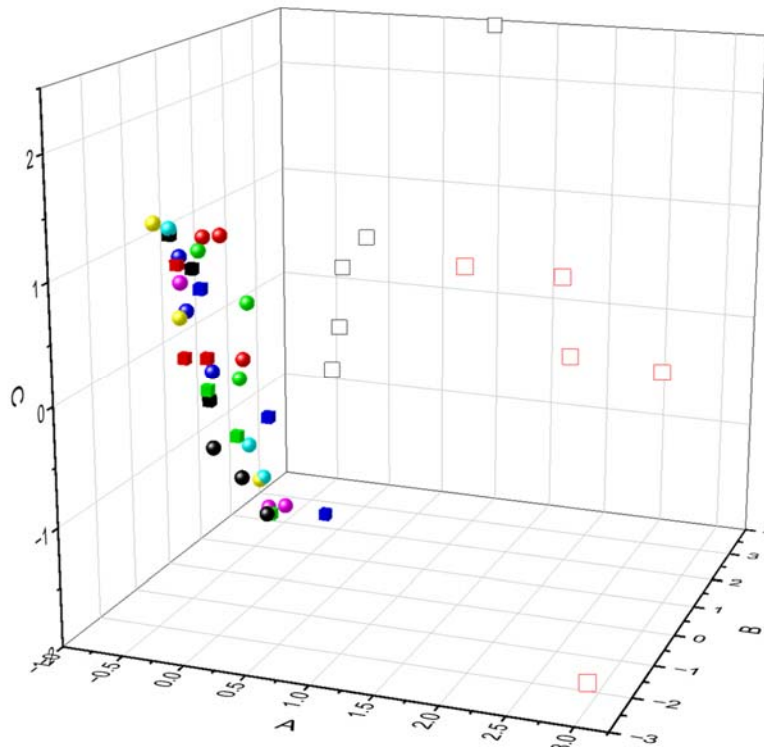
Ahora bien, uno de los mayores problemas en el infrarrojo es la presencia de agua en las muestras, al tener las muestras de agua un alto porcentaje de enlaces OH, en algunas ocasiones es difícil poder dilucidar componentes dentro de soluciones acuosas. Las muestras que no tuvieron ácido nítrico presentan una respuesta al infrarrojo como se muestra en la siguiente figura. Como se puede observar en este tipo de muestras no fue posible hacer un análisis detallado del comportamiento espectral, sin embargo, se realizaron los análisis por componentes principales para intentar agrupar en función, nuevamente de la presencia de cromo o plata.



PCA de espectros de agua sin ácido nítrico

Como se puede observar en la figura siguiente, los datos de los estándares, cuadros negros (Plata) u rojos (Cromo) sin rellenar, se presentan en el lado positivo del componente principal 1, mientras que el total de las muestras se agrupan alejadas de los datos de ambos metales, esto está en total correspondencia con lo observado en los resultados de absorción atómica, ya que todas las muestras presentaban valores de plata y cromo en ordenes de partes por billón. Y al no tener las muestras ácido nítrico, es probable que otro elemento constitutivo de las muestras tenga una

mayor concentración y por ende haga que las muestras se agrupen alejadas de los datos de ambos metales.

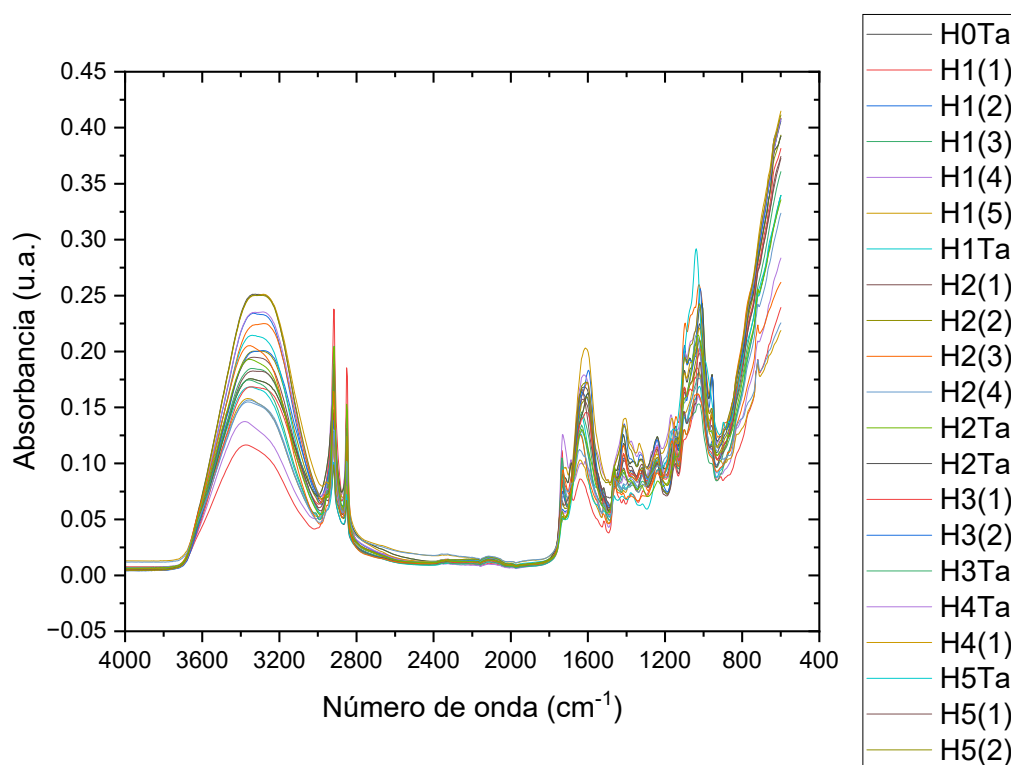


Espectro de infrarrojo del os tejidos vegetales

Finalmente, el tejido vegetal fue medido de la misma manera que las muestras de agua, por triplicado, en puntos totalmente diferentes del mismo tejido vegetal, en la imagen se puede ver una hoja que ya fue analizada y el punto de medición se observa como una gota en la parte izquierda del tejido vegetal.



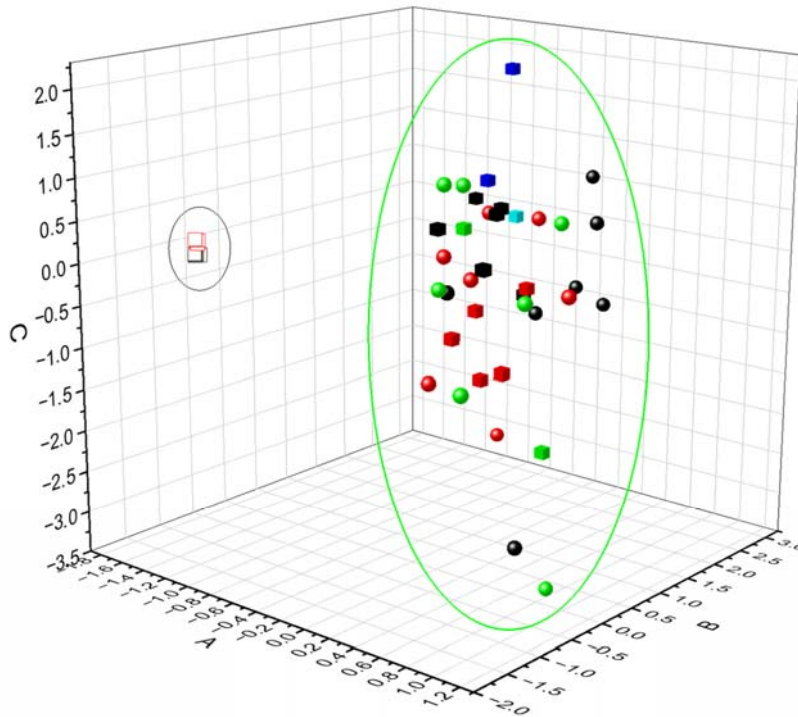
Nuevamente a cada tejido, 48 en total, se les realizaron tres análisis y se procedió a graficar su respuesta al infrarrojo. El resultado es el mostrado en la siguiente figura, nuevamente se observa que las dos regiones mencionadas con anterioridad, OH y huella digital, son las que presentan los mayores cambios en función del tipo de muestra.



Con la intención de poder encontrar alguna similitud entre los datos experimentales con los datos de dos estándares de metal, plata y cromo, se procedió a realizar el análisis de componentes principales a las muestras de tejido vegetal.

PCA tejidos vegetales

El resultado del análisis de componentes principales de muestras de tejido vegetal se presenta a continuación. En la figura se puede observar cómo los datos experimentales de los tejidos vegetales se agrupan alejados de los datos de ambos metales; de hecho, los datos de ambos metales se agrupan muy cercanos entre ellos; este comportamiento nos indica que en las muestras de tejido vegetal no existe la presencia de partículas de plata o cromo en la superficie de las hojas. Y solo por puntualizar se midieron 144 puntos de 48 tejidos vegetales diferentes.



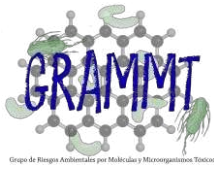
Conclusión

Basados en los resultados arrojados por medio de dos técnicas experimentales y una técnica numérica, podemos decir que, para el caso de dos metales de interés, plata y cromo, la presencia de estos elementos nocivos a la salud humana, no se encontró en ninguna de las muestras de agua analizadas, a excepción de la muestra control 15 que en el análisis por componentes principales arrojó gran similitud con ambos metales. Sin embargo, la técnica de espectroscopia de absorción atómica nos dice que la concentración de plata para esta muestra es de tan solo 42.9 partes por billón y que los resultados de una técnica experimental más exacta arrojó que esta un orden de magnitud menor a la especificada.

Por otro lado, al sacar los estándares de los metales pesados del análisis, no se encontró diferencia estadística alguna entre todas las muestras de agua analizadas. Para el caso de los tejidos vegetales, tanto el análisis experimental como el análisis numérico, mostraron que los tejidos tienen muchas similitudes entre ellos, y que al compararlos con los estándares de los metales plata y cromo, no existe ninguna tendencia de agrupamiento, lo cual indica la nula presencia de este tipo de compuesto metálicos en las muestras de tejido vegetal analizado.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Raúl Jacobo Delgado Macuil', written in a cursive style.

Dr. Raúl Jacobo Delgado Macuil



ANEXO 4.A.

INFORME SOBRE BIOENSAYOS DE TOXICIDAD

José Carlos Mendoza Hernández^{1*}, Andrea Sofía Minueza Luna¹; Sayra Guillen Reyna¹.

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

INTRODUCCIÓN

Los bioensayos son un sistema ampliamente utilizado en el campo de la ecotoxicología. Estos nos sirven para evaluar la sensibilidad de las especies a la presencia de diversos contaminantes ambientales. Es de importancia siempre tener un control para verificar la validez de los ensayos. Uno de los biomodelos usados para evaluar la toxicidad en agua y suelo es con las semillas de *Medicago sativa*, ya que es un sistema que puede ser fácilmente reproducible y es sensible a la presencia de muchos contaminantes tóxicos que se encuentra en el medio ambiente.

Es necesario determinar la DL50 o dosis letal 50 en el que se determina la muerte del 50% de los organismos ensayados, por lo que se consideraría una muestra tóxica.

Metodología para las muestras de agua: Las pruebas de toxicidad se realizaron con semillas de *Medicago sativa* (alfalfa). El método consistió en exponer las semillas a la muestra de agua durante 120 horas a una temperatura de 25 °C en ausencia de luz. Para la prueba se colocaron 20 semillas, previamente desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 3 % durante 1 minuto y posterior lavado con agua destilada, sobre un disco de papel filtro en una caja Petri para después humedecer con 5 ml de la solución de colorante. Los ensayos se realizaron por quintuplicado. Se utilizó agua destilada como control. Al término del tratamiento se determinó el porcentaje de la germinación relativa de semillas (GRS) el crecimiento relativo de la radícula (CRR) y el índice de germinación (IG).



Metodología para las muestras de suelo: Las pruebas de toxicidad se realizaron con semillas de *Medicago sativa* (alfalfa). El método consistió en exponer las semillas a la muestra de extracto de agua en una relación 1:4 durante 120 horas a una temperatura de 25 °C en ausencia de luz. Para la prueba se colocaron 15 semillas, previamente desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 3 % durante 1 minuto y posterior lavado con agua destilada, sobre un disco de papel filtro en una caja Petri para después humedecer con 5 ml de la solución de colorante. Los ensayos se realizaron por quintuplicado, por lo que es un manejo de 2625 datos. Se utilizó agua destilada como control. Al término del tratamiento se determinó el porcentaje de la germinación relativa de semillas (GRS) el crecimiento relativo de la radícula (CRR) y el índice de germinación (IG).

RESULTADOS

El análisis de los bioensayos de toxicidad se determinaron los parámetros de CRR: crecimiento relativo de la radícula; GRS: porcentaje de la germinación relativa de semillas e IG índice de germinación. El GRS representa el porcentaje de semillas germinadas en las muestras de agua y suelo de los diferentes sitios de estudio con respecto a aquellas germinadas en el testigo. Estos datos establecen que los valores más bajos corresponden a las muestras de suelo al 18Tt y 3Ta de agua, de todas las demás muestras los valores se encuentran arriba del 40% como se observa en la Tabla 1.

El CRR representa el porcentaje de crecimiento de la radícula de las semillas expuestas en las muestras de agua y suelo de los diferentes sitios de estudio con respecto a aquellas del lote testigo. De la misma manera que en el GRS en el CRR los valores muy bajos corresponden a las muestras de suelo al 18Tt y 3Ta de agua, de todas las demás muestras los valores se encuentran arriba del 55% y en algunas son mayores al 100% esto posiblemente sea por la presencia de nutrientes en suelo y agua como se observa en la Tabla 1.

Por último, el IG el cual representa el producto de la germinación relativa de las semillas por el crecimiento relativo de la radícula. Constituye un indicador de la



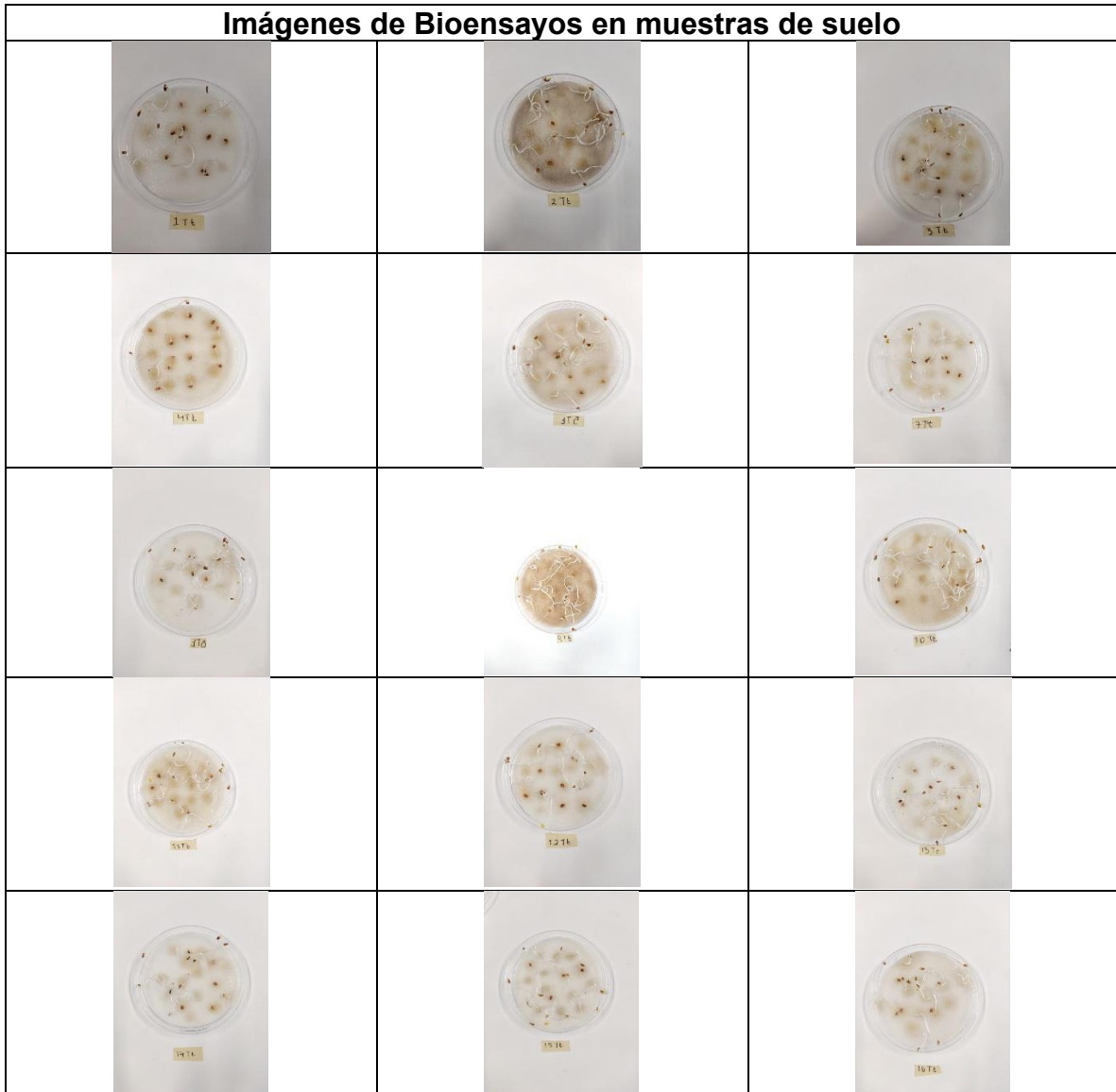
interacción de los factores que promueven o inhiben la germinación, así como de los respectivos factores que favorecen o impiden el crecimiento de la radícula. Este índice expresa tanto el porcentaje de semillas germinadas como el porcentaje de crecimiento que alcanza la radícula durante el bioensayo. En este bioensayo se indica que las muestras de suelo al 18Tt y 3Ta de agua presentan una inhibición de la germinación por consiguiente una cierta toxicidad como se observa en la Tabla1.

Tabla 1. índices de germinación de semillas de *Medicago sativa*

| MUESTRA | CRR(%) | GRS(%) | IG |
|----------------|---------------|---------------|-----------|
| 1Tt | 86.74 | 56.41 | 48.93 |
| 2Tt | 144.49 | 82.05 | 118.56 |
| 3Tt | 132.18 | 76.923 | 101.67 |
| 4Tt | 55.53 | 76.92 | 42.72 |
| 5Tt | 103.80 | 82.051 | 85.16 |
| 7Tt | 105.00 | 69.23 | 72.69 |
| 8Tt | 108.77 | 76.92 | 83.67 |
| 9Tt | 154.78 | 71.79 | 111.12 |
| 10Tt | 166.91 | 79.48 | 132.67 |
| 11Tt | 134.24 | 87.17 | 117.03 |
| 12Tt | 131.64 | 64.10 | 84.38 |
| 13Tt | 130.86 | 74.35 | 97.31 |
| 14Tt | 93.10 | 64.10 | 59.68 |
| 15Tt | 148.67 | 71.79 | 106.74 |
| 16Tt | 126.44 | 61.53 | 77.80 |
| 17Tt | 136.15 | 71.79 | 97.74 |
| 18Tt | 23.25 | 17.94 | 4.17 |
| 1 Ta | 92.35 | 87.17 | 80.51 |
| 2 Ta | 92.09 | 76.92 | 70.84 |
| 3 Ta | 46.62 | 10.25 | 4.78 |
| 4 Ta | 63.43 | 41.02 | 26.02 |
| 5 Ta | 90.13 | 76.923 | 69.33 |
| 6 Ta | 99.28 | 64.10 | 63.64 |
| 7 Ta | 96.18 | 74.35 | 71.51 |
| 8 Ta | 99.60 | 69.23 | 68.95 |
| 9 Ta | 93.14 | 64.10 | 59.70 |
| 10 Ta | 92.21 | 57.69 | 53.19 |
| 11 Ta | 78.86 | 43.58 | 34.37 |
| 12 Ta | 97.69 | 69.23 | 67.63 |
| 13 Ta | 165.75 | 69.23 | 114.75 |

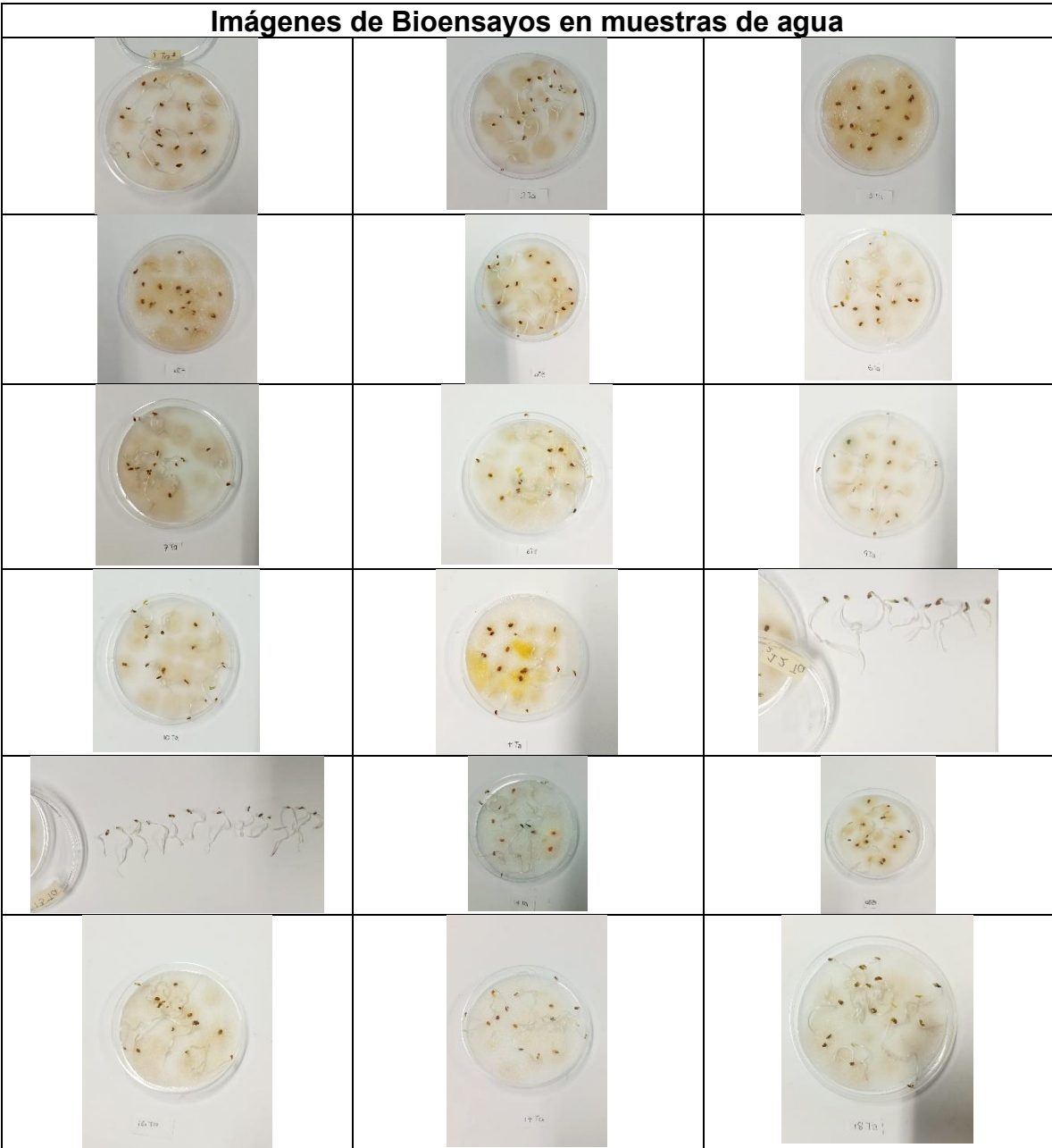
| | | | |
|--------------|--------|-------|--------|
| 14 Ta | 98.67 | 69.23 | 68.31 |
| 15 Ta | 78.61 | 74.35 | 58.45 |
| 16 Ta | 148.97 | 74.35 | 110.77 |
| 17 Ta | 96.39 | 64.10 | 61.79 |
| 18 Ta | 99.18 | 92.30 | 91.55 |

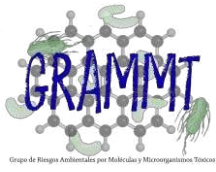
Imágenes de Bioensayos en muestras de suelo





Imágenes de Bioensayos en muestras de agua





Dr. José Carlos Mendoza Hernández



Anexo 4 B

Evaluación toxicológica de agua y suelo por el crecimiento de *Chlorella vulgaris* (CHLOROPHYTA) y *Anabaena inaequalis* (CYANOPHYTA)

¹José María Cunill Flores; ²Yosel Cuellar Martínez; ²Edgar Darío Pastrana Pantaleón;
²Karen Daniela Salazar Corona; ²Karla Zulem Guarneros Andrade

¹Profesor de Tiempo Completo. Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla. Calle Popocatepetl s/n. Colonia Tres Cerritos Puebla, Puebla 72480.

²Aprendiente del Programa Educativo en Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla. Calle Popocatepetl s/n. Colonia Tres Cerritos Puebla, Puebla 72480.

Introducción

Existen especies vegetales utilizadas con éxito para determinar la toxicidad de suelos y aguas contaminadas, pero la duración o el tiempo que conlleva su realización es una desventaja (Petukhov et al., 2000 y Thomas et al., 1985). Diversos estudios se centran en comparar dos enfoques convencionales para las pruebas de toxicidad vegetales: los ensayos de extracto y los aplicativos; en el primer caso se obtiene observando la reacción de las semillas al extracto de agua obtenido de las muestras analizadas, mientras que en el segundo caso se analizan las respuestas de las plantas al conjunto completo de la muestra de suelo (Terekhovaa et al., 2022). Existen contaminantes que ejercen efectos tóxicos directos en las plantas superiores, afectan el intercambio de agua en el suelo y dañan las raíces al inducir condiciones anaeróbicas; esto suprime la germinación de semillas y el crecimiento de brotes y raíces de plantas, retrasa la floración (Petukhov et al., 2000).

Las microalgas ofrecen soluciones a numerosos desafíos ambientales y de la sostenibilidad, que incluyen biocombustibles, biomining y la recuperación de suelos contaminados. Principalmente habitan en un entorno acuático donde la concentración de nutrientes es generalmente baja. Sin embargo, han tenido que desarrollar mecanismos para concentrar nutrientes en sus cuerpos. Por esta razón, pueden acumular varios iones inorgánicos en altas concentraciones, y este potencial se puede utilizar en los procesos de eliminación de contaminantes. Las algas son microorganismos destacados que se pueden utilizar para eliminar contaminantes del aire y del suelo que son importantes para el medio ambiente (Terekhova et al., 2022). Las microalgas se utilizan como organismos modelo para evaluar la toxicidad en las plantas debido a su rápido crecimiento. Su capacidad para mostrar respuestas tempranas a la toxicidad las convierte en herramientas útiles en la evaluación de la calidad del suelo y del agua en relación con la salud de las plantas superiores.

Materiales y métodos

Material algal

Las cepas de *Chlorella vulgaris* y de *Anabaena inaequalis* fueron adquiridas con la empresa AlgaeBank® (www.algaebank.com.mx) bajo las siguientes características: 1) *Chlorella vulgaris* CCAB 101/41 Bold's Basal Medium, SWM, 125 mL solución celular; 2) *Anabaena inaequalis* CCAB 202/41 Soil-Water Medium, SWM, Z8, BG-11, 125 mL y con una concentración máxima de 1×10^7 células/mL

Descripción de las especies (Figura 1)

Chlorella vulgaris. Células individuales de morfología globular, cloroplasto sencillo en forma de copa, diámetro axial de $2 \mu\text{m} - 10 \mu\text{m}$. Pared celular rígida, rica en hidrozirulina, anchura de 100 nm- 200 nm, homotática de reproducción asexual por autoespora (Algaebank (s.f)b; de Andrade et. al., 2017; Safi et. al., 2014).

Anabaena inaequalis. Filamentos solitarios, compuestos por múltiples células en forma de barril o esféricas de $2 \mu\text{m} - 10 \mu\text{m}$ de diámetro, coloración azul/verdosa, pared celular Gram negativa, resistencia a la salinidad hasta el 3.0% NaCl, fijación de nitrógeno por nitrogenasa positiva (Algaebank (s.f)a; Lee et al., (2021)).

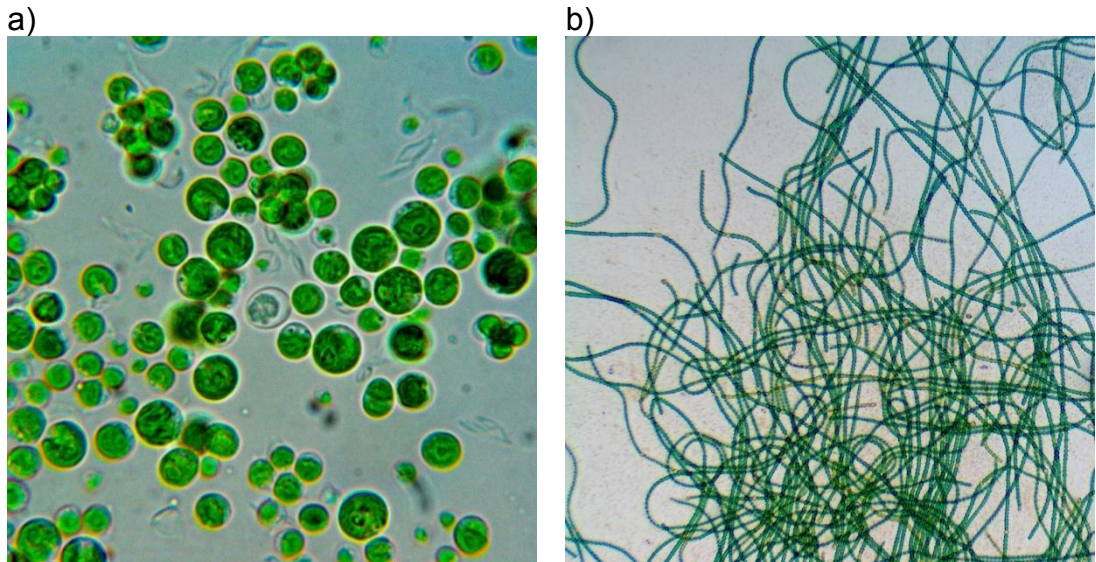


Figura 1 Fotografías de microscopio de a) *Chlorella vulgaris* y b) *Anabaena inaequalis*
Fuente: Algaebank® 2023

Toma de muestras de suelo

Las muestras de suelo y agua se realizaron en función de la normatividad vigente aplicable: NOM-021-SEMARNAT-2000 y NOM-004-SEMARNAT-2002. Los sitios fueron designados de forma directa por productores y colaboradores locales quienes indicaron los puntos de mayor interés para la evaluación de la toxicidad en suelo y agua. El muestreo se dividió en cuatro recorridos de acuerdo la cercanía de los puntos y siempre se recibió acompañamiento por locales para su veracidad. Se colectaron en total de 18 muestras de



suelo y 18 muestras de agua (Anexo 1) en los municipios de Tlacotepec de Benito Juárez y Tepanco de López que se encuentran en la Mixteca poblana.

Todas las muestras se almacenaron a 4°C hasta su procesamiento en los laboratorios institucionales de la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla donde se resguardaron bajo las mismas condiciones.

Preparación de medios, extractos y siembra de muestras

Extractos de suelo.

El medio Soil-Water Medium (SWM) fue adquirido en AlgaeBank® (www.algaebank.com.mx) y preparados de acuerdo sus fichas técnicas haciendo referencia a Nichols y Bold (1965).

Para la preparación de extractos se realizó de acuerdo lo reportado por Yaacob et al., (2022) donde se pesaron 20 g de suelo previamente secado a temperatura ambiente, para colocarse en un frasco estéril con 200 mL de agua suavizada estéril. Se dejaron incubar por 24 horas a temperatura ambiente para su posterior filtrado al vacío con un embudo büchner, matraz Kitasato y papel filtro Whatman No. 2. Los extractos se almacenaron en frascos para su esterilización en una autoclave (Industrias Figursa Edo. Mex) a 115°C durante una hora, por último, se refrigeraron a 4°C hasta su uso.

Agua

Las muestras de agua se filtraron al vacío con un embudo büchner, matraz Kitasato y papel filtro Whatman No. 2, se almacenaron en frascos para su esterilización en una autoclave (Industrias Figursa Edo. Mex) a 115°C durante una hora, por último, se refrigeraron a 4°C hasta su uso.

Incubación y medición

Las cepas de microalgas fueron sembradas a una relación 1:10 en un volumen de 15 mL por triplicado en tubos de ensayo estériles de 20 mL a tres concentraciones de extracto de suelo y tres concentraciones de agua muestreada 100 %; 75 % y 50 % respecto al medio de cultivo correspondiente (Tabla 1). La muestra número seis de suelo se descartó de origen, así como la muestra número dos por ser no procesable, en el caso de agua se añadió la muestra cero como control, siendo agua potable de los municipios estudiados. Se emplearon como controles positivos las mismas concentraciones de medio que de extracto de suelo completándose con agua estéril. Como controles negativos y blancos analíticos se utilizaron los extractos de suelo según sea el caso sin inocular microalgas. Se realizaron tres mediciones cada 72 horas de absorbancia en un espectrofotómetro UV-VIS Genesys 10S (Thermo Scientific, EE. UU.) por motivos prácticos se reporta el promedio de las repeticiones a 680 nm para determinar la densidad óptica (Yaacob et al., 2022).




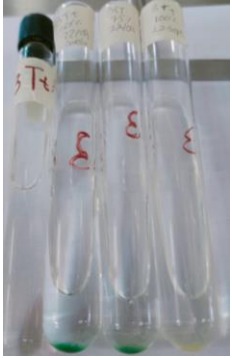


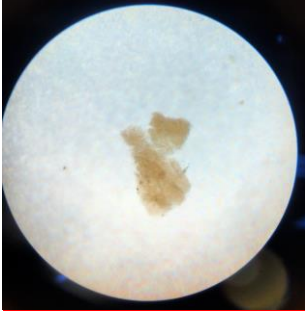

Tabla 1 Resumen experimental

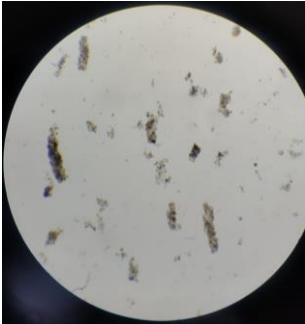



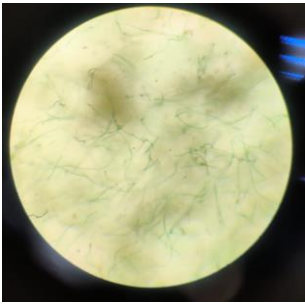

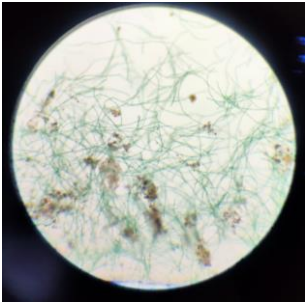

| Especie | Suelo | Agua | Repeticiones | 100 % | 75 % | 50 % | Total |
|----------------------------|-------|------|--------------|-------|------|------|-------|
| <i>Chlorella vulgaris</i> | No | Sí | Triplicado | 16 | 16 | 16 | 48 |
| <i>Anabaena inaequalis</i> | Sí | No | Triplicado | 19 | 19 | 19 | 57 |
| Bold's Basal Medium | No | Sí | Duplicado | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Soil-Water Medium | Sí | No | Duplicado | 8 | 8 | 8 | 24 |

Resultados y discusión

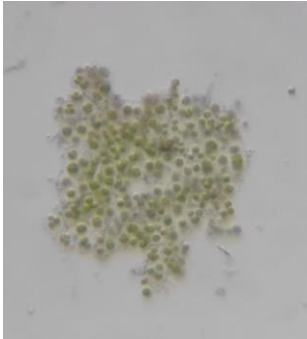

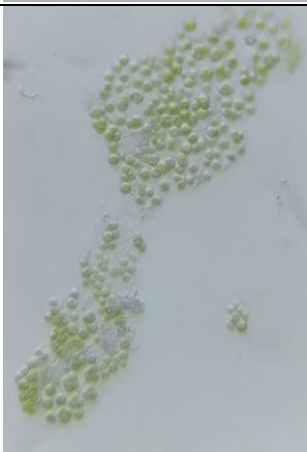

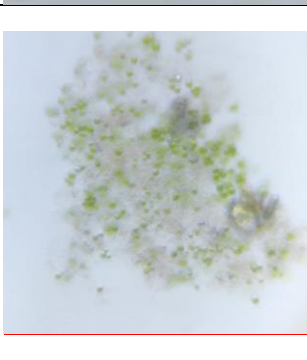

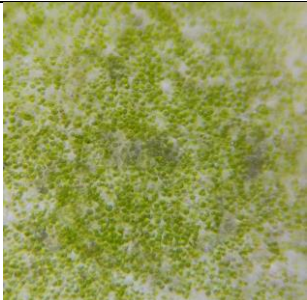

Todas las muestras de extracto de suelo analizadas presentaron aumento en lecturas de la absorbancia a 680 nm ya sea por el crecimiento de biomasa algal o bien por el aumento en la turbidez del agua (Yaacob, 2022) como se aprecia en el Anexo 2. Para comprender la presencia de algún agente tóxico en los extractos de suelo se parte de la premisa que aquellas muestras sembradas al 100 % del extracto cuya absorbancia decrezca será por la presencia de algún elemento que inhiba el crecimiento algal ya sea por cambio en el pH o bien que provoque el rompimiento de la pared celular como es el caso de las muestras 3Tt, 5Tt; 7Tt; 8Tt; 10Tt; 15Tt y 18Tt, entendiendo este mismo principio para las concentraciones al 50 % de las mismas muestras tendrán un crecimiento superior respecto al 100 % y 75 %. El caso contrario se aprecian muestras de extractos de suelos bajo todas las concentraciones donde el desarrollo celular es normal y se aprecian características deseables de *Anabaena inaequalis* como son las muestras 1Tt; 4Tt; 7Tt; 9Tt; 12Tt; 14Tt; 16Tt y 17Tt, quienes presentan un aumento en su concentración de biomasa algal reflejando una absorbancia mayor por la densidad óptica a los 680 nm correspondiendo con lo reportado por Yaacob (2022) y Terekhova (2022) (Tabla 2). Respecto las muestras de agua todas presentaron crecimiento de *Chlorella vulgaris* en diferentes dimensiones localizando aquellas con crecimientos erráticos como: 10Ta y 12Ta, mientras que la mayoría presentaron visualmente algún problema de desarrollo o vigor en las células, semaforizándolas como intermedias, siendo aquellos puntos que requieren mayor monitoreo: 2Ta; 3Ta; 5Ta; 6Ta; 7Ta; 11Ta; 15Ta; 16Ta; 17Ta y 18Ta, por último, aquellos puntos que presentaron desarrollo óptimo fueron 0Ta; 1Ta; 5Ta; 8Ta; 9Ta; 13Ta; y 14Ta.

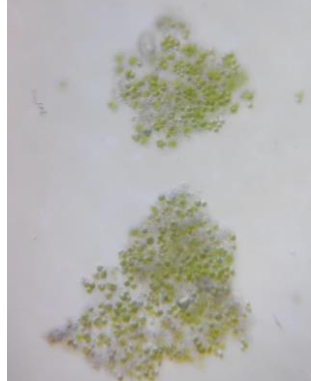

Tabla 2 Resumen de visualización de células de *Anabaena inaequalis*

| Extracto de suelo | | | | | |
|-------------------|----------|----------|---|---|---|
| Muestra | 26/09/23 | 30/09/23 | Visualización | Descripción | Siembra |
| 3Tt | 0.063 | 0.057 |  | Se observan filamentos azul verdosos que corresponden con <i>Anabaena inaequalis</i> , se observan células muertas conglomeradas, los filamentos son distantes irregulares y poco vistosos. |  |
| 4Tt | 0.117 | 0.194 |  | Conjunto celular abundante, filamentos alargados de coloraciones azul verdosas |  |
| 5Tt | 0.137 | 0.283 |  | No hay crecimiento, pero sí mayor turbidez |  |

| | | | | | |
|------|-------|-------|---|---|---|
| 10Tt | 0.161 | 0.151 |  | <p>No hay células vivas de <i>A. inaequalis</i> visibles, restos de células muertas abundantes y resuspendidos a lo largo del campo de visión.</p> |  |
| 9Tt | 0.152 | 0.197 |  | <p>Filamentos alargados un tanto difusos entre ellos de coloraciones azul verdosas, en buenas condiciones no se aprecia contaminantes o células muertas</p> |  |
| 12Tt | 0.795 | 0.992 |  | <p>No es concluyente la inhibición, se aprecia masa difusa de filamentos azul verdosos, la muestra presenta una turbidez mayor que el resto, aun así permite un buen desarrollo de <i>A. inaequalis</i></p> |  |
| 14Tt | 0.075 | 0.201 |  | <p>Conjunto celular abundante y denso, filamentos alargados de coloraciones azul verdosas, en buenas condiciones se aprecian aglomeraciones de filamentos al redor de células muertas.</p> |  |

Muestras de Agua

| | | | | | |
|-------|-------|-------|---|---|---|
| 2Ta | 0.110 | 0.100 |  | Células de morfología globular, agrupadas de aspecto poco vigoroso |  |
| 11Ta | 0.118 | 0.126 |  | Células globosas agrupadas y abundantes |  |
| 12 Ta | 0.101 | 0.097 |  | Células globosas y difusas, se aprecia la apoptosis celular de la muestra |  |
| 13Ta | 0.126 | 0.130 |  | Células de morfología globular abundantes, agrupadas de aspecto vigoroso verde brillante, se aprecian colonias y conjuntos. |  |

| | | | | | |
|------|-------|-------|---|---|---|
| 18Ta | 0.125 | 0.126 |  | <p>Células de morfología globular, agrupadas de aspecto poco vigoroso</p> |  |
|------|-------|-------|---|---|---|

Rojo=muestras con inhibición de crecimiento

Amarillo= muestras en riesgo de inhibición

Verde= muestras con crecimiento adecuado

Conclusiones

Se observó un aumento en las lecturas de absorbancia a 680 nm en todas las muestras de extracto de suelo y agua analizadas, indicando un incremento en la densidad óptica. Este aumento puede atribuirse al crecimiento de la biomasa algal presente en las muestras o a un aumento en la turbidez del agua, como se documenta en investigaciones previas (Yaacob, 2022). Para evaluar la posible presencia de agentes tóxicos en los extractos de suelo, se adoptó una estrategia que consistió en sembrar las muestras al 100% del extracto y observar cualquier disminución en la absorbancia. Aquellas muestras con una reducción en la absorbancia podrían contener elementos que inhiben el crecimiento algal, como cambios en el pH o daño en la pared celular. Esto se corroboró en casos específicos, como las muestras 3Tt, 5Tt, 7Tt, 8Tt, 10Tt, 15Tt y 18Tt. Por otro lado, las muestras al 50% de concentración mostraron un crecimiento celular más robusto en comparación con las muestras al 100% y 75%, lo que respalda la presencia de inhibidores en las primeras. Además, se identificaron muestras de extracto de suelo en las que el desarrollo celular fue normal y se observaron características deseables de *Anabaena inaequalis*, como un aumento en la concentración de biomasa algal.

En relación con las muestras de agua evaluadas, todas ellas exhibieron un crecimiento de *Chlorella vulgaris*, aunque en dimensiones diversas. Algunas de estas muestras, como 10Ta y 12Ta, mostraron un crecimiento irregular, mientras que la mayoría presentó aparentes dificultades en el desarrollo o vigor de las células, clasificándolas en una categoría intermedia. Es importante destacar que se identificaron puntos específicos que requieren un monitoreo más cuidadoso, entre ellos 2Ta, 3Ta, 5Ta, 6Ta, 7Ta, 11Ta, 15Ta, 16Ta, 17ta y 18Ta. Por otro lado, ciertos puntos evidenciaron un desarrollo óptimo de *Chlorella vulgaris*, incluyendo 0Ta, 1Ta, 5Ta, 8Ta, 9Ta, 13Ta y 14Ta. Estos hallazgos subrayan la variabilidad en las condiciones de las muestras de agua y subrayan la



importancia de un seguimiento riguroso de aquellas que presentan problemas en su desarrollo.

Literatura citada

- Algaebank. (s.f.)a. *Anabaena inaequalis*. Recuperado de <https://algaebank.com.mx/tienda/anabaena/?v=0b98720dcb2c>
- Algaebank. (s.f.)b. *Chlorella vulgaris*. Recuperado de <https://algaebank.com.mx/tienda/chlorella-vulgaris/?v=0b98720dcb2c>
- de Andrade, C. & de Andrade, L. (2017). *An overview on the application of genus Chlorella in biotechnological processes*. J Adv Res Biotech 2(1):1-9
- Lee, H., Depuydt, S., Choi, S., Kim, G., Kim, Y., Pandey, L., Häder, D., Han, T., Park, J. (2021). *Potential use of nuisance cyanobacteria as a source of anticancer agents*. En Natural Bioactive Compounds (pp. 203-231). Academic Press.
- Safi, C., Zebib, B., Merah, O., Pontalier, P., Vaca-Garcia, C. (2014). *Morphology, composition, production, processing and applications of Chlorella vulgaris: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, 2014, 35, pp.265-278. [ff10.1016/j.rser.2014.04.007](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.007). [ffhal02064882](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.007)
- Terekhova, V. A., Fedoseeva, E. V., Panova, M. I., & Chukov, S. N. (2022). *Bioassay of humic products as potential remedies: A review*. Eurasian Soil Science, 55(7), 868-878.
- Thomas, J.M. and Cline, J.F., *Environ. Toxicol. Chem.*, 1985, vol. 4, no. 2, pp. 201–207.
- Yaacob, N. S., Ahmad, M. F., Sivam, A., Hashim, E. F., Maniyam, M. N., Sjahrir, F., ... & Abdullah, H. (2022). *The Effectiveness of Soil Extracts from Selangor Peat Swamp and Pristine Forest Soils on the Growth of Green Microalgae sp*. Forests, 13(1), 79.



Anexo 1

| Muestras de suelo/tierra | | | |
|--------------------------|---------------------------|---|--------|
| No. de Muestra | Ubicación | Lugar de muestreo | Código |
| 1 | 18.694916, - 97.778245 | Xochitlán Jagüey Chiquito | 1Tt |
| 2 | 18.601527, - 97.639254 | Pericotepec Santa Maria Campo el Calvario | 2Tt |
| 3 | 18.576894, - 97.577413 | Cacaloapan Cañada San Luis | 3Tt |
| 4 | 18.554336, - 97.621447 | San Andrés Cacaloapan Balsa el Zorrillo | 4Tt |
| 5 | 18.610194, - 97.739998 | Paraje Corramel Ejido Santo Nombre | 5Tt |
| 7 | 18.541033, - 97.759060 | Juan N Méndez Predio Mezquite Mocho | 7Tt |
| 8 | 18.244169, - 97.580646 | Santiago Acatepec Predio la Biznaga | 8Tt |
| 9 | 18.194326, - 97.145430 | San José Tilapa Coxcatlan Predio San Rafael | 9Tt |
| 10 | 18.339590, - 97.266478 | Altepexi Predio Venta Negra | 10Tt |



| | | | |
|----|---------------------------|--|------|
| 11 | 18.268770, - 97.239296 | San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio el Traguito | 11Tt |
| 12 | 18.742944, - 97.728747 | San Gabriel Jagüey Tejocote | 12Tt |
| 13 | 18.468485, - 97.830883 | San Juan Ixcaquixtla Barrio Carmen Paraje estación | 13Tt |
| 14 | 18.319981, - 97.356933 | San Gabriel Chilac Barranca San Juan Atzingo | 14Tt |
| 15 | 18.262907, - 97.841485 | Totoltepec de Guerrero (rio) Punto control Leyva | 15Tt |
| 16 | 18.470268, - 97.517206 | Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo Punto control Archundia | 16Tt |
| 17 | 18.750640, - 97.586015 | Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde Punto control Archundia | 17Tt |



| | | | |
|------------------|-------------------------------|---|------------------|
| 18 | 18.390110, - 98.001583 | Santa Inés Ahatempan Ahuatemoan Jagüey Agua de conejo Punto control Leyva | 18Tt |
| Muestras de agua | | | |
| 0 | | Agua Tehuacán | Blanco |
| 1 | 18.694916 , - 97.778245 | Xochitlán Jagüey Chiquito | Agua y Tierra |
| 2 | 18.598416 , - 97.633313 | Pericotepe c Jagüey de Norma | Agua |



| | | | |
|---|-----------------------------|---|------|
| 3 | 18.585113 , 97.582778 | San Andrés Cacaloapa n Jagüey Grande | Agua |
| 4 | 18.554336 , 97.621447 | San Andrés Cacaloapa n Balsa el Zorrillo | Agua |
| 5 | 18.618619 , 97.738741 | Santa Mónica Paraje las Pilas | Agua |
| 6 | 18.525674 , 97.686930 | Juan N Méndez Colonia Miguel Hidalgo | Agua |
| 7 | 18.542346 , 97.758811 | Juan N Méndez Barranca del Duraznillo | Agua |



| | | | |
|----|----------------------------------|---|------|
| 8 | 18.244726 , - 97.580192 | Santiago Acatepec Caltepec Jagüey de la Cruz | Agua |
| 9 | 18.189825 , - 97.143574 | San Rafael Coxcatlan Predio el Amate | Agua |
| 10 | 18.339590 , - 97.266478 | Altepexi Predio Venta Negra | Agua |
| 11 | 18.268732 , - 97.239494 | San Jerónimo Axochitlán San José Mihuatlán Predio Platanal Rio Zapoteco | Agua |
| 12 | 18.742944 , - 97.728747 | San Gabriel Jagüey Tejocote | Agua |



| | | | |
|----|----------------------------------|---|------|
| 13 | 18.466762 , - 97.830196 | San Juan Ixcaquixtla Jagüey Colorado | Agua |
| 14 | 18.320696 , - 97.356815 | San Gabriel Chilac Barranca Zapotitlán | Agua |
| 15 | 18.262907 , - 97.841485 | Totaltepec de Guerrero (rio) Punto control Leyva | Agua |
| 16 | 18.470268 , - 97.517206 | Tepanco de López San Bartolo Teontepec Jagüey Nuevo Punto control Archundia | Agua |
| 17 | 18.750640 , - 97.586015 | Tlacotepec de Benito Juárez Jagüey Palo Verde Punto control Archundia | Agua |



| | | | |
|----|-----------------------------|--|------|
| 18 | 18.390110 - 98.001583 | Santa Inés Ahatempan Ahuatemoa n Jagüey Agua de conejo Punto control Leyva | Agua |
|----|-----------------------------|--|------|

Mtro. José María Cunill Flores



Anexo 2

| ID | Absorbancias a 680 nm | | |
|--------------------|-----------------------|------------|------------|
| | 23/09/2023 | 26/09/2023 | 30/09/2023 |
| 1TT SUELO BLANCO | 0.002 | 0.069 | 0.064 |
| 1TT SUELO 100% | 0.002 | 0.039 | 0.213 |
| 1TT SUELO 75% | 0.003 | 0.034 | 0.158 |
| 1TT SUELO 50% | 0.001 | 0.05 | 0.148 |
| 3TT SUELO BLANK | 0.001 | 0.063 | 0.057 |
| 3TT SUELO 100% | 0.001 | 0.127 | 0.107 |
| 3TT SUELO 75% | 0.001 | 0.083 | 0.149 |
| 3TT SUELO 50% | 0.001 | 0.88 | 0.14 |
| 4TT SUELO BLANCO | 0.032 | 0.063 | 0.061 |
| 4TT SUELO 100% | 0.029 | 0.117 | 0.194 |
| 4TT SUELO 75% | 0.01 | 0.108 | 0.204 |
| 4TT SUELO 50% | 0.003 | 0.98 | 0.173 |
| 5TT SUELO BLANCO | 0.01 | 0.099 | 0.115 |
| 5TT SUELO 100 % | 0.012 | 0.137 | 0.283 |
| 5TT SUELO 75% | 0.009 | 0.155 | 0.329 |
| 5TT SUELO 50% | 0.007 | 0.218 | 0.436 |
| 7 TT SUELO BLANCO | 0.09 | 0.19 | 0.075 |
| 7 TT SUELO 100% | 0.089 | 0.132 | 0.144 |
| 7 TT SUELO 75% | 0.082 | 0.141 | 0.218 |
| 7 TT SUELO 50% | 0.081 | 0.12 | 0.224 |
| 8 TTSUELO BLANCO | 0.001 | 0.015 | 0.058 |
| 8 TTSUELO 100% | 0.001 | 0.059 | 0.104 |
| 8 TTSUELO 75% | 0.001 | 0.054 | 0.092 |
| 8 TTSUELO 50% | 0.001 | 0.086 | 0.141 |
| 9 TT SUELO BLANCO | 0.088 | 0.097 | 0.147 |
| 9 TT SUELO 100% | 0.085 | 0.152 | 0.197 |
| 9 TT SUELO 75% | 0.085 | 0.224 | 0.225 |
| 9 TT SUELO 50% | 0.085 | 0.136 | 0.186 |
| 10 TT SUELO BLANCO | 0.052 | 0.24 | 0.355 |



| | | | |
|--------------------|--------|-------|-------|
| 10 TT SUELO 100% | 0.049 | 0.161 | 0.151 |
| 10 TT SUELO 75% | 0.047 | 0.137 | 0.207 |
| 10 TT SUELO 50% | 0.0345 | 0.179 | 0.223 |
| 11 TT SUELO BLANCO | 0.001 | 0.043 | 0.83 |
| 11 TT SUELO 100% | 0.001 | 0.124 | 0.177 |
| 11 TT SUELO 75% | 0.001 | 0.114 | 0.173 |
| 11 TT SUELO 50% | 0.001 | 0.116 | 0.161 |
| 12 TT SUELO BLANCO | 0.15 | 0.795 | 0.992 |
| 12 TT SUELO 100% | 0.145 | 0.19 | 0.28 |
| 12 TT SUELO 75% | 0.147 | 0.436 | 0.599 |
| 12 TT SUELO 50% | 0.123 | 0.447 | 0.637 |
| 13 TT SUELO BLANCO | 0.001 | 0.056 | 0.229 |
| 13 TT SUELO 100% | 0.001 | 0.078 | 0.161 |
| 13 TT SUELO 75% | 0.001 | 0.068 | 0.147 |
| 13 TT SUELO 50% | 0.001 | 0.218 | 0.227 |
| 14 TT SUELO BLANCO | 0.001 | 0.016 | 0.102 |
| 14 TT SUELO 100% | 0.001 | 0.075 | 0.201 |
| 14 TT SUELO 75% | 0.001 | 0.115 | 0.229 |
| 14 TT SUELO 50% | 0.001 | 0.05 | 0.15 |
| 15 SUELO TT BLANCO | 0.001 | 0.002 | 0.075 |
| 15 SUELO TT 100% | 0.001 | 0.059 | 0.13 |
| 15 SUELO TT 75% | 0.001 | 0.074 | 0.185 |
| 15 SUELO TT 50% | 0.001 | 0.049 | 0.199 |
| 16 TT SUELO BLANCO | 0.129 | 0.213 | 0.493 |
| 16 TT SUELO 100% | 0.119 | 0.356 | 0.326 |
| 16 TT SUELO 75% | 0.149 | 0.167 | 0.312 |
| 16 TT SUELO 50% | 0.165 | 0.143 | 0.295 |
| 17 TT SUELO BLANCO | 0.048 | 0.005 | 0.072 |
| 17 TT SUELO 100% | 0.049 | 0.09 | 0.187 |
| 17 TT SUELO 75% | 0.046 | 0.12 | 0.252 |
| 17 TT SUELO 50% | 0.042 | 0.113 | 0.167 |
| 18 TT SUELO BLANCO | 0.0015 | 0.036 | 0.07 |



| | | | |
|------------------|--------|-------|-------|
| 18 TT SUELO 100% | 0.0015 | 0.067 | 0.21 |
| 18 TT SUELO 75% | 0.0015 | 0.084 | 0.208 |
| 18 TT SUELO 50% | 0.0015 | 0.117 | 0.229 |

José María Cunill Flores
Profesor de Tiempo Completo
Ingeniería en Biotecnología



Anexo 5.

Informe del análisis por CG/EM

Paula Montserrat Crespo Barrera^{1,*}, Raúl Jacobo Delgado Macuil², Amado Enrique Navarro Frómata¹

¹ Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

² Centro de Biotecnología Aplicada, unidad Tlaxcala, del Instituto Politécnico Nacional

* Responsable del informe

Resumen

Se extrajeron 18 muestras de agua, 17 de suelos tomadas en los puntos de muestreo señalados en el Anexo 1, y 2 blancos. Mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/ES) se hallaron más de 1000 picos con un área significativamente mayor a la línea base para las muestras de suelos y de agua. Sin embargo, dada la cantidad de señales, no se hizo una identificación completa de todas ellas, por lo que es importante mencionar que algunas de ellas corresponden a compuestos presentes en el ambiente de forma natural, como algunas parafinas o ácidos grasos, aunque también es probable la presencia de contaminantes de origen antrópico. Sin embargo, una forma de analizar todos los datos y cumplir con los objetivos de esta primera etapa es a través de análisis estadísticos, y en este caso se hizo un análisis de componentes principales para buscar diferencias significativas entre las distintas muestras. Este análisis mostró que no hay una diferencia significativa entre las muestras problema y las muestras control; sin embargo, sí se hallaron algunas diferencias entre las muestras 3Tt, el 13Tt y el 14Tt de suelos y las muestras 3Ta, 4Ta y 14Ta de agua. El origen de estas diferencias requiere un análisis más exhaustivo de los datos y de los puntos de muestreo, lo cual se sale de los objetivos de esta primera etapa.

Introducción

Los microcontaminantes incluyen compuestos como pesticidas, productos de cuidado personal, plastificantes, fármacos, entre otros, y son llamados "orgánicos" porque son compuestos basados en carbono, pero también pueden contener otros elementos como oxígeno, nitrógeno, azufre, entre otros. Muchos de los microcontaminantes orgánicos están presentes en el medio ambiente de forma natural, como es el caso de algunas fragancias presentes en algunas plantas, o algunos ácidos grasos. Cuando provienen de fuentes naturales, los microcontaminantes orgánicos mencionados anteriormente, se encuentran en pequeñas cantidades y muchas veces, debido a esto, no se consideran contaminantes, pues se pueden encontrar con relativa facilidad en zonas poco afectadas por el hombre. Sin embargo, la mayoría de los productos que usamos día a día no se encuentran de forma natural y aunque se encuentren en poca



cantidad, pueden llegar a causar daños a la salud. A pesar de ello, muchos de los microcontaminantes orgánicos están poco estudiados y sus efectos tanto a la salud como al medio ambiente no están estudiados a profundidad.

Una manera de ver este tipo de contaminantes es a través de la cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas (GC/EM). Esta técnica analítica en la que la muestra es separada según la interacción de las moléculas presentes en esta, con la fase sólida de la columna cromatográfica. Esta interacción hace que el gas que "empuja" la muestra (gas de arrastre) vaya desplazando a estas moléculas a diferentes tiempos, por lo que llegan al detector en diferente momento (tiempo de retención). Cuando estas moléculas llegan al espectrómetro de masas, son separadas nuevamente para obtener la relación carga-masa (m/z) que es específica para cada fragmento (ion) de dicha molécula. Así, es posible detectar e identificar compuestos en mezclas complejas, como las de medio ambiente.

Para hacer este tipo de análisis es necesario seguir un proceso específico para la extracción de las muestras, así como contar con solventes de alto grado de pureza, y personal altamente calificado. El equipo requiere, además, que el gas de arrastre sea de ultra alta pureza, haciendo que sea un estudio costoso, pero con alta sensibilidad.

Materiales y Métodos

Materiales

Para la extracción de las muestras se usaron agua y hexano de Karal, acetona de J. T. Baker, metanol (MeOH) de VWR Chemicals, y acetato de etilo (AcEt) y diclorometano (DCM) de Fermont. Todos los solventes fueron grado HPLC y se usaron como se recibieron. Durante esta metodología todos los solventes mencionados, incluyendo el agua, serán grado HPLC, excepto si se menciona lo contrario.

Los estándares deuterados de criseno ($d_{10}Cr$), acenafteno ($d_{10}Ac$) y trifetilamina (TFA) se adquirieron con Sigma Aldrich, así como el hidróxido de trimetilsulfonio (TMS). Se prepararon soluciones con estos estándares, mismas que se detallan en el siguiente apartado.

Los dedales de extracción Soxhlet de celulosa se adquirieron de Whatman, así como el papel filtro cuantitativo libre de ceniza grado 42. Los cartuchos de extracción fase sólida (EFS) fueron Strata SDB-L con 500mg de fase sólida y una capacidad de 6 mL, de Phenomenex. El sulfato de sodio anhidro (Na_2O_4S , SNa) fue adquirido de Thermo Scientific Chemicals. Este material se debe acondicionar antes de la extracción, proceso que se detalla más adelante.

El manifold de vacío de 12 posiciones para EFS utilizado fue el colector Agilent SampliQ.



Soluciones utilizadas

Para calcular el recobrado de la extracción de las muestras se prepararon soluciones a 2ppm de d10Cr (CrH) y de d10Ac (AcH) en hexano. Como estándar interno (SI) se preparó una solución de TFA a 27 $\mu\text{g/mL}$ en MeOH. Para la extracción de los suelos se preparó una mezcla acetona:hexano 1:1 v/v (AH) y para la extracción de las aguas, se preparó una mezcla acetona:DCM 1:1 v/v (ADCM).

Acondicionamiento de material para extracción

Los dedales de extracción, así como la fibra de vidrio, deben limpiarse en un aparato Soxhlet durante 1 hora con la mezcla AH. El papel filtro debe ponerse a secar durante toda la noche a 60 °C y esperar a que se enfríe dentro de una desecadora. De igual manera, el SNa debe ponerse a secar a 120 °C durante 5 horas y ponerse a enfriar dentro de una desecadora. Finalmente, los Strata deben limpiarse con 5 mL de acetona, seguidos de 15 mL de AcEt, 10 mL de MeOH y finalmente, con 10 mL de agua. El Strata no debe dejarse secar así que, una vez acondicionado, debe usarse inmediatamente.

Extracción de las muestras

Las muestras de suelos se extrajeron siguiendo los procedimientos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés). Para los suelos se siguió el protocolo EPA 3540C, que consiste en mezclar 10 gramos de muestra con 10 gramos de SNa, colocar en un dedal con fibra de vidrio para evitar la salida de la muestra, y colocarlo en un aparato Soxhlet. Sin embargo, antes de colocar la fibra de vidrio, se agregan 10 μL de CrH y 10 μL de AcH. La extracción se realiza con la mezcla AH durante 16 horas, a una velocidad de 5 ciclos por hora. Después de ese tiempo, el aparato Soxhlet se deja enfriar y la muestra es transferida cuantitativamente a un matraz pera para rotoevaporarla hasta alcanzar un volumen aproximado de 0.5 mL, el cual también es transferido cuantitativamente a un vial ámbar. El día de la inyección en el cromatógrafo, la muestra es llevada casi a sequedad con un flujo suave de nitrógeno. Posteriormente, la muestra se reconstituye con 20 μL de la solución SI y 80 μL de hexano en el mismo vial.

Por otra parte, las muestras de agua se extrajeron siguiendo el protocolo EPA 8270D, que requiere que se agreguen 10 μL de CrH y 10 μL de AcH. Posteriormente, la muestra es filtrada con el filtro Whatman en un embudo Büchner utilizando un Kitasato y una bomba de vacío. El filtro se almacena en una caja Petri para dejarlo secar. Una vez filtrada, la muestra es pasada por el Strata usando el manifold conectado a un Kitasato y a la bomba de vacío. Una vez que ha pasado toda la muestra, el Strata se deja secar durante 40 minutos, con la bomba de vacío encendida. Transcurrido ese tiempo, los compuestos almacenados en el Strata son extraídos (eluidos) con 10 mL de AcEt y 1 mL de MeOH. Por otra parte, cuando el filtro está seco, se extrae por ultrasonido con 25 mL de MeOH durante 20 minutos, y con 25 mL de ADCM por otros 20 minutos.



Tanto el extracto del Strata como los dos extractos del filtro, son colectados juntos en un matraz pera para su rotoevaporación. Cuando queda la mitad del volumen inicial, la muestra es filtrada con un filtro de jeringa de 45 μm . La muestra se rotoevapora de nuevo hasta alcanzar un volumen aproximado de 0.5 mL y transferido cuantitativamente a un vial ámbar. Como en el caso de los suelos, las muestras de agua también se secan con nitrógeno, pero se reconstituyen con 20 μL de la solución SI y 80 μL de MeOH en el mismo vial.

Cabe mencionar que se realizaron blancos de laboratorio usando agua HPLC y SNa para el blanco de agua y de suelos, respectivamente. Estos blancos fueron tratados igual que las muestras y analizados en el cromatógrafo.

Análisis cromatográfico

Para la inyección de la muestra en el cromatógrafo, se colocan 2 μL de TMS y 1 μL de muestra en un inserto. Con la misma microjeringa se homogeneiza la mezcla, y se toman 2 μL para realizar la inyección. Una vez realizada la inyección, la microjeringa es limpiada 5 veces con MeOH y otras 5 veces con hexano, o hasta que ninguna de las dos soluciones tenga coloración dentro de la jeringa, para garantizar que no haya contaminación cruzada.

Por otra parte, el análisis cromatográfico se realizó utilizando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (CG/EM) Claurus 680/SQ8 de Perkin Elmer, con una columna capilar ZB-5 de 30 m x 0.25 mm x 1 μm de ancho de fase sólida. La inyección se realizó en el modo split/splitless (20:1) y usando helio de ultra alta pureza como gas portador (1.3 mL/min). El espectrómetro de masas se operó en el modo de haz de electrones, con una temperatura de interfase de 280 °C, la misma temperatura de la fuente y una relación m/z de 35 a 450. El programa de temperatura del horno empezó en 90 °C, subió a 290 °C a 8 °C/min, después subió a 305 °C a 10 °C/min y mantuvo la temperatura durante 14.5 minutos, finalmente subió a 310 °C a 5 °C/min y mantuvo esa temperatura durante 2 minutos. El tiempo total del programa fue de 45 minutos.

Para el análisis de los cromatogramas obtenidos, se calcularon las áreas de todos los picos usando la función "Integrate" incluida en el programa TurboMass 6.0 instalado en la computadora que controla al cromatógrafo. Se realizó un filtro para seleccionar las áreas que estuvieran por encima del ruido y se realizó una corrección del tiempo de retención (TR) para todas las muestras, debido a que la inyección es manual produciendo una ligera variación del TR entre los picos que corresponden a los mismos compuestos. Posteriormente, se usó el ion 245 de la TFA para calcular el área del SI presente en cada muestra, y se dividió el área de cada pico de cada muestra entre el área de su correspondiente SI. Finalmente, se ordenaron los TR que coincidían entre cada muestra y se restaron las áreas encontradas en los blancos para eliminar la posible contribución del material utilizado. Con estas áreas finales, se hizo un análisis de componentes principales

(ACP) que permitiera hallar diferencias entre las distintas muestras, objetivo de esta primera etapa.

Limpieza de cristalería

Debido a la cantidad de muestras y a la cantidad de cristalería, no fue posible usar un aparato Soxhlet ni un matraz para exclusivo para cada muestra, por lo que se siguió un protocolo de limpieza de cristalería basado en la norma TO-13A de la EPA, el cual consiste en enjuagar la cristalería con la última mezcla de solventes o solvente que contenía. Posteriormente, se enjuaga con acetona y con hexano. Una vez enjuagada con los solventes, la cristalería es lavada con jabón común y enjuagada exhaustivamente con agua de la llave, después se enjuaga con agua tridestilada y finalmente, con agua HPLC. Finalmente, la cristalería es colocada en una estufa a 450 °C durante 5 horas. Una vez fría, la cristalería es enjuagada nuevamente con hexano. Cualquier orificio que tenga la cristalería limpia es cubierto con papel aluminio previamente limpiado con hexano para evitar la entrada de polvo o cualquier otra contaminación.

Resultados y Discusión

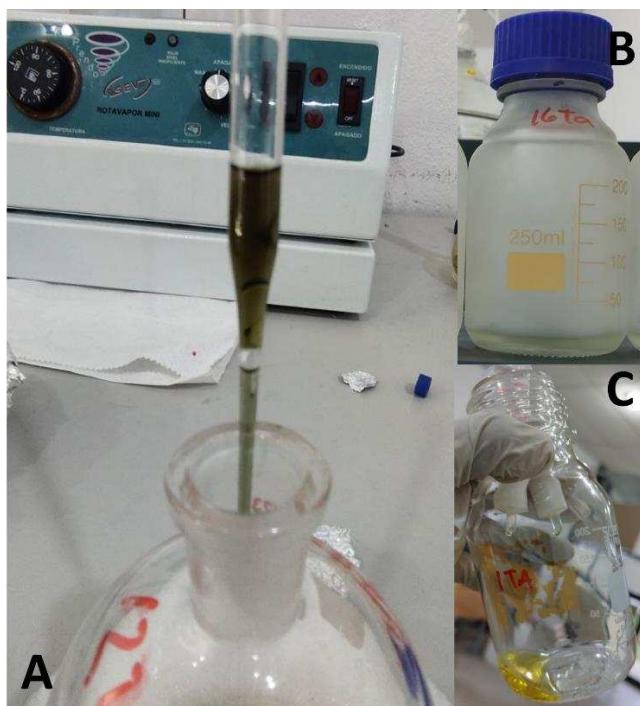


Figura 1. Fotografías de los extractos obtenidos de las muestras de agua identificadas como **A** 12Ta, **B** 16Ta y **C** 1 Ta.

Se realizaron 18 extracciones de agua, 17 de suelos y 2 blancos, lo que representa 24 días de trabajo. Se realizaron las 37 inyecciones de las muestras, además de 3 inyecciones de las muestras que presentaban un cromatograma anómalo en términos del SI o de los deuterados, lo que equivale a 5 días de

trabajo. Además, se procesaron más de 20 mil datos crudos extraídos del cálculo de las áreas obtenidas de los cromatogramas de las 37 muestras (Figuras A1 hasta Figura A35 en el Anexo 5a). Las figuras 1 y 2 son fotografías de la extracción de algunas muestras de agua y suelo, respectivamente.

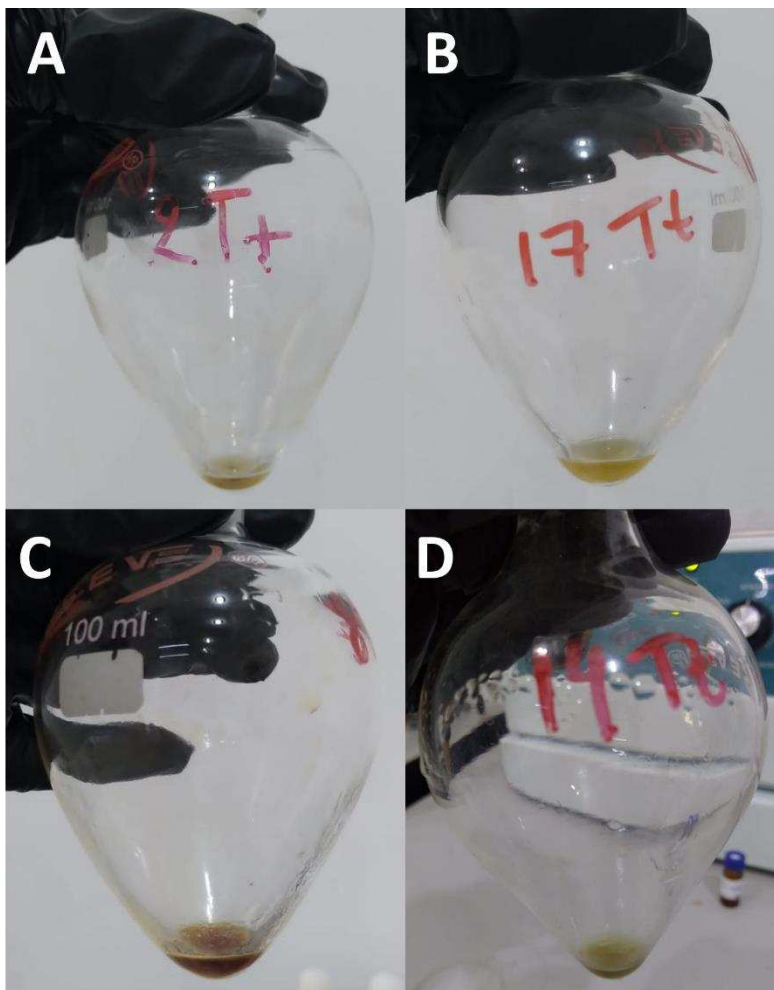


Figura 2. Fotografías de los extractos obtenidos de las muestras de suelos identificadas como **A** 2Tt, **B** 17Tt, **C** 8Tt y **D** 14Tt.

De este análisis cromatográfico se hallaron 1032 compuestos presentes en el conjunto de las 17 muestras de los suelos (Tabla A1, Anexo 5a) y 1021 en el conjunto de las 18 muestras de agua. Sin embargo, debido a la cantidad de datos, solo se muestra la Tabla correspondiente a las muestras de suelos, pero la de agua, es una Tabla muy similar.

Cabe mencionar que este número de compuestos no está presente en todas las muestras, sino que representa el total de compuestos distintos entre sí cuyas áreas eran considerablemente superiores al ruido presente en los cromatogramas.

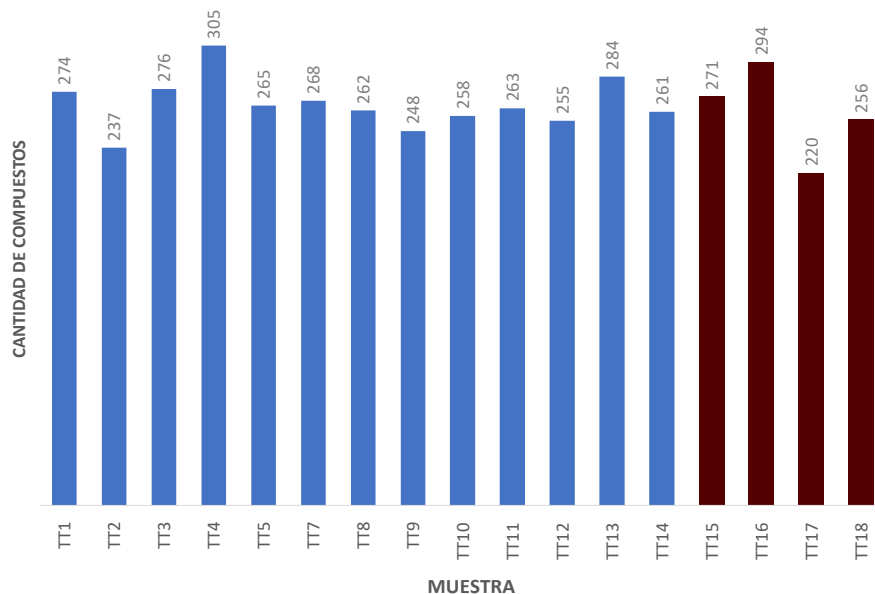


Figura 3. Cantidad de compuestos encontrados en cada muestra de suelos. En rojo están señalados los puntos control.

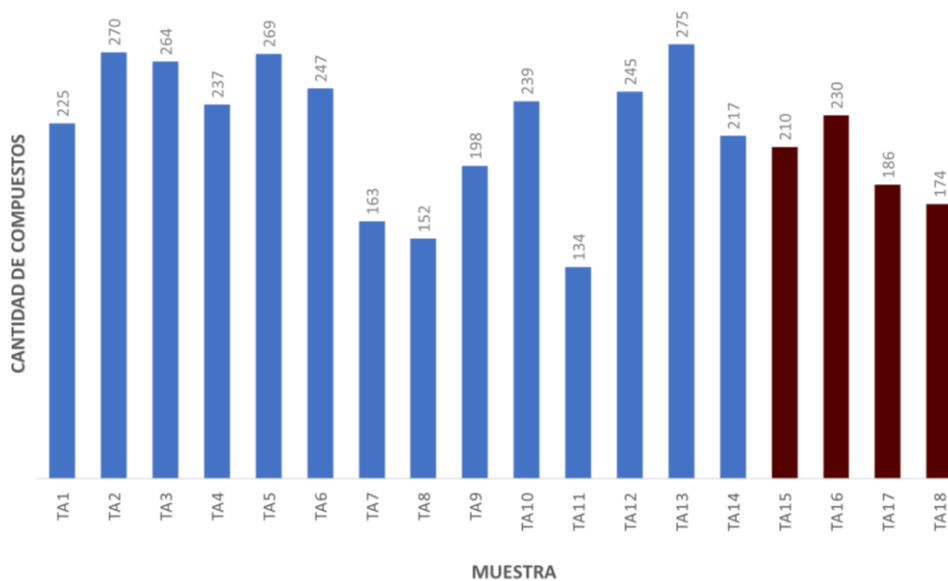


Figura 4. Cantidad de compuestos encontrados en cada muestra de agua. En rojo están señalados los puntos control.

Debido a la cantidad de datos, la Figura 1 se muestra la cantidad de compuestos halladas en las muestras de suelos y en la Figura 2, en las muestras de agua. De estas figuras se puede apreciar que la muestra Tt4 es la que presenta mayor número de compuestos (304), seguida por la muestra Tt16 (294), que resulta ser uno de los puntos control. Por otra parte, la muestra Tt17, que también es un



control, es la que presenta menor número de compuestos (220), seguida por la Tt2 (237), que es uno de los puntos problema. En las muestras de agua los dos valores superiores corresponden a dos muestras problema (Ta13 y Ta2, con 275 y 270 compuestos, respectivamente) pero la cantidad de compuestos hallados en las muestras control es superior a los dos valores mínimos hallados en las muestras Ta11 y Ta8, con 134 y 152, respectivamente. Lo anterior significa que la cantidad de compuestos presentes en las muestras es muy similar a la cantidad de compuestos hallados en las muestras control.

Por otro lado, se sumaron las áreas de todos los compuestos de cada muestra para hacer una estimación de qué muestra presenta concentraciones relativas al SI más altas, con el fin de compararlas. En las Figuras 3 y 4 se muestran las áreas relativas al SI totales (concentración relativa total) de cada muestra de suelo y agua, respectivamente. Haciendo una comparación similar a la anterior, vemos que todos los valores obtenidos para las muestras control tanto en las muestras de suelo como en las de agua, están por encima del valor mínimo hallado en las muestras problema, por lo que no hay diferencias significativas entre ellas.

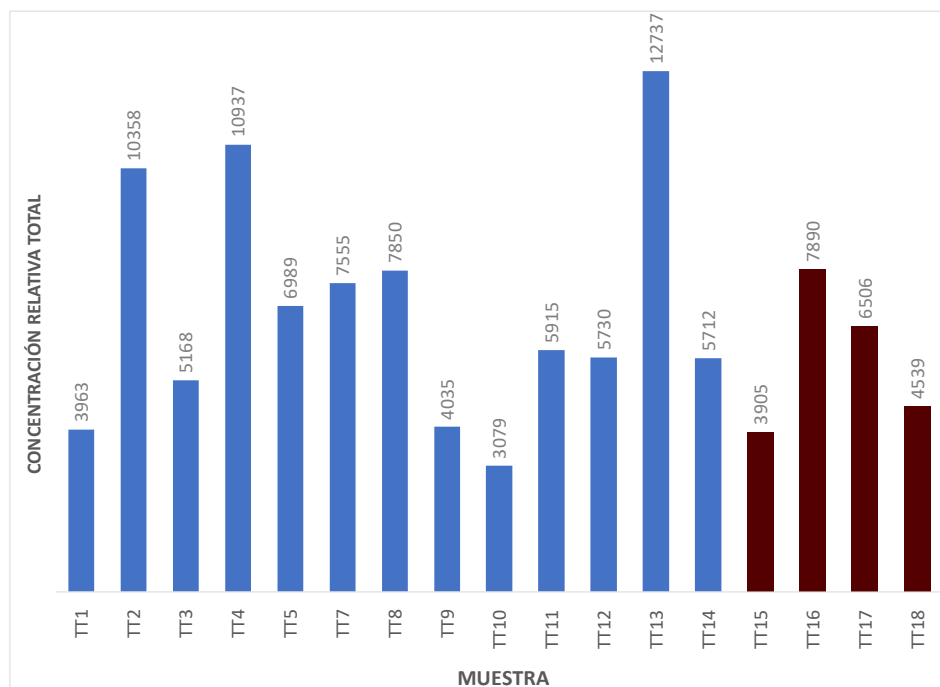


Figura 5. Concentración total relativa al SI de los compuestos encontrados en cada muestra de suelos. En rojo están señalados los puntos control.

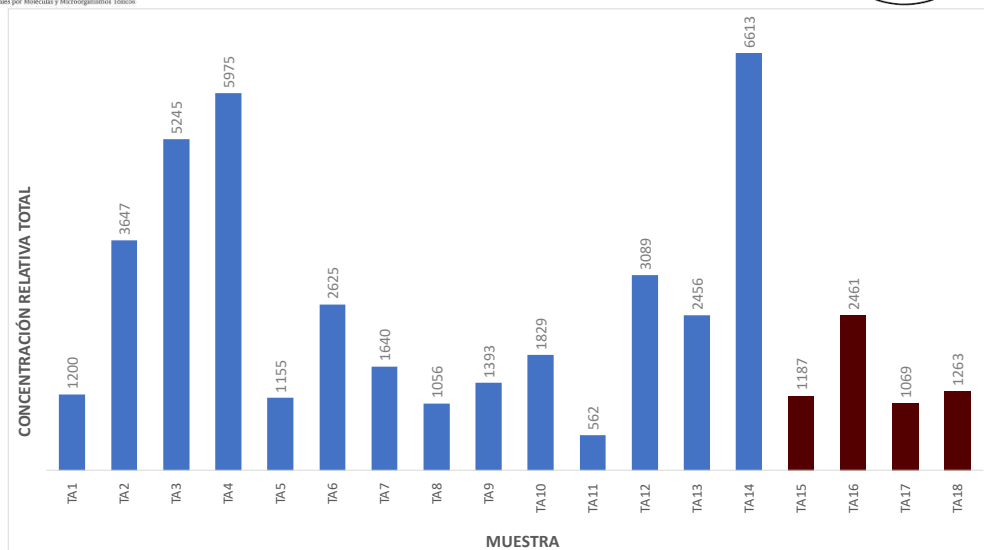


Figura 6 Concentración total relativa al SI de los compuestos encontrados en cada muestra de suelos. En rojo están señalados los puntos control.

Debido a lo anterior, se hizo un análisis de componentes principales (ACP) en 2 y 3 dimensiones para observar alguna posible diferencia entre las muestras. La Figura 5A presenta el análisis en 2D de los datos de suelos, donde se puede observar que los primeros dos componentes contienen más del 50% de la varianza total del sistema lineal. Y en este caso, la mayoría de los datos experimentales asociados a los diferentes puntos de muestreo se agrupan en valores negativos del componente principal 1 (PC1) y solamente el dato asociado a la muestra 14Tt tiene una tendencia de ubicarse en valores positivos del PC1. Cuando vemos el ACP utilizando el tercer componente (gráfico 3D, Figura 5A), el sistema lineal responde al 63% de la varianza total del sistema, discriminando dos puntos de muestreo más al encontrado en el gráfico de 2D, el 3Tt y el 13Tt. Es decir, este análisis agrupa a todas las muestras, incluyendo los puntos de control, en una región definida, tanto en el análisis 2D como en el 3D, lo que significa que no hay variación significativa entre las muestras control y las muestras problema. Más aun, el análisis permitió mostrar que las diferencias están en puntos problema, que son el 3Tt, el 13Tt y el 14Tt.

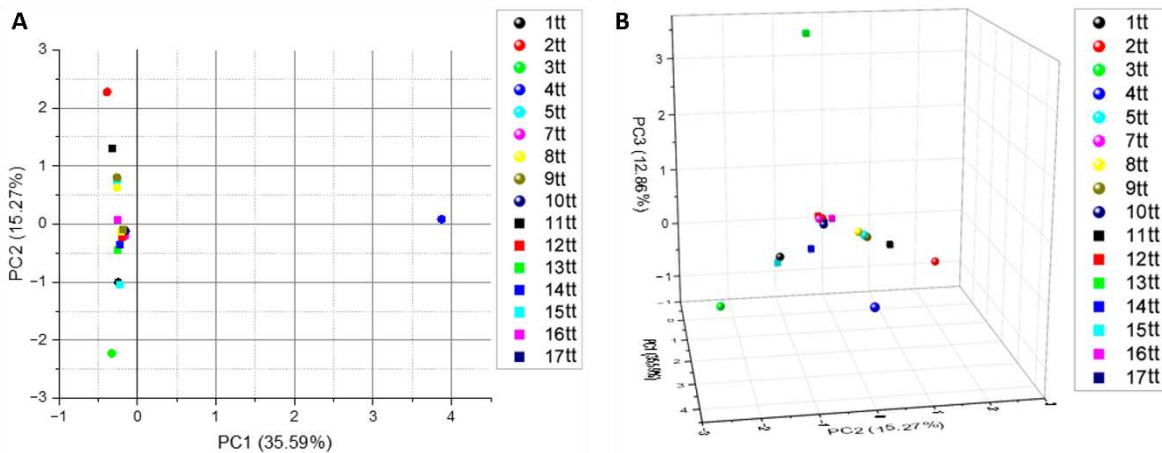


Figura 7. Análisis de componentes principales en **A** 2 y **B** 3 B dimensiones para las muestras de suelos.

Por otro lado, en las muestras de agua el agrupamiento fue más notorio debido a que el sistema lineal puede ser explicado en un 70% por los primeros dos componentes, el gráfico de 2D (Figura 6A) muestra una tendencia de agrupamiento de la mayoría de los datos experimentales en el tercer cuadrante, y solo dos datos se excluyen de este agrupamiento, que corresponden a las muestras 4Ta y 14Ta. Sin embargo, al utilizar el tercer componente (Figura 6B) el porcentaje de varianza explicada con los tres primeros componentes se incrementa por arriba del 82%, y como en el caso de las muestras de suelo, un punto más se separa del agrupamiento, el que corresponde a la muestra 3Ta.

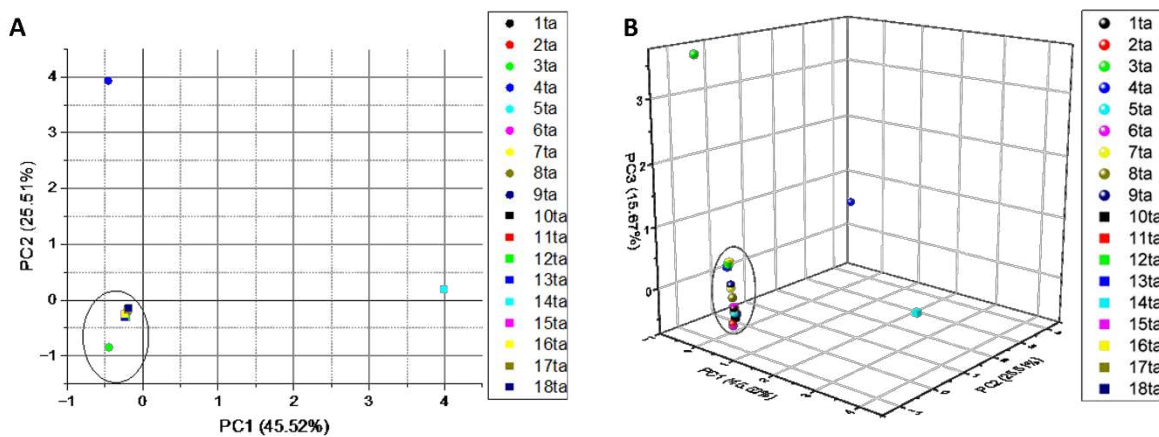


Figura 8 Análisis de componentes principales en **A** 2 y **B** 3 B dimensiones para las muestras de suelos.

Cabe mencionar que el agrupamiento de los datos está en función de la similitud entre las diferentes muestras, agrupándose en función de la composición de estas



y en función de las variables que pudieran compartir o estar presentes en cada uno de los puntos de muestreo. Es decir, que no es posible distinguir las muestras control de las muestras problema, debido a que presentan características similares; sin embargo, las muestras 3Tt, el 13Tt y el 14Tt de suelos y las muestras 3Ta, 4Ta y 14Ta de aguas sí presentan diferencias significativas respecto al resto, cuya explicación requiere más tiempo de procesamiento de datos y, posiblemente, un análisis particular de casos.

Finalmente, para evaluar la presencia de algún compuesto que estuviera en las muestras de los sitios señalados como de vuelo de las avionetas (muestras problema), en mayor cantidad que en las muestras de control o cuya presencia no debiera de esperarse en el tipo de muestras analizadas y considerando que podría ser, de existir, un compuesto ligero, se procedió a identificar y cuantificar los compuestos que eluyen de la columna cromatográfica entre el inicio del registro (3 minutos) y los 8 minutos de corrida. La identificación se realizó con la base de datos disponible en el equipo (NIST) y se consideraron solamente los compuestos identificados con completa certeza. La cuantificación se realizó considerando las áreas relativas al estándar interno, por no disponer de estándares para la cuantificación por curva de calibración. Después de considerar los recobrados del proceso considerando el d10Ac y las cantidades presentes en los blancos de las muestras de agua y de suelo, se encontró la presencia de un compuesto que eluye alrededor de los 3.3 minutos y cuya identificación (Tabla 1), arrojó que se trata de la 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona.

Tabla 1. Identificación del compuesto que eluye a los 3.3 minutos de corrida.

| | |
|--|--|
| <p>Tr3.30 Ta3 Match 868 887</p> <p>(History) C:\TurboMass\DEFAULT.PRO\Data\Tehuacan\tehua</p> <p>(replib) 2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl-</p> | <p>Name: 2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl-</p> <p>Formula: C₆H₁₂O₂</p> <p>MW: 116 CAS#: 123-42-2 NIST#: 233660</p> <ol style="list-style-type: none">1.Acetonyldimethylcarbinol2.Diacetone alcohol3.Diketone alcohol4.Tyranton |
|--|--|



Este compuesto es conocido comercialmente, entre otros nombres como Tyranton. Es un producto con un uso de amplio espectro en pinturas y revestimientos (recubrimientos de bobinas, barnices para madera, revestimientos arquitectónicos). Es un buen disolvente para peróxidos orgánicos y también puede utilizarse para el tratamiento de textiles y cuero, en síntesis química o como disolvente de limpieza. Se utiliza en productos domésticos y también como anticongelante y en líquidos de frenos. Además de su producción por la industria (entre 5000 y 23000 toneladas en 2019), se encuentra como producto natural en algunas plantas (para más información consultar <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Diacetone-Alcohol#section=U-S-Production>). La cuantificación relativa en las muestras de agua y suelos se muestra en la Figura 9.

Se puede observar que tanto en las muestras de agua como en las de suelo, como tendencia media, la concentración relativa de tyranton es mayor en las muestras problema que en las de control.

Es pertinente mencionar que la dispersión de cualquier producto en el aire. Puede conducir a su transporte a distancias relativamente largas, por lo que no es sorprendente que se detecte en las muestras de control.

Este hallazgo indica que se detectó un producto en las muestras cuya presencia es mayor en las muestras problema que en las muestras de control, de acuerdo con el alcance de los procedimientos analíticos utilizados y, por supuesto, este muestreo.

A la pregunta de que si es una sustancia que no debe encontrarse en las muestras analizadas se responde que la contaminación por sustancias químicas tiene tal magnitud que muchos contaminantes se encuentran en todos los compartimentos ambientales, como es el caso de los microplásticos, cuya presencia se reporta hasta en las nubes y los seres vivos, incluyendo los humanos. Específicamente el tyranton ha sido detectado por miembros de este colectivo de investigación en los ríos Atoyac Nexapa y en el particulado atmosférico en las inmediaciones de esas corrientes de agua.

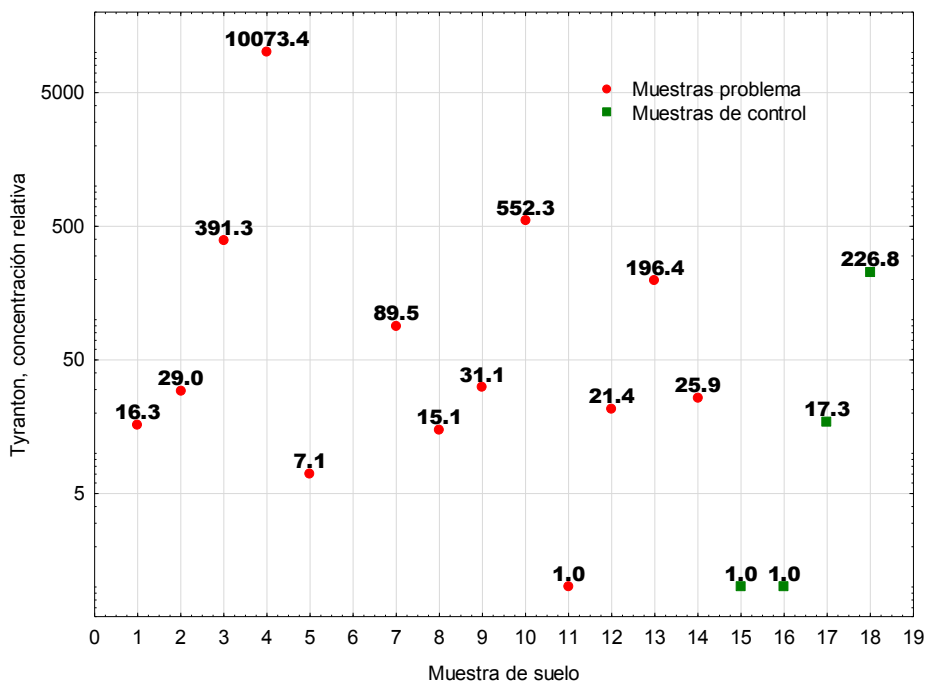
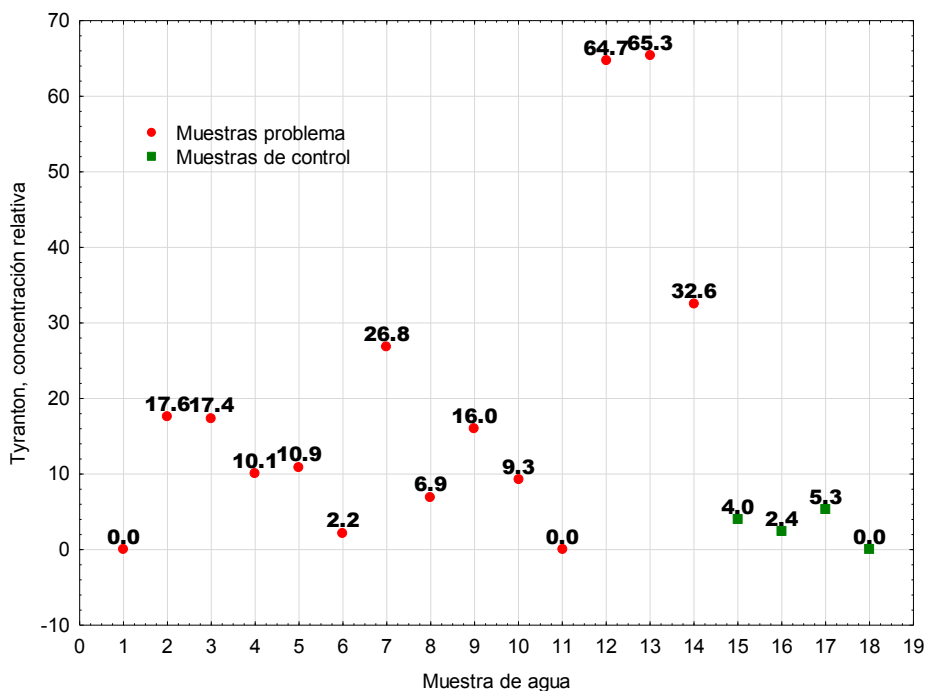


Figura 9. Concentraciones de tyranton relativas a la trifenílamina.

Conclusiones

Se analizaron 37 cromatogramas, lo que representó analizar más de 20 mil datos iniciales. Después del procesamiento se obtuvieron un total de 1032 compuestos



hallados en las muestras de suelos y 1021, en las de agua. Sin embargo, hay muchos compuestos que son distintos entre sí, pero otros están presentes en varias muestras, incluyendo las muestras control. Esto se hace evidente al comparar la cantidad de compuestos y las concentraciones relativas totales que hay entre ellas.

Sin embargo, la conclusión más fuerte la da el análisis de componentes principales que se hizo para las muestras de suelos y de agua, en donde se hace evidente que todas las muestras, incluyendo los controles, son similares entre sí pues se agrupan en las mismas regiones. A pesar de eso, este mismo análisis muestra que las diferencias significativas existen para muestras problema, en específico para las muestras 3Tt, el 13Tt y el 14Tt de suelos y las muestras 3Ta, 4Ta y 14Ta de aguas. Identificar la posible razón de estas diferencias requiere más tiempo de procesamiento de los datos y probablemente, un análisis más profundo de la zona afectada, situación que se sale de los objetivos de esta primera etapa.

Se detectó la presencia de tyranton, una sustancia química de amplio uso, también presente en la naturaleza, en concentraciones relativas mayores en las muestras problema que en las de control. Su presencia no es específica de las muestras analizadas, pues se ha detectado en otras matrices estudiadas por miembros de este colectivo de trabajo.



Anexo 5a.

CONCYTEP Tehuacan_1Tt 2uL Deriv Tehua
tehuacan_1tt

24-Sep-2023 + 10:40:46
Scan E1+
TIC
3.26e10

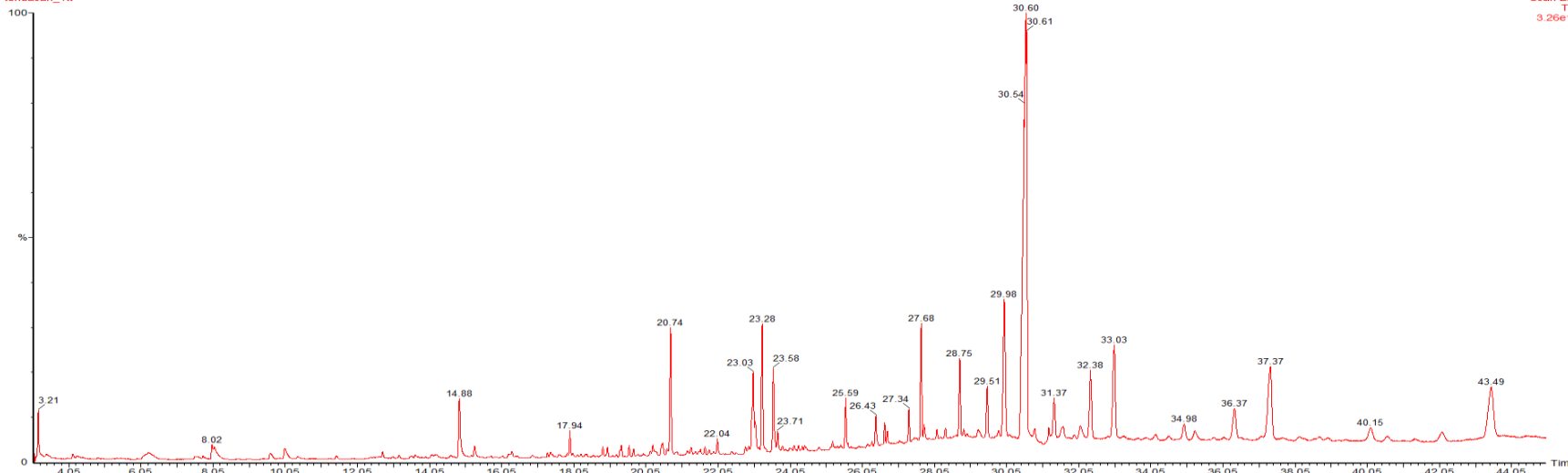


Figura A 1. Cromatograma de la muestra Tt1

concytep Tehuacan_Tt2 tierra 2uL Deriv Tehu
tehuacan_tt2

29-Sep-2023 + 10:43:27
Scan E1+
TIC
3.38e10

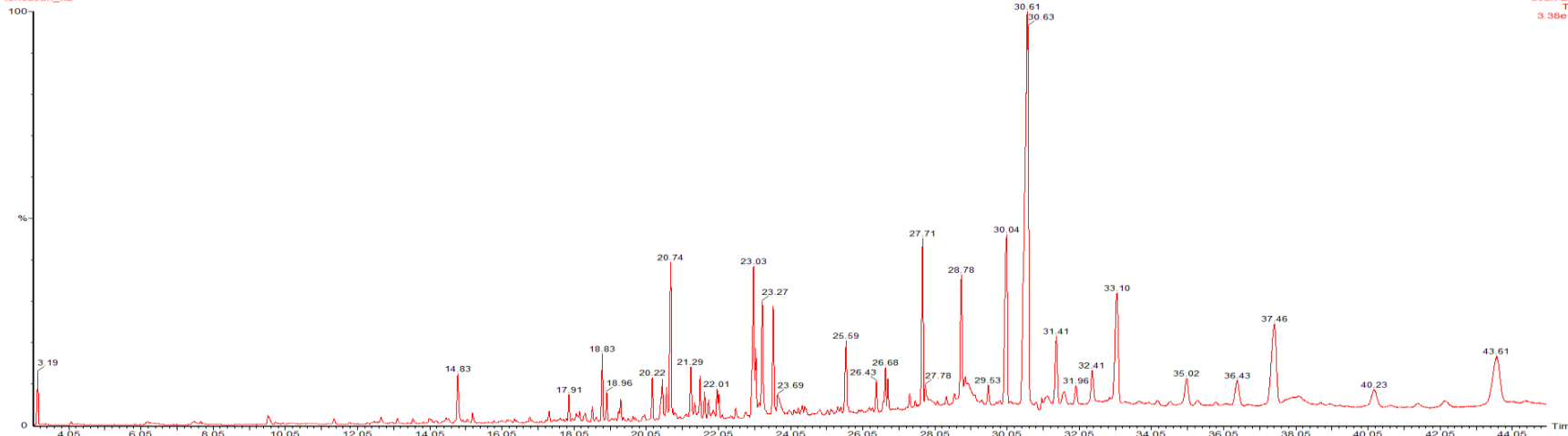
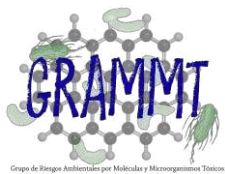


Figura A 2 Cromatograma de la muestra Tt2



Concytep Tehuacan Tt3 tierra 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_tt3

28-Sep-2023 + 10:53:20

Scan EI+
TIC
1.54e10

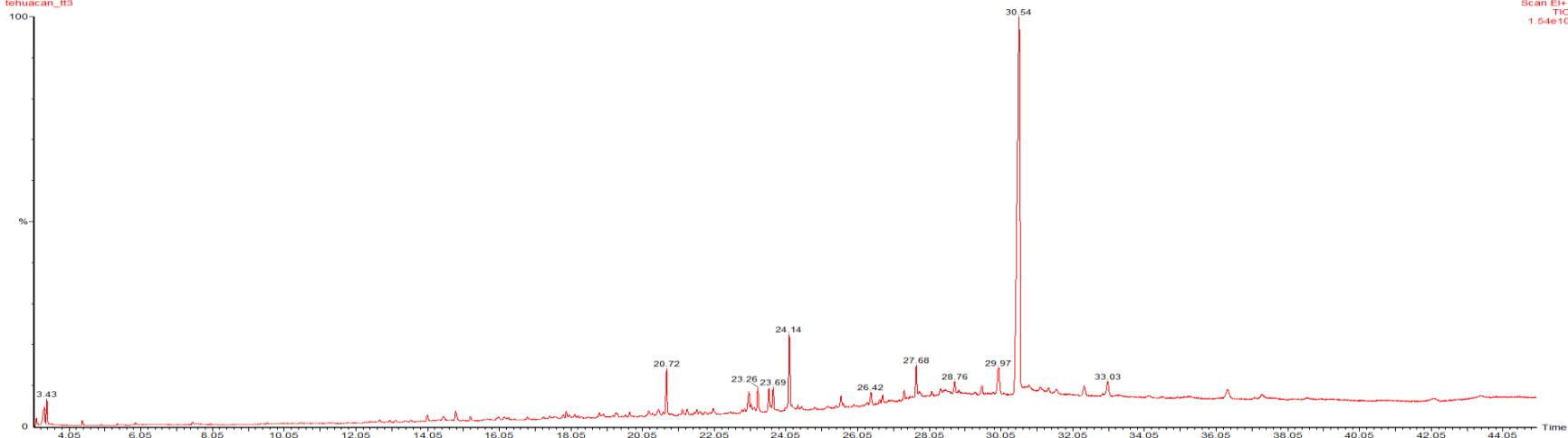


Figura A 3 Cromatograma de la muestra Tt3

concytep Tehuacan_Tt4 tierra 2uL Deriv Tehu
tehuacan_tt4

29-Sep-2023 + 15:15:12

Scan EI+
TIC
1.06e10

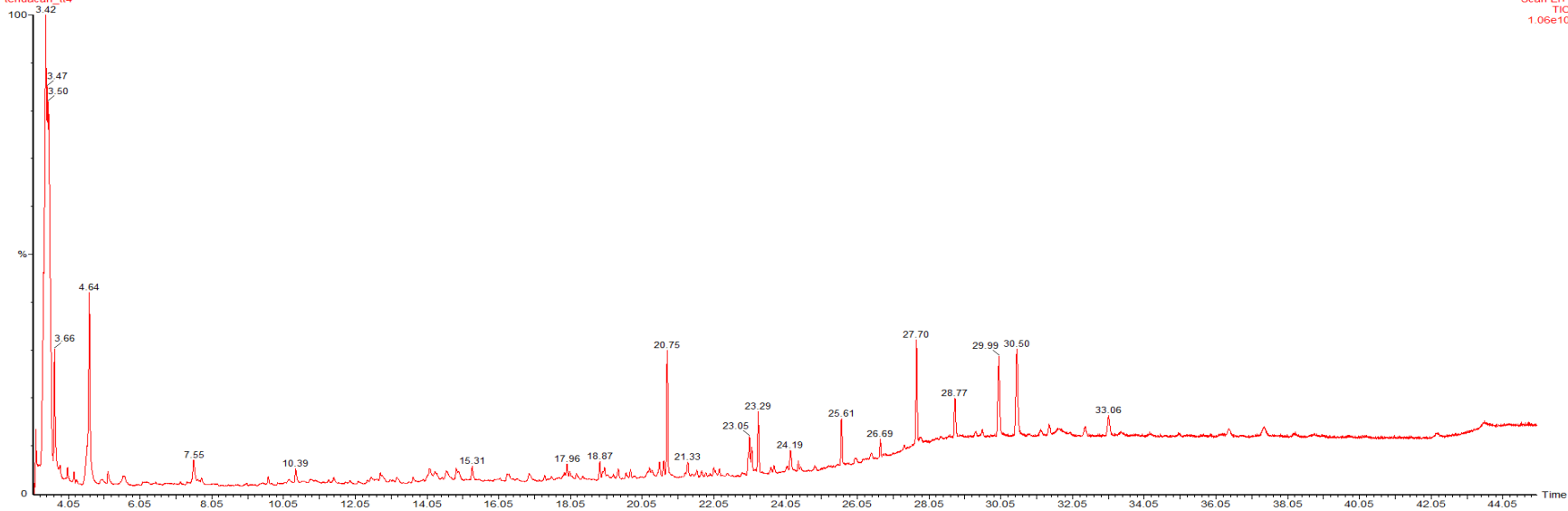
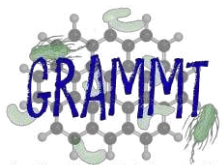


Figura A 4 Cromatograma de la muestra Tt4



Grupo de Investigación en Biotecnología por Moléculas y Microorganismos Tóxicos

concytep Tehuacan_Tt5 tierra 2uL Deriv Tehu
tehuacan_tt5



CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



UNIVERSIDAD DE TEXCOCO
UTM
EXCELENCIA UNIVERSITARIA, FORTALEZA DE INVESTIGACIÓN
IZCAR DE MATAMOROS

, 29-Sep-2023 + 13:15:53

Scan EI+
TIC
2.25e10

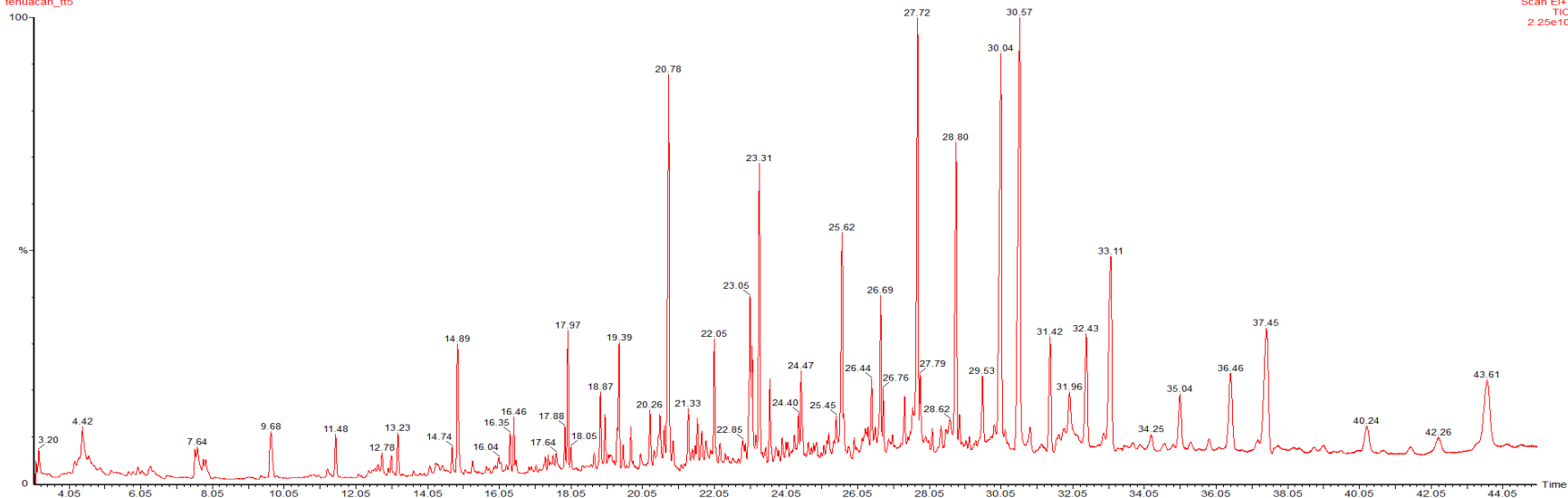


Figura A5. Cromatograma de la muestra Tt5

CONCYTEP Tehuacan_7Tt 2uL Deriv Tehua
tehuacan_7tt

, 24-Sep-2023 + 11:32:46

Scan EI+
TIC
2.64e10

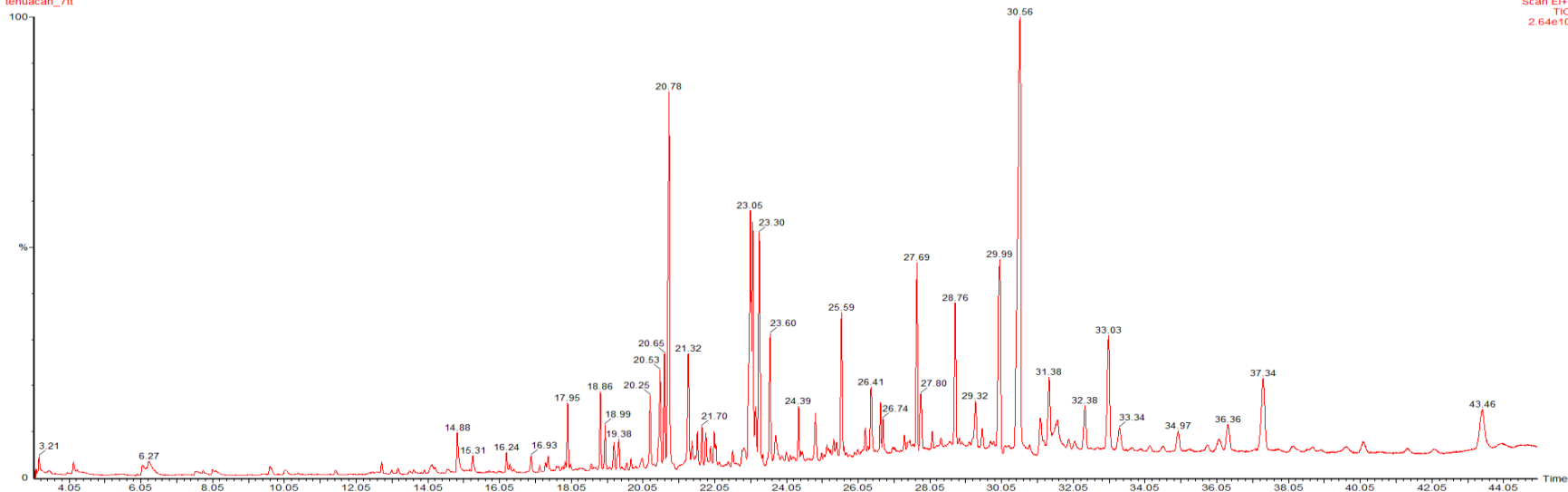
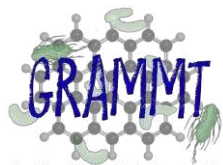


Figura A6. Cromatograma de la muestra Tt7



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microquímica Tóxicas

CONCyTEP Tehuacan_8Tt 2uL Deriv Tehua
tehuacan_8tt



CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



EXCELENCIA UNIVERSITARIA, FORTALEZA DE INVESTIGACIÓN
UTM
UNIVERSIDAD DE TEXCOCO
IZCAR DE MATAMOROS

24-Sep-2023 + 14:06:42

Scan EI+
TIC
2.95e10

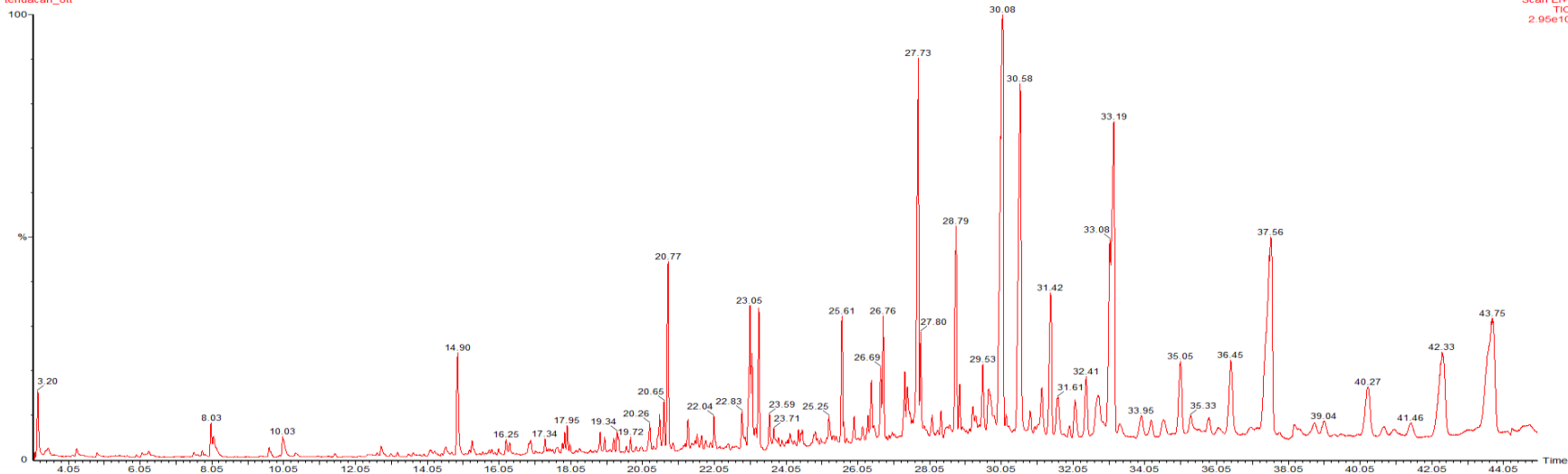


Figura A 7. Cromatograma de la muestra Tt8

concytep Tehuacan_Tt9 tierra 2uL Deriv Tehu
tehuacan_t9

29-Sep-2023 + 12:24:55

Scan EI+
TIC
2.61e10

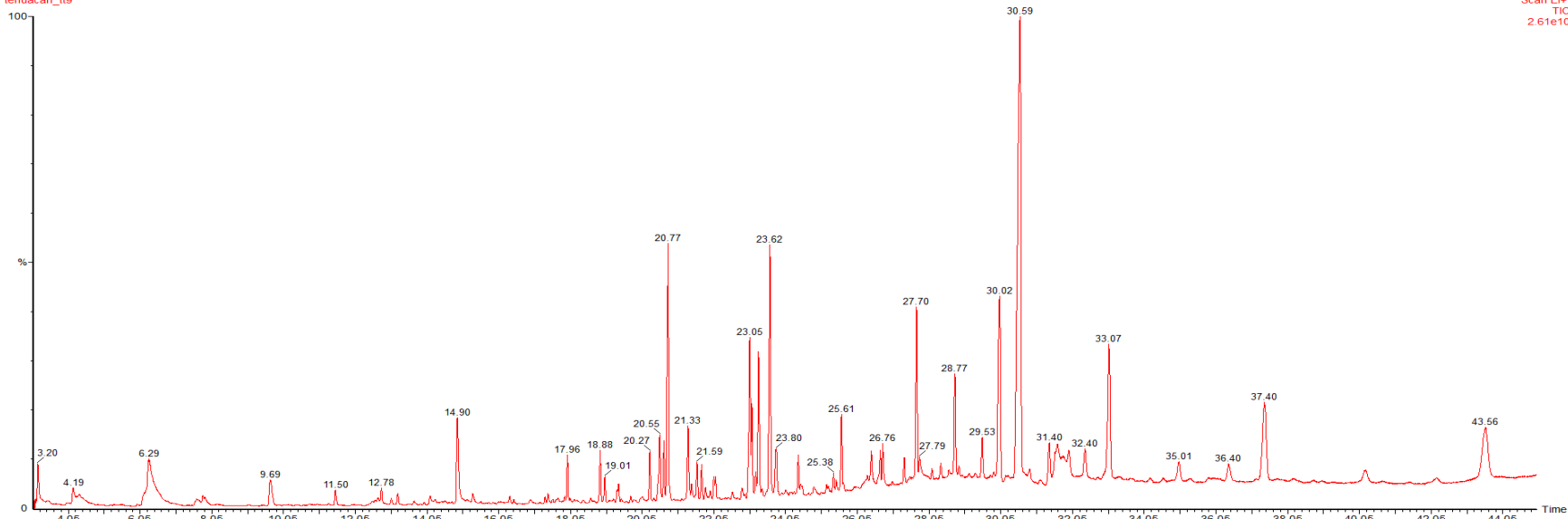
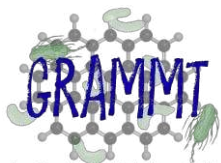


Figura A 8. Cromatograma de la muestra Tt9



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microorganismos Tóxicos

CONCYTEP Tehuacan_10Tt 2uL Deriv Tehua
tehuacan_10tt

24-Sep-2023 + 13:14:24

Scan EI+
TIC
1.20e10

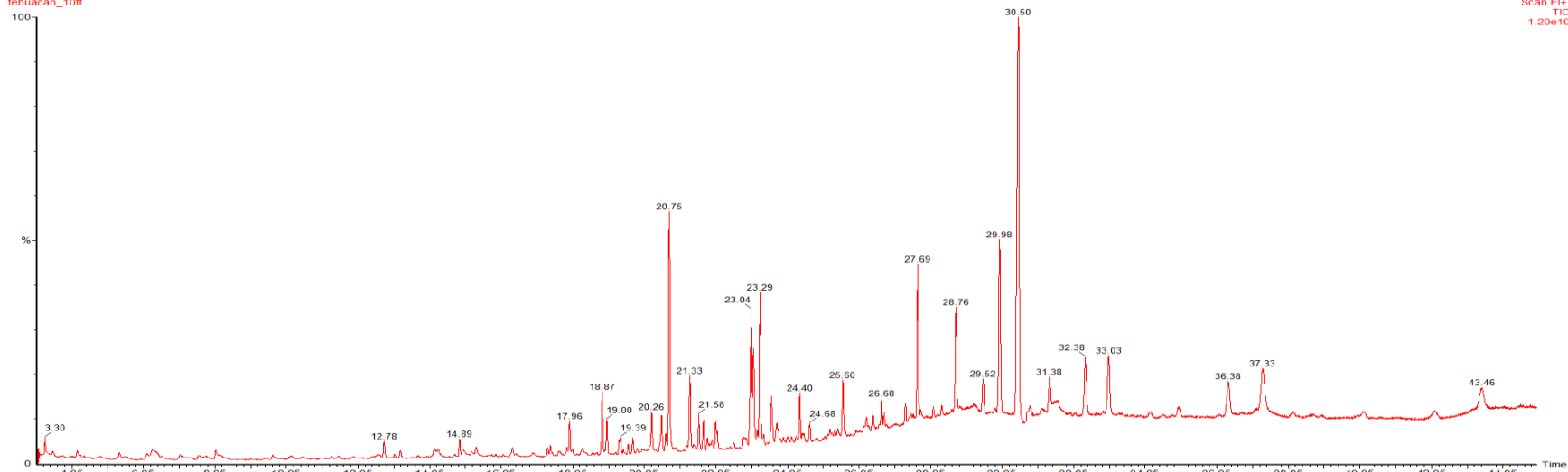


Figura A 9. Cromatograma de la muestra Tt10

concytep Tehuacan_Tt11 tierra 2uL Deriv Tehua
tehuacan_tt11

28-Sep-2023 + 15:16:59

Scan EI+
TIC
2.31e10

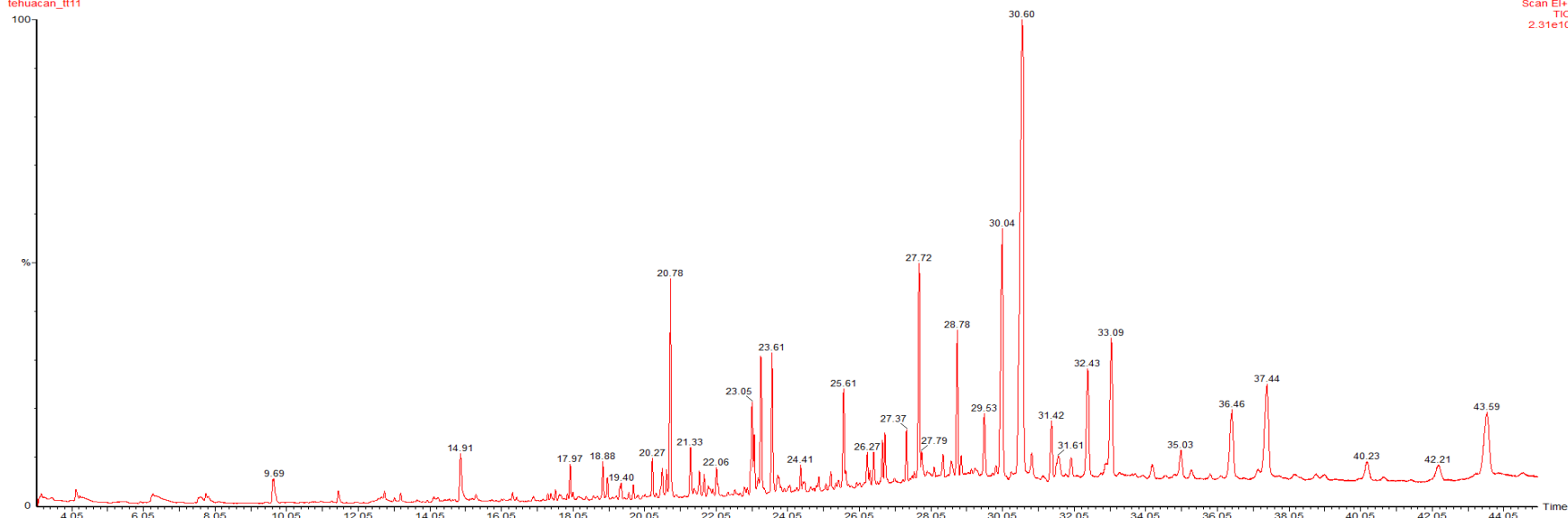
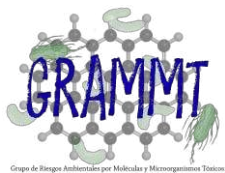


Figura A 10. Cromatograma de la muestra Tt11



CONCYTEP Tehuacan_12Tt 2uL Deriv Tehua
tehuacan_12t1

, 24-Sep-2023 + 12:22:38
Scan EI+
TIC
3.96e10

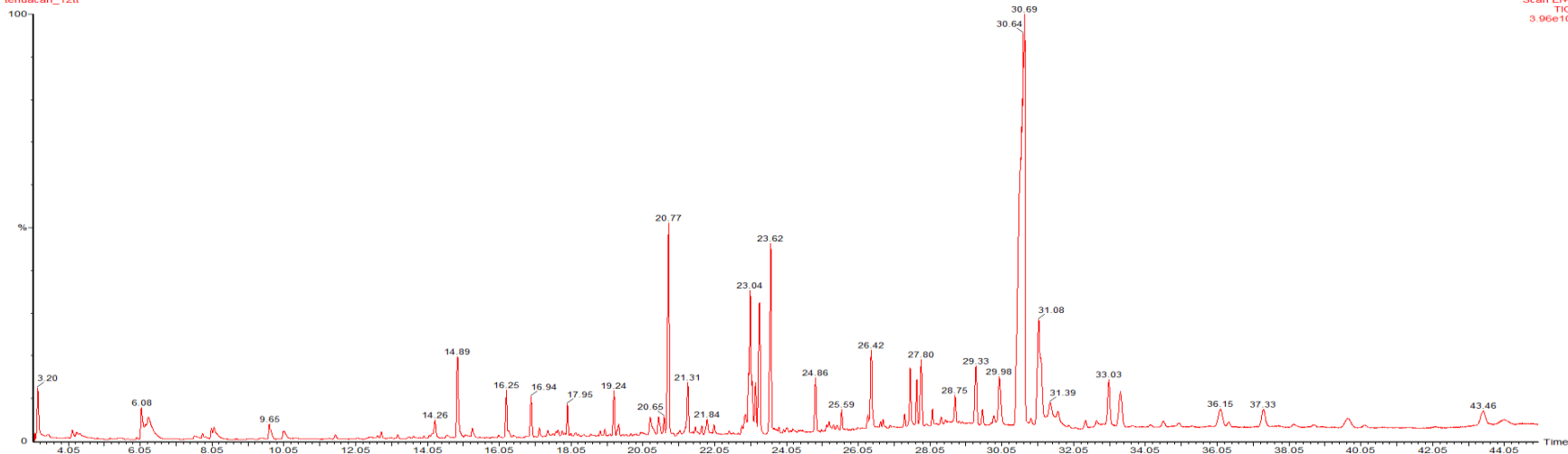


Figura A 11. Cromatograma de la muestra Tt12

concytep Tehuacan_t13 tierra 2uL deriv Tehua
tehuacan_t13_rep

, 30-Sep-2023 + 14:03:00
Scan EI+
TIC
5.85e9

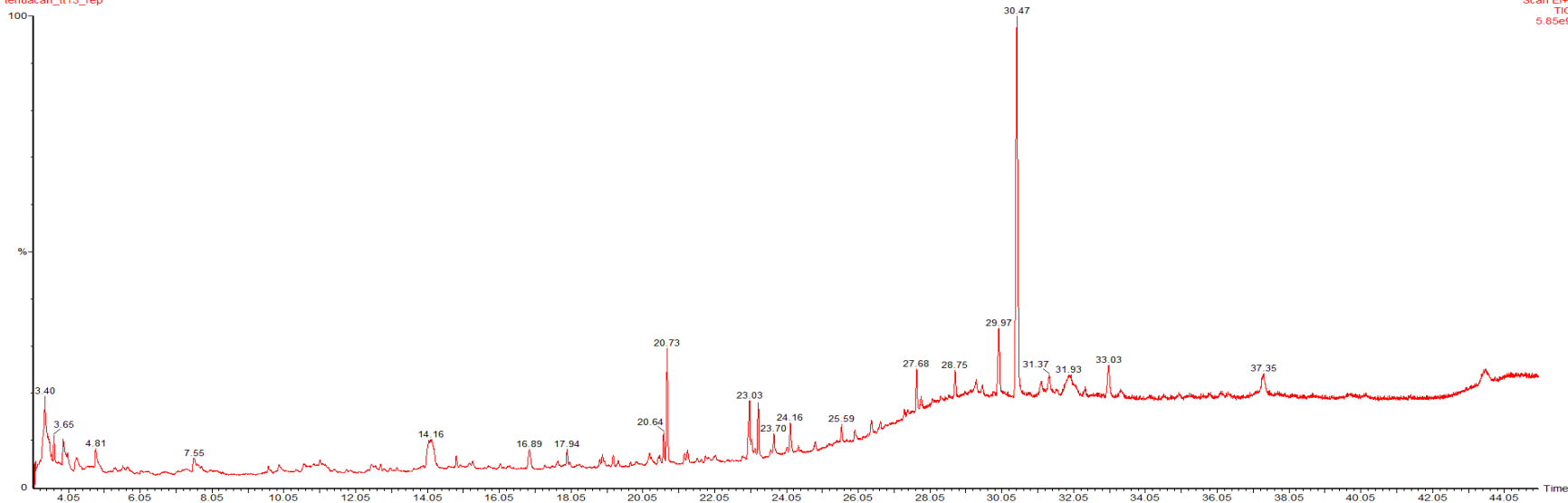
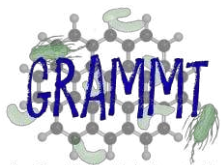
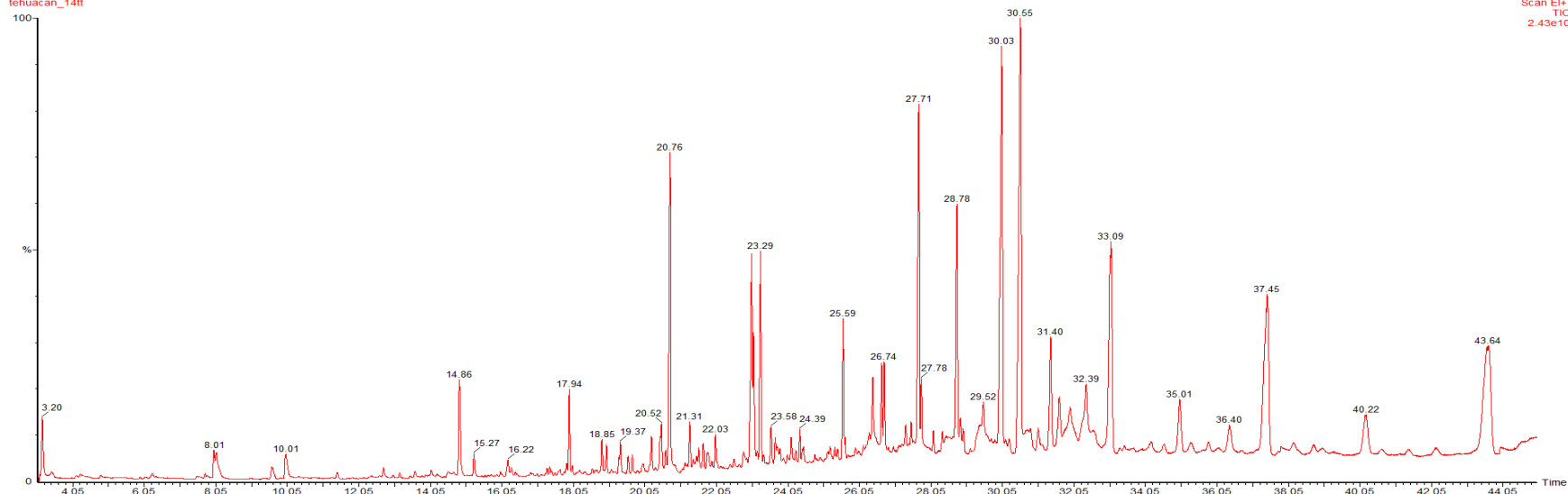


Figura A 12. Cromatograma de la muestra Tt13



Grupo de Síngos Ambientales por Moléculas y Microorganismos Tóxicos

CONCYTEP Tehuacan_14Tt 2uL Deriv Tehua
tehuacan_14tt

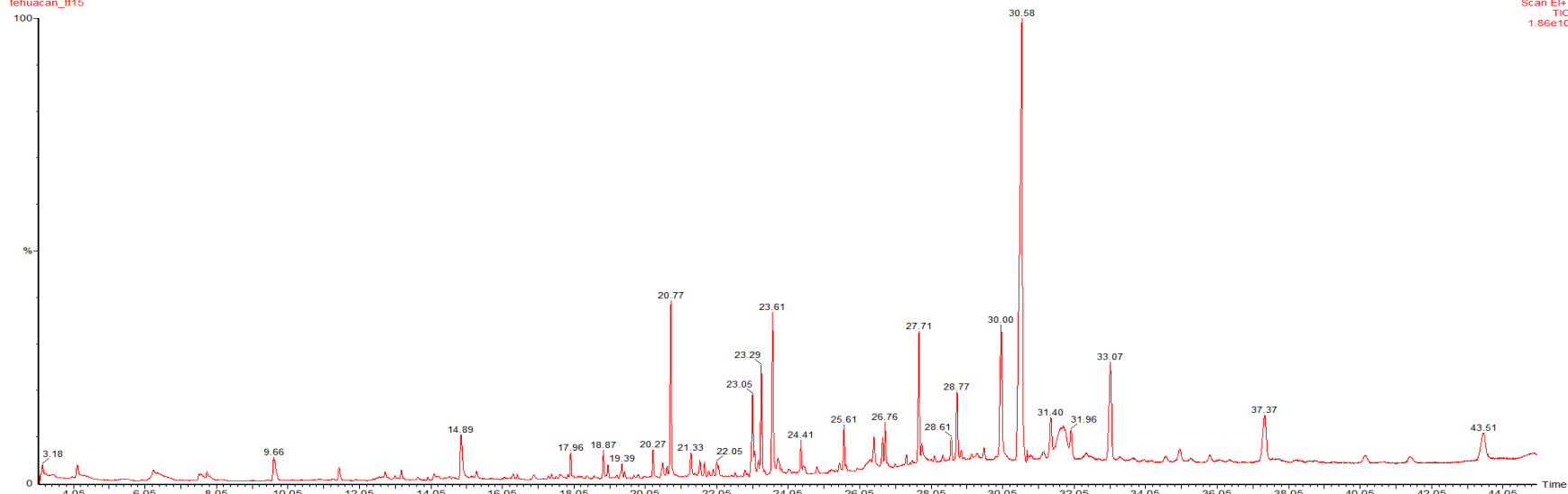


24-Sep-2023 + 15:11:48

Scan EI+
TIC
2.43e10

Figura A 13. Cromatograma de la muestra Tt14

Concytep Tehuacan Tt15 tierra 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_tt15



28-Sep-2023 + 12:39:03

Scan EI+
TIC
1.86e10

Figura A 14. Cromatograma de la muestra Tt15



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microquímica Tóxicas
Concytep Tehuacan Tt16 tierra 2uL Deriv Tehuacan
 tehuacan_tt16



, 28-Sep-2023 + 11:45:38
 Scan EI+
 TIC
 2.78e10

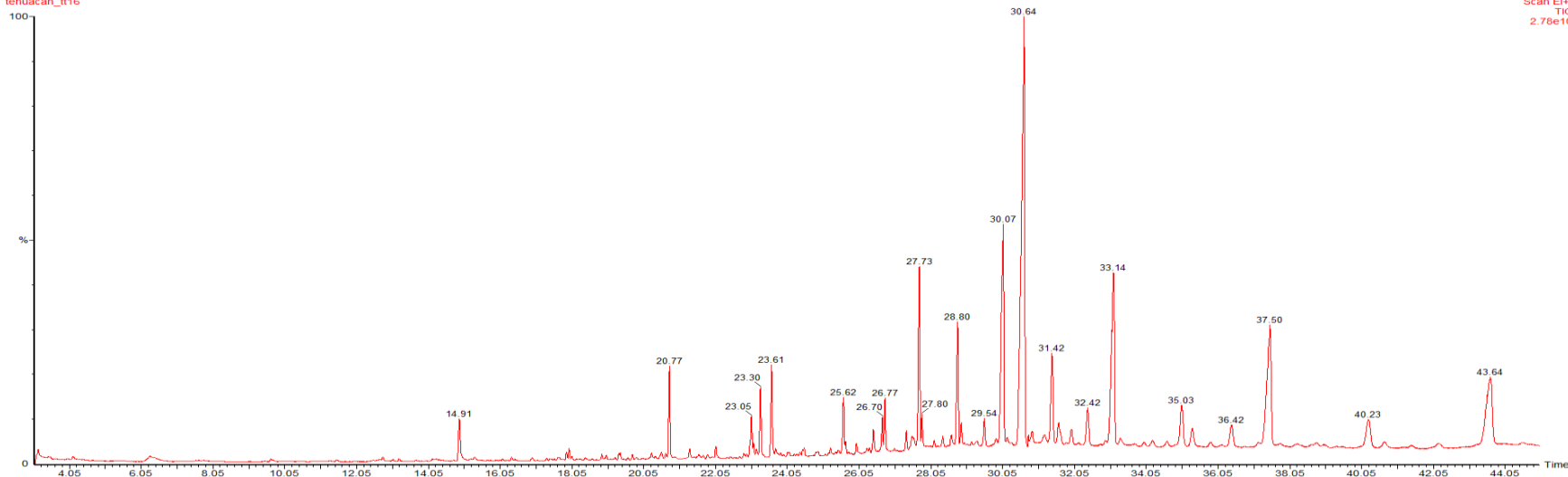


Figura A 15. Cromatograma de la muestra Tt16

concytep Tehuacan_Tt17_rep 2uL Deriv Tehu
 tehuacan_tt17_rep

, 01-Oct-2023 + 11:55:24
 Scan EI+
 TIC
 3.00e10

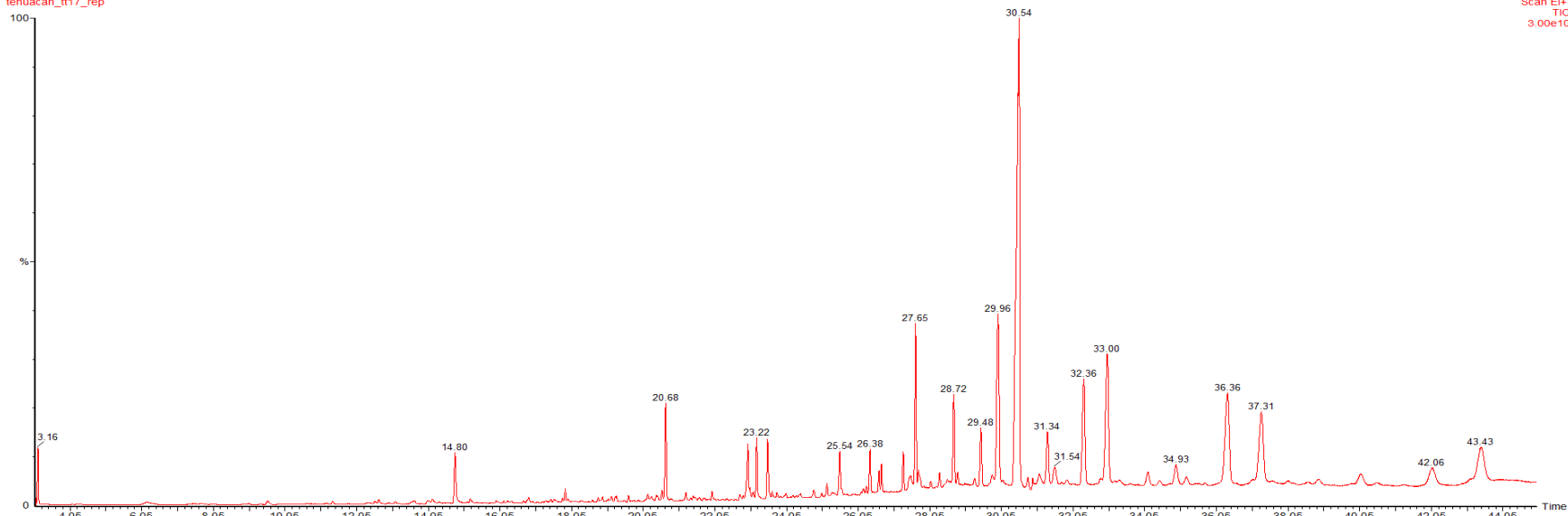


Figura A 16. Cromatograma de la muestra Tt17



Grupo de Estudios Ambientales por Moleculas y Microorganismos Tóxicos

concytep Tehuacan_Tt18_rep 2uL Deriv Tehu
tehuacan_tt18_rep

01-Oct-2023 + 12:44:56

Scan EI+
TIC
2.67e10

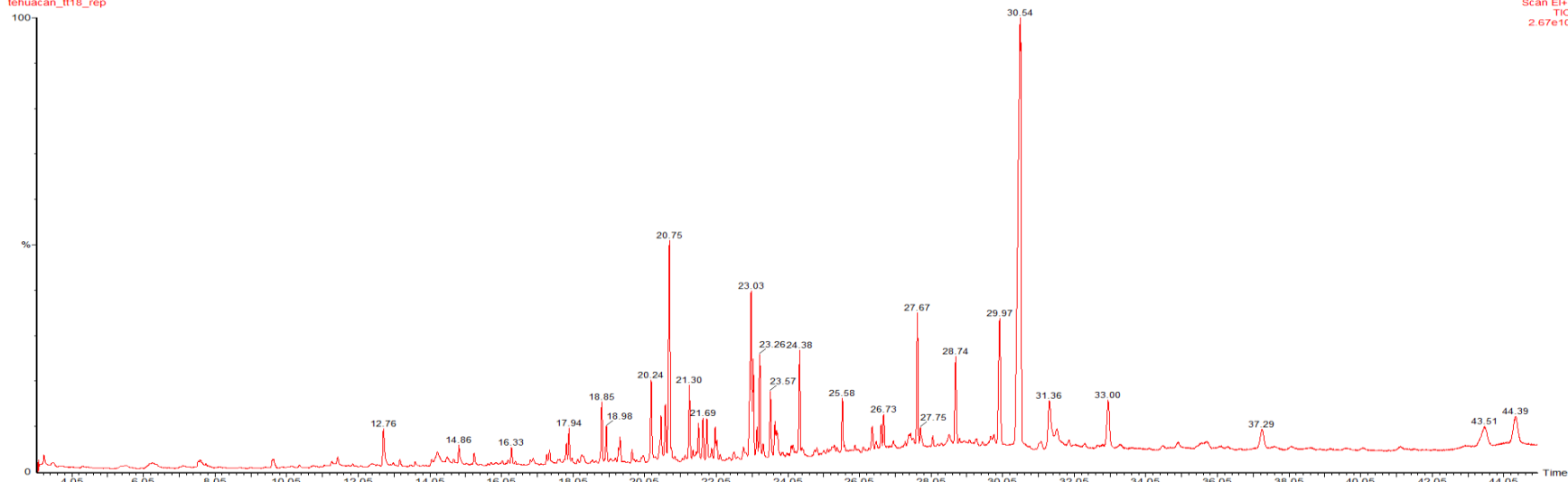


Figura A 17. Cromatograma de la muestra Tt18

Tehuacan_CONCYTEP 1Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_11a

15-Sep-2023 + 16:35:17

Scan EI+
TIC
1.42e10

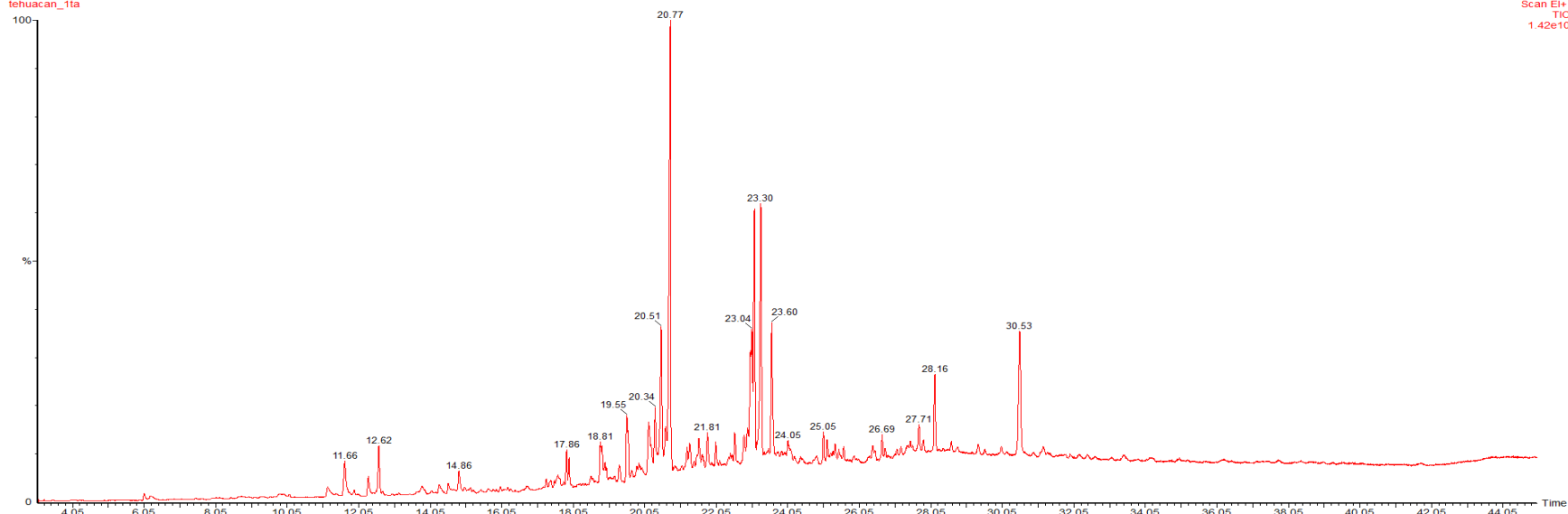
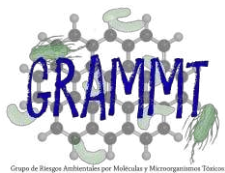


Figura A 18. Cromatograma de la muestra Ta1



CONCYTEP Tehuacan 2T agua 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_2ta

10-Sep-2023 + 12:50:10

Scan EI+
TIC
1.24e10

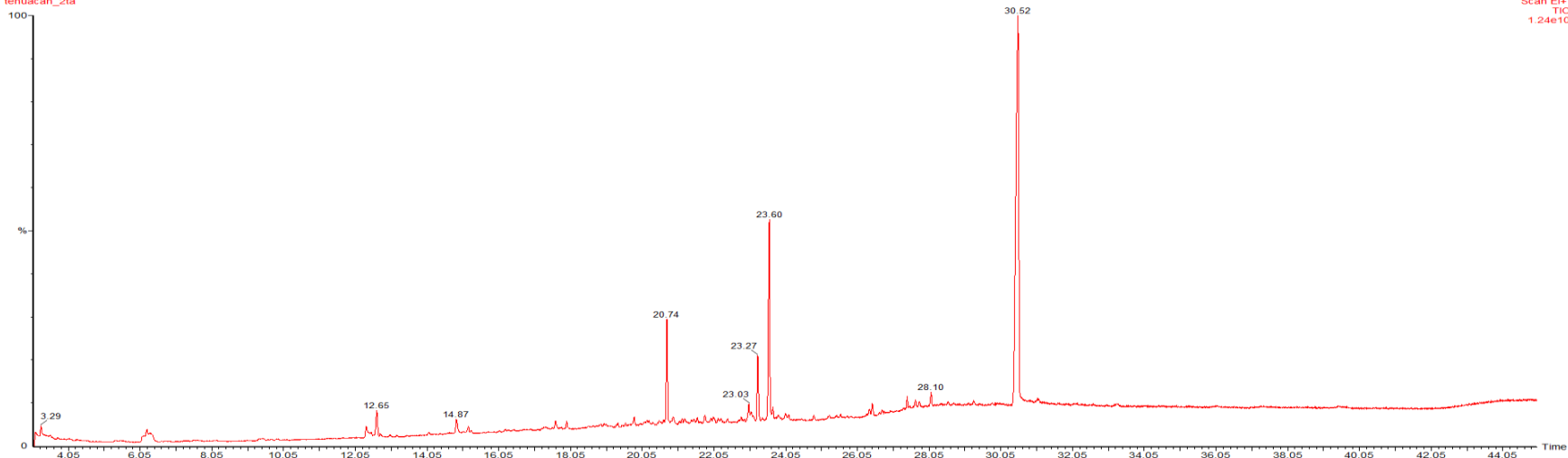


Figura A 19. Cromatograma de la muestra Ta2

CONCYTEP Tehuacan 3T agua 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_3ta

10-Sep-2023 + 14:15:25

Scan EI+
TIC
2.24e10

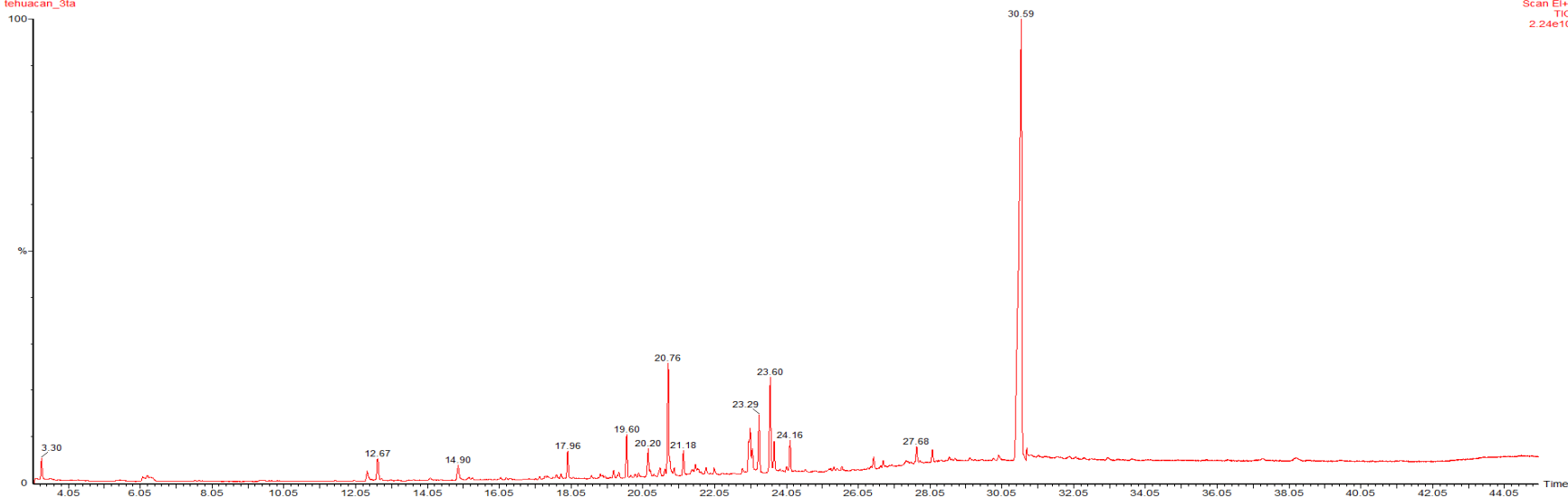
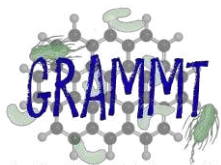


Figura A 20. Cromatograma de la muestra Ta3



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microorganismos Tóxicos

CONCYTEP Tehuacan 4T agua 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_4ta

10-Sep-2023 + 16:22:42

Scan EI+
TIC
2.92e10

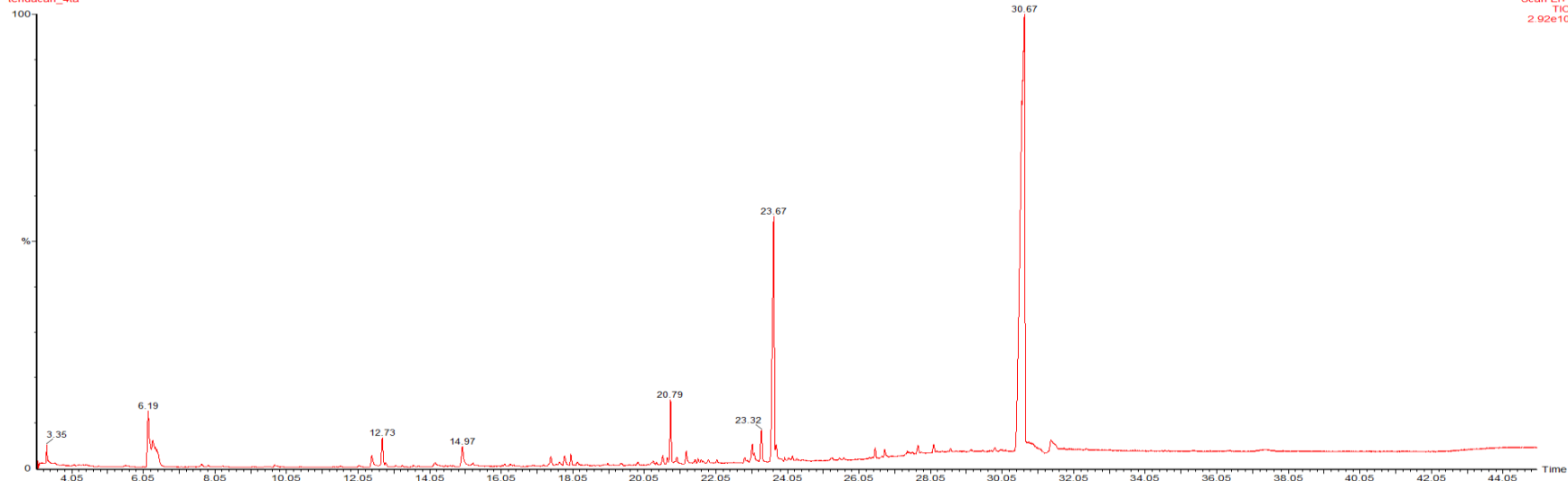


Figura A 21. Cromatograma de la muestra Ta4

CONCYTEP Tehuacan 5T agua 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_5ta

10-Sep-2023 + 15:33:32

Scan EI+
TIC
8.28e9

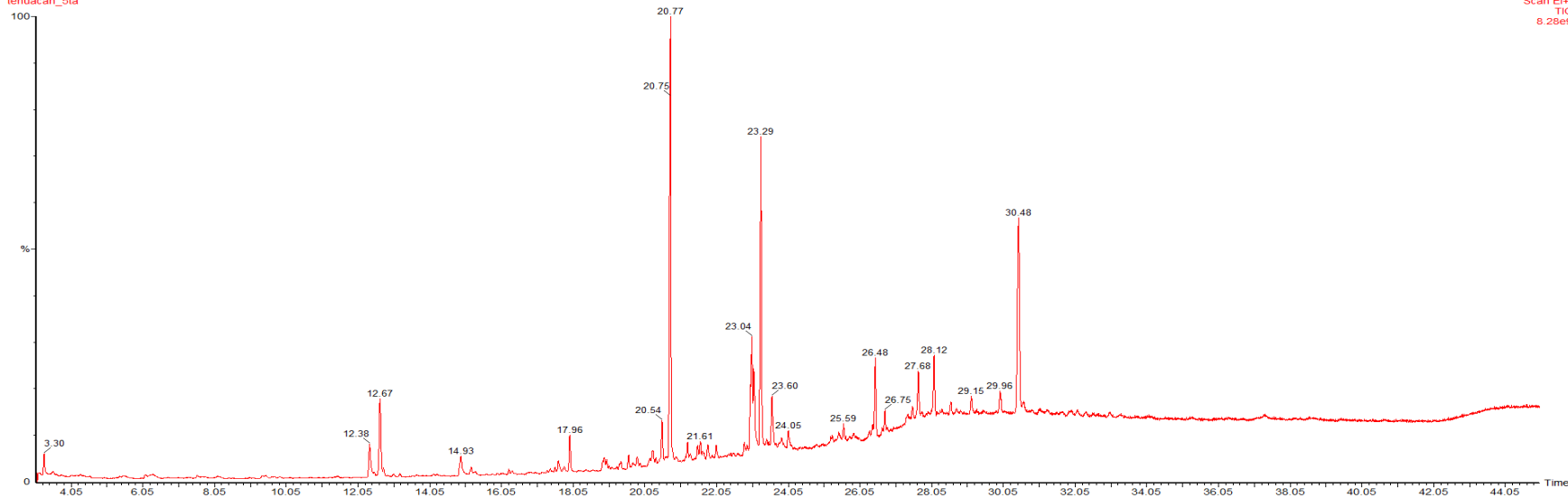
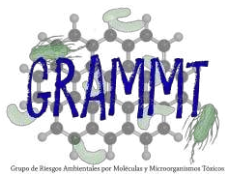


Figura A 22. Cromatograma de la muestra Ta5



Tehuacan_CONCYTEP 6Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_6ta

, 16-Sep-2023 + 13:25:39
Scan EI+
TIC
2.01e10

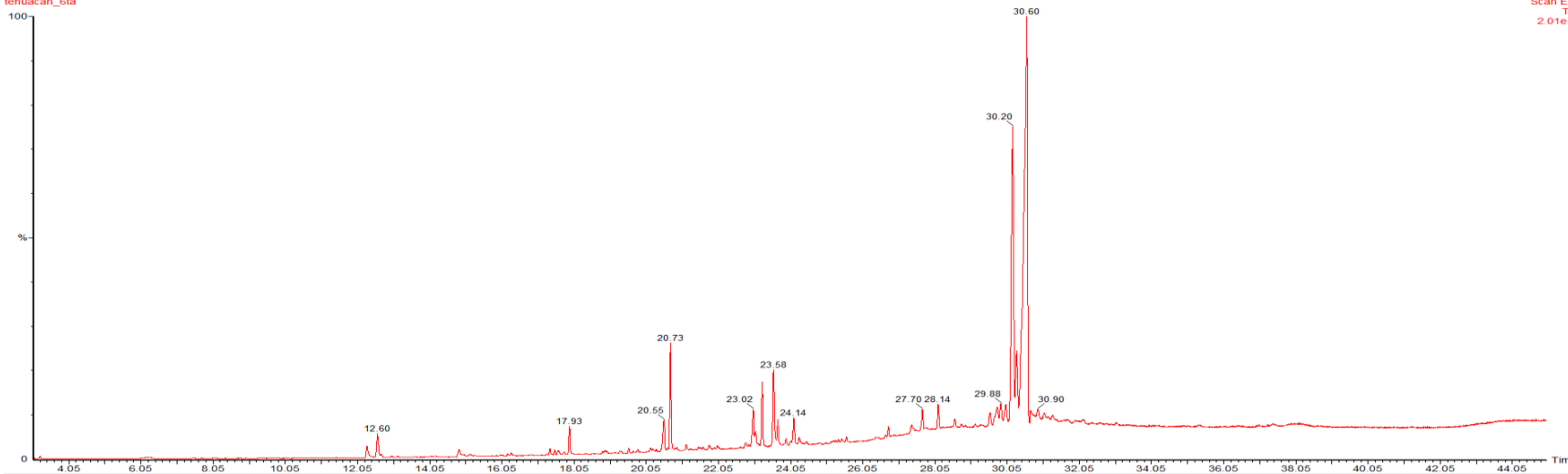


Figura A 23. Cromatograma de la muestra Ta6

Tehuacan_CONCYTEP 7Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_7ta

, 16-Sep-2023 + 14:16:01
Scan EI+
TIC
5.51e9

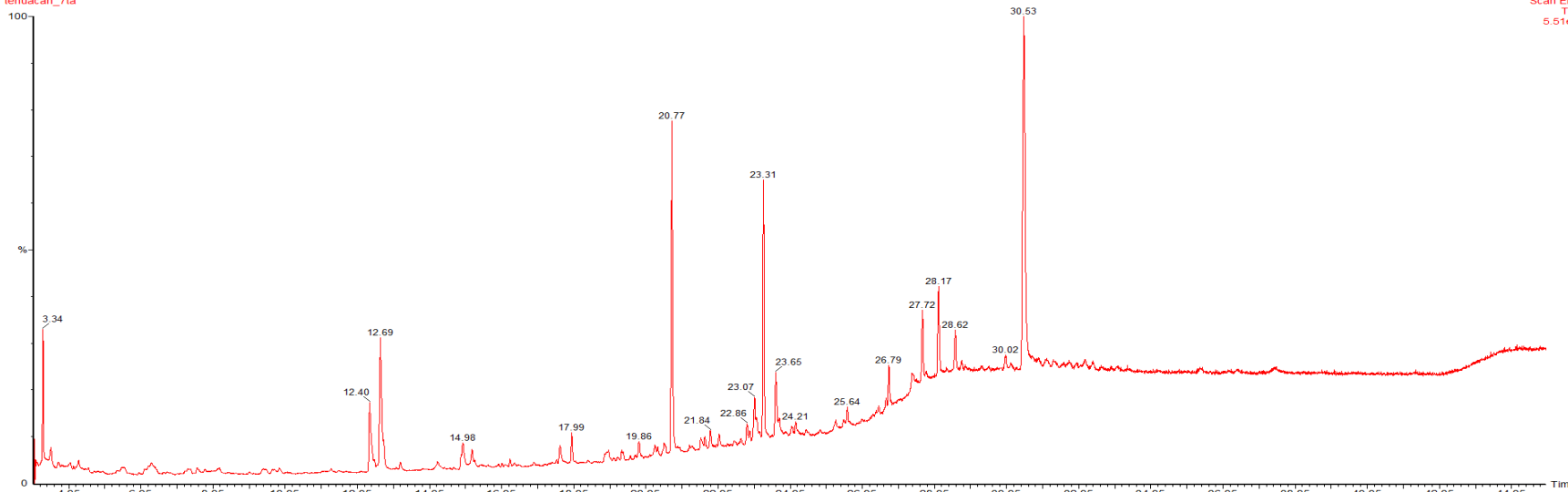
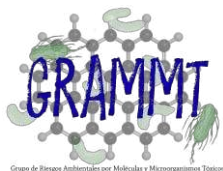


Figura A 24. Cromatograma de la muestra Ta7



Grupo de Investigación Ambiental por Moléculas y Microorganismos Tóxicos

Tehuacan_CONCyTEP 8Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_8ta



CONCyTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



UNIVERSIDAD DE TEXCOCO
EXCELENCIA UNIVERSITARIA, FORTALEZA DE INVESTIGACIÓN
UTM
ZARATECO DE MATAMOROS

, 16-Sep-2023 + 15:06:32

Scan EI+
TIC
7.77e9

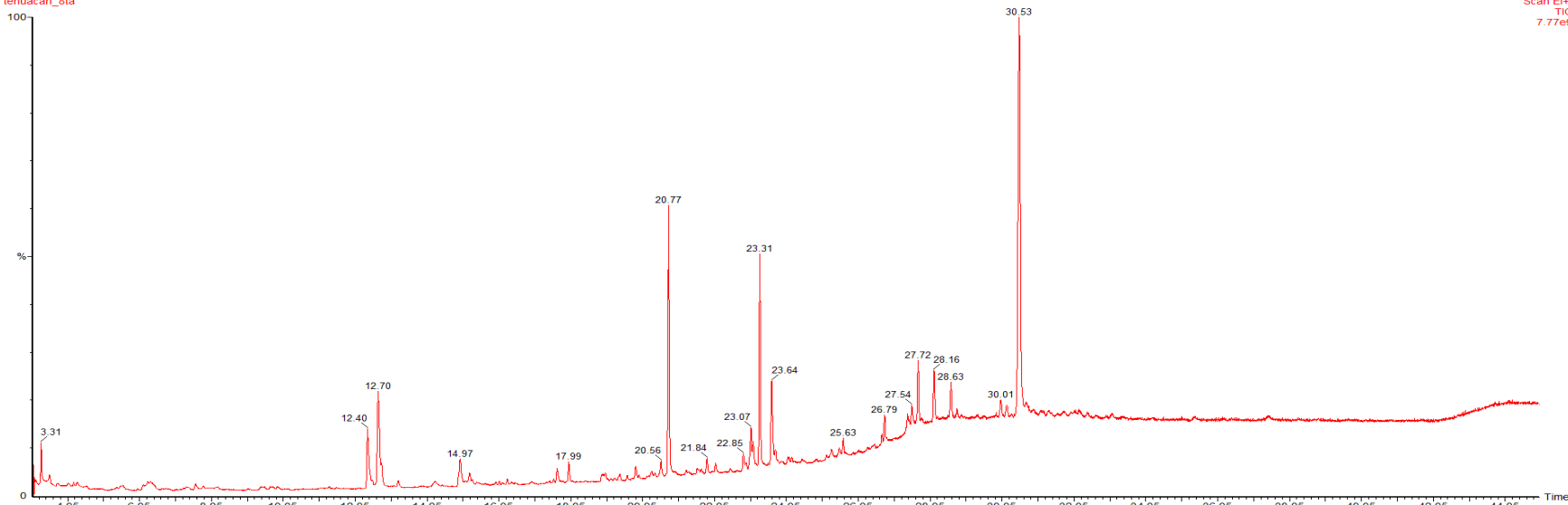


Figura A 25. Cromatograma de la muestra Ta8

Tehuacan_CONCyTEP 9Ta 2uL Deriv Tehuacan

tehuacan_9ta

, 16-Sep-2023 + 16:04:10

Scan EI+
TIC
9.69e9

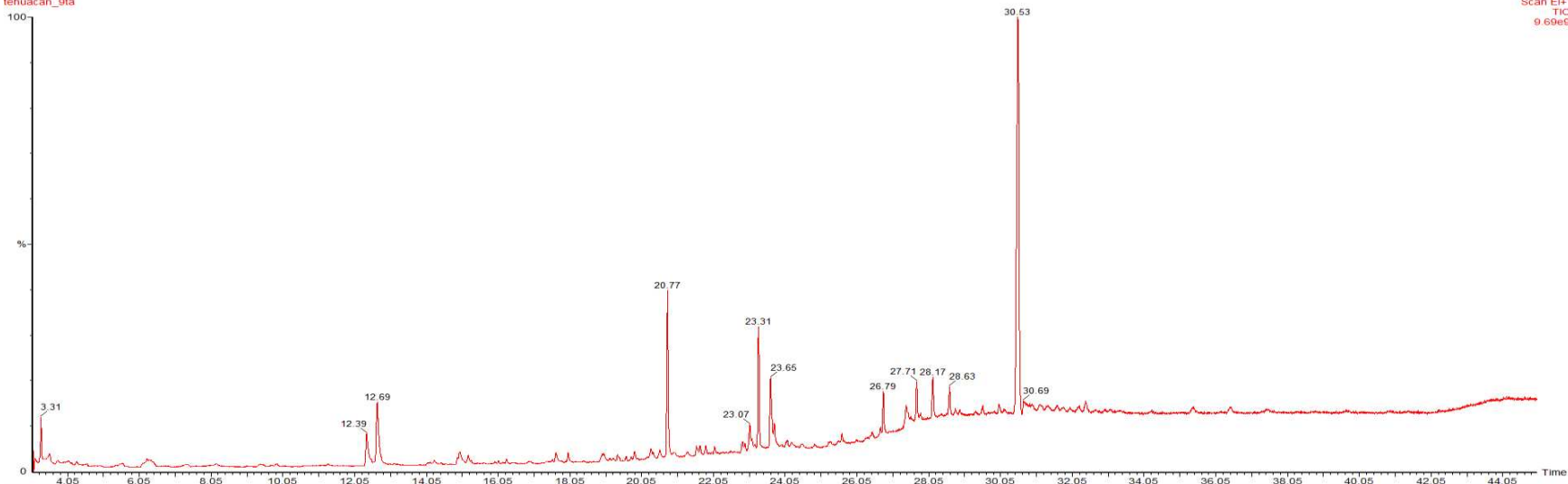
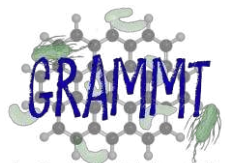


Figura A 26. Cromatograma de la muestra Ta9



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microquímica Toxicológica
Tehuacan_CONCyTEP 10Ta 2uL Deriv Tehuacan
 tehuacan_10ta



16-Sep-2023 + 16:59:21
 Scan E1+
 TIC
 1.00e10

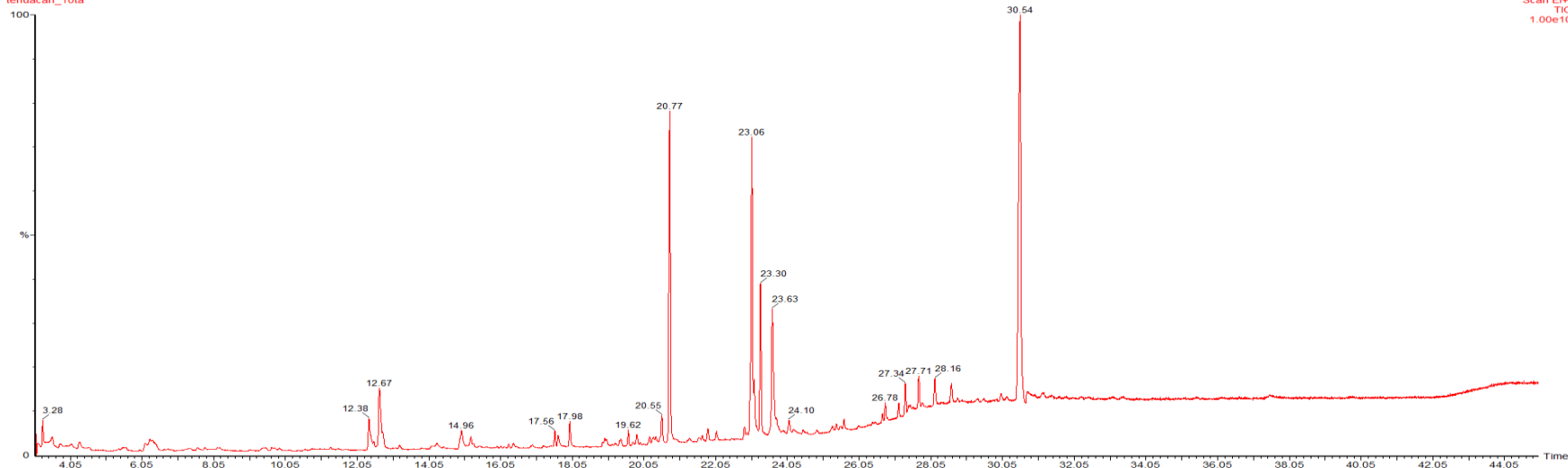


Figura A 27. Cromatograma de la muestra Ta10

Tehuacan_CONCyTEP 11Ta 2uL Deriv Tehuacan
 tehuacan_11ta

17-Sep-2023 + 10:45:35
 Scan E1+
 TIC
 2.69e9

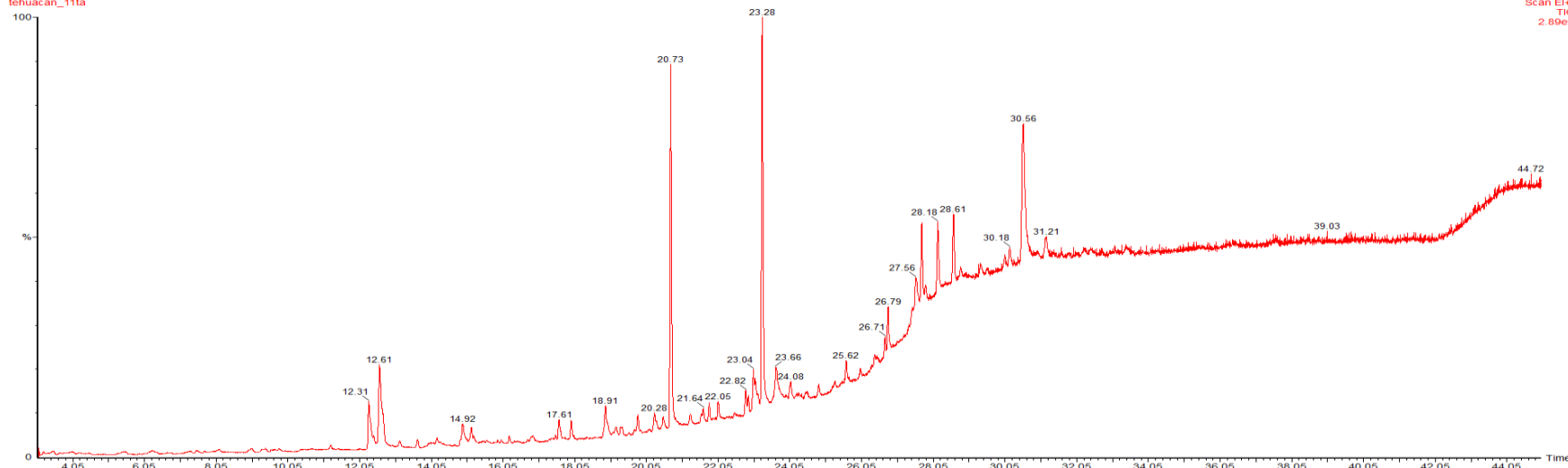
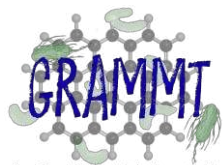


Figura A 28. Cromatograma de la muestra Ta11



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microquímica Toxicológica

Tehuacan_CONCyTEP 12Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_12ta



CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



EXCELENCIA UNIVERSITARIA, FORTALEZA DE INVESTIGACIÓN
UTM
UNIVERSIDAD DE TEXCOCO
ZACAR DE MATAMOROS

17-Sep-2023 + 11:37:03

Scan EI+
TIC
2.02e10

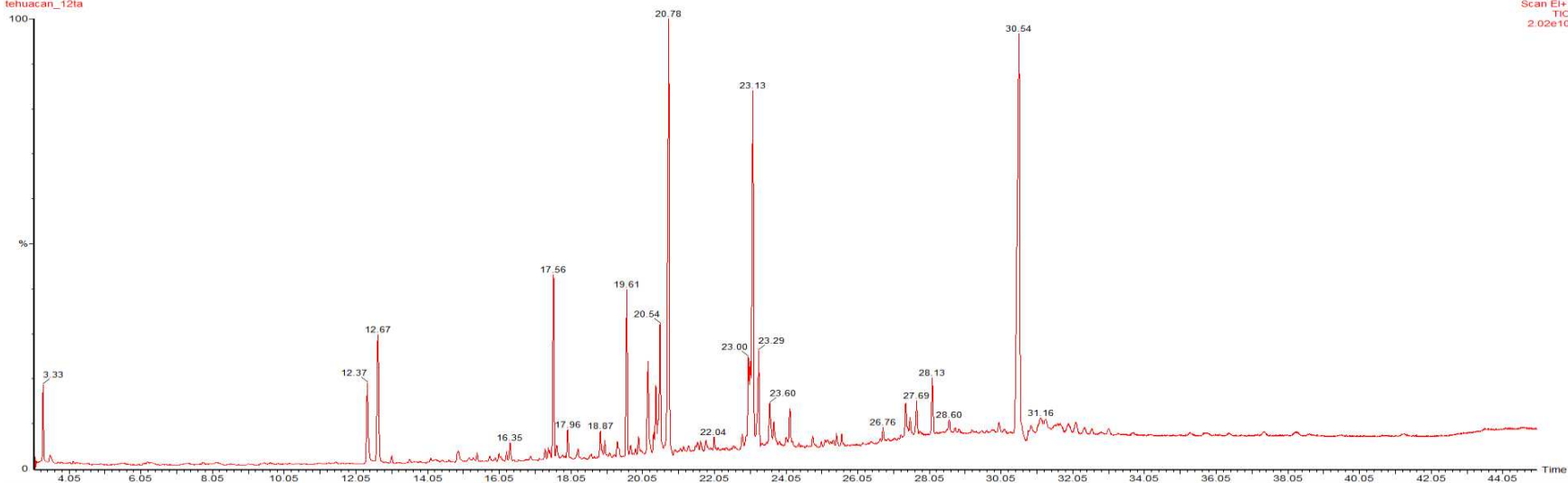


Figura A 29. Cromatograma de la muestra Ta12

Tehuacan_CONCyTEP 13Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_13ta

17-Sep-2023 + 12:34:09

Scan EI+
TIC
1.83e10

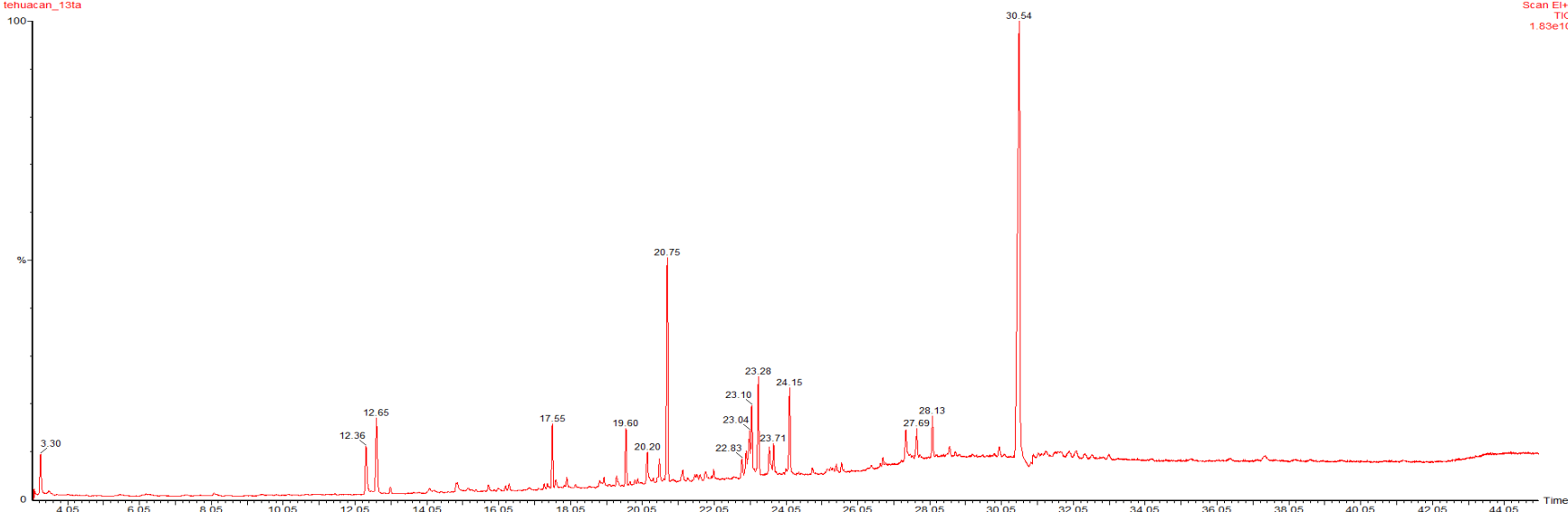
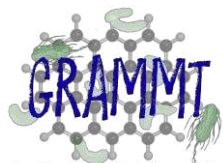


Figura A 30. Cromatograma de la muestra Ta13



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microquímica Toxicológica

Tehuacan_CONCyTEP 14Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_14ta



CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



EXCELENCIA UNIVERSITARIA, FORTALEZA DE INVESTIGACIÓN
UTM
UNIVERSIDAD DE TEXCOCO
ZARATECA DE MATAMOROS

17-Sep-2023 + 13:23:19
Scan E1+
TIC
5.65e10

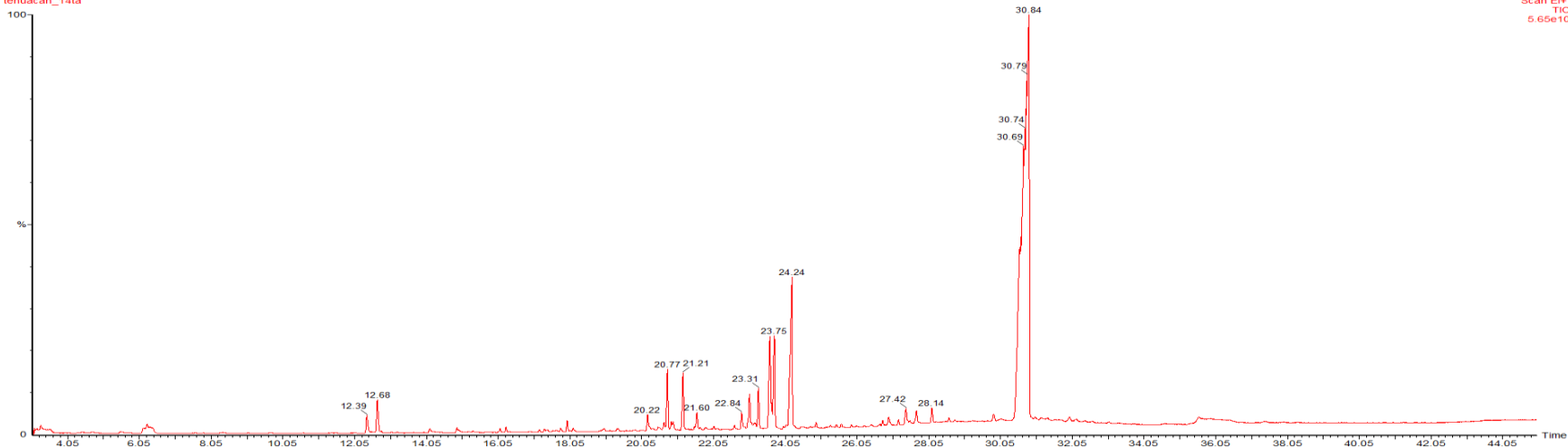


Figura A 31. Cromatograma de la muestra Ta14

Tehuacan_CONCyTEP 15Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_15ta

17-Sep-2023 + 14:21:28
Scan E1+
TIC
5.66e9

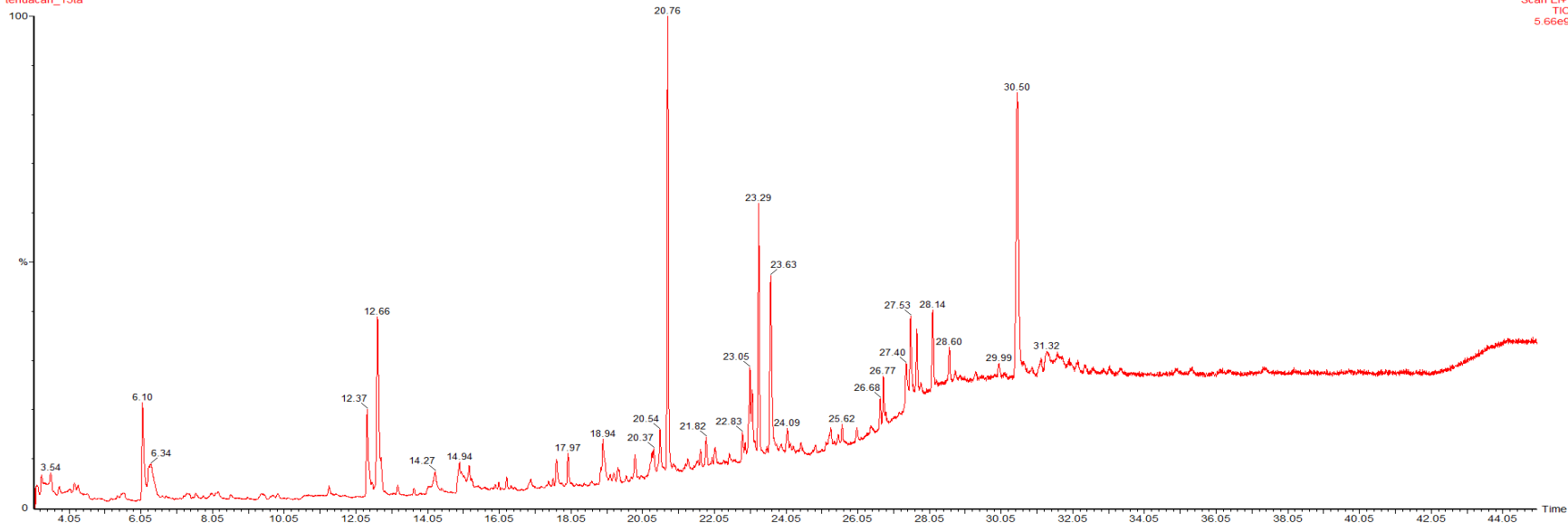
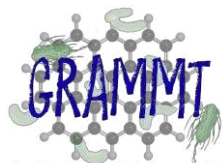


Figura A 32. Cromatograma de la muestra Ta15



Grupo de Investigación en Química Analítica y Microquímica Toxicológica

Tehuacan_CONCyTEP 16Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_16ta



CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



UNIVERSIDAD DE TEXCOCO
UTM
EXCELENCIA UNIVERSITARIA, FORTALEZA DE INVESTIGACIÓN
ZARATECO DE MATAMOROS

17-Sep-2023 + 15:10:44
Scan EI+
TIC
1.63e10

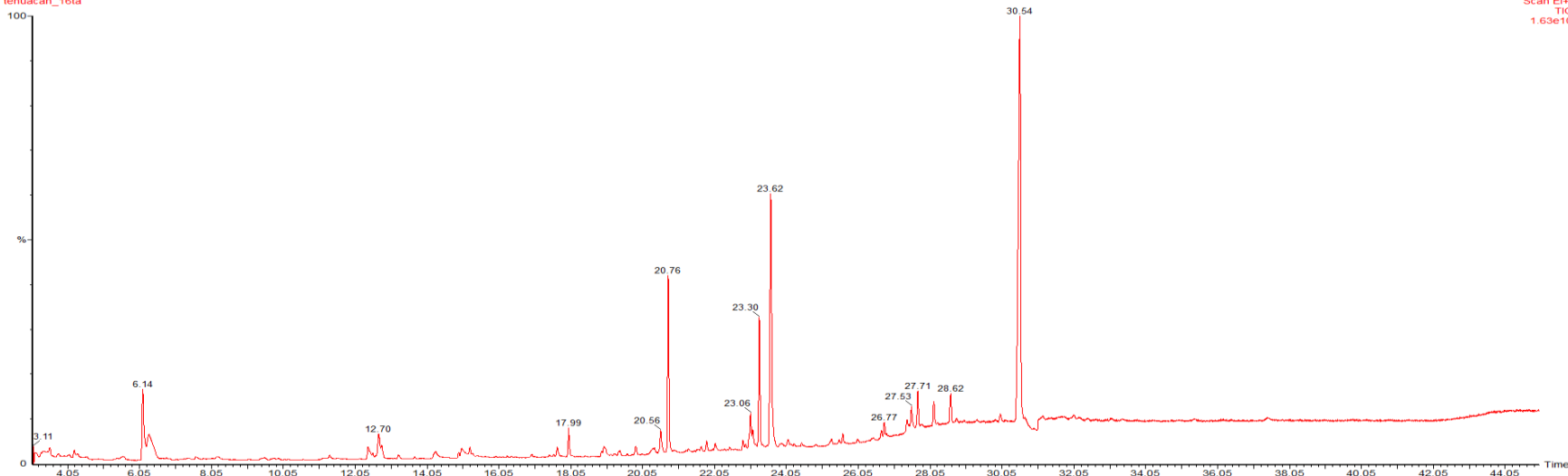


Figura A 33. Cromatograma de la muestra Ta16

Tehuacan_CONCyTEP 17Ta 2uL Deriv Tehuacan
tehuacan_17ta

17-Sep-2023 + 16:01:24
Scan EI+
TIC
7.60e9

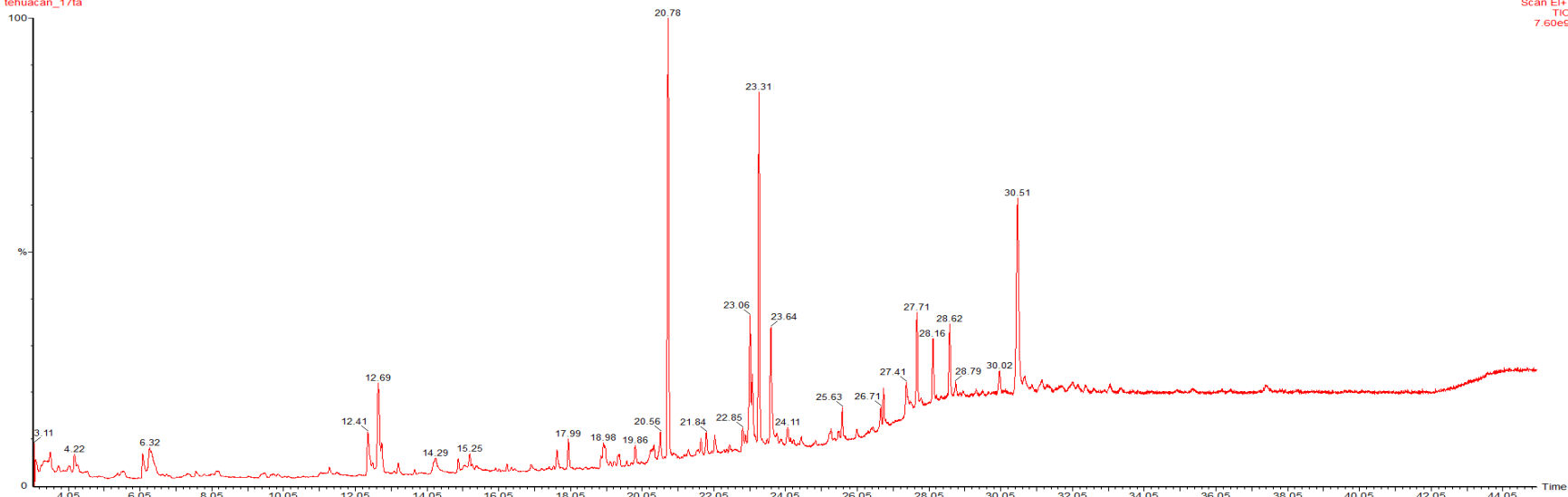


Figura A 34. Cromatograma de la muestra Ta17



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3.43 | 19.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.8 | 18.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.7 | 5.95 | 0 | 0 |
| 3.51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.2 | 0 | 0 | 16.3 | 25.1 | 17.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.24 | 0 |
| 3.54 | 0 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.56 | 0 | 0 | 51.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.3 |
| 3.63 | 0 | 0 | 0 | 285 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 5.16 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 5.45 | 2.1 | 0 | 1.37 | 0.71 | 0 | 0 |
| 3.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 1.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.64 | 0 | 0 |
| 3.71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.09 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 |
| 3.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0.27 | 0.32 | 0 |
| 3.8 | 0 | 0.27 | 30.8 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.53 | 0 | 0 | 2.23 | 3.82 | 0.12 | 0.13 | 0 | 11.3 |
| 3.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.1 | 0 | 0.08 | 0.13 | 0 | 0 |
| 3.85 | 0.17 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0 | 0 |
| 3.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 189 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.91 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 8.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.94 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0.1 | 0 | 0.41 | 0 | 0 | 0.12 | 0 |
| 3.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 4.09 | 0.64 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0 | 2.62 | 0 | 0 |
| 4.02 | 0 | 6.06 | 0 | 36.9 | 2.22 | 3.07 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.83 | 79.2 | 0 | 3.53 | 0 | 0 | 0 |
| 4.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 1.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.14 | 4.16 | 0 | 19.9 | 0 | 0 | 0 | 1.24 | 22.1 | 0 | 20.4 | 15.6 | 1.66 | 3.38 | 26.1 | 11.4 | 4.84 | 4.23 |
| 4.19 | 0 | 0 | 0.17 | 12.2 | 0 | 8.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.23 | 0 | 9.53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.26 | 8.22 | 0 | 0 | 9.59 | 0 | 0 | 10.2 | 0 | 3.85 | 8.59 | 0 | 150 | 0 | 8.71 | 2.83 | 0 | 0 |
| 4.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.61 |
| 4.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.41 | 4.28 | 0 | 0 | 0 | 125 | 0 | 3.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.21 | 0 | 4.2 | 0.6 | 6.38 |
| 4.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 | 1.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 |
| 4.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.57 | 0 | 1.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.25 |
| 4.6 | 0 | 0 | 8.25 | 0 | 57.9 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 |
| 4.62 | 0.46 | 0 | 0 | 863 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.53 | 0 | 0 | 0 |
| 4.68 | 0.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 3.32 | 48.1 | 0.23 | 1.49 | 1.07 | 0.61 | 0 |
| 4.71 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.22 | 0 | 0 |
| 4.73 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.39 | 0 | 0.82 |
| 4.76 | 0.04 | 0 | 4.39 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 196 | 5.42 | 0.13 | 0 | 0 | 0 |
| 4.83 | 2.37 | 4.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.55 | 1.32 | 5.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.05 | 0.69 | 0.22 | 0.13 |



Grupo de Investigación Avanzada por Moléculas y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| 6.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.32 | 0 | | |
| 6.65 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6.7 | 1.12 | 0 | 1 | 3.95 | 0 | 0 | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 4.14 | 0.07 | 1.63 | |
| 6.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.99 | 0 | 0 | 1.34 | 0 | 0.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | |
| 6.78 | 0.17 | 0.47 | 1.41 | 8.14 | 8.49 | 0 | 0.1 | 0 | 0.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.89 | |
| 6.82 | 0.25 | 0 | 0 | 7.58 | 0 | 0.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.9 | 8.69 | 0 | 0 | 0.5 | 0.16 | 0 | |
| 6.86 | 0.04 | 0 | 0.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.69 | |
| 6.89 | 0 | 0.55 | 0.4 | 8.94 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | |
| 6.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | |
| 6.94 | 0.2 | 1.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.69 | 0 | 0 | 1.3 | 2.49 | 0.55 | 0 | 0 | 0.34 | 0 |
| 6.98 | 0.16 | 0 | 0 | 4.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.38 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0 | |
| 7.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.31 | 0.86 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.06 | 0.08 | 0 | 1.39 | 3.34 | 0 | 1.27 | 0.67 | 0 | 6.46 | 0 | 0 | 7.08 | 0.58 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | |
| 7.08 | 0.34 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.22 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 1.55 | 0.66 | 0 | 2.49 | |
| 7.2 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.23 | 0.08 | 0 | 0 | 1.23 | 0 | 0 | 0.07 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.37 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.28 | 0 | 0 | 1.52 | 0.59 | 1.21 | 0 | 0.69 | 0 | 7.3 | 0.1 | 0.13 | 139 | 0.08 | 0 | 0.83 | 0 | 0 | |
| 7.35 | 1.44 | 0 | 3.18 | 10.1 | 1.12 | 2.02 | 0 | 7.24 | 0 | 0 | 0.84 | 0 | 0 | 0 | 1.09 | 0 | 0 | |
| 7.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0.31 | 0.68 | 0 | 0 | |
| 7.39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.42 | 0 | 0 | 0 | 11.5 | 0 | 0.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.44 | 0.13 | 21.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.16 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.62 | 8.09 | 0 | |
| 7.5 | 0 | 0 | 1.06 | 132 | 0.42 | 0.17 | 4.15 | 0.19 | 0.12 | 0 | 0.4 | 7.51 | 2.45 | 0 | 0.63 | 0 | 0 | |
| 7.56 | 9.08 | 0 | 0 | 0 | 25.2 | 0 | 0 | 0 | 8.23 | 0 | 12 | 0 | 2.78 | 8.33 | 4.4 | 0 | 0 | |
| 7.6 | 0 | 0 | 4.18 | 0 | 0 | 13.8 | 2.24 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.2 | 0 | 2.73 | 0 | |
| 7.65 | 0 | 0 | 0 | 18.7 | 38.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.6 | |
| 7.71 | 0 | 6.83 | 3.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.68 | 0 | 0 | 0 | 3.61 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.75 | 5.47 | 0 | 0 | 41.8 | 0 | 0 | 4.94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.3 | 3.14 | 0 | 4.26 | 0 | 7.93 | 3.03 | 0 | 0 | 24.8 | 6.47 | 0 | 3.5 | |
| 7.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.3 | 3.25 | 0 | 0 | 1.68 | 16.1 | 4.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.36 | |
| 7.89 | 0 | 1.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.92 | 0 | 0 | 0.97 | 2.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7.96 | 0 | 1.82 | 0.2 | 2.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | 58.7 | 20.7 | 0 | 0 | 5.09 | 0 | |
| 8 | 16.1 | 0 | 0.71 | 0 | 0 | 0 | 26.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8.04 | 0 | 1.24 | 0.92 | 0 | 0 | 7.54 | 0 | 0 | 14.3 | 0 | 13.6 | 0 | 38.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8.08 | 27.3 | 0 | 0 | 13.8 | 0 | 0 | 37.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8.12 | 0 | 0 | 0 | 2.4 | 0.37 | 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.5 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 32.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8.19 | 0 | 0 | 4.08 | 7.17 | 0 | 0 | 0 | 5.76 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.68 | 6.34 | 0 | 6.71 | |
| 8.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |



Grupo de Investigación Avanzada por Moleculas y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 8.28 | 0 | 0 | 0.5 | 1.2 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.31 | 0 | 0.3 | 0 | 0.8 | 0.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18.4 | 0.04 | 0.68 | 1.71 | 0.12 | 8.33 |
| 8.34 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.24 | 0 | 0 | 0 |
| 8.4 | 0 | 0 | 0.21 | 0.39 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.51 | 0 | 0.23 | 0 | 0 | 0 |
| 8.42 | 0 | 0 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.72 | 0 | 0.17 | 0.26 | 0 | 0 |
| 8.45 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 0.09 | 0.1 | 0.05 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.19 | 0 | 0.17 |
| 8.5 | 0 | 0 | 0 | 4.19 | 0.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.16 | 0.13 |
| 8.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.14 | 0 | 0.08 |
| 8.55 | 0 | 0.21 | 0.31 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.53 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0.02 |
| 8.58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 |
| 8.6 | 0.05 | 0.68 | 0.49 | 2 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 1.74 | 0.33 | 0 | 0.1 | 8.61 | 0.06 |
| 8.65 | 0.34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.7 | 0.49 | 0 | 0.09 | 0 | 0.14 |
| 8.71 | 1 | 1.47 | 0 | 3.8 | 0.36 | 0.38 | 0.58 | 0.01 | 0.34 | 0 | 8.64 | 0 | 0.09 | 0.16 | 0.18 | 0 | 0 |
| 8.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.39 | 0.29 | 0 | 0.11 | 0 | 0 | 0.46 | 1.45 | 0 | 0.05 | 0.16 | 0 | 8.7 |
| 8.78 | 0 | 0 | 0.43 | 4.7 | 0.14 | 0.41 | 0 | 0.04 | 0.17 | 0.53 | 0 | 0 | 8.73 | 0 | 0.09 | 0 | 0 |
| 8.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 0.1 | 0 | 0 |
| 8.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.35 | 2.69 | 0 |
| 8.86 | 0 | 2.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0.04 | 0.28 | 0 | 0 | 0 |
| 8.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0.11 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0.06 | 3.37 | 0.17 | 0.09 | 0 | 0 | 0 |
| 8.93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 |
| 8.96 | 0 | 0 | 0 | 4.49 | 0 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.8 | 0 | 0 | 0.1 | 4.33 | 0 |
| 8.99 | 1.96 | 0 | 0 | 11.9 | 0 | 0 | 0.84 | 0 | 0 | 0.06 | 0.1 | 0 | 1.93 | 0.19 | 0 | 0 | 0 |
| 9.04 | 0 | 0.03 | 1.05 | 0 | 4.07 | 0 | 0 | 1.33 | 0.37 | 0 | 8.43 | 1.36 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 2.07 |
| 9.07 | 0 | 0 | 0 | 2.68 | 0 | 3.14 | 0.66 | 0 | 0 | 1.15 | 0 | 2.88 | 0 | 2.04 | 0.57 | 0 | 0 |
| 9.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.12 | 0 | 0 | 2.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.13 | 0 | 0 | 0.68 | 2.36 | 2.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.2 | 8.78 | 0 | 0.23 | 0 | 1.31 |
| 9.16 | 0 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.17 | 0.08 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 0 | 3.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.2 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.18 | 0.14 | 0.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0.13 | 0 | 0 |
| 9.23 | 0.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 |
| 9.25 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.22 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 0.01 | 1.26 | 0.08 |
| 9.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.05 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 |
| 9.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.39 | 0 | 0.81 | 5.12 | 0 | 5.59 | 0 | 9.36 | 1.63 | 0 | 0 | 3.52 | 3.13 | 0 | 0.05 | 0.43 | 0 | 0 |
| 9.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.45 | 1.67 | 0 | 0 | 27.3 | 0 | 3.95 | 0 | 0 | 3.48 | 0 | 0 | 1.88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.04 |
| 9.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57.6 | 17.1 | 0 | 0.33 | 0 | 0 |



Grupo de Investigación Avanzada por Moleculas y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9.61 | 12.1 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 12.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42.4 | 0 | 0 | 13.1 | 0 | 26 | 3.62 | 0 | 0 | 32.1 | 0 | 0 | 0 |
| 9.71 | 0 | 7.16 | 2.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.78 | 0 | 0 | 0 | 0.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 |
| 9.88 | 1.85 | 0 | 1.36 | 6.36 | 0 | 0.44 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 93.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.92 | 0 | 2.17 | 2.26 | 8.28 | 0 | 0 | 1.59 | 0 | 0.18 | 9.94 | 0.33 | 0 | 0 | 1.95 | 1.7 | 2.44 | 4.12 |
| 9.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0.29 | 0 | 0 | 0 | 1.67 | 2.04 | 0 | 0 |
| 10.1 | 0 | 0 | 1.22 | 8.92 | 10.1 | 13.2 | 0 | 0 | 0 | 0.96 | 25.6 | 7.95 | 0 | 0 | 0 | 0.98 | 2.96 |
| 10.1 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.2 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 7.29 | 0.92 | 0 | 9.44 | 0 | 1.66 | 1.9 | 0 | 5.03 |
| 10.2 | 0 | 9.24 | 0.61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.47 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.26 | 1.19 | 0 |
| 10.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.53 | 0.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0 |
| 10.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.76 | 0 | 0.19 | 0 | 0 |
| 10.4 | 3.98 | 0 | 0.02 | 49.6 | 0 | 0 | 4.68 | 0.79 | 0 | 0 | 0 | 15.9 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 10.1 |
| 10.4 | 0 | 0 | 1.24 | 0 | 1.42 | 3.74 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 3.63 | 0 | 0 | 0 | 0.58 | 0.27 | 0 |
| 10.4 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.86 | 0 | 0.07 | 0 |
| 10.5 | 0 | 1.56 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 | 0.09 | 5.19 | 0.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.78 | 0 | 0 |
| 10.5 | 0 | 0 | 0 | 6.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.6 | 0.27 | 0 | 0.88 | 0 | 0.97 | 1.03 | 0 | 0.09 | 0 | 10.6 | 1.1 | 111 | 0 | 0.38 | 1.06 | 4.93 | 1.18 |
| 10.6 | 0 | 5.24 | 0 | 6.01 | 0 | 0 | 0.2 | 0.18 | 0 | 0.41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.6 | 0 | 0 | 0.49 | 0 | 2.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0.67 | 0.11 | 0.1 | 0 | 0 |
| 10.7 | 0 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.31 | 0 | 0 | 0 |
| 10.7 | 0.51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.8 | 0 | 0 | 0 | 24.6 | 1.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23.8 | 8.75 | 0 | 0 | 0 | 5.68 |
| 10.8 | 0 | 1.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 |
| 10.8 | 0.81 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 0 | 0 |
| 10.9 | 0 | 0 | 0.65 | 0 | 7.09 | 0 | 1.02 | 0.52 | 0.11 | 1.21 | 0 | 89.7 | 0 | 0 | 0.39 | 0 | 0 |
| 10.9 | 0 | 0 | 1.01 | 18.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.19 | 0.53 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.32 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0.53 | 0.16 | 0 | 3.57 | 1.59 | 0 | 0.51 | 11 | 2.75 | 0.09 | 266 | 0 | 0 | 4.11 | 0 | 0 |
| 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 7.39 |
| 11.1 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0.71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.39 | 4.24 | 0 |



Grupo de Investigación Avanzada en Polímeros y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 11.1 | 0 | 0 | 0 | 1.04 | 0.13 | 0.08 | 0 | 0 | 0.17 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.2 | 0 | 2.23 | 0.18 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0.29 | 0.27 | 0 | 0 |
| 11.2 | 0.11 | 0 | 0.32 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 0 |
| 11.2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.3 | 0 | 0 | 0.51 | 0 | 11.7 | 0 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.3 | 1.39 | 0 | 0.5 | 9.23 | 0 | 2.19 | 0 | 1.51 | 2.51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.41 | 0 | 15.1 |
| 11.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.54 | 0 | 3.59 | 0 |
| 11.3 | 0 | 15.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.4 | 4.43 | 0.56 | 1.89 | 25.9 | 0 | 0.13 | 3.56 | 0.05 | 0 | 0.1 | 0.17 | 27.6 | 6.27 | 0 | 0.09 | 11.4 | 29.4 |
| 11.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.2 | 0 | 0 | 3.39 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | 0 | 12.5 | 0 | 0 | 0 |
| 11.6 | 0 | 0.09 | 0 | 0.76 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.43 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.6 | 0.04 | 0.16 | 0 | 0.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.31 | 0 | 0 |
| 11.6 | 0 | 0 | 0 | 0.92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.6 | 0 | 0.08 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.7 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| 11.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 |
| 11.7 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0.28 | 0 | 0 | 0 | 0.48 | 0 | 0 | 3.44 |
| 11.8 | 0 | 7.57 | 1.09 | 6.63 | 11.7 | 0 | 0.56 | 0 | 0 | 0.19 | 0.36 | 18.1 | 0 | 0 | 0 | 1.68 | 0 |
| 11.8 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.56 | 1.55 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 1.75 | 0.13 | 0.18 | 0 | 11.8 |
| 11.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 1.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.9 | 0 | 0 | 1.04 | 17 | 0 | 0.88 | 0 | 0 | 3.8 | 0 | 0 | 21.2 | 0 | 0 | 0.18 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 1.8 | 0 | 1.26 | 0 | 0.9 | 0 | 1.19 | 0 | 0 | 0.42 | 1.35 | 0 | 1.08 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 2.8 | 0.53 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.85 | 0 | 1.51 | 0 | 0 | 1.07 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 1.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.1 |
| 12.1 | 0.04 | 0 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0.19 | 2.04 | 12.1 | 0.41 | 0.67 | 0.25 | 0 | 0 |
| 12.1 | 0 | 0 | 0 | 16.3 | 3.67 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 2.08 | 0 | 0 | 0.15 | 0.09 | 0 |
| 12.2 | 0.24 | 0.1 | 0.29 | 0 | 0 | 0 | 1.16 | 0 | 1.51 | 0 | 0 | 1.41 | 0.94 | 0 | 0.13 | 0 | 0 |
| 12.2 | 0 | 0.08 | 0.53 | 0 | 0 | 1.47 | 0 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0 | 0 |
| 12.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 |
| 12.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 1.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0.2 |
| 12.3 | 0.38 | 3.62 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0.21 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 12.2 | 0 | 0.12 | 0.04 | 6.35 | 0 |
| 12.4 | 11.1 | 0 | 35.9 | 16.1 | 5.79 | 2.39 | 1.22 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 14.1 | 2.45 | 1.68 | 0 | 0.17 | 12.7 |
| 12.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.28 | 0 | 2.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.5 | 2.08 | 8.55 | 0 | 42.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.48 | 6.95 | 64.7 | 1.06 | 0 | 0 | 5.63 | 0 |
| 12.5 | 0 | 0 | 0.84 | 0 | 5.85 | 2.48 | 0 | 1.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | 3.94 | 0 | 10.3 |
| 12.6 | 0 | 1.36 | 0 | 0 | 8.9 | 0 | 0 | 1.19 | 5.76 | 0 | 0 | 58.8 | 0 | 2.14 | 0 | 4.87 | 0 |
| 12.6 | 1.27 | 13.2 | 8.15 | 23.5 | 8.76 | 2.49 | 0 | 4.1 | 0 | 5.51 | 0.01 | 0 | 0 | 1.71 | 4.34 | 0 | 0 |
| 12.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.83 | 0 | 43 | 9.93 | 0 | 0 | 0 | 71.4 |
| 12.7 | 7.7 | 0 | 0 | 76.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.3 | 6.96 | 3.81 | 6.37 | 7.6 | 8.73 | 0.68 | 0 | 0 | 7.16 | 3.81 | 0 | 0 |
| 12.8 | 0.85 | 0.24 | 0.66 | 0 | 0 | 1.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24.2 | 0 | 0 | 1.87 | 2.29 | 0 |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 14.7 | 1.7 | 14.7 | 0.64 | 0 | 0 | 0 | 1.8 | 0.52 | 0 | 1.68 | 0.74 | 6 | 1.98 | 2.66 | 0 | 76.9 | 0 |
| 14.8 | 0 | 118 | 0 | 14.6 | 16 | 0 | 0 | 0.84 | 3.35 | 1.73 | 0 | 2.2 | 0 | 1.27 | 2.91 | 0 | 33.9 |
| 14.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47.6 | 86.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.9 | 81.2 | 0 | 0 | 39.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.5 | 0 | 10 | 4.25 | 0 | 0 | 36.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.97 | 0 | 0 | 4.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.78 | 0 | 0 | 0 | 0.13 | 2.97 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 1.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.1 | 1.22 | 6.88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.78 | 0 | 0 | 0.67 | 0 |
| 15.1 | 0 | 0 | 0 | 0.49 | 0 | 1.51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 1.71 | 0 | 7.39 | 0 |
| 15.2 | 0 | 14.7 | 5.98 | 0 | 0 | 11 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.6 |
| 15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.55 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.3 | 0 | 0 | 0 | 45.5 | 2.83 | 7.49 | 4.01 | 0 | 0 | 0 | 0.36 | 28.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.4 | 0 | 1.97 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.52 |
| 15.4 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0.08 | 0.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.47 | 0.21 | 0 | 0 | 0.32 | 0 |
| 15.5 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.5 | 0 | 0.95 | 0 | 11.8 | 2.05 | 0.59 | 1.1 | 0 | 0 | 0.07 | 0.9 | 0 | 0.77 | 0.37 | 0.41 | 15.5 | 0.19 |
| 15.5 | 0 | 0 | 2.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.11 | 0.79 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 |
| 15.6 | 0.05 | 15.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.13 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 1.61 | 1.03 | 0.09 | 0.46 | 0.53 | 2.47 |
| 15.6 | 0.07 | 1.01 | 0.68 | 14.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.5 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 4.7 |
| 15.7 | 0 | 0 | 0.61 | 0 | 4.96 | 0.91 | 0.64 | 14.9 | 1.88 | 0.93 | 0.45 | 11.9 | 0.94 | 0.54 | 0.72 | 0 | 0 |
| 15.8 | 0.92 | 3.06 | 3.06 | 4.09 | 4.54 | 2.31 | 4.76 | 15.2 | 1.51 | 1.56 | 0 | 16.4 | 0 | 0.8 | 0.55 | 0.6 | 0 |
| 15.8 | 0 | 0 | 0 | 2.34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.11 |
| 15.8 | 1.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.58 | 0 | 0 | 0 | 1.51 | 0 | 0.47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.33 | 3.1 | 0 | 0.73 | 15.2 | 1.96 | 0 | 7.01 | 0.32 | 1 | 0 | 2.17 | 0 |
| 15.9 | 0 | 2.7 | 0.7 | 4.83 | 15.4 | 0 | 1.14 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0.07 | 1.55 | 1.29 | 7.57 |
| 16 | 0.59 | 6.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 1.09 | 0 | 1.15 | 8.37 | 15.1 | 1.91 | 5.07 | 0.9 | 0.53 | 1.82 | 3.29 | 35.2 | 0 | 15.4 | 0.44 | 0 | 0.56 |
| 16.1 | 0 | 0.14 | 5.92 | 10.2 | 6.22 | 0.98 | 0 | 15.2 | 1.61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.34 | 0 | 1.16 | 0 |
| 16.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.46 | 0 | 6.93 |
| 16.2 | 0 | 5.61 | 0 | 0.58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.3 | 0 | 0 | 0 | 2.09 | 0 |
| 16.2 | 0 | 4.74 | 3.97 | 0 | 0 | 23 | 12.1 | 0 | 0 | 0 | 14.5 | 12.3 | 13.8 | 0.71 | 0 | 0 | 19.8 |
| 16.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.26 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.21 | 0 | 0 |
| 16.3 | 13.6 | 4.15 | 5.58 | 54.9 | 27.3 | 10.3 | 14.8 | 3.89 | 11.2 | 2.22 | 0 | 18.7 | 6.4 | 5.05 | 4.86 | 1.11 | 2.92 |
| 16.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16.4 | 1.79 | 5.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.6 | 5 | 0 | 0 | 0.12 | 1.83 |
| 16.5 | 0 | 0 | 0 | 7.57 | 29.5 | 0.29 | 0 | 0 | 12.7 | 1.99 | 0 | 0 | 0 | 1.8 | 0.13 | 0 | 0 |
| 16.5 | 0 | 0.34 | 0.55 | 0 | 7.58 | 1.43 | 1.93 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 |
| 16.6 | 0.25 | 0 | 0 | 17.7 | 0 | 0.91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.52 | 2.87 | 0.5 | 0 | 0 | 0.07 | 0.82 |
| 16.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.38 | 0.28 | 0 | 16.3 | 4.53 | 0 | 0.74 | 0 | 1.9 | 0 |



Grupo de Investigación Avanzada por Molecular y Microorganismos Totales



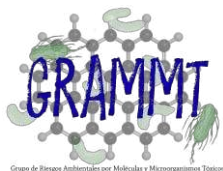
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 16.7 | 0.08 | 0 | 0 | 0.64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 3.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16.7 | 0 | 3.49 | 0 | 0.44 | 0 | 0.09 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0.11 | 0 | 0 | 0.65 | |
| 16.7 | 0 | 0 | 0 | 1.29 | 0.4 | 0.1 | 0.64 | 0.07 | 0.48 | 0.21 | 0.35 | 16.7 | 0 | 0.19 | 0.11 | 0 | 6.53 | |
| 16.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16.8 | 0 | 18.3 | 3.97 | 0 | 1.05 | 16.8 | 0 | 0.3 | 0 | 0.92 | 2.73 | 0 | 3.07 | 0 | 0.28 | 10.2 | 13 | |
| 16.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 154 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16.9 | 4.88 | 0 | 4.9 | 61.4 | 4.58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.68 | 0 | 0 | 1.72 | 0 | |
| 16.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.8 | 17.7 | 0 | 0.9 | 0.68 | 52.7 | 0 | 0 | 4.51 | 9.8 | 0 | 0 | |
| 17 | 0 | 0 | 0.49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | 0.57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.76 | 1.83 | 1.41 | 0 | 0 | 1.02 | 1.07 |
| 17.1 | 0 | 0 | 2.89 | 0 | 0 | 0 | 2.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.29 | 0 | 0.66 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.1 | 0.05 | 3.57 | 0 | 0 | 5.5 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 1.05 | 0 | 1.26 | 0 | 0 | 0.55 | 0 | 0 | |
| 17.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.03 | 0 | 1.08 | 1.36 | 0.02 | 0 | 0 | 0.03 | |
| 17.2 | 0 | 0 | 6.23 | 3.28 | 16.3 | 6.56 | 0.28 | 0 | 0 | 0 | 11.1 | 1.65 | 0 | 0 | 0 | 0.87 | 10.8 | |
| 17.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.3 | 0.04 | 4.47 | 0 | 0 | 1.27 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 4.36 | 22.2 | |
| 17.3 | 3.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.1 | 4.57 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.3 | 3.8 | 20 | 6.66 | 16.3 | 12.1 | 8.99 | 11.7 | 2.87 | 16.9 | 5.1 | 0 | 6.88 | 4.81 | 2.18 | 3.04 | 0 | 0 | |
| 17.4 | 0.37 | 15.7 | 11.8 | 2.19 | 6.96 | 17.3 | 1.25 | 3.81 | 11.2 | 5.13 | 5.52 | 0 | 0.25 | 3.72 | 3.18 | 3.93 | 0 | |
| 17.5 | 17.5 | 3.58 | 0 | 18.4 | 7 | 0 | 4.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.2 | 1.86 | 0 | 0 | 10.3 | 4.34 | |
| 17.5 | 0 | 0 | 0.97 | 0 | 9.84 | 0 | 1.13 | 0.53 | 15.9 | 7.51 | 0.33 | 0 | 0 | 0.53 | 1.17 | 0 | 2.5 | |
| 17.6 | 0.88 | 8.47 | 7.96 | 2.06 | 13.4 | 1.69 | 0 | 0 | 5.41 | 0.95 | 1.26 | 36.4 | 2.64 | 13.9 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.23 | 0 | 0 | 0 | 7.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | |
| 17.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.3 | |
| 17.7 | 0 | 0 | 12.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.8 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.09 | 3.27 | 1.81 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17.9 | 2.68 | 41.9 | 0.58 | 41.7 | 23.4 | 8.54 | 11.1 | 3.5 | 7.87 | 0 | 0.88 | 11.4 | 7.05 | 3.09 | 0 | 17.4 | 2.94 | |
| 17.9 | 21.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.16 | 0 | 67.1 | 55.7 | 0 | 9.44 | 0 | 0 | |
| 17.9 | 0 | 0 | 59.8 | 53.8 | 0 | 68.3 | 14.5 | 0 | 0 | 0 | 32.4 | 0 | 0 | 27.3 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | 3.67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.87 | 0 | 0 | 1.02 | 0 | |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 53.4 | 0 | 6.74 | 4.94 | 2.88 | 5.52 | 0 | 1.83 | 0 | 0 | 2.81 | 18 | 0 | 5.32 | |
| 18.1 | 0 | 20.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18.1 | 1.34 | 0 | 5.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 1.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18.2 | 0 | 17 | 1.57 | 39.2 | 1.75 | 17.9 | 2.81 | 2.32 | 0.52 | 0 | 5.04 | 14.1 | 6.2 | 2.16 | 1.62 | 0 | 22 | |
| 18.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.6 | 0 | 0.17 | 0 | 2.3 | 0 | 23.7 | 0 | 1.54 | 0 | 1.57 | 0 | |
| 18.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18.3 | 0 | 22.4 | 0 | 0 | 0 | 4.38 | 6.35 | 0 | 14.9 | 0 | 0 | 13.4 | 1.35 | 0 | 2.52 | 0 | 0.15 | |
| 18.4 | 0 | 0 | 0 | 14.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.62 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18.5 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 6.04 | 0.31 | 0.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.91 | 0 | 18.5 | 0 | 1.2 | 4.7 | |
| 18.5 | 1.95 | 25 | 0 | 10.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.27 | 0.07 | 7.72 | 18.6 | 0.15 | 0.18 | 3.27 | 2.94 | |
| 18.6 | 0 | 7.23 | 9.08 | 0 | 18.2 | 7.07 | 2.29 | 4.19 | 2.14 | 5.18 | 5.96 | 0.83 | 1.31 | 4.17 | 1.92 | 0 | 0 | |



Grupo de Investigación Avanzada por Moleculas y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 18.7 | 1.21 | 0 | 1.46 | 10.6 | 0 | 4 | 0.81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.21 | 0 | 0 | 0 | 2.37 | 1.78 | 1.93 | 0 | 0 | 0 |
| 18.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.6 | 2.37 | 1.81 | 0 | 3.21 | 5.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.21 | 3.71 | 63.7 |
| 18.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.96 | 0 |
| 18.8 | 0 | 109 | 2.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18.8 | 4.78 | 0 | 15.4 | 39.5 | 49.2 | 69.9 | 10.9 | 28.4 | 45.3 | 0 | 1.4 | 29.8 | 14.9 | 23.3 | 0 | 1.3 | 33.6 |
| 18.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32.4 | 0 | 86.7 | 0.16 | 0 | 6.94 | 0 | 0 |
| 18.9 | 0 | 46 | 8.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 29.5 | 12.4 | 22.6 | 0 | 0 | 8.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 3.08 | 0 | 0 | 6.29 | 0 | 0 |
| 19 | 0.04 | 0 | 0.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 4.39 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19.1 | 1.07 | 6.81 | 2.23 | 15.3 | 5.69 | 2.37 | 19.1 | 0 | 1.09 | 0 | 2.22 | 4.58 | 3.76 | 1.07 | 0.81 | 7.3 | 5.28 |
| 19.2 | 19.2 | 6.8 | 0 | 0 | 12.4 | 0 | 1.67 | 1.93 | 0 | 2.74 | 0 | 48.3 | 0 | 0 | 0 | 4.32 | 12.6 |
| 19.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.35 | 0 | 0 | 0 | 26.5 |
| 19.2 | 0 | 10.1 | 15.3 | 7.2 | 0 | 26.2 | 4.63 | 0 | 13.2 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.05 | 0 |
| 19.3 | 0 | 36.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 |
| 19.3 | 14.1 | 0 | 4.41 | 0 | 0 | 40.8 | 13.2 | 6.6 | 11 | 10.5 | 17 | 33.8 | 31.4 | 0 | 19.4 | 0 | 1.28 |
| 19.4 | 0 | 0 | 6.65 | 26.1 | 97.8 | 0 | 1.78 | 3.35 | 5.58 | 12 | 0 | 0 | 0 | 8.81 | 2.46 | 0 | 0 |
| 19.4 | 0.72 | 0.99 | 0.31 | 0.6 | 0 | 3 | 0 | 0 | 19.5 | 0 | 0 | 2.29 | 0 | 0 | 0 | 2.29 | 1.69 |
| 19.5 | 0 | 0 | 0.2 | 0.95 | 0 | 0 | 1.08 | 1.93 | 0 | 1.47 | 2.02 | 2.5 | 0 | 0 | 1.5 | 0 | 0 |
| 19.5 | 0 | 5.23 | 0.34 | 0 | 15.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 19.6 | 9.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.09 | 0 | 11.7 | 0 | 0 | 6.87 | 0 |
| 19.6 | 0 | 0 | 102 | 0 | 0 | 7.61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19.7 | 5.92 | 9.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.4 | 12.6 | 0 | 0 | 0.85 | 3.15 |
| 19.7 | 0 | 8.72 | 4.66 | 21.9 | 26.7 | 10.4 | 19.1 | 2.97 | 12.6 | 12 | 1.81 | 2.72 | 0.08 | 2.42 | 7.97 | 0.99 | 0 |
| 19.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 |
| 19.8 | 0.08 | 0 | 6.87 | 2.06 | 1.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19.8 | 0 | 0 | 0 | 7.91 | 19.9 | 1.84 | 3.87 | 1.27 | 4.44 | 5.19 | 2.17 | 0 | 0 | 5.81 | 4.35 | 2.3 | 15.3 |
| 19.9 | 0.64 | 9.36 | 11.2 | 0.88 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 0.16 | 19.9 | 0.67 | 0.13 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 2.46 | 13.1 | 3.71 | 3.43 | 14.4 | 0 | 0 | 0 | 6.1 | 0 | 19.3 | 3.01 | 10.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 1.6 | 0 | 21.8 | 6.14 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.14 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 1.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.26 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20.1 | 0 | 0 | 0 | 2.03 | 0 | 0 | 0 | 9.49 | 1.2 | 4.71 | 1.64 | 1.5 | 0.71 | 0 | 0 | 20.1 | 99.6 |
| 20.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.64 | 0 | 0 | 0 |
| 20.2 | 4.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20.2 | 17.2 | 81.7 | 71.1 | 21.1 | 1.49 | 82.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40.6 | 74.1 | 20.2 | 1.2 | 0 | 7.95 | 4.72 |
| 20.3 | 0 | 0 | 5.91 | 28.9 | 35.3 | 0 | 17.8 | 13.1 | 38 | 33.4 | 0 | 31.6 | 0 | 25.9 | 2.87 | 0 | 0 |
| 20.3 | 0 | 3.2 | 0 | 35.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20.3 | 0 | 0 | 4.02 | 0 | 11.1 | 19.8 | 1.82 | 1.06 | 2.45 | 3.1 | 0 | 10.7 | 1.38 | 1.65 | 2.36 | 9.69 | 55.7 |
| 20.4 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20.5 | 18.2 | 89.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.4 | 57.9 | 47 | 0 | 0 | 11 | 54.7 |
| 20.5 | 0 | 0 | 20.7 | 46.5 | 45.5 | 110 | 21.7 | 11.6 | 30.4 | 24 | 0 | 0 | 0 | 13.1 | 6.76 | 0 | 0 |



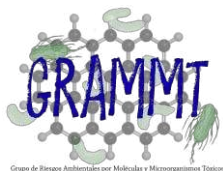
Grupo de Investigación Avanzada por Moléculas y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 279 |
| 20.6 | 0 | 25.9 | 0 | 19.3 | 0 | 82.8 | 9.55 | 14 | 0 | 0 | 0 | 84.8 | 0 | 0 | 0 | 95.2 | 0 |
| 20.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 417 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20.7 | 124 | 297 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.89 |
| 20.7 | 0 | 0 | 247 | 252 | 0 | 446 | 87.7 | 0 | 156 | 0 | 234 | 0 | 179 | 129 | 84.6 | 0 | 0 |
| 20.8 | 0 | 6.41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20.9 | 4.94 | 3.61 | 20 | 0 | 14.9 | 0 | 5.96 | 0.16 | 5.74 | 2.77 | 1.97 | 10.9 | 2.77 | 1.89 | 5.51 | 0 | 2.16 |
| 21 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.36 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.41 | 0 | 0 | 2.57 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0.66 | 7.13 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.54 | 0 | 0.01 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | 0 |
| 21.1 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.43 | 0 | 0.61 | 0 | 0.37 | 7.86 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 |
| 21.1 | 0 | 0 | 0.16 | 1.49 | 0 | 0.92 | 0 | 0 | 0.93 | 0 | 0 | 2.76 | 1.04 | 0 | 0.1 | 0 | 86.9 |
| 21.1 | 0 | 8.11 | 0 | 0 | 2.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.2 | 21.2 | 0 | 58.2 | 1.53 | 0 | 1.2 | 0 | 1.01 | 0.39 | 2.01 | 0 | 50.5 | 5.2 | 0 | 0.82 | 10.8 | 0 |
| 21.2 | 0 | 0 | 0 | 12 | 1.05 | 0 | 2.52 | 0 | 5.67 | 0 | 0 | 0 | 2.36 | 0 | 0 | 0 | 7.2 |
| 21.2 | 0 | 94.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.26 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 69.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.3 | 0.07 | 0 | 0 | 45.9 | 0 | 131 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76.6 | 0 | 24.7 | 13.8 | 0 | 0 | 0 |
| 21.3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 23.7 | 0 | 72.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41.6 | 0 | 0 | 50.7 | 0 | 51.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.1 | 0 | 0 |
| 21.4 | 0 | 21.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.83 | 0 | 0 | 0 | 4.66 | 36.8 |
| 21.4 | 1.87 | 0 | 21.6 | 20.3 | 0 | 16.1 | 4.84 | 5.38 | 6.08 | 5.55 | 0.22 | 0 | 4.37 | 3.52 | 0 | 2.64 | 0 |
| 21.5 | 0 | 0 | 29.3 | 0 | 8.31 | 0.32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.86 | 3.06 | 8.61 | 0 | 2.24 | 0 | 44.8 |
| 21.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.5 | 0.01 | 58.3 | 16.6 | 17.2 | 0.69 | 20.3 | 0 | 0 | 21.8 | 0 | 0 | 14 | 6.57 | 14.8 | 0 | 14.8 | 0 |
| 21.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30.1 | 0 | 10.9 | 24.1 | 0 | 24.1 | 0 | 1.61 | 0 | 0 | 6.56 | 0 | 44.8 |
| 21.7 | 4.6 | 45.4 | 5.37 | 19.5 | 21.8 | 36.8 | 9.01 | 20.7 | 23.4 | 17.8 | 8.22 | 12.4 | 15.6 | 13 | 3.61 | 2.31 | 8.28 |
| 21.8 | 0 | 31.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31.7 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 |
| 21.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.25 | 24.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.75 |
| 21.9 | 0 | 13.3 | 0 | 1.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.1 | 16 |
| 21.9 | 2.26 | 0 | 2.84 | 0 | 0 | 16.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.77 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.9 | 0 | 0 | 0 | 7.06 | 6.11 | 0 | 3.14 | 3.34 | 8.55 | 6.66 | 0.19 | 0 | 0 | 6.89 | 0 | 0 | 21.3 |
| 22 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.98 | 0 | 0 |
| 22 | 6.5 | 29.7 | 13.5 | 18.4 | 71.9 | 25 | 17.7 | 7.06 | 30.1 | 0 | 4.45 | 54.9 | 16.9 | 15.9 | 15.4 | 0 | 0 |
| 22.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.3 | 0 | 0 | 0 | 36.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.1 | 0.05 | 0 | 0 | 11.5 | 0 | 0 | 0 | 13.7 | 0 | 0 | 0 | 6.4 | 0 | 9.66 | 0 | 0.18 | 0.35 |
| 22.1 | 0.6 | 5.18 | 0.38 | 0 | 0 | 1.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 1.59 | 0 | 0 | 0 | 1.89 |
| 22.2 | 0 | 0 | 0 | 20.7 | 0 | 0 | 0 | 1.07 | 1.27 | 0 | 0 | 2.53 | 0 | 0.84 | 0 | 0.54 | 0 |
| 22.2 | 0.75 | 0 | 6.52 | 1.35 | 15.6 | 0 | 1.58 | 0 | 0 | 1.59 | 0 | 1.43 | 22.2 | 0 | 0.19 | 1.33 | 5.22 |
| 22.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 1.69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.3 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 0 | 0.1 | 0.47 | 0.17 | 0.63 | 22.2 | 0.49 | 1.27 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.3 | 0 | 3.77 | 21.9 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 1.98 | 0 |
| 22.4 | 0 | 7.87 | 2.12 | 0 | 6.19 | 2.06 | 1.95 | 1.12 | 22.3 | 0 | 0.89 | 0 | 0 | 0.5 | 0.03 | 0 | 14.3 |
| 22.4 | 4.1 | 0 | 0.6 | 15.2 | 0 | 6.77 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 15.9 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 |



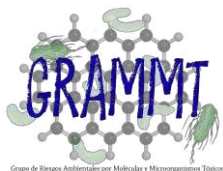
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 22.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.39 | 0 | 0 | 0 | 1.63 | 0 | 3.06 | 0 | 2.14 | 0 | 0 | 0.19 | 4.22 |
| 22.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.5 | 1.49 | 23 | 2.24 | 3.7 | 0 | 22.2 | 0 | 1.78 | 6.66 | 1.06 | 1.17 | 7.55 | 6.83 | 3.9 | 2.39 | 0.95 | 0 |
| 22.6 | 0.48 | 0 | 3.62 | 0 | 5.1 | 0 | 3.33 | 7.58 | 0 | 7.91 | 22.6 | 5.26 | 0 | 0 | 2.43 | 0 | 0 |
| 22.6 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 22.9 |
| 22.6 | 0 | 0 | 0 | 1.03 | 0 | 0 | 5.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.7 | 0.52 | 0.61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.19 | 0 | 1.92 | 0 | 0 | 7.57 | 0 |
| 22.7 | 0 | 0 | 0.05 | 2.69 | 3.11 | 0 | 0 | 0.65 | 0.98 | 3.17 | 0 | 0 | 0 | 0.72 | 22.5 | 0 | 0 |
| 22.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.65 | 0 | 0 | 9.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 221 |
| 22.9 | 6.28 | 2.07 | 1.57 | 13.2 | 19.6 | 38.8 | 35.4 | 9.01 | 0 | 9.47 | 27.7 | 0 | 3.07 | 1.9 | 7.79 | 82.5 | 21.3 |
| 22.9 | 0 | 0 | 0 | 4.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.9 | 0 | 6.37 | 2.56 | 0 | 7.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.82 | 0 | 0 |
| 22.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.2 | 0 |
| 23 | 78.8 | 295 | 152 | 114 | 0 | 374 | 0 | 0 | 110 | 0 | 240 | 231 | 158 | 72 | 0 | 0 | 1.78 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.1 | 27.8 | 82.2 | 18.4 | 70.9 | 117 | 241 | 120 | 114 | 75.8 | 98.9 | 0 | 0 | 84.8 | 14.8 | 68.1 | 0 | 101 |
| 23.1 | 0 | 7.74 | 0 | 6.85 | 60.3 | 50.3 | 50.5 | 47.3 | 0 | 46.8 | 48.2 | 21.1 | 2.49 | 0 | 10.3 | 64.6 | 19.9 |
| 23.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.62 | 0 | 7.24 | 12.8 | 4.48 | 11.7 | 0 | 181 | 0 | 9.14 | 9.24 | 0 | 0 |
| 23.2 | 119 | 220 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.3 | 0 | 0 | 88.4 | 115 | 0 | 229 | 0 | 0 | 80.6 | 0 | 146 | 0 | 102 | 68.9 | 0 | 0 | 0 |
| 23.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 224 | 0 | 105 | 106 | 0 | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 0.2 | 0 |
| 23.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.04 | 4.04 | 0 | 0 | 0 | 74.6 |
| 23.4 | 0 | 0 | 0.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.62 | 0 | 3.21 | 0 | 2.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.4 | 0.18 | 0.92 | 0.18 | 1.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 81.1 | 0 |
| 23.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.77 | 0 | 0 | 3.88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.3 |
| 23.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.36 | 0 | 1.78 | 0.04 | 0 | 0.21 | 0 | 0 |
| 23.5 | 0 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.65 | 0 | 1.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44.4 |
| 23.6 | 40.2 | 168 | 205 | 0 | 15.4 | 103 | 0 | 0 | 11.4 | 109 | 0 | 0 | 0 | 171 | 126 | 0 | 0 |
| 23.6 | 0 | 0 | 0 | 15.5 | 0 | 0 | 0 | 194 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.7 | 14.2 | 78.2 | 62.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.87 | 116 | 16 | 0 | 0 | 0 | 5.72 |
| 23.7 | 0 | 0 | 0 | 19.1 | 0 | 41.5 | 14.8 | 0 | 27.5 | 0 | 0 | 0 | 14.3 | 21.6 | 17.8 | 3.5 | 0 |
| 23.8 | 3.88 | 0 | 0.25 | 0.64 | 17 | 5.57 | 0 | 23.8 | 0 | 31.3 | 5.79 | 5.62 | 11.5 | 0 | 0 | 1.89 | 3.91 |
| 23.8 | 0 | 0 | 0.68 | 0 | 2.35 | 0 | 19.6 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | 0 |
| 23.9 | 0 | 0 | 0 | 3.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.15 | 0 | 0 | 5.16 | 0 | 0 |
| 23.9 | 1.55 | 1.97 | 0 | 0.63 | 0 | 6.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.18 | 4.78 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.9 | 0 | 0 | 1.51 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 13.1 |
| 23.9 | 0 | 0 | 0.86 | 3.49 | 15 | 0 | 4.5 | 24 | 0 | 2.53 | 3.48 | 4.54 | 0 | 0 | 0 | 7.29 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.53 | 0 | 14.6 |
| 24 | 0 | 12.4 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 3.27 | 1.95 | 10.5 | 0 | 7.48 | 11 | 1.21 | 0 | 22.9 | 3.67 | 8.74 | 32.4 | 3.49 | 7.48 | 5.23 | 0 | 7.26 |
| 24.1 | 0 | 0 | 0 | 29.9 | 0 | 0 | 0 | 4.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24.1 | 5 | 10.5 | 24.1 | 0 | 8.76 | 5.44 | 4.33 | 0 | 0 | 6.65 | 1.58 | 132 | 16.2 | 0 | 5.61 | 3.05 | 128 |
| 24.2 | 0 | 2.77 | 0 | 0 | 2.7 | 7.92 | 13.6 | 2.2 | 0 | 0.93 | 4.91 | 0 | 0 | 1.36 | 0 | 0 | 24.2 |



Grupo de Investigación en Moléculas y Microorganismos Totales



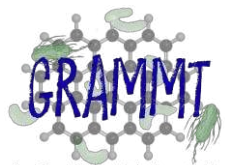
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 24.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.91 | 0 | 0 | 1.3 | 0 | 1.88 | 0 | 2.68 | 0 | 0.51 | 0 | 0 | 0 |
| 24.2 | 4.06 | 11.5 | 3.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.03 | 6.66 | 0 | 2.23 | 2.09 | 0 |
| 24.3 | 0 | 0 | 0 | 2.69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24.3 | 0 | 0 | 0.16 | 0.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32.3 | 0 | 0 | 2.16 | 0 | 0 |
| 24.4 | 0 | 0 | 0 | 4.21 | 0 | 24.7 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.3 | 0 | 0 | 0 |
| 24.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.8 | 0 | 9.29 | 29.7 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 |
| 24.4 | 0.25 | 16.1 | 0 | 18.7 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 0.82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.9 | 0 | 0 | 0 |
| 24.5 | 0.08 | 0 | 0.9 | 0 | 74 | 6.39 | 15.9 | 12.7 | 7.83 | 8.51 | 2.55 | 1.28 | 15.7 | 0 | 24.5 | 0.36 | 0.5 |
| 24.5 | 0 | 0 | 7.78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.3 | 0.42 | 1.39 | 0 | 0 | 10.6 | 0.74 | 0 |
| 24.6 | 0.08 | 0.32 | 0 | 0.39 | 24.6 | 0 | 0.32 | 0 | 0.53 | 0 | 0 | 2.44 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 6.96 |
| 24.6 | 0.39 | 0 | 0.55 | 0.58 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 2.33 | 0 | 0 | 0 | 0.88 | 24.6 |
| 24.6 | 24.7 | 4.59 | 0.18 | 1.16 | 0 | 2.61 | 0.16 | 0 | 0 | 0 | 0.76 | 1.83 | 1.34 | 0 | 0.13 | 0 | 0 |
| 24.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24.7 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 1.54 | 0 | 6.08 | 0.08 | 3.99 | 0 | 0 | 0.61 | 0 | 1.86 |
| 24.7 | 0 | 4.33 | 0 | 0.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.61 | 0 | 0.76 | 0 | 0 |
| 24.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.1 | 0 |
| 24.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.41 | 0 | 2.08 | 1.17 | 0 | 2.48 | 0 | 0 | 5.38 | 0 | 1.59 | 0 | 0 |
| 24.8 | 0 | 16 | 0 | 16.2 | 0 | 60.3 | 17.6 | 3.47 | 0 | 0 | 73.2 | 49.6 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0.44 |
| 24.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.27 | 0 |
| 24.9 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 14.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24.9 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.12 | 5.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24.9 | 0.1 | 0 | 0.34 | 0.71 | 0 | 0 | 5.03 | 0 | 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.36 | 0 |
| 25 | 0.08 | 0 | 0 | 0.43 | 0.95 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 2.23 | 3.12 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 5.43 |
| 25 | 0.1 | 0 | 1.62 | 5.18 | 25 | 0 | 4.96 | 0 | 1.23 | 0 | 0 | 5.59 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 |
| 25.1 | 0.35 | 12 | 0 | 0 | 0 | 3.69 | 0 | 1.65 | 0 | 1.19 | 0 | 4.35 | 0 | 0.27 | 0 | 0 | 0 |
| 25.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.48 | 1.33 | 1.63 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25.1 | 0 | 0 | 0 | 6.55 | 0 | 0 | 0 | 0.62 | 4.59 | 0 | 0 | 1.36 | 0 | 0 | 0 | 17.3 | 0 |
| 25.1 | 0 | 0 | 2.29 | 0.7 | 7.74 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 6.76 | 7.86 | 1.09 | 0 | 0 | 24.8 | 0 | 21.2 |
| 25.1 | 0 | 9.99 | 0 | 0 | 0 | 16.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.5 | 8.31 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 5.83 |
| 25.2 | 4.19 | 22.1 | 6.82 | 13 | 9.32 | 6.57 | 0 | 2.5 | 6.97 | 0 | 14.1 | 17 | 8.37 | 1.09 | 0 | 1.54 | 0 |
| 25.3 | 0 | 0.18 | 7.81 | 0 | 16.2 | 6.98 | 22.9 | 2.86 | 0 | 22.2 | 0 | 10.7 | 0 | 1.87 | 23.9 | 0 | 0 |
| 25.3 | 0.04 | 0 | 0 | 5.79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.12 | 0 |
| 25.3 | 1.17 | 16.6 | 14.2 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0.71 | 0 | 0 | 8.97 | 0 | 8.68 | 0 | 0 | 0 | 55.2 |
| 25.4 | 0 | 0 | 0 | 3.14 | 9.75 | 0 | 2.74 | 0 | 7.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.25 | 0 | 0 | 4.92 |
| 25.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46.2 | 0 |
| 25.5 | 0 | 0 | 0 | 3.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25.6 | 26 | 161 | 0 | 103 | 0 | 154 | 0 | 0 | 36.9 | 0 | 5.42 | 73.3 | 8.2 | 32.3 | 0 | 0 | 0 |
| 25.6 | 3.42 | 0 | 3.71 | 0 | 25.6 | 5.76 | 104 | 49.7 | 5.16 | 107 | 1.34 | 11 | 9.31 | 7.35 | 111 | 0 | 2.87 |
| 25.7 | 0.96 | 25.7 | 1.45 | 1.19 | 0 | 3.1 | 9.3 | 3.42 | 0 | 14 | 1.82 | 23.9 | 0 | 0 | 18.9 | 2.32 | 9.09 |
| 25.7 | 0.16 | 2.18 | 0.18 | 5.91 | 4 | 3.09 | 25.4 | 0.5 | 0.36 | 1.3 | 0.11 | 4.11 | 1.09 | 0.77 | 4.37 | 0.14 | 6.45 |
| 25.8 | 0 | 0 | 0.3 | 1.17 | 12.5 | 0 | 1.28 | 0 | 25.8 | 0 | 0.4 | 3.74 | 1.05 | 0.82 | 0 | 0 | 0 |
| 25.8 | 0 | 0 | 0 | 1.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.77 | 0 |



Grupo de Investigación Avanzada en Moléculas y Microorganismos Totales



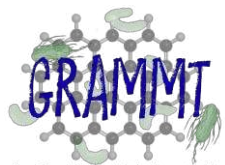
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25.8 | 0 | 0 | 0 | 0.78 | 0 | 0 | 0 | 0.59 | 0 | 0 | 1.87 | 2.22 | 0.77 | 0 | 1.46 | 0 | 0 |
| 25.9 | 0 | 0 | 6.76 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0.03 | 0.76 | 0 | 0.16 | 1.05 | 0 | 0.12 | 0 | 1.75 | 25.8 |
| 25.9 | 2.19 | 6.78 | 0 | 1.08 | 0 | 4.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.57 | 70.6 | 7.06 | 0 | 0.09 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.26 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 0.38 | 0 | 8.38 | 7.82 | 0.21 | 3.04 | 25.8 | 5.23 | 0 | 3.67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.73 |
| 26.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.1 | 0 | 0.09 | 0.44 | 0.37 | 0 | 0 | 2.32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 11.9 | 0 |
| 26.1 | 0 | 0 | 0.47 | 0 | 0 | 4.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.02 | 7.35 | 6.07 | 0 | 0 | 0 | 31.1 |
| 26.1 | 0 | 0 | 0.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.2 | 4.22 | 0 | 0 | 10.9 | 10.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.77 | 0 | 0 | 0.45 | 0 | 0 |
| 26.2 | 0 | 13.4 | 0.21 | 0 | 0 | 26.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.4 | 0 | 0 |
| 26.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.3 |
| 26.3 | 4.59 | 26.3 | 4.79 | 14.1 | 25.7 | 3.68 | 0 | 0 | 0 | 36.6 | 19.5 | 24.2 | 0 | 0 | 9.64 | 56.7 | 0 |
| 26.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.32 | 0 | 0 | 0 | 19.7 | 24.9 | 0 | 0 | 0 |
| 26.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.9 | 0 | 19.6 | 15.6 | 0 | 12.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.45 | 0 | 0 |
| 26.4 | 29.7 | 0 | 8.01 | 0 | 0 | 87.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 130 | 105 | 0 | 0 | 0 | 1.14 | 21.9 |
| 26.4 | 0 | 20.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.9 | 6.83 | 0 | 0 | 0 |
| 26.4 | 0 | 0 | 33.5 | 0 | 0 | 0 | 55.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.5 | 0.05 | 0.31 | 0.24 | 0 | 0 | 1.62 | 13.4 | 0 | 0 | 0 | 1.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.6 | 0.37 | 0 | 0.94 | 5.09 | 10.5 | 0.2 | 0 | 0 | 3.9 | 1.92 | 0.41 | 0 | 0 | 0 | 26.6 | 20.6 | 1.33 |
| 26.6 | 0 | 9.04 | 0 | 0.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.6 | 16.1 | 0 | 5.47 | 0 | 0 | 40.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.32 | 47.3 | 0 | 0 | 0 | 27.3 | 0.87 |
| 26.7 | 0 | 55.6 | 0 | 39.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 29.2 | 13.1 | 0 | 0 | 0 |
| 26.7 | 3.05 | 36.8 | 11.8 | 2.91 | 93 | 17.7 | 50.4 | 14.5 | 8.39 | 27.1 | 2.28 | 0 | 40 | 31.6 | 20.1 | 0 | 5.07 |
| 26.8 | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.8 | 0 | 0 | 3.62 | 0 | 27.6 | 0 | 96.2 | 22.4 | 0 | 39.5 | 1.2 | 5.29 | 0 | 0.95 | 26.8 | 0.37 | 0 |
| 26.8 | 0.24 | 0 | 0 | 9.89 | 0 | 0.49 | 0 | 0 | 3.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.29 | 0 |
| 26.8 | 0 | 1.25 | 0 | 3.83 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.78 | 0 | 0 | 0 | 0.43 |
| 26.9 | 0.15 | 1.85 | 4.47 | 0 | 0 | 0.16 | 1.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.87 | 0 |
| 26.9 | 0.21 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0.22 | 3.82 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.9 | 0 | 0 | 0 | 0.48 | 16.2 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 0 |
| 26.9 | 0 | 1.22 | 26.9 | 1.21 | 0 | 0 | 2.93 | 0.06 | 1.09 | 0 | 0 | 28.5 | 0.05 | 0.32 | 0 | 0.19 | 1.38 |
| 27 | 0 | 25.1 | 0.12 | 4.08 | 9.7 | 4.71 | 4.78 | 0 | 0 | 6.95 | 3.26 | 0 | 1.59 | 2.38 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 3.69 | 0 | 0 | 0.59 | 0 | 7.63 | 0 | 2.53 | 3.04 | 0 | 0 | 0 | 27.1 | 0 | 4.19 | 0.73 | 6.45 |
| 27.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27.1 | 0 | 0.89 | 0.09 | 0.57 | 0 | 0 | 3.98 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27.1 | 0.77 | 0 | 0.4 | 0.41 | 4.01 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 0 | 0.13 | 0 | 0 | 0.22 | 0 | 0 | 0 |
| 27.1 | 0 | 0 | 0.47 | 1.32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.03 | 0 | 0 |
| 27.1 | 0 | 0 | 2.53 | 1.74 | 0 | 0 | 0.19 | 0.02 | 1.13 | 0 | 0.15 | 0 | 0 | 27.1 | 0 | 0.68 | 0 |
| 27.2 | 0 | 0.1 | 0 | 1.51 | 0.13 | 0 | 0 | 0.13 | 0.12 | 27.1 | 0 | 0 | 4.84 | 0 | 0.04 | 0 | 0 |
| 27.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.46 | 0 | 0 | 0 |
| 27.2 | 0 | 0 | 0.19 | 1.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 33 |



Grupo de Investigación Avanzada por Moléculas y Microorganismos Totales



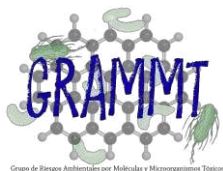
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 27.2 | 0.5 | 0 | 27.1 | 1.21 | 0 | 1.09 | 0.54 | 0 | 0 | 0 | 0.39 | 31 | 0 | 0 | 0.25 | 48.8 | 0 |
| 27.2 | 0 | 3.52 | 0 | 2.33 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 4.41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27.3 | 26.8 | 0 | 0 | 27.1 | 2.55 | 0 | 0.32 | 0.85 | 0.24 | 3.04 | 14 | 46.5 | 0 | 1.61 | 0.3 | 0 | 10.6 |
| 27.3 | 0 | 0 | 0 | 2.42 | 0 | 15.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27.3 | 0 | 24.5 | 15.3 | 12.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.4 | 0 | 0 | 0 | 12 | 6.65 | 0 | 0 | 0 |
| 27.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38.2 | 0 | 49 | 17.4 | 0 | 47.5 | 0 | 45.6 | 0 | 0 | 32.8 | 0 | 142 |
| 27.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.2 | 0 |
| 27.5 | 3.23 | 8.19 | 25.7 | 2.2 | 2.69 | 10.2 | 52.4 | 0 | 3.69 | 0 | 71.3 | 0 | 11.8 | 3.36 | 0 | 0 | 20.2 |
| 27.5 | 0 | 0 | 0 | 7.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27.5 | 0 | 0.69 | 0 | 9.12 | 0 | 9.28 | 0 | 3.55 | 26.3 | 2.73 | 0 | 0 | 0.61 | 0.91 | 43.6 | 216 | 0 |
| 27.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52.5 | 0 | 1.74 | 3.55 | 0.74 | 7.5 | 0 | 0 | 0 | 0.58 | 0 | 0 | 0.53 |
| 27.6 | 105 | 0 | 51.9 | 0 | 0 | 228 | 0 | 0 | 0 | 0.55 | 49.6 | 190 | 0 | 0 | 0 | 40.5 | 0.12 |
| 27.7 | 0 | 257 | 0 | 265 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74.5 | 0 | 0 | 0 | 224 | 105 | 0 | 0 | 0 |
| 27.7 | 11.3 | 39.3 | 8.05 | 0 | 383 | 87.1 | 360 | 137 | 7.2 | 252 | 99.8 | 27.8 | 33.2 | 49.9 | 318 | 0 | 0.92 |
| 27.8 | 0 | 0 | 0 | 29.7 | 42.8 | 0 | 36.9 | 17.8 | 0 | 12.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.58 | 0 | 0 |
| 27.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27.9 | 0.56 | 0 | 0.5 | 3 | 0 | 4.54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.25 | 4.8 | 0 | 0 | 0 | 2.05 | 0.15 |
| 27.9 | 0 | 0 | 1.08 | 6.36 | 0 | 0 | 0.89 | 0 | 2.06 | 4.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.85 |
| 28 | 0.15 | 0 | 0.93 | 4 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 0.69 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0 | 0.89 | 0 | 0 |
| 28 | 0.08 | 0 | 0.13 | 1.85 | 0 | 0.99 | 0.22 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 27.9 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0.94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.71 | 0 | 0 | 0 | 3.02 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 3.07 | 5.12 | 0 | 0 | 2.16 | 0.23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.97 |
| 28.1 | 8.97 | 0 | 32.5 | 0 | 0 | 20.1 | 0 | 0 | 0.13 | 0.93 | 0 | 74.5 | 0 | 0 | 1.64 | 0.08 | 0 |
| 28.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 21.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.1 | 0 | 3.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.12 | 0 | 0 | 0 | 9.73 | 2.59 | 0 | 0 | 0 |
| 28.1 | 0 | 0 | 0.36 | 11.5 | 15.5 | 0.17 | 19.6 | 7.11 | 0 | 9.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.2 | 1.52 | 0 |
| 28.2 | 1.37 | 0.28 | 3.11 | 0 | 0 | 1.76 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0.05 | 0.12 | 0 | 0 | 0 |
| 28.2 | 0 | 0 | 1.75 | 15.7 | 0 | 1.71 | 0 | 0 | 3.18 | 0 | 27.9 | 0 | 2.86 | 0.01 | 0 | 22.1 | 0 |
| 28.3 | 0 | 3.97 | 0 | 10.9 | 0 | 0 | 0 | 0.76 | 0 | 2.09 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0.95 | 0 | 27.9 |
| 28.3 | 10.6 | 0 | 5.42 | 0 | 1.54 | 14 | 4.27 | 28.3 | 0.58 | 0 | 10.3 | 36.6 | 0 | 0.18 | 0.09 | 0 | 0 |
| 28.4 | 0 | 13.9 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.15 | 0 | 0 | 0 | 15.8 | 3.23 | 0 | 0 | 0 |
| 28.4 | 0 | 0 | 0.24 | 0 | 21.4 | 0 | 20.6 | 12 | 0 | 27.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.4 | 0 | 0 |
| 28.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 13.6 | 9.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 112 |
| 28.4 | 0.62 | 0 | 2.74 | 0 | 0 | 1.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.4 | 0 |
| 28.5 | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0.12 | 2.52 | 0.19 | 0 | 0 | 56.2 | 0 | 0.15 | 0 | 0 |
| 28.5 | 0 | 0 | 0 | 12.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0 | 0.56 | 0 | 0 | 0 |
| 28.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 0.46 | 0 | 29.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.5 | 0 | 0 | 12.2 | 0 | 0 | 14.5 | 13.6 | 0.15 | 0.59 | 1.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.91 | 0 | 6.2 |
| 28.6 | 0 | 28.7 | 1.03 | 14.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.4 | 0 | 0 | 0 | 26.1 | 0 | 0 | 0 |
| 28.6 | 0 | 0 | 0 | 10.3 | 41.3 | 0 | 10.1 | 10.7 | 8.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.7 | 136 | 0 |
| 28.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | 0 | 0 |
| 28.7 | 0 | 0 | 0 | 4.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 9.88 |
| 28.7 | 77.8 | 0 | 7.47 | 2.22 | 0 | 189 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44.2 | 135 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Grupo de Investigación Avanzada por Moléculas y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 28.8 | 0 | 342 | 0 | 119 | 0 | 0 | 0 | 56.1 | 82.8 | 0 | 0 | 0 | 227 | 55.6 | 0 | 0 | 0 |
| 28.8 | 2.37 | 0 | 0 | 0 | 276 | 24.8 | 212 | 0 | 7.88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.35 | 225 | 0 | 5.26 |
| 28.9 | 0 | 271 | 0.52 | 11.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.9 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 17.7 | 8 | 34.4 | 9.53 | 0 | 20.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.9 | 3.07 | 0 | 0.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.07 | 0 | 0 | 0 | 33.2 | 0 | 1.95 |
| 28.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.31 | 0 | 0 | 0 | 20.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | 0 | 0.22 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0.28 | 0 | 0.23 | 0 | 1.86 | 0 | 5.39 | 2 | 0 | 0.31 | 0.06 | 0 | 0 | 0.13 | 29 | 0 | 13.5 |
| 29 | 0 | 0 | 0.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.02 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0.28 | 0 | 0.16 | 0.67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 1.55 | 0 |
| 29.1 | 0 | 0 | 0.32 | 0.29 | 0 | 0.15 | 0 | 0 | 28.9 | 0 | 0.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 |
| 29.1 | 0 | 0 | 0 | 1.56 | 5.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.37 | 0.22 | 0 | 0 | 0 |
| 29.1 | 0.61 | 0 | 0 | 1.98 | 0 | 0 | 1.35 | 0.21 | 0 | 2.18 | 1.06 | 0 | 0 | 0.12 | 1.1 | 0 | 29.1 |
| 29.1 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 4.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0 | 0 |
| 29.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.66 | 6.33 | 0 | 0 | 0 |
| 29.2 | 0 | 0 | 0 | 4.5 | 8.49 | 0 | 2.39 | 0 | 0 | 6.52 | 0.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.79 |
| 29.2 | 16 | 0 | 1.72 | 2.98 | 0 | 0 | 0 | 4.38 | 13.6 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0 | 5.98 | 16.1 | 0 |
| 29.2 | 0 | 0 | 0 | 0.81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| 29.2 | 0 | 0 | 0 | 0.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.19 |
| 29.3 | 0 | 0 | 4.39 | 0.78 | 0 | 0 | 24.7 | 0 | 0 | 16.2 | 0 | 128 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.19 |
| 29.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 79.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 109 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.22 |
| 29.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.05 | 0 | 0 | 0 |
| 29.3 | 0.13 | 13 | 0 | 24.7 | 6.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.5 | 0 | 0 |
| 29.4 | 0 | 0 | 0.5 | 1.43 | 0 | 0.12 | 11.9 | 5.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.39 | 0 | 0 | 0 |
| 29.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 96 | 17.6 |
| 29.4 | 0 | 0 | 0 | 0.71 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 |
| 29.4 | 0 | 0 | 5.74 | 1.33 | 0 | 0 | 1.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 | 0 |
| 29.5 | 60.2 | 0 | 0 | 2.23 | 0 | 26.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.7 | 54.3 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0 |
| 29.5 | 0 | 23.1 | 0 | 19.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.9 | 0 | 0 | 0 | 124 | 8.14 | 0 | 0 | 7.93 |
| 29.5 | 0 | 0 | 0.34 | 0 | 66.2 | 0.16 | 65.5 | 35.1 | 0 | 89.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60.4 | 0.12 | 0 |
| 29.6 | 0 | 0 | 0.28 | 1.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.21 | 0 | 0 | 0 |
| 29.6 | 0.13 | 0 | 0.17 | 1.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29.6 | 0.02 | 0 | 0.66 | 29.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | 220 |
| 29.7 | 0 | 0 | 1.61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.79 | 0.16 | 0 | 0 | 0 | 0.37 | 0 | 0 | 0 |
| 29.7 | 0 | 0 | 0 | 1.41 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29.7 | 0 | 0 | 0 | 29.7 | 0 | 18.5 | 0 | 0.27 | 0 | 0.13 | 2.43 | 0 | 0 | 0.4 | 0.49 | 28.2 | 0 |
| 29.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93.6 | 0 | 2.72 | 0.12 | 0 | 0 | 4.17 | 0.62 | 0 | 0 | 0 |
| 29.8 | 11.4 | 5.14 | 8.24 | 5.91 | 9.76 | 18.8 | 0 | 4.52 | 0 | 29.7 | 18.6 | 30.1 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 |
| 29.8 | 0 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29.8 | 0 | 0 | 0 | 2.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.92 | 0 | 0 | 3.47 | 2.24 | 6.87 | 0 | 0 | 0 |
| 29.9 | 0 | 8.14 | 0 | 2.93 | 25.1 | 0 | 0 | 6.63 | 0 | 9.27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.4 | 402 | 0 |
| 29.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.13 |
| 29.9 | 0 | 0 | 20.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 387 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Grupo de Investigación en Materiales Poliméricos y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 29.9 | 206 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 239 | 0 | 322 | 0 | 0 | 136 | 0 | 0 | 0 | 202 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.6 | 0 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 460 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 0 | 585 | 1.92 | 0 | 522 | 0 | 0 | 225 | 0 | 424 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.1 | 0 | 0 | 1.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.1 | 6.21 | 1.16 | 1.99 | 6.73 | 0 | 11.8 | 745 | 0 | 1.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 727 | 30.1 | 0 |
| 30.1 | 0 | 5.69 | 0.87 | 2.96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.07 | 0 | 0.46 | 0 | 2.97 | 0 | 0 | 0 |
| 30.1 | 0 | 0 | 0.82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.2 | 0.74 | 0 | 0.4 | 1.22 | 20.7 | 0 | 0 | 0 | 0.28 | 2.13 | 0.37 | 19.9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.6 | 1.82 | 3.71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.3 | 0 |
| 30.2 | 0 | 0 | 0.49 | 1.79 | 5.01 | 0 | 0 | 0 | 0.43 | 0 | 0.61 | 0 | 9.11 | 0 | 0 | 0 |
| 30.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.3 | 0 | 1.82 | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0.29 | 8.42 | 0.06 | 0 | 0.54 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 |
| 30.3 | 0 | 0 | 0.7 | 1.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 14 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.3 | 0 | 0 | 0 | 0.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0.14 | 0.19 | 6.34 | 0 |
| 30.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 |
| 30.3 | 0 | 0 | 0 | 2.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.23 | 0.6 | 0 | 0 |
| 30.4 | 0 | 0 | 0 | 0.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.4 | 0 | 0 | 0 | 1.48 | 1.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 | 0 |
| 30.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2300 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1504 |
| 30.5 | 0 | 0 | 0 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 290 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1199 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.5 | 1051 | 0 | 2493 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 558 | 1111 | 0 | 0 |
| 30.6 | 0 | 2129 | 0 | 0 | 596 | 0 | 577 | 863 | 0 | 1264 | 0 | 41.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1808 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1736 | 0 |
| 30.7 | 0 | 0 | 33.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.42 | 0 | 19.4 |
| 30.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| 30.8 | 9.94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.45 | 0 |
| 30.8 | 0 | 16.1 | 40.8 | 0 | 26.2 | 0 | 17.2 | 20.5 | 36.6 | 25.9 | 2.6 | 0 | 14.6 | 10.6 | 48.5 | 17 |
| 30.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 22.7 | 44.7 | 0 | 0 | 0 | 5.86 | 0 | 14.3 | 5.31 | 370 | 0 | 31 | 0 | 0 | 48.9 |
| 31.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76.2 | 0 | 0 | 5.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 119 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.2 | 12.9 | 82.2 | 0 | 34.5 | 0 | 0 | 0 | 8.04 | 37.3 | 15.4 | 0 | 0 | 6.32 | 15.9 | 0 | 0 |
| 31.2 | 0 | 0 | 33.4 | 0 | 20 | 0 | 76.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92.6 |
| 31.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59.2 | 116 |
| 31.3 | 0 | 0 | 15.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.3 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 156 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.4 | 0 | 0 | 0 | 23.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39.2 | 0 | 0 | 0 | 82.9 | 39.1 | 0 | 0 |



Grupo de Investigación Avanzada en Polímeros y Microorganismos Totales



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|
| 36.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80.8 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.4 | 0 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.33 | 28.9 | 0 | 0 | 2.08 | 1.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.1 | 10.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.9 | 0 | 31.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.7 | 0 | 0 | 11.8 |
| 37.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 346 | 0 | 9.17 |
| 37.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.3 | 164 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 134 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.4 | 0 | 606 | 0 | 0 | 302 | 0 | 0 | 167 | 0 | 306 | 0 | 0 | 415 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.5 | 1.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 667 | 0 | 25.4 | 0 |
| 37.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.16 | 725 | 0.96 | 2.35 | 0 | 0.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.7 | 9.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| 37.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.76 | 0 | 0 | 0 | 1.99 | 4.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.1 | 1.77 | 8.64 | 0 | 0 | 1.8 | 27.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.56 | 0 | 0 | 0 | 24.8 | 0 | 1.01 | 0 |
| 37.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.8 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 38.1 | 16.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.2 | 0 | 271 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.4 | 20.6 | 0 | 0 | 35.5 | 19.8 | 0 | 0 | 0 | 6.39 |
| 38.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.64 |
| 38.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47.9 | 14.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.9 | 0 | 0 | 0 |
| 38.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.67 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.5 | 2.59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.2 | 0 |
| 38.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.7 | 13.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.2 | 0 | 0 | 3.07 | 0 | 10.5 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| 38.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.12 | 0 | 0 | 0 | 23.6 | 5.47 | 0 | 0 | 0 | 1.68 |
| 38.8 | 0 | 31.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 28.5 | 6.38 | 0 | 18.3 | 0 | 0 | 0 | 5.25 | 26 | 34 | 0 | 0 |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|---|---|------|------|------|------|---|------|---|------|---|-----|------|---|------|
| 43.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 276 | 1.47 | 0 | 178 | 0 | 294 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.35 |
| 43.6 | 0 | 562 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 439 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 548 | 0 | 0 | 0 |
| 43.7 | 19.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 579 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 139 |
| 43.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.6 | 0 | 2.78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.9 | 69.5 | 0 | 0 |
| 43.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.9 | 69.5 | 0 | 0 |
| 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 0 | 42.2 | 0 | 0 | 2.44 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.1 | 0.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.12 | 5.58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.1 | 1.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.1 | 0 | 8.5 | 0 | 0 | 1.95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.28 |
| 44.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.23 | 0 | 1.82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.3 | 1.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.68 | 11.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.4 | 1.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.3 | 0 | 0 |
| 44.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.5 | 2.3 | 58.9 | 0 | 0 | 0 | 1.94 | 2.71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.5 | 1.63 | 0 | 0 | 0 | 1.92 | 2.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.6 | 1.44 | 0 | 0 | 0 | 2.73 | 2.86 | 0 | 0 | 0 | 6.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.7 | 1.55 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.8 | 0 | 1.84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44.8 | 0 | 4.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Dra. Paula Montserrat Crespo Barrera
 Posdoctorante en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros
 Miembro del GRAMMT